

**EL AGUA POTABLE EN LA REPUBLICA ARGENTINA**  
**DIAGNOSTICO DE FUENTES DE AGUA EN ALGUNAS LOCALIDADES**

Locaciones: 800 con dato Hidrogeológico.  
D.A. 709467//08

AUTOR: Jorge Carlos Pflüger

XX

**PROLOGO**

Este documento registra espacios de interés dentro de los recursos naturales, como son las riquezas hídricas del subsuelo y las superficiales, como los cursos de agua que discurren por la topografía en casi todo el territorio. Se nombra y describe siguiendo un orden, básicamente, la aptitud del recurso en las localidades que se extienden a lo largo y ancho del país, en un número de unas 800 localidades con algunos datos hidrogeológicos, sobre un total mayor a 3.000 locaciones (estimadas en 3.250). Con ajuste de localizaciones por coordenadas geográficas (latitud y longitud). Datos de 2008 registran 2.172 gobiernos locales, donde unos 1.776 contienen poblaciones con menos de 10.000 habitantes, solo un 20% de la población total. Un 9% de cada autoridad local, tienen websites (2008), medio importante internet para desarrollar temas y advertir sobre el cuidado del medio ambiente y por supuesto de sus fuentes de agua. Todo esto indica una real necesidad para generar un manejo del recurso hídrico, incluyendo herramientas para evitar el deterioro de la fuente y su conservación sustentable en el tiempo. Este trabajo se detiene en particular sobre las fuentes subterráneas, en menor proporción las superficiales, como partes esenciales para el desarrollo poblacional, como lo es el recurso líquido, que sintetiza el aforismo de Agua es Vida. Al describir las características de las aguas, se generan reiteraciones y variaciones monotemáticas en el texto, sin embargo existe la necesidad de exponer un tema, como es la aptitud del recurso hídrico, concebido dentro de un epítome y análisis para cada una de estas fuentes disponibles, con la posibilidad de no dispersar información, como en otras circunstancias. En cada población se describe la fuente, donde en la mayoría de ellas, se la cualicuantifica a través de los caudales y análisis del agua, con ello permite ubicarnos en cada porción del territorio con la capacidad para reconocer la aptitud del agua distribuida en cuencas o subcuencas, incluidas en las denominadas regiones hidrogeológicas que incluyen a todas las provincias. Allí se tiene en cuenta las unidades orográficas, valles, llanuras, mesetas, planicies y desiertos. Definiendo en algunos casos, modelos conceptuales hidrogeológicos, dentro de estas cuencas, en función de los datos aportados. Con otros ejemplos se registran antecedentes que documentan parcialmente a la fuente. Para todas las localidades, se vuelca información trascendente, dando cavida a especialistas para evaluar al recurso integralmente, arribando con los registros de caudales y calidades químicas a proyectar, elaborar y facilitar los beneficios básicos para la población contenida. En cada una de ellas, se detalla su ubicación geográfica, en relación a la región o subregión hidrogeológica que ocupa. Del mismo modo algun otro dato se suma, para arribar por rutas de acceso a la locación de interés más las coordenadas geográficas mencionadas. Igualmente se reconoce la cantidad de habitantes según censos nacionales, como el del año 2001.

El agua se representa como una oferta potencial y real, desde su fuente original, sin definirse el modelo conceptual, salvo algunas excepciones. También en algunos casos se indica la demanda y el consumo.

Las alternativas de las fuentes diagnosticadas, en la mayoría de los casos es subterránea, lueo superficial y escasamente pluvial. Dentro de estas opciones, se describen los caudales existentes, calidades, índices de productividad y otras medidas que se obtienen de los acuíferos por medio de los ensayos de bombeo. Los primeros son indicadores básicos que pueden interesar también al lector en general, para reconocer la problemática del agua potable y al especialista en particular. Es de destacar en algunas locaciones por acciones antrópicas (sobreexplotaciones de perforaciones) la calidad del agua pueda variar a lo largo del tiempo. Se presentan también casos concretos, con más detalles hidrogeológicos que involucran a estudios de fuentes, donde se establecen conclusiones de la aptitud del agua que caracterizan a amplios sectores de una cuenca, con medidas ambientales de conservación, sostenibles, con proyección a tiempos futuros.

Es de interés que estas líneas, desarrolladas por informes del autor y otros, analizadas puntualmente con sentido crítico, se sumen datos complementarios más evaluaciones primarias, incluyendo registros de campo y análisis secundarios, conformando así parámetros básicos de fuentes en la mayoría de las provincias argentinas, que sirvan de base donde se puedan insertar desarrollos locales y regionales, por medio de estudios de investigación, impulsados por profesionales del tema, incluyendo posgraduados, dentro del campo del medio ambiente, agua subterránea y geología ambiental.

También para satisfacer un interés común al lector, a beneficio de su conocimiento y para tener mayor capacidad para discernir sobre este tema básico de uso y consumo cotidiano. También con la intención de asegurar la salud de las poblaciones a través del cuidado del medio ambiente, la no contaminación y la protección del agua que se dispone y consume a diario. Tal el argumento para las localidades alejadas de centros urbanos y ciudades importantes, las emplazadas en zonas desérticas incluyendo las urbanas y todas. Vaya para valorizar las explotaciones, la preservación y mitigación a los impactos negativos hacia las fuentes de agua, para una evolución favorable en el presente y hacia un futuro.

Cada provincia corresponde a determinadas Regiones Hidrogeológicas. Se entiende por Regiones Hidrogeológicas aquellas áreas con características y comportamientos diferenciales en relación a sus aguas subterráneas. Los factores elementales que inciden en el comportamiento de las aguas subterráneas son a) el geológico, influencia química e hidrodinámica, b) el geomorfológico, influye en flujos de corriente(geomorfología de montañas,piedemontes y llanuras),c) el climático (árido y húmedo), donde se debate la recarga escasa o nula y el exceso de balance y d) el biológico, en un equilibrio ambiental, con acciones antrópicas que afectan desde la reserva a la aptitud del agua. Se enumera en zonas, para su ubicación cartográfica a saber: Zona-1 Puna; 2-Cordillera Oriental-Sierras Subandinas y sus Valles; 3-Piedemonte y Llanura Chaco-Salteña; 4-Llanura Chaco-Pampeana Árida; 5-Llanura Chaco-Pampeana Húmeda; 6-Cuenca de Bahía Blanca; 7-Sierras Pampeanas y sus Valles; 8-Piedemonte y Llanura Tucumano-Santiagueña; 9-Precordillera-Cordillera Frontal-Cordillera Principal y sus Valles; 10-Piedemonte y Llanura Cuyana; 11-Llanos Riojanos y Salinas Asociadas; 12-Cordillera Patagónica y sus Valles; 13-Patagonia Extra-Andina; 14-Entre Ríos y Corrientes; 15-Misiones; 16-Costa Atlántica Bonaerense; 17- Islas Malvinas y del Atlántico Sur; 18-Antártida. Miguel Auge. Buenos Aires, 2004.

## INTRODUCCIÓN

Se debe reconocer la utilidad de los ensayos de bombeo en las perforaciones que se describen en las localidades que se mencionan abajo. Estos ensayos se realizan, con el objeto de conocer el rendimiento de la obra perforada y la calidad del agua que se le extrae. Si es potable o no. Sacando un caudal determinado, la cantidad de agua en un tiempo dado y midiendo sus niveles (estáticos y dinámicos) dentro del pozo, se puede determinar parámetros físicos e hidráulicos y luego interpretarlos: Como el caudal en primer lugar y el caudal específico o índice de productividad, que es un caudal que se puede extraer por cada metro que desciende la columna de agua (depresión) en un pozo. También los niveles estáticos, originales del pozo en reposo y dinámicos, con una explotación y las depresiones. Con estos datos y fórmulas desarrolladas por Theiss, Jacob y otros autores, se obtienen parámetros básicos que definen y clasifican al acuífero como libres, semiconfinados, confinados, su capacidad para explotar, extraer, retener y conducir el recurso agua, también determinar sus reservas. El almacenamiento y la transmisibilidad son medidas que se obtienen como resultados de los ensayos de estos bombeos aportando datos del acuífero, si es apto o no, para extraer agua para un consumo poblacional, industrial ó familiar. El almacenamiento (S), adimensional, es la cantidad de agua que se libera de una columna de acuífero de sección transversal igual a la unidad, cuando el potencial hidráulico disminuye una unidad (Davis). La transmisibilidad (T) es igual al espesor del acuífero por la permeabilidad del mismo. Y define el tipo de acuífero que se ensaya y explota: libre, semilibre, confinado, semiconfinado. Los primeros son indicadores (S) representativos, para una cuenca, que sirven para cálculos estimativos de la reserva del recurso subterráneo. Como ejemplo, el volumen de acuífero multiplicado por el almacenamiento, da un registro del recurso freático, que se podrá extraer desde un sector o cuenca considerada. También se podrá desarrollar a los balances hídricos, cuya fórmula general es, Lluvia = Esguerramiento superficial + Infiltración + Evaporación (evapotranspiración), calculando la infiltración. Se puede llegar a saber cuanta agua de lluvia ingresa a los acuíferos y desde allí a los que lo subyacen (goteo). Lo esencial para considerar la aptitud del recurso, son también los análisis físico/químicos, con ellos se analiza el origen, la evolución química, si el acuífero modifica o mantiene constante su calidad por la acción del bombeo, en cortos o largos períodos de explotación.

Preámbulo: La conveniencia de desarrollar modelos conceptuales para cada caso que se genere un problema, al considerar escenarios geográficos diferentes, introduciendo la mayor cantidad de variables posibles, naturales y antrópicas, considerando que ellas puedan ser reconocidas en áreas comunales, donde mayormente se generan impactos reales negativos y potenciales negativos en los distintos sectores de la cuenca. Para ello es necesario, primero desarrollar un fortalecimiento y cumplir el aspecto legislativo y sus instrumentos jurídicos que posibiliten acciones pertinentes en todas estas jurisdicciones.

Segundo: Un uso de herramientas básicas, aplicadas a metodologías específicas para corregir impactos negativos en aguas subterráneas y superficiales, implica un conocimiento y experiencia para manejar el aspecto cuantitativo y cualitativo del tema. Las direcciones de flujos hídricos, reconocimiento de áreas de recarga, conducción y descarga, niveles piezométricos, espesores, litologías, potenciales hidráulicos y parámetros hidráulicos(Q-T-S-K-Ne-D-Qe), calidades, relaciones espaciales entre fuentes y emplazamientos humanos para tener definido el problema y posible solución. También la importancia antrópica, a nivel de impactos de funcionarios responsables de direcciones, gerenciamientos, por ignorancia, irresponsabilidad, falta de operación, mantenimiento y/o planificación. Esto puede darse, alterando a los sistemas de gerenciamiento de fuentes y captaciones de agua (Custodio 1997).

### 1.- Modelos Conceptuales:

Como metodología los modelos conceptuales, sirven para recrear distintos escenarios, donde problemas ó acciones antrópicas, generan interferencias de calidad y cantidad (caudales) del recurso para abastecimiento, la aptitud, dando una inseguridad sanitaria a los usuarios. Cada juego del modelo está constituido por un par de dibujos denominados: Error/Acierto, donde se visualizan asimetrías en un primer dibujo y su corrección y solución en un segundo diagrama.

Cada juego incluye elementos primarios, fundamentalmente del sistema a tratar. La geografía y geología con su composición litológica, acuíferos, espesores, parámetros hidráulicos y las calidades de agua. Se incluyen las distancias a fuentes contaminantes desde las captaciones de agua y la posición específica entre ambas.

Para encarar posibles soluciones, con cada modelo conceptual hay que realizar análisis científicos técnicos.

### 2.- Modelos conceptuales del tipo error/acierto:

Cada modelo conceptual del tipo error/acierto, integra metodologías simples de base científica, que permiten un entendimiento conceptual del problema y su resolución. Está dirigido a beneficio de la comunidad y las agencias de saneamiento generadoras de acciones. Los remedios que se deben dar a los problemas ambientales apuntan hacia un mejor resultado en la calidad final del modelo, equivalente a que la población tienda a un mayor grado de seguridad en materia sanitaria, traducido directamente en aumento de calidad de su salud. Para lograr un nivel de transferencia mayor, se suma la participación y desarrollo de la educación ambiental que se debe aplicar en todos los niveles de la sociedad, según sigue abajo.

### 3.- Medio Ambiente y Educación:

El subtítulo podría ser la fórmula, que contemple un conjunto de soluciones más que farmacológicas, instantáneas, soluciones para desarrollo de nuestra vida sustentable. Pero la vida en el planeta, gaia o hábitat, que nos pertenece no solo en tiempos presentes, sí futuros, ligado a nuevas generaciones, equivalente a la continuidad de todas las especies en sus respectivos ambientes o nichos ecológicos.

Se debe tener el concepto, que un medio ambiente alterado, es un bien no recuperable en su mayoría, debiéndose por lo tanto preservarlo para el futuro.

Así como la enfermedad es mejor relacionarla con la prevención=preservación, “mejor prevenir que curar”, porque puede (la dolencia) volverse irreversible; a la naturaleza también hay que saberla prevenir de los problemas futuros.

Cuando se habla de actividad humana dirigida a desarrollo sustentable, se la referencia como una responsabilidad integral. Llevando esta, no solo como existencia productiva, creativa, cultural y hasta de ocio, y sí generando múltiples acciones a futuro con proyecciones de largo plazo. Todo ello a través de actividades impulsadas por autoridades políticas y responsables de los niveles de educación: Educación General Básica, Polimodal, Terciaria y niveles Universitarios hasta libres expresiones culturales.

La educación formal y la no formal, debe darse "dentro de una concepción filosófica humanista, encuadrada con valores de libertad, con responsabilidad social, en el trabajo y en la práctica comunitaria en defensa y consolidación de valores democráticos" (Comisarenco /1994).

Lo sistémico debe darse en un sentido de integración de acciones para cuidado del medio ambiente, correlacionando la producción primaria y elaborada, con su expansión sostenida en el tiempo. La idea debe corresponder a las acciones a poner en práctica y la contaminación de dichas acciones, en un sistema de producción, debiendo contemplarse siempre su reparación.

Muchas veces se debe alterar por determinado tiempo dicho sistema productivo, para luego corregirlo y obtener como producto final a beneficio de la sociedad, sin perturbar al medio ambiente, tendiendo siempre al equilibrio de los ecosistemas. Esto es el doble beneficio instalado, en realidad en un medio, el del medio ambiente. La dificultad de instalar e imponer el concepto del cuidado del ambiente en los niveles de conducción empresarial, es muchas veces observada. Porque? Porque aquí se pueden ver alterados intereses de circuitos económicos, financieros y políticos. La educación sobre temas ambientales, debe plasmarse en la sociedad, y ser transferibles tanto del educador como del educando, sin olvidar la simultaneidad que debe darse a ella, en niveles públicos y privados, con desprendimiento de intereses negativos que puedan afectarla. Sí comenzar desde el educador como agente difusor de los programas ambientales básicos.

En definitiva un objetivo a largo plazo es para que la comunidad reconozca la necesidad de conservación de todo el medio, que dará muy probables frutos en el mañana. Esta educación será como una misión, perdurable a través de los tiempos.

El factor esencial, es divulgar acciones preventivas sobre cuidados ambientales y su difusión a través de la currícula de educación obligatoria y no formal. Desarrollar el tema ambiental con una implantación educativa en los distintos niveles mencionados precedentemente.

Para el caso es necesario centrar acciones en un eje director; aunque todos son importantes, conveniente es apuntar al municipio, por entenderlo como centro receptor para producir cambios a través de personal profesional, idóneo y/o que pueda capacitarse, desde este ámbito.

Denominamos a este campo como de *Educación/Municipio y Medio Ambiente*, para mejorar la calidad de vida, y donde los ciudadanos pueden todos, participar.

Teniendo en cuenta las actividades realizadas en este ámbito, generan impactos ambientales importantes, por ejemplo en planes de forestación, limpieza de calles, fumigación, ejecución de planes de transporte urbano, control de la contaminación atmosférica, impactos sonoros, visuales, alcantarillado pluvial y saneamiento poblacional. Incluyendo agua, cloacas, pluviales y residuos sólidos. Por eso que la relación comuna, sociedad, educación, debe darse mejor en este tipo de jurisdicción política para su aplicación lineal y directa. Hay que marcar que las políticas medioambientales que se deben seguir tienen que estar dentro del contexto provincial dirigida a la comuna, sumando las políticas nacionales, impulsadas hacia esa jurisdicción.

Dentro del capítulo de la preservación del medio ambiente, el agua ocupa un lugar trascendente. Cabe mencionar palabras del Profesor Godwin O.P. Obasi, Secretario General de la Organización Meteorológica Mundial, dependiente de las Naciones Unidas, quien en 1996 definió *"se estima que en el año 2025 unas 2/3 partes de la población mundial residirán en las ciudades. Por lo tanto, el agua será un elemento cada vez más importante para la supervivencia de la humanidad"*. Y todavía no se arriban a soluciones integrales concretas, si se considera como ejemplo el evento mundial de agua, desarrollado en Tokyo en el 2003. Si bien existen actualmente metas sobre emisiones y cupos a cumplir.

A lo largo de la historia, los asentamientos humanos fueron resultante de un balance entre la obtención de agua más pura, el desecho de los efluentes y la prevención de las crecidas. La falta de alguno de estos tres elementos llevó en la antigüedad, a la desaparición de importantes culturas: La Mesopotámica y la Indogangética.

A pesar de los avances tecnológicos, las mismas variables resultan determinantes en la actualidad. Los habitantes de las grandes ciudades dan por sentada la disponibilidad de agua, para hacer frente a todas sus necesidades. Ello es facilismo. La contaminación, hoy día, está presente en todo medio físico que tenga que ver con el ser humano: *suelo, subsuelo, aire* (ruido y gases) y *agua* (tanto superficiales como subterráneas), involucradas afortunadamente para un correcto uso y consumo. Pero se evita la contaminación?

El suelo es contaminado por asentamientos industriales, que por negligencia, economía o lucro financiero, vierten contaminantes al medio. La acción de disolución y transporte lleva al contaminante por migraciones, desde el suelo al subsuelo, continente de las capas de agua, modificando las calidades químicas originales. Allí fenómenos de migración: convección, difusión y dispersión, generan (el transporte de solutos) por dispersión hidrodinámica al medio o área de captación.

La capa atmosférica es también receptora de gases y humos con contenidos contaminantes básicamente industriales, que se diluyen o atomizan en el medio, pero contaminan, dado los volúmenes que expelen chimeneas y automotores. Considerando las emisiones de carbono a la atmósfera con un 13% arriba, respecto a los niveles de 1990, pero el compromiso del Protocolo de Kyoto es 7%.

También el ruido, de la industria, del autotransporte público y privado, como impacto sonoro, molesto primero y finalmente peligroso para la integridad física de gran parte de la comunidad, según los registros en los grandes conglomerados urbanos. Los niveles que da la Organización Mundial de la Salud (OMS), un máximo ruido tolerable es 55 dB (decibeles), sobrepasando esos límites de ruido, se generan problemas hasta el nivel de las enfermedades auditivas.

Finalmente impactos visuales, que perjudican al habitante en primer lugar, porque descalifican a casi todo el patrimonio cultural que pueda llegar a tener la ciudad, ocultando lugares de interés público y de esparcimiento. Todos los componentes del medio físico trascendentes: aire, agua, suelo, subsuelo, sobresalen, aunque el tema central sea el conflicto del agua como factor relevante para el futuro, por ser elemento vital de todo organismo. La alteración permanente de cualquier componente del ciclo, lleva finalmente al deterioro del todo, porque existen interconexiones entre un sistema y otro.

Dentro del ciclo hidrológico, desde la formación de nubes sobre el mar hasta las lluvias, suelos, zona de aireación, saturación (freática), napas semiconfinadas y confinadas, todas las etapas están interrelacionadas, comunicadas y una variación dentro del circuito será detectado, alterando al sistema.

Corresponde ahora describir las administraciones o Gerenciamiento del Recurso Hídrico, con proyección hacia una estrategia ambiental de equilibrio, donde se aplican metodologías prácticas, dentro del marco científico y técnico.

### 1.-Control de gestión sobre la explotación y contaminación:

#### A) Disposición areal de las fuentes.

- a1.Ubicación de la fuente respecto a la dirección del escurrimiento subterráneo.

Tener en cuenta las zonas de protección de las explotaciones: zonas 1, 2 y 3.

-a2.Ubicación de áreas industriales, tipo, composición, caudales de extracción y volúmenes de desechos generados y su disposición final hacia el cuerpo receptor.

-a3.Finalmente la conservación de cada perforación implica realizar: a) Análisis físico/químico del agua y b) Medición de niveles (Nd básicamente periódicamente y aforos de los caudales (periódico / no periódico).

#### B) Sistemas de baterías. Desarrollo geométrico.

-b1.Deficiencias en equipos por causas físicas, químicas y mantenimiento.

-b2.Efectos por ningún control de bombeo debido a sobreexplotación, subexplotación con interferencias por mal desarrollo en la geometría de baterías o pozos.

#### C) Sistemas de pozos individuales.

Los mismos problemas que en baterías de pozos. Deficiencias en equipos por roturas, desgastes, falta de regulación o control sistemático de los caudales de explotación y salinización.

#### D) Captaciones superficiales:

El estudio tiene que definir una continuidad de la fuente en caudales y calidades químicas. La seguridad del recurso esta dado entre el caudal de estiaje(ó mínimo)de la fuente y el caudal de demanda poblacional al período de diseño del proyecto(caudal medio diario). Debe ser positivo el 1ero. respecto al 2do. Los componentes químicos no deben incrementarse con el tiempo, aunque las concentraciones salinas generalmente, son constantes a través del tiempo.

En síntesis: A nivel del proyectista, la factibilidad de la fuente para ser explotable, depende básicamente de cuatro parámetros.

A Calidad de fuente( medida iónica del agua).

B Cantidad de fuente ( medida volumen x tiempo:caudal): recurso/reserva.

C Calidad ambiental de la fuente: No deben existir impactos antrópicos negativos.

D Alternativa más viable. Analizar los mínimos costos con mayores beneficios. Compatibilización. Actuar sobre aspectos legales y soluciones(terrenos de uso y disponibilidades, divisiones catastrales, sucesiones, herencias), definir zonas de protección de explotación y practicarlas(se reconocen tres zonas concéntricas).

La ubicación de las explotaciones de agua en las poblaciones, debe ser privilegiada. Alejada de las contaminaciones (naturales y antrópicas) para no tener problemas (recursos+contaminaciones) en un futuro; en caso de implantarse explotaciones industriales, problemas(filtraciones) en celdas de residuos sólidos y las explotaciones no generen problemas de calidad y de disminución de caudales. Para la administración de una fuente es preciso compatibilizar el concepto de modelo dinámico de desarrollo de cuencas, e integrarse a ella con los sistemas hidrológicos, meteorológicos, geológicos, hidrogeológicos, de biota, suelo y recurso humano existente en su entorno. Es necesario agregar por experiencias propias y ajenas que para la confección final de informes técnicos de fuentes de agua y contaminaciones, el reconocimiento de cada región es transferible solo al especialista funcional. Se deben estudiar los factores naturales; artificiales y mixtos, que se encuentran en cada cuenca vertiente. Los principales problemas generados por las acciones antrópicas de una comunidad, crean desequilibrio del medio, natural y artificial (en y fuera del égido urbano), las medidas de amortiguación, deben ser las metodologías y herramientas usadas en hidrogeología y geología ambiental, para hallar respuestas y aplicarlas a la preservación del medio, enfocados dentro de un manejo sensato de la naturaleza para que sirva hoy, en un futuro y siempre.

*Plantas de tratamiento de efluentes y plantas de abastecimiento de agua, se señalan áreas para su localización:*

A: áreas ubicadas aguas arriba de captaciones de abastecimiento de agua comunitario.

B: áreas ubicadas aguas abajo de las captaciones de abastecimiento comunitario.

C: áreas ubicadas en lugares, muy próximos entre sí.

Las malas localizaciones, como A y C, generan impactos negativos por contaminación; también por falta y/o falla de las operaciones y mantenimiento del sistema integral o parcial de sus componentes.

Objetivos: Consiste en analizar las principales causas, generadas por el agente contaminador, en una comunidad y el medio (la ciudad, su entorno, la biocenosis, la geografía). Finalmente deben darse las remediaciones para un ambiente alterado. El impacto hacia el ambiente debe ser disminuido, por medios que se disponen, comienzan con la identificación de la idea hasta el proyecto ejecutivo; en agua potable, efluentes, pluviales, residuos sólidos, de venteo de gases, ruidos y otros impactos.

Perturbadores en el radio urbano; y de reducirse dicho impacto, se impulsará al saneamiento en la cuenca problema, donde desarrolla actividades la sociedad.

*Acciones dirigidas:*

Las acciones deberán ser comunicadas a todos los actores sociales. Dichas acciones al encausarlas desde municipios, cooperativas y prestadoras de servicios de saneamiento, se podrán desarrollar planes, que posibiliten soluciones posibles. Dentro de la hidrogeología, el empleo de herramientas en aguas subterráneas permite un manejo cualicuantitativo de datos básicos e interpretaciones, tales como: direcciones de flujos, áreas de recarga, conducción y descarga, niveles, espesores, parámetros hidráulicos, litologías, variaciones salinas y relaciones espaciales entre aguas subterráneas y zonas pobladas.

El desempeño eficiente del funcionario directivo es un elemento de decisión para la marcha del sistema; pero a veces puede ser negativo: con su impericia, inobservancia de obligaciones de funcionario, negligencia, desconocimiento, con fallas en la operación y mantenimiento de los sistemas incluyendo de entrada una mala planificación en la cuenca en que está operando.

**DISTINTOS ESCENARIOS:** Definiendo distintos escenarios en ámbitos geográficos diferentes, para poder actuar con acciones que beneficien al medio y su entorno social.

Como ejemplo, se dispone una planta de agua o batería de pozos, río abajo, en niveles topográficos negativos respecto a cuerpos receptores, áreas de desechos o pozos industriales. Así se originan impactos, por incorrecta ubicación espacial, que luego gravitará en las calidades de la fuente, con perjuicio a la población. Estos escenarios y otros son los que se detallan:

*Escenarios que se desarrollan a continuación:*

A\* Contaminación por un mal funcionamiento de una planta de tratamiento con vertido a un curso de agua destinado a recreación.

Un mal funcionamiento de planta de tratamiento de líquidos cloacales puede ser debido:

1. Diseño de ingeniería con falta de parámetros adecuados (diámetros, longitudes); volúmenes de piletas y dimensiones de lagunas anaeróbicas y aeróbicas inadecuadas.
2. Mala operación por parte del operador, por un mal manejo en tiempos de tránsito.
3. Ausencia de mantenimiento adecuado por falta de limpieza en piletas y lagunas.

Corresponde que las plantas sean eficientes con buena operación y mantenimiento, para que las DBO y DQO (demanda biológica y demanda química finales), sean compatibles con los cuerpos receptores (ejemplo: un curso superficial).

La llegada a dicho cuerpo receptor debe tener niveles de aceptación experimentales por ejemplo en DBO de 50 mg/litro, depende de distintas legislaciones jurisdiccionales.

Las soluciones sintéticas son las siguientes:

- a. Obtener la optimización de las plantas de tratamiento de líquidos cloacales.
- b. Las descargas de dichas plantas de tratamiento, ubicarlas topográficamente, flujo abajo, de balnearios, centros recreativos, poblaciones, pero monitoreado, ejerciendo funcionamiento normalizado de las unidades.

B\* Contaminación industrial de un curso superficial destinado a captar agua para consumo humano.

- a. Tratar el residuo contaminante de origen industrial por plantas de tratamiento reductoras modulares o según indique el proyecto específico.
- b. Evitar los puntos de descarga proximales; alejando la toma a distancias analizadas y definidas por especialistas de hidrogeología y geología ambiental.

C\* Contaminación de la capa freática por lixiviados de residuos sólidos comunitarios.

- a. El área de disposición final de residuos sólidos debe estar emplazado siguiendo determinadas normas. Basadas en principios hidrogeológicos, geomorfológicos, climáticos. Celdas de captura, impermeabilidad con arcillas, monitoreos y captura de concentrados y tratamiento. Siguiendo técnicas de normas internacionales.

D\* Contaminación industrial de un pozo inyector a la capa freática que por leaky (goteo) contamina a capa subyacente, destinada a consumo humano.

La legislación Argentina lo prohíbe (ley 24051/Reglamentación, residuos peligrosos).

Se deben instrumentar metodologías de monitoreo a las capas de agua que comprenden normativas, con equipos eficaces y económicos. Erradicación y a posteriori, radicación industrial en áreas aptas, con tratamientos industriales, sin generar impactos antrópicos.

E\* Contaminación antrópica por pozos ciegos, que afectan la capa freática para consumo humano.

Este problema está contemplado en los programas de saneamiento del gobierno, que incluyen estudios y obras de saneamiento en su territorio.

Se da respuesta a las acciones humanas de contaminaciones históricas, en el Gran Buenos Aires (Argentina), donde hay concentraciones de ión nitrato en el acuífero puelche a niveles superiores a 50 mg/litro y en muchos sectores 80-100 mg/l y más.

El agente causal principal son >1.100.000 de pozos ciegos en la región, descarga industrial disimulada o no y perforaciones no encamisadas. Una primera solución actual, son los ríos subterráneos, luego evacuar los líquidos cloacales, vía redes hacia cuerpos receptores y su tratamiento. Actualmente se compensa con perforaciones profundas de agua a zonas que no la poseen y está contaminada.

F\*Contaminación por vertido de residuos orgánicos en zanjas y canaletas superficiales.

Para el caso debe analizarse en dos áreas (industrial y de baterías). Controlar el vertido de plantas industriales, posibilitando su radicación pero ubicando las captaciones de agua potable en puntos hidráulicamente estratégicos estudiados dentro de dicha área

G\*Contaminación de pozo somero en capas freáticas con relación a un pozo ciego proximal.

La ubicación espacial de pozos de agua y de descargas por pozo ciego, adoptan una posición crítica, pues su equidistancia y posición espacial, define el impacto antrópico negativo o positivo. Debe plantearse la cuestión de límites de influencia de cada pozo, y es necesario conocer la hidráulica, dirección de flujo y escurrimiento subterráneo, distancia del acuífero captado con relación al pozo ciego, evitando posibles interferencias y contaminaciones, por difusión de cargas cloacales desde el pozo ciego a las capas freáticas.

H\*Sobreexplotación en áreas con lentes de agua dulce.-

Se debe plantear estrategias, tomando como parámetros de análisis: caudales, niveles (Nd, Ne, D), distancias y análisis químicos continuados, que optimicen la captación de agua potable. La sobreexplotación de estas lentes, aun a caudales bajos pueden generar ingresos salinos desde el fondo del acuífero. Buscar un caudal de equilibrio del sistema.

I\*Explotación del acuífero freático compartiendo industrias y égido urbano.

Cogestionar en un mismo acuífero, implica responsabilidad para cada sector que asuma la explotación. Para este caso explotar la capa en común representa tener un caudal útil a extraer para cada uso, y que no genere competencias, contaminaciones ni pérdidas al otro sistema explotado.

Es prioridad la demanda poblacional antes que la industrial. Estos pueden afectar a la fuente original si se alteran los regímenes de explotación, distanciamientos, sin estudios realizados con anterioridad. Se exige entonces la relocalización industrial.

J\*Contaminación por compartir fuentes semiconfinadas (industria y población).

No corresponde la contaminación por medio de pozos inyectores (reglamentación y ley 24051 residuos peligrosos Argentina). El flujo contaminado se orientará hacia la batería o pozo de explotación. Está en estudio, actualmente, inyectar con líquidos tratados a las capas más profundas, no ligadas al ciclo hidrológico local. Se establece la relocalización industrial.

K\*Sobreexplotación con caudales elevados.

La planificación de la demanda en zona de extracción, es básica para determinar la oferta de volúmenes de agua, el límite está en no transferir más agua que lo brindado por el acuífero en equilibrio. La sobreexplotación genera depleción de la capa productora, su agotamiento y salinización.

L\*Interferencia de pozos. Pérdida de caudales.

Establecer caudales de extracción reducidos, no interferir pozos, usando áreas de cuenca distanciada. Pozos muy próximos generan depresiones en la napa, con consecuencias inmediatas y futuras en la calidad y cantidad del recurso. Estudiar niveles (estáticos y dinámicos) y analizar radios de interferencia, en función de parámetros hidráulicos, determinados por ensayos de bombeo.

LL\*Contaminación industrial compartiendo la misma capa de agua para la industria y población (capa freática). En primer lugar se deben tratar los efluentes y no verterlos a pozos inyectores. No generar vertidos a nivel freático, en total contravención a leyes vigentes.

Siempre la planificación en la distribución de pozos es analizando la topografía, geomorfología, geología y la hidrogeología, más los problemas de impacto antrópico.



M\*Contaminación antrópica a capa semiconfinada desde pozos ciegos.

La solución es definir la red de desagües cloacales, teniendo en cuenta que la contaminación generada no desaparece en tiempos limitados, la magnitud del contaminante esta determinada por las lluvias, espesor de capa de aireación y acuitados, si existen en el perfil geológico, (leaky acuífero o goteo).

N\*Contaminación por efluente cloacal crudo, volcado a curso fluvial.

La contaminación a cursos de agua genera problemas en la biología del cuerpo de agua, hasta los límites de potabilidad, siendo un vector peligroso en el mismo curso. Tiene que darse la relación volumétrica entre caudales de vertido(concentración de componentes autorizados) y cuerpo receptor (lago, curso fluvial).

O\*Eutroficación de lagos por ingreso de efluentes. Los procesos que generan descomposición y sustancias elementales como nitrógeno y fósforo, generan la macroalimentación del sistema hídrico con proliferación de vegetales. Ello es por ingresos industriales+domésticos, que deben que ser evaluados, controlados, reducidos y eliminados.

P\*Contaminación radioactiva, por vuelcos o derrames al suelo. Accidentes.

Pueden existir casos de vuelco de líquidos de subproductos con contenido radioactivo de baja concentración que pueden provocar una contaminación de las capas de agua subterráneas por infiltraciones desde canaletas u otros sistemas. Generando elevado índice radioactivo para el agua que se pueda consumir desde las napas subterráneas. Según algunas normas no debe existir ninguna concentración del elemento radiogénico, que para el caso es Uranio, no debe ser mayor a 20 microgramo/litro, norma Canadá; en otros casos como Argentina el nivel de la norma, a la fecha es de 100 microgramos/litro.

Q\* Contaminación por acción de minerales sólidos y líquidos(hidrocarburos).

Tener en cuenta la ubicación de las fuentes de captación respecto al posicionamiento del dique de Colas y las filtraciones potenciales y/o reales de aguas ácidas desde un yacimiento determinado. Determinar las direcciones de flujos subterráneos locales e intermedios (según TOTH 1962,1963), para evitar contactos de impactos negativos. Esta atención es para los campamentos en yacimientos mineros y las localidades que están aguas abajo en la cuenca, donde se puede producir la acción. Merece un estudio también del dique de Colas. El capítulo de petróleo por pérdida en oleoductos merece el análisis, evaluación y remediación de una disciplina como la geología ambiental.

#### ORGANIGRAMA GENERAL DE TRABAJO COMO CAMINO DE SOLUCIONES

1. Identificación de la idea. Visualizar escenarios dentro de relaciones espaciales en la cuenca.
2. Identificación del problema (diagnóstico). Calificación.
3. Estudio y resolución del problema. Evaluación y remediación.
4. Pronóstico Final. Evolución favorable del escenario.
5. Monitoreo. Seguimiento a través del tiempo con una densidad de controles espaciados, en función de cada escenario en particular, determinado por velocidades del agente contaminante específico, las litologías (tipo de rocas sedimentarias) en cada uno de ellos.
6. Mitigación del impacto generado a través de medidas correctivas.

La aplicación de la protección ambiental, con herramientas que brindan la hidrogeología y geología ambiental, para los problemas dentro del ámbito municipal, posibilitan finalmente un camino a respuestas que llevan más seguridad y calidad de vida, reflejándose en la actividad humana por el parámetro de la salud.

#### ESCENARIOS EN ÁMBITOS MUNICIPALES DENTRO DE UNA CUENCA VERTIENTE

Se describen relaciones entre el medio físico y las obras de agua: *Relaciones físicas, Identificación; Estudios; Acciones y Mitigaciones.*

A.Relaciones físicas entre medio natural y artificial.

A1.Extensión del acuífero, profundidades y espesores, gradientes, piezometrías; potenciales hidráulicos, perfiles litológicos, tipo y cantidad de capas, registro de perforaciones, calidades, caudales, ensayos y parámetros hidráulicos.

A2.Áreas antrópicas, detalles, magnitudes en industrias, zonas urbanas, periurbanas. Contaminación antrópica vs. áreas de captación de agua: Punto de conflicto.

#### B. Identificación del problema:

B1. Pozos que captan accidentalmente contaminantes.

B2. Pozos inyectoros de contaminantes.

B3. Plumas contaminantes. Evolución y control por monitoreo, análisis, conclusiones. Uso de modelos de flujo bi y tridimensionales.

B4. Pozos sobreexplotados que afectan niveles de producción.

B5. Pozos sobreexplotados que afectan la reserva.

B6. Pozos que desarrollan interferencias, mala ubicación, conflicto de intereses (industrias y población); por ignorancia, otros intereses.

B7. Cuerpos receptores. Contaminaciones por incorrectos emplazamientos, mal operación y mantenimiento.

#### C. Estudios:

C1. Conocimiento hidrogeológico de la cuenca a partir de análisis de campo, con datos primarios y secundarios.

C2. Desarrollo de modelos conceptuales a partir de datos de C1 y uso de modelos.

C3. Analizar: Radicación de parques industriales; áreas de captación de agua, vertederos de residuos sólidos, cuerpos receptores: Su ubicación topográfica.

D. Acciones de monitoreo: Como control dinámico, encuadrado en el tema problema-solución. En un estudio de las capas subterráneas se usan pozos de monitoreo con profundidades y espaciamiento, según caso, siguiendo normas Internacionales, OMS; USEPA y locales.

Este control debe ser continuo, para verificar el problema integralmente: El contaminante, la respuesta del medio y la solución impuesta.

E. Mitigaciones: Desarrollar acciones contribuyendo a actividades, que disminuyan los impactos antrópicos y las complicaciones que distorsionan el medio, con el resto del escenario natural y artificial. En todos los casos, al eliminar del circuito natural a los contaminantes, los procesos naturales serán renovadores por excelencia, siempre y cuando superen con su volumen y capacidad de depuración la concentración de los agentes de contaminación.

**CONCLUSIONES:** Este documento esquematiza los distintos problemas y soluciones genéricas, desde el campo técnico científico. Los actores que intervienen en el conflicto son: Funcionarios de Comunas, Entes, Cooperativas de Agua y Saneamiento, Profesionales afines y Otros. Fundamentalmente el documento sirve para comprensión de los problemas en las áreas de manejo del recurso, con conocimientos relativos del impacto de las contaminaciones en las zonas de captaciones del recurso.

Se debe poner énfasis en: El cuidado del recurso físico dentro del marco jurídico y de las instituciones, que en este caso son Municipios, Entes Cooperativos, por involucrarse directa y necesariamente en el medio comunitario de la región o cuenca.

La hidrogeología como herramienta (científica y técnica) para la preservación del medio ambiente, natural y artificial (antrópico), focalizado dentro de marcos para la prevención y corrección del problema.

**Implica el uso de** metodologías actualizadas y clásicas, para comprender y responder a problemas que se originan por impacto al medio por distintas acciones antrópicas, en las cuencas.

Estas herramientas ayudan a detectar, operar y solucionar contaminaciones reales y potenciales, que repercuten en la calidad de vida de la población. Tener en cuenta la unidad del medio ambiente natural, el medio artificial, la geología regional y local, como componentes sustanciales de la cuenca integrantes de un sistema interfuncional y sistémico.

No existen circuitos aislados, sí vectores que conducen a los contaminantes; mejor prevenir que intervenciones tardías, por eso el uso de monitoreos como herramientas preventivas. Lo que se impacta, es el medio ambiente, adoptándose la preservación y remediación si se está contaminando para lograr caminos de equilibrio en el territorio de la región y del escenario específico.

Finalmente tendrá que verse como réplica favorable en el entorno social comunitario, el impulsar y desplegar todas las acciones posibles mencionadas, por lo trascendente que son para el ambiente y así proyectarse hacia un futuro más seguro.

Como referencias bibliográficas se dan para el capítulo precedente como sigue:

\*Acurio Guido y otros. Diagnóstico de situación del manejo de residuos municipales. BID y OPS División M.Ambiente.Washington, DC EU.1997.

\*Comisarenco L. Revista Gerencia Ambiental, 1994 año1 n°1. Bs. As. Argentina.

\*Custodio E.1997.Actas I Congreso Nacional Hidrogeología. UNS Bahía Blanca Argentina/1997. pgs. 1-34.

\*ENOHSA., Buenos Aires. Argentina. Análisis Proyectos de Saneamiento 1987/2005.

\*Pflüger Jorge C. Revista Geotemas Asociación Geológica Argentina n°12, Buenos Aires. Argentina 1995.

\*Tarak Pedro. El Municipio ámbito más propicio para la puesta en marcha del Desarrollo Sustentable.

\*F.A.R.N. 1993. Buenos Aires. Argentina.

\*Tricart Jean. Le Milieu Naturel Terrestre. Integration Systemique. Tomo XXXVI n°1. 1987. Revue Geomorphologie Dynamique, Paris.

\*\*\*A continuación se describen por provincia incluyendo algunas localidades en cada una de ellas, las características de las fuentes de agua potable en la mayoría de los casos y algunas alternativas de uso empleando tecnología específica para potabilizarla en caso de ser necesario por contener elementos negativos para la salud humana como por ejemplo el Arsénico.

# BUENOS AIRES

Conformando las provincias o regiones hidrogeológicas, se puede ubicar a la provincia de Buenos Aires, dentro de (4) la llanura Chaco Pampeana árida, en una franja, que comprende el Oeste de la provincia y la (5) Llanura Chaco pampeana Húmeda, al Este de la franja determinada en la Llanura Árida (4). Luego (6) Cuenca de Bahía Blanca. Por último la (16) Costa Atlántica Bonaerense, es una franja arenosa al Este sobre el litoral costero marítimo, de rumbo noreste sudoeste. Se describen a continuación algunas localidades de la Provincia, sus fuentes de agua y otras características propias como su ubicación geográfica, rutas de acceso para arribar a las mismas y población del censo 2001. Corresponde incluir un análisis fisicoquímico del agua cruda del río de La Plata en toma de la ciudad de Buenos Aires. La fuente superficial es utilizada para abastecimiento a la ciudad de Buenos Aires y gran parte del conurbano bonaerense. Solo el establecimiento de Gral San Martín produce más de 3 millones de metros cúbicos por día. Color 35; Turbiedad 115; Ph 7,4; Residuo a 105° 113mg/l; Dureza total 35mg/l; CO<sub>2</sub> libre 3mg/l; Cloruro 13 y Sulfato 15mg/l; Nitrato 1mg/l; Amoníaco 0,10mg/l; Sílice 18mg/l; Calcio 12mg/l; Magnesio 2mg/l; Sodio y Potasio 20mg/l; Flúor 0,4mg/l; Arsénico <0,04mg/l. Datos históricos del Anuario de la Dirección Laboratorios de OSN. Buenos Aires, 1946.

## **1\*\*\*ALBERTI(Alberti)**

Se ubica por ruta N5, entre las ciudades de Chivilcoy y Bragado. A los 35° 01' 53Sur y 60° 16' 49Oeste. A 56msnm. Cuenta con 10.373 habitantes según el censo del año 2001. Considerando datos técnicos, extrapolando información, se encuentra un acuífero puelche entre los -100 y -150 mbbpozo. Teniendo como referencia a la localidad de Junín, con espesores de acuífero de 15metros, entre -125mbbp y -140mbbp. Luego la localidad de Chacabuco, con espesores de 33m. entre -107 y -140 mbbpozo y la localidad de Saladillo, donde el puelche se localiza entre los -91 y -160 mbbpozo.

Para verificar su presencia y descartar o no su explotación, se realiza un pozo de exploración en esta localidad, perforando hasta los -154mbbp. El perfil geológico indica la Formación Pampeano hasta los -97mbbp y entre -97 y -151 mbbpozo la denominada Formación Arenas Puelches. Hacia abajo en el perfil, la Formación Paraná.

El caudal obtenido es de 54 m<sup>3</sup>/h, con depresiones de 7,56m. Recuperando en 37 horas hasta -1,40m. La transmisividad en el acuífero es de 794 m<sup>2</sup>/día.

Por los datos obtenidos, los caudales registrados responden a dicho acuífero, sus calidades físico/químicas registran aguas fuertemente salinizadas. Con una conductividad de 8.751 y 8.800 uS/cm. Con aguas cloruradas sulfatadas sódicas, ligeramente alcalinas y elevada dureza.

Alberti esta ubicada en la cuenca media del río Salado, sus recursos subterráneos son fuente de abastecimiento que se gestionan a partir de 12 pozos (1975), con profundidades de -30 y -35mbbp, para obtener agua potable. Esta producción se obtiene en el acuífero Pampeano superior.

El caudal medio total de 2000 m<sup>3</sup>/día, explotando unos 10 pozos, con caudales de 20 m<sup>3</sup>/h y 50m<sup>3</sup>/h, con unas 9 horas de bombeo diario. La contaminación de algunos pozos es antrópica y causada por la presencia de nitrato; otros pozos tienen alta conductimetría con un residuo salino alto, debido a explotaciones prolongadas del sistema, con caudales sobre un régimen de equilibrio del acuífero. Aunque la mayoría de las perforaciones presentan residuos químicos normales.

La sobreexplotación juega un papel negativo, aumentando los residuos químicos totales con el bombeo.

El nivel dinámico profundo en algunos pozos, por ejemplo de -25mbbp, son buenos indicadores de la sobreexplotación, considerando la antigüedad de ellos. La ubicación favorable de perforaciones alineadas fuera de radio urbano, generan mejor calidad química, al desarrollarlas y explotarlas. Las perforaciones, ubicadas en una zona topográficamente favorable, aguas arriba de la ciudad, en un área de recarga (carta topográfica) y alejado de contaminaciones antrópicas, respondiendo con perforaciones de mejor calidad. Los análisis químicos identifican perforaciones dentro de límites normales, (Sodio 317mg/l sobre 200 mg/l) para aguas de bebida. Análisis físico/químico histórico OSN53549. Perforación: Estación FFCC. Residuo total 672mg/litro; Nitrato(N03-) 92mg/litro; Sulfato(S04)120mg/litro; Arsénico (As)0,04mg/litro;Flúor(F) 0,5mg/litro.

### **2\*\*\*ALEJANDRO KORN(San Vicente)**

Al sur de la ciudad capital(30km) de Buenos Aires, entre las localidades de Guernica y San Vicente a 10km de Korn. A los 34° 59' 03Sur y 58° 22' 32Oeste. A 26msnm. La población conjunta de Alejandro Korn y San Vicente es de 40.996 habitantes según el censo del año 2001. Comprende una fuente subterránea, con unas cinco perforaciones, con caudales estimados entre los 40 y 70 m<sup>3</sup>/horarios en rendimiento. Dicha estimación se debe a que los mismos fueron medidos por consumo eléctrico de la bomba, no por medición directa o aforo. Existe en el área, además de los pozos originales, otras tres perforaciones ejecutadas por el Ejército Argentino, actualmente sin equipamiento, no conectados a la red de agua. A profundidades de unos -70mbbp. Los caudales específicos en los pozos, son casi constantes, con caudales que difieren hasta un 37%. Igualmente las depresiones son muy semejantes para distintos caudales. Ambos parámetros son indicadores favorables. Verificándose al acuífero Puelche para el área. Respecto a calidades del agua, unos 600 mg/l de residuos salinos totales, observándose muy buena calidad físico/química a nivel local y regional de este acuífero productor por excelencia. Análisis físico/químico histórico: OSN47962. FFCCRoca. Estación San Vicente. Residuo salino total 761mg/l; Alcalinidad 622mg/l; Arsénico 0,12mg/l; Vanadio 0,25mg/l; Cloruro 36mg/l; Sulfato 11mg/l. Se observan altas concentraciones del elemento arsénico.

### **3\*\*\*ALGARROBO(Villarino)**

Esta localidad (también llamada Juan Cousté) está ubicada entre Montes de Oca y Nicolas Levalle al este, se accede por ruta N22 desde la ciudad de Bahía Blanca(81km). A los 38° 53' 42Sur y 63° 08' 08Oeste, a una cota de 46msnm. Ubicada al sur de la laguna Chasicó a unos 30km y al sudoeste de la provincia. La población es según el censo 2001 de 1817 habitantes. El servicio actual cuenta con una planta de ósmosis inversa para tratar elementos con concentraciones elevadas. Una nueva fuente de agua potable se ubica al sudeste de la localidad(a 9km), con caudales de 3m<sup>3</sup>/h a -13mbbp, niveles estáticos -5mbbp y dinámicos a-7mbbp. Cota bomba -8mbbp. Se ensaya 168hs. La físico química del agua tiene STD 1.060mg/l; Cloruros 220mg/l; Sulfatos 163mg/l; Arsénico 0,01mg/l; Flúor 1,2mg/l, Ph 7,4.

Análisis físicoquímicos en perforaciones de explotación, muestran elevadas CC de Flúor, Arsénico y Nitrato. Datos:Ph:8,6/8,2;Alcalinidad 451/583mg/l;Arsénico 0,09/0,10mg/l;Cloruros 136/196mg/l;DurezaTotal 35/66mg/l;Flúor5,9/7,5mg/l;Nitrato47/110mg/l;Nitrito0,02/0,02mg/l;Residuo999/1574mg/l;Sulfato170/320mg/l;Calcio6,7/14,4mg/l;Magnesio 4,4/7,3mg/l. Se ensayan pozos gran diámetro a -5/6mbbp, caudales 8 m<sup>3</sup>/h. Los valores hidráulicos son: Nivel estático 2,40mbbp; nivel dinámico 4,02mbbp; depresión 1,62m, caudal específico elevado 4,94m<sup>3</sup>/h/m/d. Para pozos de explotación se establecen caudales de -2/3m<sup>3</sup>/h a -7/9mbbp con radios de interferencia de unos 250/300m.

### **4\*\*\*AMERICA(Rivadavia)**

Por la ruta provincial P33, se llega a la localidad Rivadavia, denominada también como América. A 35° 29' 19Sur y 62° 58' 31Oeste y cota 105msnm. Ubicada entre las localidades de General Villegas y Fortín Olavarria. Contiene 15.452 habitantes al año 2001. La fuente de provisión de agua esta integrada, por un sistema de tres baterías, con un total de 15 pozos. Los análisis químicos de las aguas presentan altos niveles en arsénico, flúor, sulfato y cloruro. La zona de captación esta ubicada en un área de bajo topográfico, inundable, complicando el problema.desde la captación y mantenimiento de las calidades físico/químicas. Los análisis detectan altas concentraciones de sólidos disueltos totales(SDT), cloruros, dureza total y un alto nivel de fluor con 3,15 mg/l. Si bien los parámetros de algunos pozos tienen valores normales, es debido que en esos sectores la explotación al acuífero fue muy somera. Es conveniente un sistema de tratamiento corrector de calidades por ejemplo ósmosis inversa. Análisis físico/químico histórico OSN 50462. Residuo salino total 3.828mg/l; Cloruro 1240mg/l; Arsénico 0,04 a 0,24mg/litro.

### **5\*\*\*ARROYO VENADO(Guaminí)**

A esta localidad se arriba por ruta N33, camino de tierra cerca a laguna del Monte, 14 km(Guaminí). A 37° 05'01Sur y 62°32'24Oeste a cota 125msnm. El censo de 2001 da 200 habitantes. La fuente de naturaleza subterránea se explota con una perforación P1 actual, en un horizonte de acuífero denominado superior o pampeano, a unos -24mbbp, con caudales de 1.500 l/hora, con una altura manométrica de la bomba de extracción de 32 metros. Algunos parámetros químicos, estan fuera de norma de calidad, como el Arsénico 0,08mg/l y Fluor 4,3mg/l, Nitrato 11mg/l. Opera actualmente una planta de Ósmosis Inversa. Para el cuerpo receptor corresponde una evaluación en campo, que defina en función de volúmenes de vuelco: el agua rechazo (concentrado), caudales, frecuencias, distancias y la capacidad del mismo cuerpo receptor. Análisis físico/químico histórico OSN49941. Pozo semisurgente: Residuo salino total 1.376mg/l; Arsénico 0,30mg/l; Flúor 7 mg/litro. Un agua con alto contenido en arsénico y flúor.

### **6\*\*\*AZUCENA(Tandil)**

Se arriba desde la ciudad de Tandil por ruta P74 que lleva a Gral. Madariaga, ubicada al Sudoeste de la ciudad de Tandil. A 37° 29' 11Sur y 59°17'26Oeste, a una altura de 232msnm. La fuente de abastecimiento es subterránea e individual por medio de pozos domiciliarios. En esta zona rural, también lo es por medio de molinos y bombas de mano a poca profundidad. La fuente a tener en cuenta, es una perforación a -40 mbbp con caudales con capacidades de 5.000 l/hora. El recurso actual es de fácil contaminación por acciones antrópicas. La perforación a poca profundidad (por razones económicas y desconocimiento), genera aguas contaminadas con los pozos negros, por descarga de los residuos líquidos domiciliarios. La perforación, diseñada, se ubica en una cota más alta, según la carta topográfica, indicando cotas de referencia mayores a la zona poblada. Conforme al rendimiento del acuífero un caudal ya reconocido en la zona, es de unos 5000 l/hora. La información primaria de campo, asigna a la zona de perforaciones con mejores calidades y caudales. Análisis histórico físico/químico OSN48582: Residuo salino total: 476mg/l; Arsénico 0,06mg/l; Cloruro 29mg/l; Sulfato 23mg/litro.

### **7\*\*\*BAHIA BLANCA(Bahía Blanca)**

Ciudad importante del sur de la provincia, se arriba desde la ciudad de Buenos Aires, por distintas rutas, incluyendo la ruta N3 desde Buenos Aires. A 38°43'27Sur y 62°15'31Oeste. A 20msnm. Contiene según censo de 2001 a 278.776 habitantes. La fuente de captación superficial, se ubica en el Embalse de Paso de las Piedras, sobre el río Sauce Grande. La misma no presenta problemas en su capacidad de oferta. El agua cruda es sometida a un proceso de microfiltración y luego se la trata convencionalmente por medio de plantas de tratamiento. La red mantiene un nivel de cloro residual entre 0,2 y 0,4 mg/l. Tanto la fuente superficial como subterránea tienen niveles de calidad aceptables. Su oferta es de unos 200.000/240.000 m<sup>3</sup>, según la época del año. Existen plantas de tratamiento con una capacidad de unos 215.000 m<sup>3</sup>/día. Existe la alternativa de agua subterránea, como oferta adicional de unos 80.000m<sup>3</sup>/día.

### **8\*\*\*BALCARCE(Balcarce)**

Se localiza por la ruta P2 desvío por ruta P55 en Coronel Vidal hasta la localidad definida. Fundada en 1876 con el nombre de San José de Balcarce por José A. Chaves y José de la Cuadra. Sus coordenadas son 37°50'57Sur y 58°15'41Oeste. Cota 115msnm. Su población es 44.051 habitantes (2008). El abastecimiento de agua potable se produce a través de recursos subterráneos, explotados por medio de una batería de perforaciones en el acuífero pampeano, hasta profundidades de -100mbbp y menores, con caudales de 70m<sup>3</sup>/h promedio. Sus calidades físicoquímicas indican aguas de buena potabilidad, tanto para poblaciones como para riego en agricultura.

### **9\*\*\*BATAN(General Pueyrredón)**

Localidad cercana a la ciudad de Mar del Plata, hacia el oeste por ruta P88. Contiene a 9.597 habitantes al año 2001. A 38°00'26Sur y 57°42'32Oeste. A 52msnm. Existe un sistema de perforaciones cuyos caudales son de 6m<sup>3</sup>/h a -25mbbp; 24m<sup>3</sup>/h a -40mbbp; 24m<sup>3</sup>/h a -80mbbp. Transmisibilidad 59/180/196 m<sup>2</sup>/día. La permeabilidad de 5,9/12/5,6 m/día. Los caudales específicos: 1,63/5/5m<sup>3</sup>/h/m; depresiones 3,67/4,66/4,42m. Niveles estáticos -8,47/-8,50/-8,58mbbp. Niveles dinámicos -12,14/-13,16/-13mbbp; profundidades -25mbbp; -40mbbp; -80mbbp, respectivamente. Acuífero freático -8/-40mbbp; semiconfinado -45/-80mbbp. La química en estos tres acuíferos está dentro de parámetros de calidad para la extracción de agua. Análisis químicos: Arsénico 0,01mg/l; Fluor 0,45mg/l; Nitrato 46mg/l; Nitrito 0,01mg/l y 0,08mg/l, la capa 2. Residuos totales 665mg/litro; Sulfato 13 mg/l. En la perforación, por ensayos de bombeo con una duración de 1.440 minutos se arriba a un equilibrio (ingreso-egreso) en la primera capa a los 15 minutos, en la segunda capa a los 30 minutos y la tercera capa entra en equilibrio en el pozo a los 200 minutos.

### **10\*\*\*BENITO JUÁREZ(Benito Juárez)**

Se accede por ruta nacional N3, desde la ciudad de Azul. A 37°40'25Sur y 59°48'20Oeste. A una cota de 220msnm. Esta localidad ubicada al Sur de la localidad de Chillar. Con una población de 19.443 habitantes, registro del censo año 2001. La oferta se realiza a través de una fuente subterránea afectada por más de una decena de perforaciones profundas. El sistema incluye una batería de pozos para el abastecimiento de agua. Su profundidad promedio es de unos -40mbbp. Los caudales promedios son de 20 m<sup>3</sup>/hora. Existen algunas perforaciones con concentraciones de nitrato sobre el nivel de las normas, que es de 45 mg/l. Se describen los parámetros de una perforación (1976) del Instituto Cayetano Zibecchi. Presenta un nivel estático de -8,30mbbp; un nivel dinámico de -25,00mbbp. Depresión 17,70m para un caudal de 15m<sup>3</sup>/h. El caudal específico resultante es de 0,847 m<sup>3</sup>/h/m. El basamento cristalino está a partir de los -145mbbp. Entre -132m y -145m una arenisca granítica permeable. Entre -128m y -132m Loess arcilloso y desde -128mbbp hasta los -22mbbp también Loess algo arcilloso y con tosquilla los últimos tramos.

Finalmente entre -22mbbp hasta -19,50mbbp una arcilla. Entre -19,50m y -7,90m Loess Grueso con tosquilla. Una capa de arcilla entre -7,90m y -6,90m, un loes arcilloso con tosca entre -6,90 y -1,10m y tosca entre -1,10m y -0,70m. Suelo vegetal o humus desde -0,70 a la superficie del terreno. La región oeste y noroeste de la ciudad, se considera como zona favorable para perforar nuevos pozos. La mayoría de ellos están ubicados en un punto más hacia el este que el resto. Sobre 11 pozos, dos estan fuera de servicio, por la concentración de elemento Nitrato en el acuífero. Los niveles estáticos, dan como resultado la tabla de agua(estático): P5: -3,83mbbp; P12: -2,60mbbp y P11: -2,40mbbp. Así se puede orientar el sentido/dirección de escurrimiento del acuífero, que es casi coincidente con la superficie topográfica. La química del agua orienta por su calidad, a áreas favorables del noroeste de la población, cerca de las zonas de recarga. La litología es de tipo limo-arenoso para esta zona. Otros datos de un sondeo de exploración más otros pozos dan valores fisicoquímicos dentro de parámetros permitidos; solo sobresale Fluor con 1,96 mg/l. Se debe destacar que el agua a usar deberá ser agua de mezcla. Los ensayos de bombeo son para pozo A caudal de ensayo 25 m3/h; NE: 1,35mbbp; ND 15,23mbbp; caudal característico 1,801 m3/h/m.

Para pozo B el caudal de ensayo 25m3/h; NE 2,40mbbp; ND 15,02mbbp y caudal característico 1,981 m3/h/m. Finalmente para el pozo C un caudal de ensayo de 25m3/h con un NE 1,03mbbp; un ND 14,6mbbp y un característico de 1,83 m3/h/m. Los perfiles estratigráficos son similares los tres, así se tiene entre 0 y -30mbbp limos arenosos gruesos con intercalaciones calcáreas. Entre -30mbbp y -38mbbp limo arenoso calcáreo, intercalan arcillas calcáreas. Entre -38mbbp y -48mbbp limos finos calcáreos con arcillas calcáreas. Y entre -48mbbp y +71mbbp limoso arcillosos con arcillas calcáreas.

Los parámetros de los pozos según este cuadro son:

Pozo	Caudal(m3/h)	Consumo mes kw/h	Consumo (ampere)	Horas/fun.	Caudal/día	TDS mg/l	N03- mg/l
1	36	5637	34	10,24	379	955	75
2	36	10296	34	19,02	681	1095	109
5	7	219	8	1,43	13	1344	31
6	11	337	13,5	1,34	17	S/D	S/d
7	27	4561	34	8,26	229	822	78,5
8	14	8500	24	22,16	320	743	40
9	27	8276	34	22,34	606	S/D	32
10	27	11433	36	21,13	571	816	25
11	17	2990	12,5	15,18	257	887	71

TDS: sólidos disueltos totales. N03- : nitratos. Caudales: m3/hora.

### 11\*\*\*BERAZATEGUI(Berazategui)

Esta ubicada al sudoeste del Gran Buenos Aires. A 34°45'50Sur y 58°12'30Oeste. A 24msnm. Con una población de 287.913 habitantes al año 2001. La fuente de abastecimiento es el acuífero puelche, de gran extensión y una explotación desde los comienzos del siglo pasado en la provincia de Buenos Aires. Intensamente estudiado por la Cátedra de Hidrogeología de la Universidad de La Plata, desde la década de 1960 hasta la actualidad, por José Sala, Miguel Auge, Mario Hernandez, Facundo Hernandez, Nilda Gonzalez y otros. La zona de explotación analizada, esta en localidades del Pato y Pereyra. El área seleccionada tiene una topografía positiva, es una zona de recarga y alejada de posibles acciones contaminadoras. Según lo observado, los datos reflejan indicadores positivos para captar el agua subterránea.

El suministro de agua potable a todo el partido, se realiza por perforaciones al acuífero Puelche. El abastecimiento a Berazategui, es suministrado por casi un centenar de perforaciones profundas. El caudal promedio de producción por equipo, es de 60 m3/horarios La explotación diaria es unos 92.400 m3, restandole las pérdidas o agua no contabilizada, un 15%, se llega a una cifra de 78.500 m3/día. El promedio de explotación es de unos 34 Hm3/año. Este sistema, cubre casi toda la población en un porcentaje de un 95%. Esta área de explotación desarrolla una topografía con un relieve positivo, con baja pendiente en la zona de recarga, alejada de posibles acciones contaminadoras. El perfil hidrogeológico de esta área, incluye como mencionamos al acuífero Puelche, de excelentes características fisico/químicas e hidráulicas, de hecho explotado a escala individual, poblacional e industrial. A partir del estudio del EASNE por Sala y autores (1972), los sucesivos estudios y explotaciones ratificaron su excelencia y eficacia como acuífero, siempre respetando ciertas condiciones en su explotación y cumpliendo los regímenes de equilibrio en el sistema. Los estudios hidroquímicos y geomorfológicos, confirman que la zona de explotación responde a un área de recarga, cumpliendo con indicadores positivos para captar con menor riesgo, respetando al área, antrópicamente, que en otras zonas del sistema, como conducción y descarga. Si bien la hidrogeología le es favorable, hay que cumplimentar monitoreos de las baterías que integran las perforaciones.

En el área Berazategui, se invierten los gradientes piezométricos originales por una sobreexplotación de las capas (acciones antrópicas negativas), generando que se capte agua desde la llanura baja, donde el puelche presenta altas concentraciones de sales, sumando la presencia de sedimentos marinos de la formación Querandina (antigüedad +5.000 años). Con concentraciones de (TDS) Sólidos disueltos totales, entre 2.000 y más de 5.000mg/l. En cuanto la presencia de nitratos causada por actividad humana, está registrado por la cantidad de pozos negros, descarga única de efluentes domiciliarios como un vector principal.

El área de transición de calidades químicas originales (1993) la delimitan las vías del ex FFCC Roca.

La sobreexplotación y consecuentemente sus conos de depresión, se comenzaron a dibujar en el sistema, a partir de 1970 (EASNE, 1970).

Parámetros básicos, arenas productoras: Transmisibilidad promedio.: 500m<sup>2</sup>/d; coeficiente de almacenamiento: 2,6//8,4 x 10<sup>-4</sup>; caudales: 60m<sup>3</sup>/hora.; profundidades: -20mbbp y -45mbbp.

Alternativas de captaciones en la zona pueden ser:

Alternativa a, Estancia Las Hermanas (P8x24h) y Parque Pereyra (P20x24h).

Alternativa b, no es viable, propone explotar también al pampeano.

Medidas de prevención podrían ser las siguientes:

- 1) No superar los 50/60 m<sup>3</sup>/h en la explotación de los pozos.
- 2) No superar las 18hs/día en tiempo de explotación de estos pozos.
- 3) Las rutas 1 y 2 son las vías más favorables para perforar a futuro.
- 4) La zona de El Pato, considerada como el área extremo para perforar.
- 5) Control niveles piezométricos cada 3 meses; análisis físico/químico c/ 6 meses y bacteriológico c/ 1 mes.
- 6) La zona El Pato según estudios, es la principal reserva de agua complementaria.
- 7) Reducir caudales para bajar concentraciones de nitratos en algunos pozos.
- 8) Informar la peligrosidad para lactantes que genera la ingesta de nitratos a >45mg/l.
- 9) Realizar análisis físico/químicos en los pozos donde se reducen sus caudales.

## **12\*\*\*BERDIER (Salto)**

Ubicada al noreste de la provincia y próxima a Salto hacia el Norte y al SSO la localidad de Monroe. Sus coordenadas son 34°23'52Sur y 60°15'37Oeste. Cota 69msnm. La población actual es de 161 habitantes (censo 2001) con demandas de 40,8 m<sup>3</sup>/día. La ubicación del emplazamiento de la perforación debe estar a cotas topográficas elevadas con respecto a toda concentración urbana, en esta y para cualquier otro emplazamiento. Existe una contaminación de pozos en algunos casos, otros muy frecuentes con el elemento nitrato, por no responder a este criterio hidrogeológico. El análisis de calidad es favorable a la profundidad muestreada, aunque exista contaminación en otros sectores. Datos de la zona suministrado por perforaciones, a profundidades de unos -50mbbp, con salinidades totales entre 800 y los 1.000 mg/l. El análisis del área de captación coincide con caudales medios, conos de interferencia cortos, depresiones mínimas. Como medidas de aislación, una correcta cementación en niveles superiores del pozo, aumentando el diámetro de cemento para aislar la contaminación desde la superficie. Como referencia perfiles litoestratigráficos de la localidad de Gahan (Salto), a 17 km al Este de Berdier. El perfil litológico muestra sedimentos del Pampeano, perforado hasta unos -40mbbp, en el sistema freático a partir de los -4mbbp (nivel estático). Se instala un filtro de acero inoxidable entre los -32 a -37mbbp., en un horizonte litológico de limo grueso. Los niveles recuperan en 15 minutos un 100% sus niveles. Depresión -8,81m. Su nivel dinámico -12,80mbbp se alcanza a 60 minutos de explotación. El caudal de bombeo es 32,7 m<sup>3</sup>/h y el caudal específico (productividad) es 3,71 m<sup>3</sup>/h/m. Los análisis físico/químico presentan Sólidos Totales Disueltos de 455 mg/l; Nitrato 39 mg/l; Arsénico 0.05 mg/l; Nitrito 0.01mg/l y Amonio 0.26 mg/l (Código Alimentario Argentino es 0.05 a 0.5mg/l // OMS 0.20mg/l). Análisis físico/químico histórico OSN52155, perforación Estación FFCC. Residuo salino 618mg/l; Cloruro 10mg/l; Sulfato 10mg/l; Arsénico 0,02mg/litro. Otro análisis fisicoquímico de una localidad cercana, INES INDART (30km hacia el oeste), en una perforación de -45mbbp con caudales de 50m<sup>3</sup>/h, nivel estático -5,50mbbp y nivel dinámico -13mbbp. Su caudal específico es 6,66m<sup>3</sup>/h/m, el agua es alcalina cálcica aunque los otros parámetros normales. S.D.T. 796 mg/l; Sulfato 137mg/l; Cloruro 140mg/l; Nitrato 31mg/l; Nitrito 0,01 mg/l y Amonio 0,15mg/l, Calcio 168mg/l; Magnesio 104 mg/l. Se considera compatible la extrapolación para el sistema regional. El acuífero Puelche se encuentra a -90mbbp, en zona con características no potable.



### **13\*\*\*BORDENAVE(Puan)**

Esta localidad esta ubicada sobre la ruta P76 entre Darregueira y 17 de Agosto, al sudoeste de la población y la laguna de Puan respectivamente. Cercana al límite de la Pampa. Coordenadas 37°48'14Sur y 63°02'38Oeste. Cota 212msnm. Cuenta con 851 habitantes según el censo nacional de 2001. Se puede destacar la explotación de una perforación ubicada frente a la plaza de la población. La misma tiene una profundidad total de -40mbbp. Su filtro se extiende entre -31mbbp y -39mbbp para una ranura de 0,76mm con grava entre 1 y 2 mm. Esta encamisada hasta los -22,50mbbp. El perfil geológico responde a una arena. Se trata de un acuífero libre. Las características hidraulicas se definen por un nivel estático a -4,45mbbp. Un nivel dinámico a los -33,2mbbp. Depresión de napa 28,75m. El caudal de bombeo es 18m<sup>3</sup>/h y el caudal específico o índice de productividad de 0,63m<sup>3</sup>/h/m/d. El análisis físicoquímico muestra Residuos 479 mg/l; Alcalinidad 200 mg/l; Arsénico 0,10mg/l; Flúor 1,2 mg/l; Nitrato 12 mg/l; Sulfato 71mg/l; Vanadio 0,05mg/l; Dureza 195mg/l.

### **14\*\*\*CAMPANA(Campana)**

Se accede por ruta nacional 9, esta ubicada entre las ciudades de Belén de Escobar y Zárate. A los 34°10'06Sur y 58°57'27Oeste. Cota 16msnm. Cuenta con una población al año 2001 de 83.698 habitantes. Al año 1991 con 71.464 habitantes. La locación está cercana al éjido urbano. La oferta con caudales de explotación es 70 m<sup>3</sup>/h a una profundidad de -120 mbbp. Antecedentes de perforaciones cercanas a la localidad (en la ciudad de Zárate), donde se explotan aguas de buena calidad, presenta concentraciones de residuos salinos totales de 500 y 700 mg/l, en un acuífero denominado hipopuelche, a profundidades entre -90 y -110mbbp. Es reconocida la explotación de un sistema acuífero, cuya capa inferior es el Hipopuelche, con excelentes calidades en la zona norte, incluyendo las ciudades de Zárate y Campana, salinidades del orden de los 700 uS/cm. Los caudales del acuífero, responden entre 65.000 y 70.000 litros/hora. Una perforación con una bomba de 50 m<sup>3</sup>/hora, es suficiente para explotar al acuífero en el sector. Los análisis físico/químicos del agua y sus caudales, son normales para una explotación. El acuífero Puelche en el sector indica: Espesores: 40 y 60metros, con salinidades de 500 mg/litro. Hacia abajo el acuífero hipopuelche con espesores de 20 m a una profundidad entre -90 y los -110metros. Resuminedo: Una salinidad en zona de 500/700mg/l y caudales de 50 m<sup>3</sup>/hora. La Ley Provincial 1820, exige un monitoreo de las capas de agua productoras.

### **15\*\*\*CAÑADA SECA (Gral Villegas)**

Desde Rufino por ruta33 hacia el sudoeste. Unos 30 km cruzando la ruta nacional 7. A 34°24'59Sur y 62°57'29Oeste. Cota 128msnm. Contiene 743 habitantes en el censo de 2001. La litología presenta un loess pampeano, con material calcáreo. La perforación es somera, con una profundidad de -11mbbp. Caudales 2,2m<sup>3</sup>/h. Caudal específico 2,6 m<sup>3</sup>/h/m. Niveles estáticos -3,5mbbp y dinámicos -4,5mbbp. La depresión del pozo es de 1 metro. Presenta una transmisibilidad de 360m<sup>2</sup>/día. La calidad físico/química del agua presenta Residuos sólidos de 1.080 mg/l, Flúor 0,80 mg/l y Arsénico 0,05mg/l, Sulfato 170 mg/l, Cloruro 285 mg/l, Alcalinidad 210 mg/l (CO<sub>3</sub>HCa). El Nitrato aparece con 25 mg/l, dependiendo las concentraciones de la ubicación topográfica de cada perforación. Estas perforaciones son muy sensibles a la contaminación antrópica por escasa profundidad de ejecución del sondeo.

### **16\*\*\*CAÑUELAS(Cañuelas)**

Se accede por la ruta nacional 3, por autopista y por ruta 205. Ubicada al sudoeste del Gran Buenos Aires. A 35°02'58Sur y 58°44'42Oeste. Cota 32msnm. La población registra con el censo de 2001 42.575 habitantes. Al año 1991 contenía 30.900 habitantes. La cuenca reconocida hidrogeológicamente a nivel regional, con profundidades de pozos semisurgentes que están entre -75mbbp y -55mbbp, con caudales que oscilan según las perforaciones entre unos 20 y 30 m<sup>3</sup>/hora. Los análisis físico/químicos históricos OSN3488 de un pozo semisurgente, contienen un Residuo salino 940mg/l; Arsénico 0,06mg/l, Fluor 0,9mg/l; Cloruro 55mg/l; Sulfato 61mg/l; Alcalinidad 390mg/litro. Perfil litológico muestra: -0.00m/-55.00m caño camisa 12"; -55.00m/-70.00m caño prolongación 8"; -70.00m/-75.00m; Cruce-75.00/-90.00m filtro acero inoxidable 5"; -90.00m/-91.00m caño ciego con tapa. Muestra de agua del pozo A, con una conductividad uS/cm de 2.000. STD 1.000 mg/l; Sulfato 405 mg/l; pH 7; Nitrato 3,90 mg/l; Flúor 0,55 mg/l; Color incolora; Cloruro 343 mg/l; Hierro 0,16 mg/l y Manganeseo 0,10 mg/l.

### 17\*\*\*CARBONI ANTONIO (Lobos)

Se accede desde la ciudad de Lobos por la ruta 205 a unos 23km hacia el oeste, por una ruta secundaria a dicha población. A 35°12'02Sur y 59°20'41Oeste. Cota 37msnm. Se trata de una localidad de 310 habitantes, según el censo del año 2001. La perforación tiene un caudal de 10 m3/hora..Con una profundidad de -45mbbp. Los Residuos salinos están entre 900 y 1.600 mg/l.

En algunas locaciones se encuentra Nitrato con 100 mg/l. Arsénico 0.03 a 0.07mg/l. Datos Lobos(Hospital), otros análisis físico/químicos OSN 50671 de pozo semisurgente. Contiene un Residuo salino 992mg/l; Cloruro 76mg/l; Sulfato 90mg/l; Arsénico 0,12mg/l; Fluor 1,5mg/l.

### 18\*\*\*CARDENAL CAGLIERO(Patagones)

La población dista de la capital del departamento Patagones a 30 km. Desde la Ciudad de Buenos Aires unos 933km. A 40°39'04Sur y 62°45'09Oeste. Cota 22msnm. Los habitantes al año 2007 son aproximadamente 130 habitantes. La obra a construir son perforaciones de explotación, algunas de ellas con motobombardadores a varilla para caudales muy bajo, como lo son 0,40 m3/hora. En otras perforaciones instalarán molinos de viento. El uso de un servicio ininterrumpido por varios años (15), generó un deterioro de la calidad por la sobreexplotación del sistema de agua. En algunos casos se aprecia la salinización de los pozos. En la región el suelo esta comprometido por salinas y salitres de diferentes magnitudes. Los pozos se perforan hasta -25mbbp, con caudales de ensayo de solo 1m3/h y un régimen de explotación menor, de unos 0,4m3/h; los filtros se ubican a -18mbbp y -24mbbp.

### 19\*\*\*CARILÓ(Pinamar)

Por ruta provincial 11, entre las localidades de Pinamar y Villa Gesell. Son ciudades turísticas en la costa Atlántica. Donde se incluye a Cariló. Se accede por la ruta P11. A 37°09'48Sur y 56°53'43Oeste. Cota 16msnm. A partir de un relevamiento geofísico, en un área del sistema hidrogeológico, denominado en el marco geomorfológico, como cadena Medanosa Litoral. Esta franja tiene aproximadamente 3.700 metros de ancho y varias centenas de kilómetros, hasta la laguna de Mar Chiquita.

Se ejecutan perfiles geoelectricos, a transversa, con 13 sondeos eléctricos verticales ó SEV.

El corte geoelectrico permite ver una distribución en profundidad de las resistividades del terreno, correlacionando distintas capas con posibles calidades químicas de las aguas de dichos sedimentos.

En base a los resultados del perfilaje, se ubicaron y perforaron dos pozos exploratorios C-1 y C-2, próximos a los sondeos geoelectricos, SEV 8 y 4. A los mismos se les aplicó perfilajes de Potencial Espontáneo; de Resistividad (lateroperfil-3) y de Radiación Gamma natural. Estos perfilajes eléctricos dieron en el pozo PexC-1(SEV-8), entre -12 y -22mbbp, una capa acuífera con litología arenosa con resistividades promedio de 709 Ohmxm. Con una conductividad de 500 uS/cm. Para otro sondeo el PexC-2(SEV-4), entre -16 y -25mbbp de profundidad, un acuífero arenoso de buena calidad con 60/65 Ohm/m de resistividad y conductividades del orden de 600 uS/cm. Más abajo en el perfil entre -32 y -36mbbp se encontraron aguas salobres con conductividades del orden de 8.000 uS/cm. El resto de la sección, es limoarcillosa. Debajo de -54mbbp la litología es totalmente arcillosa.

#### *Perfil litológico:*

-0.00/-10.50m	ARENAS
-10.5/-14.80m	ARCILLAS
-14.8/-24.50m	<i>Arena media, c/conchilla caudales:6.000 l/h</i>
-24.5/-29.00m	ARENA FINA, LIMO,AGUA SALADA.
-29.9/-31.20m	ARENA/LIMO/ARCILLA
-31.2/-36.00m	ARENAS/CONCHILLAS/AGUA SALOBRE
-36.0/-53.80m	ARENA/CONCHILLAS
-53.8/-60,00m	ARENA/CONCHILLAS
-60.0/-67.00m	LIMO/ARCILLA/ARENOSO

Las determinaciones geoelectricas realizadas cerca de perforaciones de exploración, reconociendo la profundidad de la perforación y los valores resistivos y conductivos, permiten obtener perfiles para correlacionar profundidades, resistividades y conductividades con niveles acuíferos.

Las respuestas con resistividades altas y conductividades bajas, estarían correlacionadas con sondeos a unos -21mbbp, con un contenido de agua a considerar. Los pozos de más de -25mbbp de profundidad, están en zonas salinizadas, con valores de resistividades bajas, entre 7 y 14 Ohmxm.

El agua subterránea dentro de la cadena medianosa litoral, se puede considerar, como una importante fuente proveedora del recurso hídrico. Tres unidades hidrogeológicas se diferencian: Una zona de origen eólico.

Entre -2,60mbbp y -4,16mbbp, integrada por arenas finas/medias, algo limosas, con arcillas subordinadas. Un acuífero freático, continental/marino, arenoso-arcilloso-arenoso verdoso con lentes de conchillas. Más abajo, un acuífero semiconfinado/confinado, marino, arena fina-media con conchillas y arcillas marrón/verdosas. El límite agua dulce/salada, está a unos -10 y -20 bajo nivel del mar. Corrigiendo la cota, el agua dulce está cerca de los -30 mbbp. Precisamente la zona detectada está a -11/-14mbbp y los -22/-28mbbp con resistividades medias de 65 a 95ohm/m en arenas con algo de conchillas y arcillas hacia la base. La alta vulnerabilidad en este tipo de acuíferos, implica medidas en corto y mediano plazo, para reducir el riesgo potencial existente. Solamente existe una capa de arcillas azules, como barrera de protección, en el perfil litológico de la región. Respecto a parámetros hidráulicos del acuífero estos son, para un ensayo de recuperación efectuado: Una transmisividad  $T=220\text{m}^2/\text{día}$  y una permeabilidad  $K=33\text{m/d}$ , y para la descarga una  $T=294\text{m}^2/\text{día}$  y una  $K=30\text{m/día}$ . Con filtros entre -16/-20mbbp, el coeficiente de almacenamiento  $S=7,3 \times 10^{-3}$  (acuífero semiconfinado). El cálculo de la infiltración, da valores de precipitación eficaz, de un 17%, dato para la recarga del acuífero.

#### Pozo exploración PexC-1:

NE=-4,49/-3,98m

ND=-9,10/-5,71m

S =4,61/1,73m

Q =20/26m<sup>3</sup>/h

Qe=4,29/3,47m<sup>3</sup>/h.md

#### Pozo exploración PexC-2:

NE=-9/-6,35m

ND=-16,35/-8m

S =7,35/1,6m

Q =5,1/6m<sup>3</sup>/h

Qe=0,69/3,7m<sup>3</sup>/h.md

Hidrodinámica en pozo Pex-C-1: Caudales de explotación de 19,8 m<sup>3</sup>/h deprimen 4,61 metros, los niveles dinámicos llegan a -9,10mbbp. Con caudales de explotación proyectados a 16m<sup>3</sup>/hora, queda más columna de agua en el pozo, consecuentemente con una depresión menor. La recuperación del acuífero en ese punto demuestra eficiencia. En 91 minutos tiene un descenso residual de 0,05 metros. Recupera finalmente un 98,90% a los niveles estáticos originales. Distanciamiento entre pozos: Aplicadas fórmulas de radio de interferencia, se arriba a un valor igual a 300 metros entre ejes de pozos. Se interpreta la facilidad de una explotación conforme a los parámetros definidos, en función a los caudales de 16m<sup>3</sup>/hora y a los radios de interferencia entre las perforaciones. Además se destaca la importancia de definir áreas radiales de protección de pozos, debido a la fragilidad del sistema a absorber los riesgos potenciales y reales conocidos.

### 20\*\*\*CHACABUCO(Chacabuco)

Su acceso desde la Ciudad de Buenos Aires es por la ruta N7 antes de llegar a la Ciudad de Junín hacia el oeste de la provincia de Buenos Aires. A 34°38'07"Sur y 60°28'20"Oeste. Cota 75msnm. Las acciones de perforar nuevos pozos, son correctas en caso que la antigüedad de la perforación muestre esa necesidad. Los análisis que acompañan a los pozos de exploración, indican agua con contenido salino dentro de los parámetros normales. Se realizan perforaciones de exploración que permiten definir datos de la hidrogeología en un diámetro de 6" y a una profundidad de -80mbbp. El perfil litológico indica lo siguiente:

-16/18mbbp loess arcilloso// -20/-232mbbp loess con bancos de toscas// -32/-42mbbp loess arcilloso con escasa presencia de toscas// -42/-48mbbp loess con toscas// -48/-52 loess arcilloso// -52/-59mbbp loess toscoso y -59/-80mbbp loess arcilloso. Los filtros se instalan a una profundidad de -42/-48mbbp y -52/-58mbbp. Los análisis físico/químicos de las perforaciones son para una conductividad en uS/cm de 1207; Cloruro 51 mg/l; Sulfato 88 mg/l; Nitrato 6 mg/l; Arsénico 0,048 mg/l. Los caudales determinados son de unos 40 m<sup>3</sup>/hora en este acuífero pampeano.

### 21\*\*\*CHASCOMUS(Chascomus)

El acceso a esta ciudad es por ruta N2 (autopista), desde Buenos Aires. Está situada a unos 80 km al sur de la ciudad de La Plata. A 35°34'11"Sur y 58°00'37"Oeste. Cota 14msnm. La población cuenta con 38.647 habitantes, según el censo de 2001. Respecto a la oferta de agua, la misma cuenta con un sistema de captación subterráneo por medio de batería de pozos profundos. Esta área se encuentra hacia el norte de la ciudad sobre un costado de la ruta N2 entre los kilómetros 105 y 111 del camino. Funcionan 8 perforaciones urbanas y 4 hacia la zona norte de la población (2007). El acuífero explotado en la ciudad fue aumentando su grado de salinidad por la sobreexplotación, por una exigencia del consumo diario en el égido. El agua contiene la presencia de Arsénico y Nitrato. Las perforaciones son: P1: 20/25m<sup>3</sup>/h 10CV; P3: 20/25m<sup>3</sup>/h 10CV; P4: 20/25m<sup>3</sup>/h 10CV; P7: 45m<sup>3</sup>/h 20CV; P8: 40m<sup>3</sup>/h 20CV; P9: 50m<sup>3</sup>/h 15CV; P10: 20/25m<sup>3</sup>/h 10CV; P12: 20/25m<sup>3</sup>/h 10CV. La profundidad de los pozos en la ciudad son de -40mbbp y están en el acuífero Pampeano. Las perforaciones en la zona norte de la población son: Pozo a con caudales 70/80m<sup>3</sup>/h; a2/a3: Anulados; a2bis: con caudales 50/60m<sup>3</sup>/h; a3bis: con caudales 45/60m<sup>3</sup>/h; a4: con caudales 70m<sup>3</sup>/h; a6: 40m<sup>3</sup>/h y a7: 45m<sup>3</sup>/hora. La profundidad en esta zona es -80/-90mbbp. Explotando al acuífero Puelche entre -52mbbp y -92mbbp. La arcilla de aislación está entre -38mbbp y -42mbbp. El fondo arcilloso azul verdoso a -92mbbp.

Nivel estático -7,18mbbp; Nivel dinámico -13,57mbbp; T: 649m<sup>2</sup>/d ; Permeabilidad 18 m/d; Bombeo 85m<sup>3</sup>/h y Caudal específico 13,26 m<sup>3</sup>/h/m/d. Un sondeo al acuífero puelche, sobre ruta N2, km 110,5 da un caudal específico de 9,34m<sup>3</sup>/h/m/d, una Transmisibilidad de 530m<sup>2</sup>/d. La química del agua contiene un residuo de 1.545mg/l; Cloruro 240mg/l; Sulfato 300mg/l. Alcalinidad 515mg/l. Bombeando 48 horas el residuo salino es 1.625mg/l. Otro pozo de estudio, con la físicoquímica del agua contiene un Sólidos Disueltos Totales 660mg/l; en 3h de bombeo 660mg/l, al finalizar 670mg/l. Otro sondeo indica al inicio un SDT 2.130mg/l; a las 12 hs 2.185mg/l y al finalizar 2.200mg/l.

#### **22\*\*\*CORONEL DORREGO(Coronel Dorrego)**

Ubicada por ruta N3 unos 5 km hacia el noroeste. Próximo a la ciudad de Bahía Blanca. Entre las estaciones de Guisasaola y Calvo. A 38°43'13Sur y 61°17'11Oeste. Cota 110msnm. Cuenta con una población de 16.522 habitantes al censo de 2001. Esta ubicada la zona en el denominado ambiente costero o franja costera ubicada entre el ambiente central y la región de Bahía Blanca. Los parámetros hidrogeológicos de una perforación ubicada en lo que se denomina como Quinta Reta, por la ex Dirección de Geología y Minas de la Provincia de Buenos Aires, detectan dos capas acuíferas a -85mbbp con una salinidad total de 1.260mg/l. Otra perforación en la zona de Gil con el análisis de tres capas a -60,50mbbp con un caudal de 12m<sup>3</sup>/h y un caudal específico de 1 m<sup>3</sup>/h/m con salinidad total de 1.742 mg/l. Otra capa inferior a -84,20mbbp con caudales de 18 m<sup>3</sup>/h e índices de productividad de 1,90 m<sup>3</sup>/h/m con salinidades de 1.736mbbp. Finalmente a una profundidad de -128,50mbbp con caudales de 16m<sup>3</sup>/h y valores de productividad de 1 m<sup>3</sup>/h/m con salinidades totales de 2.280 mg/l. Un resumen del perfil litológico puede ser: Un basamento detectado a -426mbbp; Rojo de Groeber a -412mbbp; El Verde de Groeber a -131mbbp. Finalmente un loess y limos de la Formación Pampeano, en parte niveles arenosos y arcillosos. Con respecto a la concentración de Fluor, se reconoce a la zona con valores sobre los valores de las normas, superiores a los 2 mg/l. Las concentraciones de arsénico junto al Fluor con valores desde 0,05 mg/l y superiores fuera de las normas vigentes 0,02 mg/l y 0,14/0,083/0,041/0,210mg/l. Se explota a profundidades de -80mbbp la capa freática. Estudios de Bonorino G. y Carrica J. UNS 2006, determinan la posibilidad de explotar determinadas zonas, ubicadas a unos 35 km de la localidad, con concentraciones salinas bajas incluyendo el arsénico y fluor. Actualmente se utiliza un sistema del tipo ósmosis inversa, para compensar la calidad del agua que tiene elementos negativos en el agua de bebida, para la población.

#### **23\*\*\*CORONEL F. SEGUÍ(Alberti)**

La localidad de Seguí ubicada a unos 20km en línea al NNO de Alberti, cabecera del partido a unos 300 km de la Capital Federal. Sus coordenadas son: 34°52'03Sur y 60°23'38Oeste. Cota 62msnm. La ciudad de Alberti esta por ruta N5, cerca a las ciudades de Chivilcoy y Bragado. La población de Seguí (2001) es 158habitantes. Tiene fuentes de origen subterráneo. Una perforación puede extraer caudales de 5 m<sup>3</sup>/h, a una profundidad de -45mbbp, con una altura manométrica(Hm) de 32m. La dotación contemplada es de 150 l/h/d y los caudales para la oferta de la fuente son: caudal medio diario igual a 23,70m<sup>3</sup>/d y caudales futuros a 20 años, 31,05 m<sup>3</sup>/día. Análisis físico/químico histórico 53549(OSN). Desde un pozo del FFCC en la Estación Alberti. Residuo salino total 672mg/l; Cloruro 36mg/l; Sulfato 73mg/l; Arsénico 0,10mg/l.

#### **24\*\*\*CURARÚ(Carlos Tejedor)**

Ubicada por la ruta provincial 226, entre las localidades de Carlos Tejedor al Norte y Pehuajó al Sur. A 35°38'25Sur y 62°11'31Este. Cota 86msnm. Tiene 448 habitantes según censo de 2001. La fuente es de naturaleza subterránea. El tiempo de bombeo del sistema no debe comprometer la hidroquímica del acuífero ni el descenso de sus niveles dinámicos. La oferta de agua a la planta de ósmosis, observando niveles dinámicos de la perforación y control químico, sirve para mantener un grado de salinidad determinado. Por medio de una sonda piezométrica o electrosonda, se verifican dichos niveles. No explotar caudales con más de 16 horas de bombeo por día, dividiendo el tiempo de bombeo en períodos cortos, por ejemplo períodos de 8 horas. Los análisis físico/químicos histórico exOSN 51194 en un pozo a -12mbbp, da un registro inicial (1942) en Residuo salino total de 2.032mg/l; Fluor: 2,2; Arsénico 0,04mg/l; Alcalinidad 952mg/l. Se debe el uso de sistemas de intercambio iónico ó desmineralización por intercambio iónico, frente a posibles contaminaciones antrópicas en pozos freáticos y elementos de Cloruro, Sulfato, Dureza total, Nitrato y Sólidos totales disueltos. El agua freática de la zona, supera en calidad los límites permisibles de concentración salina. El sistema esta definido para un tratamiento de la calidad química, bacteriológica y virus. Se destaca que los factores de riesgo y vulnerabilidad en acuíferos freáticos puede ser un factor para adoptar algún sistema de tratamiento. Estos factores aumentan en función de la disminución de la potencia de la zona de aereación, o distancia entre el techo del nivel freático y el nivel de la superficie topográfica. Muy cerca está la tabla de agua freática, en este caso el nivel está a solo -1,50mbbp.

#### **25\*\*\*EL DORADO(Leandro N Alem)**

La localidad se encuentra a unos 300 km de Buenos Aires, entre ruta N7 y N188. Por ruta Nacional 7. Entre Triunvirato y Günther. A 34°39'01Sur y 61°35'00Oeste. Cota 90msnm. Tiene una población al año 2001 de 316 habitantes. La fuente es una perforación a una profundidad de -21,50mbbp, con filtro entre un nivel de -16mbbp y -21mbbp, un caño camisa entre superficie de terreno y los -5,50mbbp. El perfil litológico de la perforación muestra en el cuaternario una arena muy fina y limosa con lentes de tosca a partir de los -12mbbp. El ensayo de bombeo, con una profundidad de -21mbbp y niveles estáticos -2,63mbbp y niveles dinámicos -7,85mbbp, depresión 5,23m; caudales de 21 m<sup>3</sup>/h y caudales específicos de 4,01m<sup>3</sup>/h/m.

Otro ensayo, con profundidades de -36mbbp, niveles estático -2,60mbbp y dinámicos -7,64mbbp, depresión 5,04m, para caudales de 34 m<sup>3</sup>/h y caudales específicos de 6,74 m<sup>3</sup>/h/m.

En estos ensayos se alcanza la estabilidad del pozo en pocos minutos y el nivel dinámico se estabiliza. Los análisis físico/químicos, muestran más residuos salinos a -36mbbp(1.598mg/l) que a -21mbbp (807mg/l). Sulfato 45 y 172 mg/l. Nitrato 5 y 7 mg/l. Fluor 0,8 y 0,8 mg/l. Se obtiene mejor calidad en el perfil alto que en el más profundo. Una profundidad entre -20 y -26mbbp y bajos caudales 3, 4 o 5m<sup>3</sup>/h, es recomendable. Los datos de interpolación y/o extrapolación dan registros de pozos y documentan las ubicaciones de perforaciones. Análisis físico/químico histórico OSN53600(1ra capa) Residuos salinos totales 1.547mg/l; Cloruro 198mg/l; Sulfato 83mg/l; Arsénico 0,04mg/l; Fluor 1,5mg/l; Nitrato 230mg/litro, valor elevado(norma OMS 50 mg/l).

#### **26\*\*\*FACUNDO QUIROGA(Nueve de Julio)**

Esta localidad(Alfredo Demarchi) esta ubicada a unos 455km de la ciudad de La Plata. Se accede por ruta P50 a 18km del pueblo. A 35°17'26"Sur y 61°24'15". Cota 83msnm. Según datos de 2007, se registra una población de 2.067 habitantes. Se perfora a una profundidad de -16mbbp con 3m<sup>3</sup>/h de producción. El nivel dinámico es -7mbbp para ese caudal. Los niveles estáticos están aproximadamente entre -1,77mbbp y -2,05mbbp. Esta localidad está en el Ambiente Hidrogeológico del Noroeste. Se tiene un postpampeano representado por un médano invasor, formado por arenas finas y limos arenosos. Máxima potencias de 20m(Salliqueló) hasta 5m en Bragado. A este médano se asocian lentes de agua dulce. Estos cubren una superficie de unos 55.000km<sup>2</sup>. En las partes inferiores se observa una elevada salinidad.

Los datos hidroquímicos según agua de mezcla de los pozos existentes son los siguientes:

Alcalinidad 1058mg/l; Sólidos Totales 2260mg/l; Flúor 1,45mg/l Arsénico; 0,057mg/l y Nitratos 24 mg/l.

Los resultados de la química del agua en el pozo de exploración P1 al inicio del bombeo son Flúor 1,4mg/l; Arsénico 0,01mg/l; Nitratos 10mg/l; Sólidos Totales 1165mg/l. Al fin del bombeo Fluor 1,5mg/l; Arsénico 0,01mg/l; Nitrato 10mg/l; Sólidos Totales 1120mg/l respectivamente. No hay variación en su calidad a través del ensayo de bombeo. Se destaca que al aumentar C. Dupuyt en bombeo continuo, ingresa más agua de flujo lateral que provoca mayor dilución de residuo (STD). Para el pozo de exploración P2 se tiene para el inicio Flúor 2,2mg/l; Arsénico 0,03mg/l; Nitrato 35 mg/l y STD 2120mg/l. Para el final Flúor 2,3mg/l; Arsénico 0,03mg/l; Nitrato 35 mg/l y STD 2125mg/l. La respuesta hidráulica del P2 es similar a P1 y sus calidades químicas distintas. El pozo de bombeo P1, se ensayo a 7,5 días. La curva de depresión quiebra en 30 minutos. La recuperación significativa a los 15 minutos de parada de bomba (quiebre curva recuperación) aunque sus niveles estáticos recuperan a más de 1440 minutos de parada de bomba.

#### **27\*\*\*FLORENCIO VARELA I(Florencio Varela)**

Se accede por ruta P53 del sur de la ciudad capital y por ruta P14, también desde el sur del Gran Buenos Aires. La zona de estudio esta comprendida en el llamado Cruce Alpargatas, por ruta N2. A 34°48'01Sur y 58°16'47Oeste. Cota 24msnm. Cuenta con una población de unos 341.507 habitantes(2001).

La geomorfología y geología. El área está encuadrada dentro de la región hidrogeológica que se denomina Gran Llanura Chaco-Pampeana, que incluye también la provincia de Buenos Aires y la abarca en gran extensión. Todos los acuíferos de la región que ocupa el problema en particular, están dominados por un acuífero dulce denominado Puelche, muy estudiado desde la década de 1960, con arenas finas medias y gruesas, en promedio predominan las de granulometría media. La geomorfología dominante es de llanura, con pocas amplitudes en cuanto a variación de altura. Si grandes extensiones en el plano con muy bajos gradientes del orden de los 0,001. Las precipitaciones tienen una mayor consistencia hacia el este y una disminución de las isohietas debido a su continentalidad hacia el oeste en un esquema regional. El ambiente correspondería integrarlo a la región noreste de la Provincia en cuanto a la hidrogeología. El área en general es recortada por ríos y arroyos, conformando una red de drenaje relativamente densa, que por la escasa pendiente regional desarrollan en promedio bajos índices de escurrimiento.

La morfología registra características de la llanura intermedia, donde los arroyos han desarrollado por su competencia hídrica pequeños barrancos hasta un metros o más de desnivel, lo que marca por un lado un gradiente areal, por la acción erosiva y también acciones de movimiento vertical, con otros estudios.

Hacia el este, la llanura intermedia se dibuja hacia una terraza baja, en dirección al Río de la Plata.

Un perfil litológico del lugar, permite encontrar por interpolaciones a una profundidad entre los -381 y -466mbbp, un basamento cristalino impermeable constituido por rocas ígneas y metamórficas, siguiendo en un ordenamiento vertical ascendente sobre esa base se continúa, con el llamado Rojo de Groeber con espesores de hasta 270 metros, integrados en su parte inferior por conglomerados de cuarzo y hacia arriba, en su mayor potencia por arcillas y limos, domina el color rojizo.

Sigue a continuación con un máximo de 220 metros de espesor sedimentos llamados en su oportunidad como el Verde de Groeber con mayor concentración de arcillas grises y verdosas. Todo lo que precede se denomina modernamente como hipopuelche, contiene aguas saladas.

Siguiendo hacia arriba, un espesor promedio de 25 metros, denominado hidrogeológicamente como Puelche, es el mayor acuífero dulce del país, integrado por arenas de origen fluvial de edad Pliopleistocena. Por último el espesor final, esta definido por la formación integrada litológicamente por limos y loess pampeanos, es el continente de la napa freática, muchas veces contaminada en zonas suburbanas, periurbanas y rurales (agricultura, ganadería), denominado Epipuelche. La formación Bonaerense está en zonas altas erosionada como en este caso, con una litología loésica arenosa. En los valles de los ríos y arroyos(caso arroyo Conchitas) se puede reconocer en estos términos al pospampiano, con su denominación específica.

Hidrología superficial: El área se encuentra en zona denominada llanura intermedia, que ocupa un 51% del área general. La zona está recorrida por una corta red de avenamiento de tipo dendrítico, que desagua por la llanura baja hacia el Río de La Plata. El escurrimiento superficial se desarrolla con el vector dominante hacia el este(valle del río de La Plata), que se estima en un 0,0012.

Hay que mencionar que en la zona existen rectificaciones de los cursos existentes( como el caso del arroyo Conchitas), lo que permite competir mejor frente a una avenida de agua de altos volúmenes. El Querandínense se encuentra en todo el valle del arroyo Conchitas y el Ensenadense fuera de esa área.

Hidrología subterránea: Espacialmente se considera al sistema acuífero como multicapa o pluricapa. Porque el pampeano como el puelche no se encuentran árealmente aislados en su totalidad. según estudios de José Sala. La capa de mayor interés industrial es la integrada por la Formación Puelche, que según análisis históricos, revelan niveles de residuos salinos, con una media de 600 mg/litro y calidades en equilibrio con los regímenes de explotación. Este acuífero se recarga a través del acuífero freático por una filtración vertical descendente, incluyendo divisorias de cuencas. También los conos de depresión debido a sobreexplotaciones originan inversiones de los vectores hidráulicos hacia los cauces, en las localidades dentro del partido.

Las depresiones por un exceso de bombeo se ven reflejadas en algunos parques industriales, por ser un acuífero de excelencia (Puelche), que en muchos casos lo sobreexplotan, originando problemas.incluyendo algún tipo de contaminación Subsuperficialmente se produce su descarga hacia el Río de La Plata. Las transmisibilidades del acuífero industrialmente explotado en el área en cuestión no esta aquí los mejores valores. Esta roca almacén tiene índices entre semiconfinado y confinado. El acuífero en la región (arenas puelches) determina calidades y cantidades con espesores dados por una isopaca de -25 metros. Con un porcentaje de arenas entre 50% y 65%, lo que indica porque no estan sobreelavados los valores del índice de transmisividad. El escurrimiento subterráneo de las corrientes freáticas convergen hacia el cauce del arroyo.

El flujo del puelche es paralelo a la ruta N2 en esta área y paralelo al arroyo Conchitas y finalmente bisectando un ángulo formado entre la ruta n\*2 y dicho arroyo. Como sí convergen al vértice ruta-arroyo(según la escala del mapa). Finalmente en cuanto a las calidades físico/químicas, la zona está por debajo de la isolínea residual de los 1.000 mg/litro.

### **28\*\*\*FLORENCIO VARELA II(Florencio Varela)**

Se accede por ruta 14 desde el sur de la Capital y por ruta 53 desde el sur del Gran Buenos Aires.

A 34°48'01Sur y 58°16'47Oeste. Cota 24msnm. El partido de Florencio Varela, cuenta con una población de 341.507 habitantes. Las captaciones subterráneas estan en el acuífero Puelche. Las curvas piezométricas en la zona llegaban en el año 1994 a una profundidad de -15/-16 metros. Los niveles dinámicos suministrados de los pozos a intervenir en el sistema, están dentro de parámetros similares. Son ambos indicadores de una zona favorable para una explotación pautada por el equilibrio hidráulico. Si bien la fuente tiene caudales y calidades aceptables, se interpreta que existe una oferta positiva. Los protocolos de los análisis físico/químicos de los pozos están dentro de parámetros normales, en otros pozos fuera del sistema, con valores de Nitrato altos y muestras de otros pozos con valores inferiores a 48 y 49mg/l. Por debajo de normas provinciales.

### **29\*\*\*GAHAN(Salto)**

Se accede por ruta N7 desde Buenos Aires y luego por ruta P31 hacia Salto. A coordenadas 34°20'16sur y 60°06'00oeste. Cota 62msnm. Cuenta con una población de 700 habitantes. Se explota agua subterránea un nivel de la Formación Pampeano, con bajos caudales entre 4 y 8m<sup>3</sup>/h, a profundidades de -20mbbm. Tiene agua con arsénico a 0,11mg/l. Aunque no se conoce la profundidad de la muestra con esas concentraciones. Se incluye otras localidades con Arsénico a niveles elevados. Se mencionan para integrar un panorama para vías de remediación futura a: Oriente, partido de Coronel Dorrego, concentración de arsénico de 0,15mg/l, cifra similar a San Blás y Mechongué, donde llega a las 0,14mg/l. Ameghino, donde la cifra es de 0,10, Claromecó con 0,07; Otamendi, 0,10; Ferré, 0,09; Shepenerd, 0,08; Navarro, 0,10, Arribeños, 0,08; Leandro Alem, 0,09; Carlos Pellegrini, 0,08; Moreno(Rivadavia), 0,08; Las Armas, 0,09,; Rafael Obligado, 0,10; Quiroga 0,10; Cagliero(Carmen de Patagones), 0,10; Indhart (Salto), 0,10 y Cnel. Mom, 0,10.

### **30\*\*\*GARRE(Guaminí)**

Ruta provincial 33, cercana a la provincia de La Pampa. Al norte de Tornquist, entre Casbas(sur) y La Porteña/30 de Agosto. A 36°33'39Sur y 62°36'10Oeste. Cota 118msnm. Cuenta con una población de 697 habitantes según el censo de 2001. Los caudales de los pozos son de 5m<sup>3</sup>/hora; transmisibilidad 549m<sup>2</sup>/día; permeabilidad 91 m/día; difusividad: 18.300; almacenamiento 0,3 (arenas medianas/gruesas); nivel estático: -4mbbp; nivel dinámico: -6mbbp; depresión: 2m; caudal específico: 2,5 m<sup>3</sup>/h/m; profundidad pozo: -30 mbbp. Acuíferos freáticos entre -24 y -30mbbp. Radio interferencia: 4metros. Litología: Arenas granulometrías diferenciales: arena muy fina -0/-9mbbp; mediana -9/-12mbbp. Arena gruesa -12/-24mbbp y muy gruesa -24/-30mbbp; calcáreo -30/-32mbbp y limo-arenoso -32mbbp. La química de las aguas presenta: Residuo Total 660 mg/l; Nitrato 43mg/l; Manganeseo 0,05mg/l; Arsénico 0,05mg/l; Fluor 0,3mg/l;Cloruro 15mg/l; Sulfato 32mg/l; hierro 0,15mg/l; Nitrato 0,02mg/l; Vanadio 0,05mg/l. Calidad potable.

### **31\*\*\*GONZALES CATAN(La Matanza)**

Por ruta nacional 3 desde la cabecera del partido en San Justo. A 34°45'58Sur y 58°39'06Oeste. Cota 15msnm. Coordenadas pozo X: 6153820 e Y: 5622805.

Tiene una población de 165.206 habitantes registrados con el censo de 2001.

Datos sondeo de estudio:

Caño Camisa -0/-35,00 mbbp

Arcilla aislante: -34/-36 mbbp

Filtros -58//-64mbbp

Prolongación filtro: -32,00/-49,00mbbp

Ciego: -55/-57mbbp

Puelche: -49//61-mbbp

Conductividad: 800uS/cm

Caudal: 6,0 m<sup>3</sup>/h

Fondo pozo: -61mbbp

Nivel dinámico.: 7,0 mbbp

Nivel estático.: 5,00 mbbp

Análisis físico/químico con parámetros básicos normales. Nitrato 7 mg/l; Dureza 68 mg/l; Residuo salino 524 mg/l y Arsénico 0,03mg/litro.

### **32\*\*\*GONZALEZ MORENO(RIVADAVIA)**

Esta localidad esta ubicada geográficamente al oeste de la provincia de Buenos Aires, se accede por la ruta N33 desde Gral. Villegas con cruce P70, de allí a unos 40 km al oeste en límite con la Provincia de La Pampa. La cabecera de partido es América a 38km al este y General Pico (La Pampa). A 35°33'18Sur y 63°22'48Oeste. Cota 114msnm. Con el censo del 2001 registraron 1.663 personas.

Se realizaron 10 perforaciones de explotación para poder extraer de cada una de ellas un caudal de 2m<sup>3</sup>/h(nivel dinámico -5mbbp). Simultáneamente se explotarán 5 pozos con un caudal total de 10m<sup>3</sup>/hora.

Actualmente dada la aptitud del agua la dotación mínima bajo de 12 a 6 m<sup>3</sup>/h, aunque los consumos oscilan entre 23 y 30 m<sup>3</sup>/h lo que denota falta de conciencia sanitaria en la comunidad, puesto que el acuífero no soporta dicha explotación. Los análisis físico/químicos de los pozos en explotación presentan todos una elevada conductividad(uS/cm), entre 3000 y 4620mg/l y cloruro elevado 987mg/l. Los análisis físicoquímicos exploratorios dan valores bajos dentro de normas. Así Sólidos Totales 740mg/l; Arsénico 0,01mg/l; Fluoruro 0,9mg/l; Nitratos 10mg/l; Sulfatos 19 mg/l; Alcalinidad 576mg/l; Cloruro 21mg/l; Ph 7,4 en ensayos finales. Aunque en el inicio dan menores elementos químicos, así Sólidos Totales 710mg/l y Alcalinidad 541mg/l.

Esto interpreta un panorama que una vez librado al servicio las perforaciones con explotaciones continuadas, tarde o temprano se salinizarán los pozos por explotación intensiva de la producción.

Amerita una segunda etapa mediata con tratamiento previo al agua librada a consumo, generando aguas de mezcla y así mejorar el producto final. Así se tienen como testigos los análisis físicoquímicos de los pozos usados en producción durante más de 22 años. Los análisis recientes en pozos a 4000m de distancia generan como parte de un estudio, al igual que dos fotografías en contraste lo que va a ocurrir en un futuro, por tanto se recomienda investigar algún sistema de tratamiento adecuado en el tiempo mediato.

### **33\*\*\*HURLINGHAM(Hurlingham)**

Localizada al Oeste del Gran Buenos Aires a 20 km del límite con la Av.Gral Paz desde la localidad de Saenz Peña. A 34°35'47Sur y 58°38'00Oeste. Cota 20msnm. Cuenta con una población de 172.245 habitantes según el censo de 2001. Las características litológicas del acuífero productor es una litología de arenas, entre -25,60mbbp y -40mbbp con arenas medianas. El perfilaje Gamma define entre los -23mbbp y -40mbbp, que permite apreciar la potencia de la capa productora. En el perfil estratigráfico corresponde a un acuífero puelche, hasta el techo de la arcilla plástica gris oscuro a claro. Falta desarrollar los ensayos de bombeo para definir caudales de explotación en ese pozo. Se conoce por experiencia desarrollos de caudales de explotación del orden de 40 m3/hora. La calidad físico/química del acuífero puelche, tiene valores promedios entre 500 y 700 mg/l de residuos sólidos.

### **34\*\*\*JUAN E. BARRA(Gonzalez Chavez)**

Esta localizada cerca de la población de Adolfo Gonzalez Chavez, por ruta N3 con desvío por ruta P75 y un camino secundario. A 37°49'10Sur y 60°28'56Oeste. Cota 200msnm. Esta localidad tiene una población al año 2001 de 273 habitantes. Esta ubicada en la cuenca alta y media del río Quequén Salado. Se provee agua potable a través de una perforación a -40mbbp con un caudal de 5 m3/h. La potencia de la bomba es de 1,5 HP con una altura manométrica de 45m; el filtro según perfil se coloca entre -28mbbp y -38mbbp; tanque de reserva y red de distribución de 4.096 metros de longitud. El estudio de análisis físico/químicos dan una concentración de Flúor superior a 2,7 mg/l y 3 mg/l. La Organización Mundial de la Salud, tiene como límite guía a este elemento en 1,5 mg/l. Estudios realizados por Garcia y Garcia, Hidrogeología de la zona de Gonzalez Chaves DNGyM Carpeta 471Inédito, 1971, con 27 análisis de agua, en 5 con valores inferiores a 1,5 mg/l en otros 14 análisis, el fluor supera los 2 mg/l y en 8 de ellos, oscila entre 1,5 y 2 mg/l. Los datos del ensayo de bombeo del pozo de explotación son: nivel estático: -2,34mbbp; nivel dinámico: -8,24mbbp; depresión: -5,90 mbbp; caudal específico: 1,197m3/h/m, deprime en 360 minutos de bombeo. En 15 minutos recupera un 97,5 % sus niveles originales. Los filtros de la bomba están en -26mbbp. Químicamente es un agua con 700 mg/l de residuo salino total a 105°C. Contiene Fluor 3 mg/l, al final del bombeo. En otro análisis este elemento registra 2,7mg/l. Se aumenta el residuo total salino con la explotación, con lo cual es de esperar un aumento de fluor en tiempos diferenciales respecto a ese residuo. En función de los parámetros de flúor determinados en el estudio, se define un equipo de Ósmosis Inversa, utilizando un pozo existente con los caudales ensayados de 5 m3/hora, para tratar y usar el agua para consumo. El caudal del equipo de tratamiento es para 3,5 m3/hora, con 1,5 m3/h de caudal de rechazo, con lo cual el producto a consumir, es de 2m3/hora. Los caudales medios diarios a futuro, 20 años, son de 56,39 m3/h para dotaciones de 140 litro/habitante/día, sin tratamiento y 8,33 l/h/día con el tratamiento necesario.

### **35\*\*\*JUAN JOSE PASO(Pehuajó)**

Su acceso es por la ruta nacional 5 desde Luján en dirección al sudoeste. Entre las localidades de Pehuajó y Trenque Lauquén. A 35°51'07Sur y 62°17'51Oeste. Cota 88msnm.Cuenta con una población al 2001 de 2.296 habitantes. Se trata de un acuífero freático. La litología esta representada por un perfil medanoso con buena permeabilidad. Los caudales son de 4 m3/h en pozos someros de una profundidad de -18mbbp. Su caudal específico es de 1,48 m3/h/m. Los niveles estáticos -4,50mbbp y dinámicos -7,20mbbp. Depresión 2,70m. El radio de interferencia es de 50 metros. La transmisividad es del orden de 584 m2/día y el coeficiente de almacenamiento es 0,2. En casi dos horas recupera el nivel estático original. El agua es potable, con residuos sólidos totales de 800 mg/l y arsénico 0,03mg/l.

### **36\*\*\*LA INVENCIBLE (Salto)**

La localidad esta ubicada a 200 km de Buenos.Aires. Por ruta P31 desde Salto a unos 25km hacia el oeste. A 34°15'59Sur y 60°23'04Oeste. Cota 58msnm. La población (año 2001) es de 152 habitantes. Se toma agua por pozos individuales domiciliarios. La fuente de agua es de tipo subterráneo, con caudales de 5 m3/h y una altura manométrica de la electrobomba.de 27metros. Los estudios técnicos, ubican al pozo a una profundidad de -45mbbp, con caudales de 1,388 l/s(5m3/h), el caudal máximo diario de consumo es 36m3/día. Los análisis físico/químicos muestran un agua con elevada concentración de nitratos (92mg/l), en una perforación, en otro pozo ubicado en una zona de plantaciones, la concentración de nitrato es de 35 mg/l, los otros elementos estan en niveles normales.



Se destaca la importancia de la ubicación del pozo para que no reciba aportes contaminantes que definan al elemento Nitrato. Las normas nacionales e internacionales ubican al Nitrato en niveles de concentración entre 45 y 50 mg/l. En zonas de viveros y casas, la concentración es de 35 mg/l de este elemento. Dato que marca un inicio de contaminación antrópica del componente, producto en muchos casos de poblaciones que no tienen redes para evacuación de sus líquidos cloacales y también por una mala relación espacial y topográfica entre pozos de agua y pozos negros con residuos cloacales.

### **37\*\*\*LA NIÑA (Nueve de Julio)**

Se arriba, por ruta P65 desde Gral Viamonte por Fauzón, o desde la localidad de 9 de Julio y ruta 5 por French. Se denomina también como La Aurora o Estación La Niña. A 35°24'16Sur y 61°12'19Oeste. Cota 81msnm. Contiene 587 habitantes según datos del año 2001, del censo nacional desarrollado. Existe como fuente, una perforación de explotación a una distancia de 1.455m de la planta de concentración, donde se encuentra el tanque cisterna y el pozo n1. Los análisis físico/químicos al inicio y final del bombeo son testimonio de su calidad. Los mismos dan resultados dentro de los límites de potabilidad aceptados con bajos sólidos disueltos totales. Con el pozo de explotación 2 se ejecutaron cuatro ensayos realizados a distintas profundidades y caudales, en el mismo punto con cegados y reperforaciones. Finalmente en un 4to ensayo se procedió al cementado hasta los -8,50mbbp, se perforó concentricamente hasta -20mbbp e instaló un filtro de 9m de longitud. El diagrama bombeo/recuperación residual da el siguiente resultado:

Un nivel estático -2.00m; nivel dinámico -6.50m; caudal 16,5m<sup>3</sup>/h y caudal específico de 3,66m<sup>3</sup>/h/m.

El pozo tiene rápida recuperación en función a un tiempo dado, entre la depresión y el ascenso de niveles.

Datos del acuífero Pampeano: limo arenoso fino (entre -22mbbp y -40mbbp). Análisis físico/químico corresponde al pozo numero 2. Los elementos están dentro de parámetros normales. Los residuos sólidos son de 692 mg/l, con contenido en arsénico entre 0,035 y 0,049mg/l. Tener en cuenta la vulnerabilidad de la fuente por ser de naturaleza freática. En un Pozo semisurgente, sus análisis físico/químicos históricos OSN 52604 dan Residuo Total 1.136mg/litro; Alcalinidad 641mg/l; Cloruro 124mg/l; Sulfato 99mg/l; Arsénico 0,06mg/l; Fluor 1,4 mg/l.

### **38\*\*\*LAS ARMAS(Maipú)**

Esta población localizada a 25km de Maipú cabecera del departamento, entre ésta y General Pirán, sobre ruta P2 a 100km de Mar del Plata y 300km de Buenos Aires. A coordenadas 37°04'57Sur y 57°49'36Oeste, y cota 19msnm. La población actual es 475 habitantes(2008). La fuente esta compuesta por tres perforaciones y diseñadas para aportar 6m<sup>3</sup>/hora. Una de ellas fuera del servicio, las otras dos con serios deterioros en sus cañerías. El caudal medio diario es de 42,75m<sup>3</sup>/día. El protocolo analítico presentado indica valores de 2670mg/l para los Sólidos Totales. Sulfatos con 533mg/l y Cloruros 614mg/l; Sílice 70,9mg/l; Alcalinidad 720mg/l; Arsénico 0,03mg/l y Nitratos 27mg/l; Flúor 1 mg/l, Dureza 410mg/l y Ph 7,5. Las aguas subterráneas según este análisis presenta algunos de sus elementos fuera de la norma establecida. Por lo que continuar con su explotación no sería conveniente dadas sus calidades. De encontrarse aguas con una mejor calidad se podría generar un agua de mezcla mejorando así las calidades. Se perforó un recurso subterráneo a unos 3 km de la población, camino a Ayacucho, ofreciendo un agua con 1.400mg/l de Residuos Totales y Flúor 1,5mg/l a caudales semejantes a los explotados. Se posibilita usar técnicas de tratamiento de calidad para el agua.

### **39\*\*\*LAS MARTINETAS (Gral Lamadrid)**

Su acceso es desde la ciudad de La Plata a 620km, por Ruta P215, ruta P41 o ruta PN205.

Esta ubicada a 11 km hacia el este de la ciudad cabecera del departamento: General Alvear. Sus coordenadas son: 37° 12' 03latitud sur y los 61° 07' 06 longitud oeste de Greenwich. Cota 179msnm. Existen actualmente (2007) 320habitantes censados. El abastecimiento actual de agua a la localidad adolece de aptitud, por problemas de la fuente que la padece. Es decir adolece calidad por existencia del ión Flúor(2,0mg/l) y también falta cantidad del recurso. En las escuelas de la zona se aporta con un servicio de entrega de bidones sin costo, dos veces por semana. El sistema de agua sin tratar será desde una perforación con un caudal de 7m<sup>3</sup>/h(1,9m<sup>3</sup>/h) a una Hm =16mca. A una profundidad de pozo de -35mbbp. El número de horas de bombeo necesario, surge de una relación entre el caudal máximo diario a 20años y el caudal de la bomba, es de 11 hs/día. El sistema de agua tratada será producido a través de una ósmosis inversa para obtener un Q = 500 l/h de producto tratado. El protocolo analítico muestra elementos físico químicos casi dentro de parámetros normales. El elemento Flúor algo elevado, con 1,9mg/l de concentración. Según el CAA el límite máximo es de 1,7mg/l a temperaturas entre 10° y 12° C. Con el Nitrato se eleva a 69mg/l. La presencia de Flúor y Nitrato por un lado, la localización de la población en una zona agrícola, con cultivos y finalmente el escaso volumen de agua de rechazo (2000 litros/día), generado por la reutilización parcial del agua de desecho.

Lo que hace factible y necesario el empleo de un sistema de Ósmosis Inversa a escala pequeña, para posibilitar a la población de un agua sanitariamente segura(OMS).

#### **40\*\*\*LISANDRO OLMOS(La Plata)**

Se arriba por ruta nacional 2 al cruce ruta P36, hasta cruce prolongación Av 44. A 34°59'53Sur y 58°02'56Oeste. Cota 28msnm. La población (2005) es de 3.800 habitantes. Los caudales máximos son de 1.242 m3/día para el sistema captado. Se presentan condiciones favorables para una explotación, porque sus recursos hídricos subterráneos, están contenidos en el acuífero puelche. La fuente subterránea, tiene una potencialidad de extracción del orden de los 50 m3/h y una altura del bombeo de 45 Hm. El espesor promedio del acuífero es de 20metros. Las bombas se instalan a cota -33 mbbp respecto al nivel del terreno. La profundidad total del pozo es -90mbbp, con amplitud del filtro, entre -74mbbp y -89mbbp. Los niveles estáticos son de -17mbbp. El funcionamiento de las electrobombas en promedio es de 12,5 hs/día. La calidad del agua está dentro de límites de las normas para este acuífero. La calidad natural es reconocida con residuos sólidos promedios de 500/600 mg/l.

#### **41\*\*\*LOBERÍA(Lobería)**

Esta localidad esta ubica al sur de la provincia de BuenosAires, distando de la Ciudad de Buenos Aires 452km accediendo por la ruta N2 y la ruta P55. A 38°09'40Sur y 58°46'55Oeste. Cota 81msnm. Con una población según el último censo del año 2001 de 17.008 habitantes. La fuente de agua potable es de naturaleza subterránea. La captación se realiza por medio de perforaciones a profundidades que oscilan en promedio los -66mbbp, pues debajo de ello se encuentra una arcilla algo limosa. Un perfil estratigráfico muestra en forma descendente entre 0.00/-30mbbp limos calcáreos arenosos; sigue entre -30mbbp/-38mbbp un limo arenoso; entre -38/-40mbbp un limo arcilloso; -40/-48mbbp un limo arenoso con arena muy fina; entre -48/-50mbbp un limo arcilloso con arena media a fina; entre -50/-60mbbp, limo arenoso con poca arena media; -60/-66mbbp limo arenoso con arena fina escasa y finalmente entre -66/-90mbbp una arcilla limosa plástica. El filtro se recomienda para este perfil, entre los -42 a -68mbbp. Los caudales que se explotan oscilan los 50m3/h. Considerando ensayos con caudales de 20m3/h, con un nivel estático de -3,1mbbp, sus niveles de producción son de -8,92mbbp. Su índice de producción es 3,44. Los análisis físicoquímicos registrados son STD 1010 mg/l; Flúor 1,3mg/l; Arsénico <0,01mg/l, Nitrato 17 mg/l; Nitrito <0,01 y Amonio <0,03. Sulfato 139 y Cloruro 131mg/l; Ph 7,7; Magnesio 16; Alcalinidad 483mg/l y Dureza 127mg/l.

#### **42\*\*\*LOBOS(Lobos)**

La ciudad de Lobos, está localizada a 100km de la ciudad de Buenos Aires y a 125km de la ciudad de La Plata. A 35°11'00"Sur y 59°05'25Oeste. Cota 30msnm. Cuenta con una población al 2001 de 33.141 habitantes.. El servicio de agua es suministrado con una cobertura elevada. La fuente es de naturaleza subterránea, conformada por 18 perforaciones, con un caudal total del sistema de 550 m3/hora. Estas tienen una profundidad de -30mbbp. Un estudio hidrogeológico tiene que responder a: Justificar la profundidad de los pozos. (El acuífero puelche se reconoce aquí salinizado). Análisis de la físico/química del agua de los pozos que estan en explotación. Perfiles hidrogeológicos de los pozos que integran la batería. Determinaciones de parámetros hidráulicos de los mismos, como caudales específicos, depresiones y niveles estáticos. La explotación del acuífero a profundidades entre -40 y -45mbbp, por debajo de esos niveles se saliniza el acuífero definiendose como arenas Puelches. Existe una perforación ubicada en una locación, perforado hasta los -120mbbp, obteniéndose un agua salinizada, con niveles de Cloruro muy elevados de 1.200 mg/l. El agua que se explota actualmente (Formación Pampeano), tiene niveles de Arsénico con un promedio de 0,09g/l (Código Alimentario Argentino es 0,05mg/l). Espinosa Viale (1993), define en un informe que incluye un estudios geofísicos del área en cuestión a los parámetros de la fuente.

Ubicaciones más favorables se encuentran a una profundidad de -44mbbp (hacia el norte de la ciudad).

En la localidad se aplican resoluciones sobre la protección del recurso subterráneo, incluyendo zonas de protección para pozos de explotación. Los análisis físico/químico detectaron niveles de Arsénico en agua de la Formación Pampeano, explotable. Existen proyectos para plantas de abatimiento de Arsénico por parte de una empresa local. Existen estudios realizados por la Universidad nacional de La Plata y la Municipalidad, redefinen hidrogeológicamente a la zona. La Formación Pampeano. (Frenguelli,1955) es el acuífero donde se capta agua para el consumo humano.Se divide en dos sistemas con sendos nombres propios. Un sistema Las Zapiola, con un caudal de 469,34m3/h, con 14 pozos y un segundo sistema denominado sistema de Las Chacras con caudales de 450 m3/h, con 15 pozos. El interés en la zona de explotación es la vulnerabilidad del acuífero freático a los impactos, preservando las áreas de captación a las contaminaciones antrópicas. De hecho se contemplan estas acciones. Datos de análisis físico/químicos históricos OSN50670. Pozo semisurgente: Residuo total 1.288mg/l; Alcalinidad 571mg/l; Cloruro 142mg/l; Sulfato 89mg/l; Fluor 1,3mg/l. Arsénico 0,06 y hasta 0,12 miligramos por litro.

#### **43\*\*\*LOMA VERDE(Gral Paz)**

A la localidad se accede por la ruta P215 desde la ciudad de La Plata, tomando un desvío pasando la localidad de Brandsen a unos 25km hacia el sudoeste y luego al sur pocos km. A 35°16'25Sur y 58°24'12Oeste. Cota 26msnm. La cantidad de habitantes al año 2007 suman unas 641 personas. La fuente de agua es de origen subterráneo, integrada por dos perforaciones de explotación a una profundidad de -45mbbp y un caudal máximo dado en ensayo en unos 25 m3/hora, extraído por electrobomba sumergible. El agua presenta una elevada concentración de nitratos. Los análisis fisicoquímico con el elemento nitrato con un 62,8mg/l y 52,3mg/l de concentración respectivamente. Estos análisis responden al pozo n1 de explotación y n2 pozo del FFCC, ambos de Loma Verde. El caudal de explotación en el pozo de explotación es de 10m3/h a una profundidad como la asignada de -45mbbp en un área libre de nitratos.

#### **44\*\*\*LUJAN(Luján)**

Se llega desde Buenos Aires por el AU acceso oeste. Dista 70km de la ciudad autónoma de Bs. As. Tiene una población de 67.266 habitantes (2001). Coordenadas 34°34'12sur y 59°07'01oeste. Cota 21msnm.

La fuente de recursos hídricos es subterránea a través de pozos semisurgentes en las arenas puelches, a profundidades entre -60mbbp y -80mbbp. Los caudales oscilan en 50m3/hora. Se tiene un análisis fisicoquímico del agua n21449 de OSN(1946). Color 2; Turbiedad 0,2; Ph 7,6; Residuo(105°C); Dureza 190mg/l; Cloruro 172mg/l; Sulfato 202mg/l; Nitrato 1mg/l; Fluor 0,8mg/l; Arsénico 0,04mg/l (valor elevado, por norma OMS 0,01mg/l). Se destaca el impacto antrópico en la zona por pozos negros, donde el impacto del nitrato al acuífero se destaca. En 1995 se comienza a analizar el problema de los nitratos en la región por su ingreso en el acuífero. La norma establece 45mg/l para este ión.

#### **45\*\*\*MARCOS PAZ(Marcos Paz)**

Al sudoeste del Gran Buenos Aires, se ubica entre las localidades de Merlo, M. Acosta y Gral Hornos. A 34°46'32"Sur y 58°49'49Oeste. Cota 32msnm.

La comunidad tiene 43.400 habitantes con el censo de 2001 y de 29.104 habitantes al año 1991. Registró un gasto de 8.000 m3/día de agua. El volumen faltante se cubre con fuentes subterráneas por perforaciones a un régimen de explotación de 14 horas por día, para un caudal máximo de 85 m3/h desde el acuífero productor ó puelche. Buenos caudales considerando la arena gruesa, según el perfil de la DPHBA descripto más abajo.

El acuífero se encuentra aquí entre -55mbbp y -80mbbp. Las calidades son de un agua potable con residuos promedios de 600mg/l. Un antiguo perfil litológico de la DHPBA, correspondiente a la estación Marcos Paz muestra lo siguiente: 0.00/-0.20mbbp una tierra vegetal; -0.20/-5.00mbbp una arcilla loessica con concreciones calcáreas; -5.00/-11mbbp arena limosa con concreciones; -11/-20.00mbbp Loess arenoso; -20.00/-50.00mbbp Loess con calcareos; -50.00/-59.00mbbp loess con rodados de caliza; -59.00/-59.60mbbp arena fina calcárea; -59.60/-76.00mbbp arena gruesa con calcedonia, algo de caliza y fragmento fósiles marinos; -76.00/-112mbbp arcilla friable y fragmento fósiles; -112/-125mbbp arcilla arenosa con calizas y fragmento fósiles marinos; -125/-145mbbp arcilla arenosa con calcareos y fragmentos fósiles; -145/-154mbbp arena con abundantes calcedonia y fósiles; -154/-162mbbp conglomerado caliza, fósiles, cuarzo y calcedonia; -162/-172mbbp arena muy limosa calcárea y fragmentos fósiles; -172/-181mbbp arenas. Los análisis fisicoquímicos históricos exOSN 50084 muestran un Residuo total 470mg/l; alcalinidad 346mg/l; Cloruro 5mg/l; Sulfato 8mg/l, Arsénico con vestigios; Fluor 0,7mg/litro.

#### **46\*\*\*MAR del PLATA I (General Pueyrredón)**

Su acceso es por la ruta Nacional 2 a una distancia de 403 km de la Capital Federal. A 37°59'53Sur y 57°33'16Oeste. Cota 15msnm. Cuenta con una población según el censo del año 2001 de 541.733 habitantes. Los parámetros de una perforación en cercanías de la localidad son: Se obtienen caudales entre 60 y 80 m3/h. La transmisibilidad es de 800/1.900 m2/día. El coeficiente de almacenamiento 0,003, define al acuífero como semiconfinado. El nivel estático es menor a -10mbbp. Los radios de interferencia entre pozos son de 300 metros. La precipitación en la zona es de 920 mm/año. Lo que da un coeficiente de infiltración de un 16 %, unos 150 mm/año.

#### **47\*\*\*MAR DEL PLATA II(General Pueyrredón)**

Se accede por ruta Nacional 2 a 403 km de la Capital Federal. A 37°59'53Sur y 57°33'16Oeste. Cota 15msnm. Cuenta con una población según el censo nacional del año 2.001 de 541.733 habitantes. En 1991 la población ascendía a 512.809 habitantes. El acuífero desarrollo una la evolución de la cuña salina con relación directa a la extracción de agua provocada para el abastecimiento a la población. Se aplica la ecuación de Ghyber-Herberz para resolver la fórmula del ingreso del agua del mar al continente.

Con referencia a la cuña salina en el acuífero las zonas ubicadas geográficamente, cercanas son:

Alto Camet. Sector C.

Las Dalias. Sector A.

Los niveles de las isopiezas son de +1,9/5,0 msnmar (metros sobre nivel del mar)

Con referencia a la cuña salina, las parcelas que se detallan, están ubicadas geográficamente a mayor distancia respecto de la cuña salina.

Belgrano. Sector Norte.

Belgrano Sur.

José Hernández.

Niveles de isopiezas: +10/20 msnmar

San Jorge, Ameghino y Sta.Rosa.

Bo. Jorge Newery.

Bo. Santa Rosa y Newery (parcial).

Bo. Ameghino y Libertad. Sector A.

Niveles de isopiezas: +10/2,5 msnmar.

Ameghino y Libertad. Sector B.

Libertad. Sector C.

Libertad y Ameghino. Sector D.

Niveles de isopiezas: +1,3/5,0 msnmar.

Malvinas Argentinas. 3era. Etapa.

Niveles de isopiezas: +1,9 msnmar.

Las líneas de flujo en el área del acuífero, que interesa en la localidad se observa un desarrollo normal, en general con dirección hacia el este, hacia el Océano Atlántico.

Respecto al cero de la línea de mar, las curvas isopiezas, están ubicadas entre 5 y 15 msnmar.

Actualmente, las curvas isopiezas están a 10 y 20 metros sobre el nivel del mar, es decir en posiciones donde se presenta agua dulce, existe por lo tanto una revancha a favor del sistema que se explota, sobre la línea de agua salada marina.

El cono de depresión central, se muestra como puntual, porque la acción responde a solo un pozo, con niveles negativos, de -5 msnmar. La acción depresiva del conjunto de pozos, fue dejado años atrás por excesos de recarga y manejo favorable del recurso. El último dato de la recarga a la cuenca es con 250 mm/año.

Dentro del 2do. grupo, presentan también niveles positivos, si bien en la cuenca 23, está la isopieza a solo +1,09msnmar, la misma está en recuperación desde hace varios años.

Lo analizado, según información sobre evolución de la intrusión salina en el acuífero de Mar del Plata, las acciones de la cuña salina, no incide sobre el terreno con redes cloacales. Las acciones de la recarga al acuífero y el manejo de los pozos productores, se ven compensadas.

Además el balance de infiltraciones de líquidos de pozos absorbentes contra la extracción de agua generada por perforaciones particulares, para la zona de Alto Camet y Las Dalias, se establece un balance con resultado levemente positivo, solo se extrae de agua, unos 26 m<sup>3</sup>/día, para cuencas que están cerca de la línea cero a la misma altura que el nivel del mar. Pero en el futuro se cierran estos pozos, habilitando servicios de red de efluentes. Las zonas de Ameghino y Libertad tienen los niveles de agua recuperados. Las isopiezas que toman valores de niveles positivos, significan en definitiva, recuperaciones de volúmenes de agua en el acuífero para explotaciones futuras del sistema. La regulación del sistema, por monitoreo sumando acciones para manejar las depresiones en los pozos que no permitan ingresos de agua salada desde la cuña marina.

Síntesis de la explotación en la cuenca:

a) En el año 1910 se realiza la primera perforación al acuífero que se capta actualmente.

b) En el período 1913/1937, se comienza perforando menos de un pozo por año.

c) En 1938, comienza a verificarse la intrusión salina, ampliándose el área de explotación aumentando positivamente el cono salino a las zonas potencialmente explotables. Definitivamente la cuña salina que se origina desde el mar queda instalada con un mayor ángulo desde el mar hacia el continente.

d) En 1942 los pozos 17 y 31 se retiran del servicio de explotación, por salinización (cloruros).

Sin embargo, en algunos casos se siguió perforando cerca de la costa (550mts.).

e) En 1943, se cuenta con la construcción de la primera isocora, la de 700 mg/l de Cloruro; las isocoras son líneas que unen puntos de igual densidad de masa (para el caso son elementos químicos).. Ello permitió confirmar el avance salino desde el mar al continente.

f) En 1944, el área de explotación se orientó más al Oeste (3.000 mts.de la costa), para evitar posiblemente las acciones de la cuña salina incipiente.

g) En 1945, se continuó con perforaciones en dicha dirección oeste.

h) Entre los años 1947/50, no se perforaron pozos.

Esta acción aparentemente positiva de no explotar el acuífero, generó un incremento del problema ya presente en magnitud por sobreexplotación.

Se describen acciones de la cuña año por año, con la ayuda de mapas isopiezicos y las isocoras, se logra ver el avance que se menciona desde tiempo atrás.

i) En 1952 el progreso de la cuña es de 250mts.; en 1953 de 70mts. En 1955 ,existe una recuperación de los niveles porque se extrae agua de otra área también. Y así sucesivamente, hasta el año 1966 donde se incrementa el frente salino unos 1.600 m.tierra adentro.

j) En 1969 el cono de depresión ocupa el espacio comprendido entre Torreón del Monje hasta Parque Camet.

k) La estrategia de no explotar la zona central y perforar en dirección a Camet, frenó el avance de la intrusión salina, (1969/1978).

l) Para 1980, disminuye la dispersión en los pozos, con retracción de la cuña salina.

ll) Desde 1980 hasta 1993 se continuó con perforaciones de pozos, mientras otras se las sacaba del servicio o se interrumpía por períodos sin uso.

m) En 1993/1994 en la zona norte, cuenca del arroyo los Patos-Santa Elena y arroyo Seco, se construyen nuevos pozos del sistema Acueducto Norte, reemplazándose pozos, por elevadas concentraciones de Nitratos y no de Cloruros. En diferentes sectores se aprecia recuperación de niveles y retrocesos de la cuña.

n) En 1995, se incorporan dos perforaciones (240/252). Esto derivó a la recuperación de los niveles en otro sector. Mientras que en la zona portuaria por ascenso de niveles se recuperan pozos.

o) Desde 1996 al 2000 no se abandonaron pozos por salinización. Analizando las líneas de flujo se aprecia que estas se dirigen para alimentar al gran cono de depresión central.

p) A partir de 2000, se realizan controles anuales y servicios de telemetría y comando, para tener un cuadro de situación, sino a tiempo real, con controles casi en ese tiempo. Además de poder realizar modificaciones en el modelo de producción. Los niveles piezométricos en algunos puntos subieron 1,16 metros/año. Factor positivo para la explotación.

q) Los modelos al año 2020, que se usaron, dan niveles determinados como máximos de aumento del mar, de 38cms. No es una influencia mayor para el sistema de la cuña salina.

Las variaciones de lluvia durante el siglo XX, fueron incrementándose unos 20mm/década.

Se debería llegar a 3 msnmar, los niveles piezométricos regionales para tener una garantía a futuro en caso de períodos secos y/o de demanda humana y agrícola para esta región Marplatense. Se destacan las acciones de la empresa recuperando los niveles salinos por el agua dulce del acuífero en explotación.

#### **48\*\*\*MAZA(Adolfo Alsina)**

Se arriba por la ruta P85 entrada a Saliqueló y luego por Quenumá. Luego 45 km hasta la localidad casi en el límite con la provincia de La Pampa. La localidad esta ubicada en las cercanías de Quenuma. A 36°48' 00"Oeste y a 134msnm. Cuenta con 1.705 habitantes según registros de 2001.

El abastecimiento como se destaca es por captaciones subterráneas, a partir del pozo construido en 1972 y luego reparado y otro en el año 1984, que registra los mismos parámetros con los niveles mencionados..

En la parte técnica, se referencia una perforación con caudales de 30m<sup>3</sup>/h, y niveles de profundidad del pozo a -39mbbp; niveles estáticos -6,90mbbp y dinámicos -18,40mbbp; El caudal específico ó índice de productividad del pozo es de 2,6m<sup>3</sup>/h/m. Las muestras de análisis físico/químicos, en algunos casos determinan que se necesita usar agua 0de mezcla, para obtener valores normales, en otros pozos la concentración es normal. Datos de análisis físico/químicos históricos OSN 49835. Pozo semisurgente. Residuo salino 2.896mg/litro; Cloruro 624mg/l; Sulfato 492mg/l; Arsénico 0,20mg/l.

Otros análisis físico/químicos históricos OSN49836. Pozo a 1era napa. Residuo 1640mg/l; Cloruro 253mg/l; Sulfato 88mg/l; Arsénico 0,12 mg/l.

#### **49\*\*\*MIRAMAR(General Alvarado)**

Se accede por la ruta P11 desde Mar del Plata y desde el norte desde la ciudad de La Plata y Buenos Aires ubicada a unos 450km. A 38°15'50 Sur y 57°50'41Oeste. Cota 12msnm. La población registrada con el censo de 2001 es de 34.391 habitantes. La explotación de agua potable se realiza a través del recurso subterráneo, explotando en el acuífero pampeano, en un acuífero libre denominado como multiunitario. Los pozos tienen una profundidad entre -85mbbp y -110mbbp, con niveles estáticos entre los -4 y -6mbbp. Sus niveles dinámicos estan alrededor de-20mbbp, con caudales de 70 hasta 100m<sup>3</sup>/h. Las perforaciones se entuban desde los -40mbbp y se captan caudales entre los -85 a -110mbbp. Analizando un perfil litológico hasta -70mbbp se indica a los -30 a -39mbbp arena fina a mediana.

Entre -39mbbp a -42mbbp limo algo arcilloso, entre -42mbbp y -45mbbp Idem anterior más tosca. Entre -45/-46mbbp arena fina y tosca. Sigue -46/-49mbbp limo muy arcilloso. Sigue entre -49mbbp a -51mbbp arena fina a mediana. Continúa en -51 a -54mbbp limo con intercalaciones de tosca. De -54 a -55 banco de tosca muy dura. Entre -55 a -58mbbp limo arenoso y arena fina. Otro banco de tosca dura a -58/-59mbbp. De -59 a -61mbbp arcilla muy plástica y a -61 hasta -69mbbp arena fina, arena mediana, arena gruesa. Finalmente hasta el fondo del pozo a -70mbbp, limo más tosca. La calidad del agua dentro de los límites de potabilidad.

#### **50\*\*\*MONTE HERMOSO(Monte Hermoso)**

Esta ubicada desde Bahía Blanca por la ruta N3 y luego ruta P78. Coordenadas 39°00'00Sur y a 61°32'58Oeste. Cota 10msnm. Tiene una población, según censo de 2001 de 5.394 habitantes. En el año 1991 contenía una población de 3.514 habitantes. La fuente subterránea, esta definida por acuíferos freáticos, localizados en depósitos de playa, médanos. La profundidad media de estos es de -17mbbp. Los caudales de 15m<sup>3</sup>/h, caudales específicos 3,60m<sup>3</sup>/h/m. Niveles estáticos -3,90mbbp y dinámicos -7mbbp. En un ensayo de bombeo de 1.230 minutos, se deprime el acuífero en 2,57metros. En 75 minutos de parada, se recupera casi un 100%. La transmisividad es de 175m<sup>2</sup>/día y el coeficiente de almacenamiento de 1x10<sup>-2</sup>. La permeabilidad del sedimento es de 9,5 m/día. Los radios de interferencia o influencia del pozo son de 200 metros en un radio desde el eje del pozo. Químicamente es un agua carbonatada sódica. El elemento fluor algo elevado(sin datos).

#### **51\*\*\*MORENO(Moreno)**

Esta población esta ubicada al oeste de la ciudad de Buenos Aires a unos 30 km de distancia. A los 34°38'57Sur y 58°47'26Oeste. Cota 28msnm. Cuenta con 380.503 habitantes con el censo del 2001 y 287.715 en el año 1991. Los datos de una perforación en la localidad, muestra los siguientes parámetros. Profundidad -67mbbp. Caudales 80 m<sup>3</sup>/h y Caudal Específico 6,78 m<sup>3</sup>/h/m. Niveles estáticos -6,85mbbp y Dinámicos -17,50 mbbp. La Transmisividad de 350 m<sup>2</sup>/d, el Almacenamiento 5 x 10<sup>-4</sup> y la Permeabilidad de 17,5 m/día. La recuperación a sus niveles originales, en un ensayo de 600 minutos de duración es de un 96%. El agua químicamente responde al de un acuífero puelche, con residuos de 650mg/l, pero con un alto contenido de nitratos, por estar dentro de un área con indicadores de una contaminación antrópica.

#### **52\*\*\*MUNICIPIOS(Jose C.Paz; Malvinas Argentinas; San Miguel)**

El cuadro de saneamiento es: Pozos Particulares de agua en corta y media longitud y evacuación de líquidos cloacales por medio de pozos absorbentes a la napa freática. Todo esto complica las calidades del agua subterránea(freática y semiconfinada) por vía antrópica, con la presencia del elemento Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Aunque genéticamente los sedimentos de la capa productora freática presentan Arsénico y Flúor en concentraciones diferenciales, su depositación es por acción eólica y en amplios sectores de la llanura Pampeana están presentes sobre los niveles permitidos por todas las normas de calidad.

**\*José C. Paz:** La distribución actual abarca 2,5 km<sup>2</sup> abastece a 12.255 habitantes. Tiene por coordenadas 34°31'14Sury 58°44'55Oeste. Cota 32msnm. Cobertura 5,32% con una población total de 203.208habitantes. Con una superficie territorial de 50km<sup>2</sup>. El sistema es abastecido por 4 perforaciones con caudales entre 70 y 80m<sup>3</sup>/h con producción diaria de 4.760m<sup>3</sup>/d. Los pozos funcionan 10, 24, 8 y 24 hs/d. Las calidades químicas son As 0,06mg/l; Ni 54 mg/l y Dureza 86mg/l. Fluor esta sobre el límite máximo exigido.

**\*Malvinas Argentinas:** Se abastece a 10.000 hab con una cobertura del 3,44%. Tiene por coordenadas 34°30'00Sur y 58°42'03Oeste. Cota 23msnm Son 7 pozos pero 3 fuera del servicio. Con caudales que van desde 60 a 80 m<sup>3</sup>/h con una Hm 70mca. Funcionan 24 hs/d. La producción diaria es de 6.770m<sup>3</sup>/d de esos 4 pozos. La calidad química es de As 0,022mg/l; Ni 81 mg/l; Dureza 177mg/l. Se propende a agua de mezcla superficial.

**\*San Miguel:** La distribución de agua abarca 80km<sup>2</sup> y abastece a 93.200 hab. Tiene por coordenadas 34°32'38Sur y 58°42'06Oeste. Cota 30msnm Cobertura 37%, porque su población es de 253.086 hab.

*La Guardia:* con pozos con un Q: 80m<sup>3</sup>/h cada uno. Funcionan 24hs/día c/u.

*San Miguel Centro:* 24 perforaciones 22 de ellas directo a red. Los caudales oscilan entre 30 y 100m<sup>3</sup>/h y funcionan 24 hs/d. con Hm: 70mca.

*Barrio Sarmiento:* caudales entre 30m<sup>3</sup>/h a 80 m<sup>3</sup>/h. Hm 70m.c.a., funcionan 24hs/día.

Calidades químicas As 0,025mg/l; Nitrato 79mg/l y Dureza 220mg/l.

Estas tres localidades se encuentran localizadas entre 35 y 45 km al oeste de la ciudad de Bs.As.

### **53\*\*\*MURATURE(Adolfo Alsina)**

El partido se encuentra hacia el sudoeste a unos 520 km de Buenos Aires. Muratore(Villa Francisco Murature) y La Pala (25 habitantes al 2001) son localidades ubicadas entre 13 y 15 km al Norte de la población de Maza. Su coordenada es 36°39'49Sur y 63°22'00 Oeste. Cota 132msnm. A esta se arriba por la ruta P85, desde Saliqueló y Quenumá, más 45 km hasta Muratore, en el límite con la provincia de La Pampa. Con una población (2001) de unos 100 habitantes. La fuente explotada es subterránea, freática, con dos pozos a -9mbbp y caudales de 1,5 m<sup>3</sup>/h, niveles estáticos a -2,30m (actuales -1,30m) y dinámicos a -4,5mbbp, un caudal específico de 0,68m<sup>3</sup>/h/m. Los antecedentes indican aguas muy salobres a medida que se profundiza en el perfil. El pozo de estudio tiene calidades hasta -6,50mbbp de 500 mg/l, entre -9m y -25 mbbp con casi 8.000 mg/l. La población, ubicada en la llamada pampa arenosa, esta ubicada a una menor topografía, que la zona de perforaciones, ubicada hacia el oeste de la localidad. Dato importante, porque las contaminaciones antrópicas en esta pequeña población, estan dadas por presencia de Nitrato con hasta 200 mg/l de concentración. El acuífero y un suelo básicamente arenolimoso, con poco espesor en la primera napa, hacen elevar la vulnerabilidad del sistema, sin embargo el riesgo disminuye en áreas topográficas elevadas y fuera de las acciones antrópicas. Análisis de Muratore-La Pala en el pozo 2, muestran aguas de calidades físico-químicas dentro de los límites de potabilidad. Dada la escasa profundidad de los pozos al acuífero freático, es necesario destacar todo lo referido a la protección de pozos.

En el perímetro más próximo a la perforación, no debe existir ningún tipo de actividad (radio de unos 50m), por ser una zona altamente vulnerable, de gran riesgo potencial a la contaminación. Más acentuado los riesgos para otro pozo, situado en una zona más baja, de descarga. Datos análisis físico/químico histórico año 1942, OSN49935. En la ciudad cabecera del partido, Adolfo Alsina. Pozo semisurgente. Residuo total 1.724mg/l; Cloruro 510mg/l; Sulfato 360mg/l; Arsénico 0,06mg/l; Fluor 0,5 mg/litro.

### **54\*\*NUEVE DE JULIO(Nueve de Julio)**

Contiene una población de 45.998 habitantes según el censo de 2001. Coordenadas 36°39'49Sur y 63°22'00Oeste. Cota 132mssnm. Se registran datos de caudales de los pozos con unos 50 m<sup>3</sup>/hora y transmisividades del acuífero, del orden de los 480m<sup>2</sup>/día. En esta localidad existe un área de captación favorable para la explotación subterránea. Las profundidades oscilan entre -25mbbp y -35mbbp. Como parámetros de datos para una interpolación posible, se tienen registros de la localidad de Patricios, ubicada a 15 km hacia el este. Las perforaciones tienen caudales de 21 m<sup>3</sup>/horta, ubicadas a una profundidad de -26mbbp y -40mbbp con conductividades entre 1.000 y 1.100 uS/cm. Un análisis de otra perforación tiene registros químicos de sólidos totales de 1.340 mg/litro a -40mbbpozo. Las calidades del agua subterránea estan dentro de los límites de los parámetros, reconocidos para esta localidad de Nueve de Julio.

### **55\*\*\*OTAMENDI(Campana)**

La localidad esta ubicada entre Belén de Escobar y la ciudad de Campana. A 34°13' 43Sur y 58°54'21Oeste. A una cota de 16msnm. Se arriba por Autopista Panamericana o acceso Norte. Tanto la llamada llanura alta como llanura baja, están definidas dentro de la provincia geológica de la llanura chaco-pampeana(Russo et al,1979), dentro de un ambiente de Pampa Ondulada(Frenguelli 1959). Integrada por sedimentos de loess y limos en el Pampeano y arenolimosos limoarenosos en el Pospampeano (Bonorino, 1965).

Llanura Alta: El Pampeano esta influenciado por acciones meteóricas directas(pluvial), hidrología superficial y factores antrópicos (industriales, pozos negros con bacterias, nitratos hasta metales pesados).

Un coeficiente de permeabilidad de 1m/d, con una porosidad efectiva 0,10 (10%) y velocidad efectiva 0,01m/d, definen algunos parámetros del acuífero freático.

Con un residuo seco entre 600 y1200mg/l. La zona de descarga de la freática coincide con los de mayores residuos salinos, porque en su recorrido incrementa su concentración por disolución.

El acuífero Puelche, con niveles piezométricos para la zona de Campana de unos -10mbbp, con escurrimiento general hacia el río Paraná de las Palmas. Existe una aproximación, entre las direcciones de flujo del acuífero Pampeano y del Puelche. Los puntos de censo dieron valores de comportamiento, para el puelche como negativo en zonas de recarga y positivo en zonas de descarga(Sala, Auge EASNE,1972).

Se destaca la surgencia de este acuífero en las cercanías de la localidad de Capilla del Señor.

La hidroquímica del agua, presentan concentraciones homogéneas en el sector de residuo seco con 600mg/l. La muestra tomada en el pozo Otamendi Casco, da un residuo de 809 mg/l (conductividad 1079uS/cm), si bien no se conoce si las napas están aisladas o no. Los parámetros del puelche, en cuanto al coeficiente de almacenamiento, oscilan en 10-3/10-4. Se comporta como un acuífero semiconfinado.

Este acuífero tiene una uniformidad regional, por su composición de sedimentos, puede denominarse como isotrópico homogéneo, pero puede presentar algunas anisotropías locales.

La morfología de la superficie piezométrica es del tipo radial divergente, desde las áreas de recarga incluyendo los interfluvios. La permeabilidad oscila entre 8 y 30 m/d y la porosidad efectiva promedio es de un 20%. La recarga del acuífero es autóctona, realizándose a través del Pampeado en forma indirecta. La descarga hacia el área de los ríos Paraná - de La Plata definen su carácter como efluentes. La transmisibilidad media es de 500 m<sup>2</sup>/día y la conductividad hidráulica de 25 m/día para un espesor medio de 25 m. (Auge, 1991). Existe una perforación de EASNE (1972) en Otamendi, de 57m de profundidad, donde la Formación Puelche se ubica entre los 6 y 36mbbp. Se realizó un ensayo de bombeo y un ensayo de recuperación en el pozo Otamendi; nivel estático -16,68mbbp, la transmisibilidad 123 m<sup>2</sup>/día; caudal 7.000 l/h, determinado con un programa Versión 3.5 de Waterloo Hidrogeology.

La Formación Paraná “el verde”: presente en esta zona se la reconoce regionalmente, por sus características químicas de residuos totales de 3 a 4 gr/l y caudales 70/180m<sup>3</sup>/h (Auge, 2001).

La Formación Olivos: Los datos disponibles muestran la existencia de una mayor concentración salina en estos niveles, de 6 a 60 gr/litro de residuo salino total; el caudal específico es de 5m<sup>3</sup>/h.m (Auge/Hernandez, 1984), a nivel regional.

Llanura baja: Post-Pampeano En esta llanura baja (+5msnm) se encuentran sedimentos pospampeanos, (zona de descarga de los acuíferos del Pampeano y Puelche), se presentan sedimentos de la Formación Querandí (Pleistoceno Superior), con poco espesor entre 2 y 4 m. Litológicamente integrada por sedimentos limo-arcillosos de coloración gris verdoso, correspondientes a la última ingresión marina.

Estas acumulaciones pospampeanas, se las encuentra en la costa del Río de La Plata y en valles de ríos adyacentes, hasta una cota de aproximadamente +5msnm.

Estas ingresiones marinas del Holoceno, son determinantes para la calidad del agua dadas sus altas concentraciones salinas que contienen, pudiendo afectar negativamente a los acuíferos del Pampeano y Puelche infrayacentes.

Modelo conceptual de flujo del sistema: A los elementos hidrolitológicos, aplicando un modelo conceptual de flujo conforme a la teoría de flujo subterráneo más la documentación del curso Hidrogeología Ambiental, UBA(Auge, 2004) y bibliografía existente y de EASNE(1970), se define: En la llanura alta(cota barométrica +20m)es una zona de recarga, en los fluvios (caso específico subcuenca hídrica arroyo del Pescado) donde se invierte el flujo y se produce la descarga localmente. La llanura baja, es zona de descarga. En un pozo construido durante una salida de campo, se pudo determinar un flujo vertical ascendente parcial durante una hora, desde un nivel de -1mbbp a -0.215mbbp.

Finalmente las lagunas del Pescado y Grande, definen la descarga del sistema freático. Todo el sistema confluye al efluente principal que es el Río Paraná.

Flujo en Llanura alta(cota barométrica 20msnm): Por filtración vertical (FV), desde la superficie topográfica a través de la zona de aireación, hacia la Formación Pampeano(acuífero pampeano), desde allí a través del acuitardo por FVD(filtración vertical descendente) a las arenas puelches(acuífero). En el área correspondiente a la depresión del arroyo del Pescado, se produce la inversión del flujo a un flujo vertical ascendente. Es decir se pasa de una zona de recarga del acuífero a una zona de descarga, del sistema hídrico subterráneo para el sector correspondiente.

Flujo en Llanura baja (cota barométrica +5msnm): Dentro de la zona, se encuentran ubicadas las lagunas Grande y del Pescado. Es el sector ya mencionado de descarga propiamente dicho, dentro del ciclo de recarga / conducción / descarga. Ocurre la inversión del vector, hacia un flujo vertical ascendente. Esto se comprobó en un pozo hecho con pala barreno y por determinar la zona de bañados, muy próximas al río Paraná.

### **56\*\*\*PARAJE GRAL HORNOS (Gral. Las Heras)**

Desde la ruta N7, a la localidad de Merlo (Buenos Aires), se desvía hasta Mariano Acosta, Marcos Paz, Gral.Hornos y Gral Las Heras, en dirección noreste a sudoeste. Cantidad de habitantes al año 2001 es de 175. Coordenadas 34°53'30Sur y 58°55'07Oeste. A una cota de 35msnm. La alternativa de fuente usada es la subterránea, a través de la perforación de un pozo, con las siguientes características favorables para su explotación, por estar presente el acuífero Puelche; a una profundidad entre los -65mbbp y -80mbbpozo.

Los caudales a explotar son limitados a 5m<sup>3</sup>/hora, según las necesidades que están por debajo de los promedios que rinde dicho acuífero. La salinidad está dentro de parámetros normales. Los análisis físico/químicos históricos OSN50075 determinan un Residuo total de 1.028mg/l; Alcalinidad 413mg/l; Cloruro 126mg/l; Sulfato 37mg/l; Arsénico 0,04mg/l; Fluor 0,9mg/litro.



#### **57\*\*\*PARDO (Las Flores)**

La localidad ubicada a unos 180 km de la ciudad de Buenos Aires, tiene una población(2001)de 253 habitantes. Sus coordenadas son 36°14'32Sur y 59°21'59Oeste. Cota 59msnm. Tiempo atrás el suministro de agua era a través de perforaciones individuales, sin ningún tipo de control ni selección de la calidad físico/química. Debe sumarse también la acción contaminadora de los pozos negros ubicados en las cercanías de cada fuente, por razones de distribución de la tierra. La fuente de agua nueva, considera en unas tres perforaciones, con caudales de 2,5 m3/h cada uno para alturas manométricas de las bombas de 26m, estas se instalan a -13mbbp. La profundidad total del pozo es de -20mbbp. En la zona los niveles estáticos están a -3,50mbbp y dinámicos -8mbbp y -10mbbp. El caudal de bombeo como caudal máximo, es de 26,60 m3/d, el caudal de cada bomba es 2,5m3/h. Todo ello a través de explotar el sistema 11 horas/día de bombeo. Es conveniente extraer caudales bajos, en este sector del acuífero pampeano, al solo efecto de generar conos de depresión reducidos que no desarrollen complicaciones que incidan en un ascenso de aguas salobres desde niveles inferiores hacia arriba, en dicho acuífero. Se explota a un caudal de 2,5 m3/hora.

#### **58\*\*\*PEHUAJO(Pehuajó)**

La localidad esta ubicada al sudoeste de la provincia a unos 383km de Buenos Aires, por ruta N5. Esta contigua a la laguna La Salada. A 35°48'39sur y 61°53'07oeste y cota 87msnm. Cuenta con 38.400 habitantes. Actualmente se abastece por medio de un acueducto desde la zona de 9 de Julio (a unos 100km). Las fuentes de agua subterráneas en acuífero del Pampeano lentiforme (Sala,1983) con contenidos de Arsénico y Fluor fuera de normas de potabilidad. Cloruro, Residuo Seco y Sodio estan presentes en niveles medios y altos. Sin embargo en pozos poco profundos hasta -20/-25mbbp con caudales bajos entre 1 y 4m3/h se obtiene buena calidad en sectores al sudeste de la localidad.

#### **59\*\*\*PERGAMINO(Pergamino)**

Localidad ubicada sobre ruta N8, entre Arrecifes y Colón. Cuenta con 99.193 habitantes al censo del 2001. A 33°53'13Sur y 60°34'31Oeste. Cota 70msnm. Actualmente su oferta se nutre por un sistema de 46 perforaciones a cargo del Municipio. El ambiente geomorfológico es de la Pampa Ondulada. El perfil geológico muestra: Desde 0.00m hasta los -90mbbp limos, arcillas y escasas arenas. Es la Formación Pampiano. Se encuentran 2 a 5 capas de agua. La superior o freática contaminada por accines antrópicas.

A partir de -22mbbp se encuentran mejores calidades fisicoquímicas y bacteriológicas. Esta profundidad del Pampiano esta localizada al norte del arroyo Pergamino(50km)que desagua en el Juncal. Al sur de este, está la base del acuífero a -60mbbp. Consecuencia de la depresión tectónica hacia la cuenca del Salado. En niveles infrayacentes arcillas casi impermeables con -5 y -10 de potencia. Debajo se encuentra el acuífero Puelche, salado e inepto para consumo humano. El caudal promedio de bombeo es de 40m3/h por pozo. Las perforaciones están ubicadas en el predio de la ciudad a una profundidad media de-65mbbp. La primera napa ubicada entre -4mbbp y -18mbbp, contaminada. La capa potable debajo de los -22mbbp tiene una calidad de residuo conductimétrico de 800uS/cm; Cloruro 40mg/l; Sulfato 120mg/l; Nitrato 42mg/l; Nitrito 0,13mg/l; Arsénico 0,05mg/l; Flúor 1mg/l; Dureza 150mg/l; Turbiedad 1,4 y Ph 7,8. Como antecedente estratigráfico existe un pozo de exGas Del Estado 47km al norte de Pergamino (Erezcano=6km oeste localidad)a -771mbbp de profundidad, encontró basaltos Tholeíticos Cretácicos. Es el primer hallazgo de roca volcánica en la provincia de Buenos Aires. Un perfil terciario muestra Mioceno Rojo a -100mbbp, -110,9mbbp y -111,6mbbp en Guerrico, Benitez y Acevedo respectivamente. Mioceno Verde: en Acevedo entre -111,6 mbbp y -31,6mbbp. Arenas Puelches: en Pergamino a -20 y -31mbbp según pozo. Finalmente el Pampiano a una profundidad máxima de -21,5mbbp según 37 pozos perforados por OSN.

La Empresa OSN analizó en los niveles dinámicos, apreciando que se explota el acuífero freático y un Puelche, en muchos casos con concentraciones salinas elevadas. Pozos P4 y P10, con niveles estáticos a -20,64/16,40mbbp y niveles dinámicos -38/-38mbbp (1986). Los caudales específicos oscilan entre 1,34 y 7,10m3/h/m sus caudales entre 23 y 80/100m3/h. Existe un descenso de niveles piezométricos en un sector donde en 11 Ha se perforaron 10 pozos, inclusive desde su explotación inicial. Un perfil de calidad muestra la salinidad con aumento de la profundidad. Así se tiene: entre -32,5/-34mbbp un residuo 1420mg/l; entre -68 y -73mbbp 1480 y entre -83,6 y -95mbbp 3340mg/l. Sin embargo las napas superiores registraron alta salinidad. Las aguas superficiales tienen alta concentración salina, como el arroyo Pergamino, con residuo salino de 2.761mg/l. Estudios realizados por la Empresa Calvaresi P51 (2000), observan niveles estáticos a -15,07mbbp; nivel dinámico -30,97mbbp; depresiones a 15,9m; caudales 51m3/h y caudales específicos 3,21. Una Transmisibilidad de 140m2/d y una Permeabilidad (K) 9,33 m/d. para espesores de 15metros.

La conductividad inicial es 1.185umhos/cm con Ph 7,8; Sulfato 96mg/l; Cloruro 31mg/l después de 48horas de bombeo. Se registra aumento en elementos con un 24% para el elemento Cloruro, lo que indica una zona químicamente inestable.

El registro de conductividad aumenta con la explotación de 1.150 a 1.163 umhos/cm. Al final del bombeo los elementos Cloruro y Sulfato bajan, manteniéndose su conductividad y el TDS estables. Igual los parámetros están debajo normas químicas. La interpretación que se somete al análisis es a un largo plazo de explotación. Vechi pozo P55(2004) ubica filtro entre -26 y -34mbbp y -42mbbp y -54mbbp, bomba entre -36 y -39mbbp. Química del agua STD 795mg/l y Conductividad 1180 uMhos/cm, Sulfato y Cloruro 38 y 33 mg/l; Nitrato 42mg/l, Nitrito 0,1mg/l y Amoníaco 0,2. Otro trabajo de la Empresa con pozos de estudios 1 y 2 establece un régimen de explotación reducido y alternado entre bombeo y reposo. Los valores de Arsénico son elevados. Se desestima esta área reestudiada posteriormente, como zona sur, con niveles de agua más profundos y salobres. El INTA Pergamino en un estudio en perforaciones de explotación, determina un incremento del ión Nitrato de 2,5mg/l/año por aporte antrópico.

Ya desde sus comienzos en la década de 1940, la explotación subterránea con perforaciones, se observa en los pozos 1,2,4,8,11,17 valores máximos en Nitrato igual a 46mg/l, valores mínimos de 12mg/l y promedios de 15mg/l, datos de OSN, Anuario Dirección Laboratorios, Buenos Aires, 1946.

#### **60\*\*\*PINAMAR(Madariaga)**

Esta localidad ubicada, en el cordón medanoso costero de la provincia esta localizada a unos 404 km de la ciudad Capital de Buenos Aires. Cuenta con una población según censo año 2001 de 20.666 habitantes.

A 37°06'03Sur y 56°51'56Oeste. A una cota de 16msnm. Se reconocen puntos como los parámetros hidráulicos de los acuíferos, hidrodinámica, recursos de agua, esquema de explotación con zonas de captación protegidas a los impactos antrópicos conocidos en la zona, por monitoreos a través del tiempo. Las áreas de captación, están ubicadas en primer lugar en zona norte de la ciudad. En el punto ubicación de pozos, en Zona Norte Sector Central la disminución de caudales representan interferencias de solo un 11% entre los pozos de explotación. Los conos de interferencia freáticos son mucho más cerrados que en otro tipo de acuíferos, si se interfieren indican limitaciones en el campo de bombeo para la explotación. En la zona sur se ubica otra área de captaciones, denominada zona Sur, en Cariló.

Los datos que se extrapolan entre zona Norte(Pinamar) y Sur(Cariló) son correspondientes a:

\*Igual recurso explotable y escurrimiento subterráneo.

\*La descarga del sistema acuífero al mar es homogénea en el sistema.

\*Un acuífero de espesor y profundidad desconocidos. Las transmisibilidades y columnas de agua, se desconocen dichos parámetros. Existe actualmente en Cariló una serie de pozos para usos recreativos, con caudales equivalentes a los que se explota actualmente, ( unos 110 pozos) en la zona de Pinamar y Valeria del Mar, con caudales menores a los de Villa Gesell ( unos 40 m3/hora).

Como ejemplos se menciona El Cariló Tennis Club, que tiene una perforación que rinde 10m3/hora. También El Cariló Golf Club, tiene perforaciones, unos 7 pozos que rinden entre 12 y 18 m3/h, con explotaciones entre 18 y 12hs/día, respectivamente La potencia de bomba de los pozos es de 12 m3/h, conpotencias de 5HP y los segundos con 10 HP. Los pozos ubicados en la zona Norte (sector central) de Pinamar generaban alguna interferencia. Se evitaría la sumatoria de depresiones o conos de Dupuyt. con diagramas espaciados de las perforaciones. La alternativa de bajar las dotaciones per capita o aumentar un número de pozos en una batería, aumentará la oferta necesaria. Depende de la extensión del campo de bombeo. La zona sur sugiere en definitiva aumentar un número de pozos a definir.

#### **61\*\*\*PLA(Alberti)**

La localidad de PLA esta ubicada a 15 km de Alberti. Siendo el acceso a Alberti por la ruta N5.

La localidad cuenta con 121 viviendas y con 302 habitantes actuales al año 2006. A coordenadas 35°07'21Sur y 60°13'19Oeste. Cota 58msnm. El agua que se toma de pozos en las viviendas esta contaminada por los pozos negros que se filtran a las capas inferiores. Por filtración vertical directa y siguiendo el flujo subterráneo hacia el pozo. La perforación tiene con un caudal de explotación de 6 m3/hora. Caudal de ensayo 10m3/hora. La profundidad es de -35mbbp, con Hm de 28m de la bomba. El caudal medio diario puede ser de 47m3/día a futuro. El acuífero está dentro de un pampeano superior. Los análisis físico/químicos presentados tienen Sólidos Disueltos Totales de 580 mg/l; Nitrato 25mg/l; Cloruro 32mg/l; Ph 7,9. Dentro de los límites de potabilidad están los elementos analizados.

#### **62\*\*\*PLOMER(General Las Heras)**

Desde estación General Rodríguez (ex FFCCDFS) por rutas P24 y P6. La población es de 144 habitantes según el censo del año 2001. A 34°47'35Sur y 59°01'45Oeste. Cota 34msnm. Se perfora a una profundidad de -22 mbbp, agua potable, con bajos caudales, compatibles con las ofertas del acuífero freático (epipuelche o Pampeano). En la zona existe el acuífero puelche a una mayor profundidad. Sobre la vulnerabilidad y riesgo del pozo, se insiste en este tipo de acuífero susceptible a contaminaciones antrópicas.

La ubicación topográfica más alta al resto de la población, debe contemplarse, sin cercanías a pozos con descargas cloacales. Conservando espacios libres de cualquier acción contaminante. Con un radio de acción de 100m, desde el eje del pozo, sin interferencias de manifestaciones antrópicas y no antrópicas, recomiendan un primer anillo de protección elemental hacia esta fuente. Los caudales de explotación, por ensayo de bombeo muestran un equilibrio de niveles hidráulicos, con caudales de 11,30m<sup>3</sup>/h extraídos. Este nivel de caudal, preservará la estabilidad del sistema acuífero freático, sino también posibles impactos de ingresos contaminantes.

#### **63\*\*\*PUAN(Puán)**

Esta población de Puán está ubicada al sudoeste de la provincia de Bs.As.a 45km al sur de Carhué y su laguna. Por la ruta P67 se llega desde la localidad de Pigüé ubicada hacia el este, donde cruza la ruta N33 a lleva a la ciudad de Rosario. Cuenta con una población de 16.381 habitantes, según censo del año 2001. A 37°32'53Sur y 62°46'06Oeste. Cota 223msnm. La fuente de provisión de agua es subterránea, por medio de pozos explotados a una profundidad de -45mbbp, desde hace varias décadas; esa explotación continuada a permitido el aumento en sus niveles de Arsénico y Flúor ya naturalmente altos, a niveles sobre los límites del Código Alimentario Argentino(CAA). Con Arsénico 0,06mg/l y Flúor 2,9mg/l. Una zona al este de la localidad brinda agua con mejores niveles de Arsénico y Fluor con 0,02mg/l y 1 mg/l respectivamente. A una profundidad estimada en los -28mbbp y caudales entre 20 y 25m<sup>3</sup>/hora. La solución como oferta es emplear un agua de mezcla desde las dos locaciones de explotación para la población.

#### **64\*\*\*PUEBLO GOUIN(Carmen De Areco)**

Por ruta nacional 7 desde Carmen de Areco, 13 km hacia el sur por un camino secundario. Tiene una población de 134 habitantes, según el censo del 2001. A 34°29'40Sur y 59°48'06Oeste. Cota 56msnm. La provisión de agua potable es por fuentes subterráneas. Se perfora un pozo a una profundidad de -45 mbbp, con caudales de 5 m<sup>3</sup>/h, con una altura manométrica (Hm) de 26metros. Se usa una electrobomba sumergible de una potencia de motor de 1HP.La población al 2007 es de 222 habitantes, con dotaciones de 150 l/h/d y caudales medios de 33 m<sup>3</sup>/día. La localidad más cercana a Pueblo Gouin es Carmen de Areco. Sus análisis físico/químicos históricos OSN 54998 de una perforación semisurgente dan un Residuo salino 1136mg/l; Alcalinidad 506mg/l; Cloruro 86mg/l; Sulfato 74mg/l; Arsénico 0,04mg/l; Fluor 1,4mg/l.

#### **65\*\*\*PUNTA INDIO(Punta Indio)**

La localidad esta ubicada a 150km de Bs.As., al sudeste de la ciudad de La Plata a 65 km; a 48km de Magdalena y 25km de Verónica. El partido de Punta Indio tiene unos 9.362 habitantes según censo 2001 y la localidad una población de 953 habitantes al 2007, con una proyección al 2019 de 1118 habitantes. A 35°16'51Sur 57°13'52Oeste. Cota 5msnm. La población (90%), se abastece por bombas individuales con pozos a poca profundidad, sin encamisar, con la contaminación que eso adjunta. Se describe a una fuente de tipo subterránea, perforando a unos -18mbbp para extraer 2.500 l/h con una Hm 12m. Por sus calidades comprometidas con Fluor y Arsénico son necesarios los sistemas de ósmosis inversa con un agua producto en la salida del equipo de 1000 l/hora. El rechazo producido por el sistema se descargara en el arroyo Casilla. Ver la cuenca del arroyo.

#### **66\*\*\*RAMALLO( Ramallo)**

La localidad esta ubicada al noreste de la provincia de Buenos Aires, se accede por la AU ex ruta N9, desde el sur, Buenos Aires. La población según censo 2001 es de 29.179 habitantes. A 33°28'59Sur y 60°00'09Oeste. Cota 19msnm. Cuenta con una fuente de abastecimiento subterránea, desarrollada por medio de perforaciones hasta una profundidad de unos -72mbbp. Entre -63mbbp y -72mbbp se puede captar al acuífero arenoso puelche, con agua de calidad aceptable para el consumo humano. Perforaciones ubicadas al sudoeste de la localidad, muy alejadas de esta, conservan residuos salinos dentro de parámetros de las normas de agua, entre 0,8 y un 1 g/l, a profundidades promedio semejantes a la indicadas arriba.

**67\*\*\*RAFAEL CASTILLO(La Matanza)** Las coordenadas del pozo en X/Y son, X: 6159295; Y: 5625190. En grados son: 34°43'02Sur y 58°36'57Oeste. Cota a 25msnm. Al Sur de la ciudad de Morón, en el partido de La Matanza. Con 103.992 habitantes, según el censo de 2001. Datos pozo exploración: Camisa -0,00/-44.00 mbbp. Arcilla aislante: -41/-44 mbbp. Filtros -39,00/-45,00mbbp. Prolongación filtro: -27,00/-39,00mbbp. Cruce cañerías: -41,00m/-44,00m. Caño ciego: -56,00/-58,00mbbp. Arcilla Azul a partir de los -73,00m. Acuífero Puelche: -44.00m/-73.00mbbp (-50m a -63m arena limpia; -44m a -50m arena con intercalación arcilla; -68m a -71m intercalaciones arcillosas. Una conductividad en uS/cm 880; Caudales: 8 m<sup>3</sup>/hora. Fondo del pozo a una profundidad de -73,00mbbp.

### **68\*\*\*ROJAS(Rojas)**

Por ruta nacional 8 desde Buenos Aires a Pergamino, luego ruta provincial 188. A 34°11'55Sur y 60°43'59Oeste. Cota 73msnm. Tiene una población al año 2001 de 18.708 habitantes.

Por causas naturales el acuífero freático pampeano, aprecia concentraciones de arsénico superior a 0,05mg/l(contaminación volcánica), más contaminaciones antrópicas con nitratos, con niveles superiores a los 50 mg/l hasta 85mg/l y más, generan estos elementos en la formación problemas de calidad potable.

Los datos de la geología de la zona son los siguientes:

Una perforación realizada por la Dirección de Minería de la Nación registra los datos:

Entre 0mbbp y -92,5mbbp la Formación Pampeano con limos y arcillas más nódulos de tosca.

Entre -92,5mbbp y -120mbbp la Formación Puelche. En esta localidad es de calidad salobre.

Entre -120mbbp y -197mbbp limo arcilloso o El Verde.

Entre -197mbbp y -420mbbp con arenas. El Rojo. Balances hídricos en la región dan registros de agua evapotranspirada en un 84%, un 12% por escurrimiento superficial y un 4% restante, se infiltra.

La transmisividad es de 350 m<sup>2</sup>/día, el coeficiente de almacenamiento es  $1 \times 10^{-3}$ . La permeabilidad promedio de 5 m/día y la velocidad de flujo subterráneo del acuífero, de unos 15 cm/día.

### **69\*\*\*SALADILLO(Saladillo)**

Por ruta 205 desde Buenos Aires. A unos 180 km al sudoeste de la ciudad capital. A 35°38'00Sur y 59°46'55Oeste. Cota 44msnm. Cuenta con una población de 29.600 habitantes al 2001.

Se asignan parámetros de caudales e hidráulica del acuífero, compatibles para la zona.

La perforación registra caudales de 155m<sup>3</sup>/h, con caudales específicos de 7,5 m<sup>3</sup>/h/m. La profundidad total de -150mbbp con niveles estáticos de -5mbbp y dinámicos de -25mbbp. La transmisividad 410 m<sup>2</sup>/d y un coeficiente de almacenamiento de  $1 \times 10^{-3}$ . A 300 metros del eje del pozo no existen interferencias entre las perforaciones existentes. El residuo total es 450 mg/l a la fecha del ensayo. Es conveniente, una separación entre las perforaciones, para no generar interferencias con las explotaciones. Datos físico/químicos históricos registran Residuos totales 405 mg/l; Nitrato 60 mg/l; Cloruro 210mg/l; Sulfato 11 mg/l; Arsénico vestigios; Fluor 0,7mg/l. Dato Perforación del exFFCCRoca (OSN).

### **70\*\*\*SALDUNGARAY(Tornquist)**

Esta localidad esta ubicada al sudoeste de la provincia a 60 km de Tornquist. Se accede desde La Plata por rutas N215; RN3; RN226; RP76 y de esta Sierra de La Ventana por la ruta P72 a la localidad. Al año 2007 contaba con 1365 habitantes. A 38°12'04Sur y 61°46'22Oeste. Cota 225msnm. Se localiza perforación en el lugar, análisis físicoquímico histórico y actual de la calidad del agua de perforaciones 1 y 2; perfil litológico; grafico recuperación, análisis granulométrico del acuífero a explotar, curva acumulativa, y diagrama de caudales. Los parámetros son, nivel estático -17,19mbbp, nivel dinámico -18,88mbbp, caudal 33,6m<sup>3</sup>/h, caudal específico 19,88m<sup>3</sup>/h/m/d. El acuífero es freático se capta con un primer filtro a -21,7mbbp hasta -27,7mbbp en relleno moderno cuartario hasta los -28mbbp, con grava conglomerádica y samita gruesa poca compactación hasta -24mbbp. Entre -24mbbp y -26mbbp una arcilla limosa con intercalaciones de psamita fina. Luego sigue una cuarcita compacta muy diaclasadas del Paleozoico Superior (Formación Sauce Grande?), acá está el segundo filtro a -31,7mbbp y -40,7mbbp. La recuperación es en 12 minutos. La depresión (-1,69m) en 2 minutos, arriba a dinámico en -18,88bbp. Los análisis físico químicos de sendos pozos son: SDT 870/670 mg/l, Cloruro 155/120, Sulfato 120/90mg/l, Calcio 30/40mg/l, Nitrato 39/25mg/l, 282/197mg/l, Magnesio 16/14mg/l, Ph (potenciométrico) 7,3/7,5, Dureza total 140/160mg/l, Alcalinidad total 375/300 mg/l.

### **71\*\*\*SALTO(Salto)**

A esta localidad se accede por la ruta N8 ó N7 desde Buenos Aires, con desvío por ruta P31 desde esta última. La población es de 29.189 habitantes según censo del año 2001. A coordenadas 34°17'36Sur y 60°14'54Oeste. A cota 54msnm. Existen perforaciones a profundidades de -65mbbp para obtener caudales de 40 m<sup>3</sup>/h, con una altura manométrica de la bomba de 70metros, perforando en la formación Pampeano con filtros entre -50mbbp y -64mbbp. Pozos de refuerzo, pueden ser ubicados sobre ruta P191 hacia Carmen de Areco a unos 400m de pozos existentes. Con un consumo actual de 121 l/s con una dotación de 360 l/h/día. Existe déficit en la producción de +-150 m<sup>3</sup>/hora; al año 2007 se cubre con perforaciones complementarias. Análisis físicoquímicos de perforaciones en una zona con concentración mayor en Arsénico y Nitrato seguramente por sobreexplotación. Otros análisis: Sólidos Disueltos Totales (STD) 930mg/l; Nitrato 62mg/l; Ph 7,5; Cloruro 64mg/l; Dureza 117mg/l; Alcalinidad 510mg/l; Sulfato 96mg/l; Fluor 1,4mg/l; Amonio 0,03mg/l; Nitrito 0,01mg/l; Arsénico 0,03mg/l. Otro pozo: Nitrato 67 mg/l y SDT 958mg/l; Cloruro 64mg/l; Sulfato 84mg/l; As 0,03mg/l. Otras perforaciones con SDT 1.020mg/l; Nitrato 45mg/l; Arsénico 0,06mg/l; Fluor 1,6mg/l.

### **72\*\*\*SAN ANTONIO DE ARECO(San Antonio de Areco)**

Esta ciudad esta ubicada hacia el noroeste de Buenos Aires y a 113 km, sobre ruta N8 y 3 km del cruce con ruta P41. Cuenta con una población actual de 17.764 habitantes según el censo del 2001. A 34°14'34Sur y 59°28'47Oeste. Cota 24msnm. Actualmente se percibe la falta de caudales y también en algunos casos presencia de nitratos en dichas aguas. Se determinan zonas favorables para perforar con aptitud al recurso, al norte de la ciudad, sobre la margen izquierda del Río Areco. Actualmente se explotan 9 pozos, con 2 desactivados, por tener una concentración en elemento Nitrato. Los caudales son de 16,6 l/s unos 60 m3/h por pozo, el promedio total es 129,4 l/s. Con un nivel de nitratos que superan los límites del Código Alimentario Argentino de 45 mg/l. Se contempla unas 12 perforaciones con caudales totales de 200 l/s; 60 m3/h cada una, con niveles dinámicos de -18mbbp y una profundidad promedio de -65 mbbp. El perfil litológico muestra hasta los -32,40mbbp un limo arcilloso con tosca color pardo claro; entre -32,40 y -37,20mbbp un limo arcilloso; entre -37,20 y -44,50mbbp arcilla gris con tosca; finalmente entre -44,50 y -63,50mbbp una arena fina a mediana amarillenta hacia la base; luego arcilla azul plástica. Existen problemas de contaminación con nitratos, según casos, responde cierre de pozos y reemplazo en el campo de explotación. El INA estudió en la localidad y en base a información detallada define el techo del Puelche a -38mbbp en S.A.Areco; -25mbbp en Atucha y Alsina; -72mbbp en S.A de Giles. Los espesores de las arenas son respectivamente de 4, 14, 45 y 48m para S.A.de Giles, San Antonio de Areco, Mercedes y Baradero. Los caudales según lo perforado para el frigorífico Don Segundo son de 50 m3/h con una conductividad de 957 umho/cm. La perforación Ea. El Centinela muestra surgencia a +0,70mbbp, con conductividad de 903 umhos/cm. Considerando pozos perforados para la explotación más los ejecutados por el INA para estudio, la sección del Puelche se encuentra entre los -36mbbp y -67mbbp. La contaminación por nitrato a través del tiempo de explotación es muy grande sobre todo en el casco urbano (pozos 1, 2, 6, INA3). Finalmente se recomienda instalar red monitoreo de niveles de agua y calidad química.

### **73\*\*\*SAN GERMAN(Puan)**

Su acceso puede ser también desde la ciudad de La Plata por ruta P6 a Cañuelas sigue ruta P65 y a Pigué por ruta N33 y a Puán por ruta P67, de allí a Bordenave, 17 de Agosto, Villa Iris y luego ruta N35 hasta la localidad. Bahía Blanca está a 85 km. Ubicada al sudoeste de la provincia de Bs. As. A coordenadas 38°18'03Sur y 62°58'44Oeste. Cota 180msnm. La población al año 2006 es de 180 habitantes. La fuente subterránea esta comprometida por mala calidad fisicoquímica, según se desprende abajo en el análisis. Se perforaron dos perforaciones a una profundidad de -50mbbp con diámetro de 8" con caudales de extracción de 2,5 m3/hora. El agua de las perforaciones alimenta un equipo de ósmosis inversa con capacidad de producción de 500 l/hora y tanques de reserva de agua cruda (2,5 y 10m3). A menos de 50km al norte de San German, en Bordenabe, prácticamente en un mismo ambiente geomorfológico una perforación a -39mbbp con residuo seco de 0,6g/l, dentro de parámetros potables, las concentraciones de elementos como arsénico y flúor son de 0,11mg/l y 5,5mg/l, respectivamente. Los datos mencionados en un análisis de agua, allí son un marcador para la zona incluyendo a esta localidad de San Germán. Datos de esta localidad tienen un el perfil litológico entre -2mbbp y -23 mbbp de carbonatos muy cementado (tosca). A -23mbbp hasta 30mbbp sedimentos tipo limosos. Entre -30mbbp a -38mbbp limoarcillosos y de -38mbbp a -54mbbp limos escasamente arcillosos. Se ensaya este acuífero a caudales de 2,4m3/h por 18 horas de bombeo. El nivel estático se recupera a las 9 horas a -13,23mbbp. A un escalón de bombeo de 3,5m3/h el nivel dinámico baja a -29,15mbbp. A las 18horas de explotación a 2,4 m3/h el nivel dinámico se ubica a -27,34mbbp (estático -13,23mbbp). El equilibrio de niveles se establece a 90 minutos del bombeo y 90% de la recuperación a los 10 minutos de la parada. El parámetro transmisibilidad, según Theiss es de 46 m2/d. El rendimiento específico de 0,170 m3/h/m/d valor muy bajo. Como acuífero se define como tipo multicapa. Los análisis fisicoquímicos indican que el nivel inferior como el superior con alto porcentaje de flúor y arsénico. Sólidos totales 670mg/l. Dureza 59mg/l. Alcalinidad total 400 mg/l. Cloruros 60 mg/l. Sulfatos 71mg/l. Calcio 16 mg/l. Nitratos 9 mg/l. Nitritos y Amonio <0,01mg/l. Fluoruros 5,5 mg/l. Arsénico 0,11mg/l. Sódio 250mg/l. Magnesio 5mg/l. Ph 7,2.(nivel inferior pozo).

### **74\*\*\*SAN JORGE (Laprida)**

Por ruta 51 y 76 desde Azul. Esta ubicada a 48km de Laprida y 58km de General Lamadrid. A 37°13'40Sur y 60°57'44Oeste. Cota 188msnm. Población de 273 habitantes al año 2001. Se define la fuente como subterránea. Captando en el acuífero Pampeano, por una perforación a una profundidad de -40mbbp en un diámetro de 13", con un caudal de 20m3/h y una Hm 25mca de la bomba. Se debería instalar un sistema de Ósmosis Inversa, y capacidad para determinar un equilibrio entre la oferta y demanda. El perfil litológico tiene entre: -00.00mbbp/-26.00mbbp, sedimentos cuaternarios con carbonatos, e intercalaciones de arenas. Entre -26.00/-40.00mbbp, sedimentos limo arenoso/arcilloso.

El filtro desde abajo a -39mbbp hasta -21mbbp, desde allí a la superficie se usa un caño prolongación filtro. Los análisis físico/químicos presentan anomalías en el elemento fluor, con 2,1 mg/litro. Se trabaja con caudales máximos de 20 m3/hora hacia una planta de Osmosis Inversa. Datos físico/químicos históricos OSN49917, en una perforación semisurgente. Contiene un Residuo total de 908mg/l; Alcalinidad 465mg/l; Cloruro 130mg/l; Sulfato 82mg/l; Arsénico 0,18mg/l; Fluor 3mg/l. El problema de las calidades esta en los elementos químicos de Arsénico y Fluor, desde una fase inicial de la explotación en la localidad.

#### **75\*\*\*SAN MIGUEL ARCANGEL(Adolfo Alsina)**

Para esta localidad ubicada desde Bs.As. ruta N3 y ruta P60 desde Olavaria pasando Carhué, 45 km hacia el sudoeste por camino de tierra. A 37°26'58Sur y 63°07'00Oeste. En una cota a 183msn. Contiene una población de 681 habitantes al 2007 siendo una colonia. Con una proyección de 829 habitantes al 2028. Se define una fuente subterránea a una profundidad de -30mbbp, con un caudal de bombeo de 12 m3/h para una Hm 33mca El caudal máximo diario a 20 años es de 5,80 m3/h y el agua tratada en su caudal máximo horario de 2,76 m3/h, el cálculo de dotación es de 120 l/h/d. Los caudales de consumo humano son de 10 l/h/día.

#### **76\*\*\*SAN MIGUEL DEL MONTE(Monte)**

Su acceso es por la ruta nacional 3 desde Buenos Aires y ruta 215 desde la ciudad de La Plata. A 35°26'05Sur y 58°49'04Este. A una cota de 24msnm. Tiene una población de 17.488 habitantes, según el censo de 2001. Los pozos definen la oferta con 21 perforaciones. Se perforan pozos con caudales que van de 5m3/h hasta 56m3/h, con potencias que oscilan entre 2HP y 15HP. Los análisis de calidad observados indican: Arsénico 0,08mg/l; Vanadio 0,15mg/l; Nitrato 26mg/l; Flúor 0,8mg/l; Residuo a -15mbbp 1027mg/l; Residuo a -40mbbp 1819mg/l. Sulfato 380mg/l; Cloruro 337mg/l. Se reconoce según lo analizado algunos parámetros están fuera de la norma establecida por el CAA. Los caudales máximos de la fuente en explotación son de 7.800m3/día, para esta población. Análisis físico/químicos históricos de la OSN municipal 50547/52: Residuos salinos 2.454mg/litro; Alcalinidad 600mg/l; Cloruro 550mg/l; Sulfato 288mg/l; Arsénico 0,04mg/l y Flúor 0,8 mg/l. Los análisis físicoquímicos finales presentados (sumatoria de los pozos) muestran un S.D.T. de 1390mg/l; Sodio 442mg/l; Sulfato 287mg/l; Cloruro 331mg/l; Aluminio 0,05mg/l; Ph 7,61; Turbiedad 0,15 UNT; los elementos. Los pozos de Chacra 18(salvo el P16 con caudales de 30m3/h y 15HP9, tienen caudales de 5m3/h, otros oscilan desde 12, 18, 21 hasta 39, 44, 52 y 57m3/h. Fichas de pozo integrada por un perfil litológico indica una profundidad de -40mbbp, un nivel estático a -3,10mbbp y un nivel dinámico a -122,37mbbp. La depresión de la bomba a 9,27m a un caudal de 20m3/h; y el caudal específico 2,16m3/h/m/d. Todo dentro de un Cuaternario. El filtro está en un área con litología muy fina, limosa carbonatada a -19mbbp a -23mbbp.

#### **77\*\*\*SAN NICOLAS(San Nicolás)**

Por ruta nacional 9 desde Buenos Aires hacia el nornordoeste de la provincia. Ubicada en límite con Santa Fé. A 33°19'42Sur y 60°13'55Oeste. A una cota de 22msnm. Cuenta con una población al año 2001 de 137.867 habitantes. Algunos pozos tienen problemas por sobreexplotación. Presentan niveles de manganeso y otros sobre valores normales También por antigüedad del material, se detectaron filtros en mal estado con arrastre de arena y presencia de nitratos. La oferta al 2005, es un suministro parcial por medio de 30 perforaciones a una profundidad entre -50mbbp y -70mbbp desde las arenas puelches. La fuente genera un 55% del suministro por agua subterránea, con una producción aproximada a los 1.500 m3/hora, el resto es por una captación superficial desde el río Paraná a una planta potabilizadora con una producción de 1.200 m3/hora. Se referencia un caudal unitario por pozo de +95m3/h, con niveles dinámicos de -30mbbp. Se evitan aguas con concentraciones de manganeso y nitratos, sobre las normas de agua potable con nuevas perforaciones, ubicadas en nuevas áreas desarrolladas en la ciudad. Otras tienen caudales de 60m3/h, caudal específico de 7 m3/h/m/d, a una profundidad de -70mbbp. Niveles estáticos a -11mbbp y dinámicos a -20mbbp. El acuífero Puelche tiene un espesor promedio de 25m y se lo encuentra a partir de una profundidad de los -30mbbp.

#### **78\*\*SAN PEDRO( San Pedro)**

Se accede a esta localidad(55.234 habitantes censo 2001) por ruta N9 desde Buenos Aires, el paraje de Vuelta de Obligado, está ubicado al noroeste de la ciudad de San Pedro a unos 17 km de distancia a orillas del río Paraná. A 33°40'51Sur y 59°39'53Oeste. A cota 29msnm. La población de Vuelta de Obligado cuenta con unos 475 habitantes (2007). La fuente es subterránea explotándose el acuífero Puelche. La fuente de agua esta ubicada a una profundidad de -70mbbp. En la ciudad San Pedro el acuífero Puelche se encuentra entre unos -30mbbp y -70mbbp. Otros datos de la fuente, que garantizan la obra son, la profundidad de -65mbbp, con una bomba de 20m3/h con potencia de 7,5HP. Los análisis físicoquímicos del agua del pozo presentan características normales.

Contiene Sólidos Totales 482mg/l, Conductimetría 778uS/cm; Arsénico 0,025mg/l; Fluoruro 0,89mg/l; Nitrito 23,6mg/l; Sulfato 3,5mg/l; Cloruro 77mg/l; Dureza Total 78mg/l; Nitrito <0,01mg/l; Alcalinidad Total 492mg/l.

#### **79\*\*\*SANSINENA(Rivadavia)**

Esta ubicada al oeste de la provincia de Buenos Aires, a 40 km de la localidad de América y a 100 km de General Pico (La Pampa). Desde la ciudad de La Plata se accede por ruta N33 y ruta P70. A 35°16'29Sur y 63°12'47Oeste. Cota 115msnm. La población al año 2007 es de 535 habitantes. El 70 % de esa población se abastece por agua de lluvia y el 20% y 10% con perforaciones y bombas de mano respectivamente. Para beber y uso de alimentos usan agua envasada, a la fecha. La fuente a usar es subterránea, con dos perforaciones extrayendo un volumen total de 3 m<sup>3</sup>/h a una profundidad estimada de -15mbbp, dado que más profundo se incrementa la salinidad. La extensión del filtro está entre -10mbbp y -14mbbp. El diámetro del pozo es de 4". El agua tratada con un equipo de ósmosis inversa para un caudal de 1 m<sup>3</sup>/h de producto tratado. Con ello se eliminará el exceso de Flúor (7,5mg/l) y Arsénico(0,16mg/l); Nitratos 11 mg/l y Sólidos totales con 1.225mg/l, según indica un protocolo del análisis físicoquímico.

#### **80\*\*\*SANTA CLARA del MAR(Mar Chiquita)**

Se localiza por ruta P11 a unos 17 km al norte de la ciudad de Mar del Pata. A 37°50'05Sur y 57°30'15Oeste. A cota 7msnm. Con 5.204 habitantes según censo de 2001. Tiene como oferta máxima 4320 m<sup>3</sup>/día, determinada por la acción de 20 perforaciones con caudales de 9 m<sup>3</sup>/hora, con una explotación por 24 horas, se cubre la oferta estival, que es de 3 meses. Durante el resto de la temporada, una oferta menor produce un uso alternativo de pozos, con menores caudales y menos unidades en actividad, consecuentemente con un menor gasto hidráulico y de consumo eléctrico. Todo ello posibilita mejorar el perfil de recuperación en los niveles de las perforaciones, dada la sobreexplotación en los meses estivales. Para la ecuación de Thiem para 1 día de explotación se tiene valores de (radios de interferencia) Ri = 47 m; para 5 días Ri = 159m; finalmente para 10 días Ri = 225 metros. Demanda poblacional en un período estival es 4.600 m<sup>3</sup>/día(año 1999).

Respecto a parámetros de pozos, en cuanto a niveles estáticos son de -2,85 mbbp; nivel dinámico -9,34 mbbp; depresiones de 6,49 m; caudales 9,0m<sup>3</sup>/h; rendimientos específicos 1,37 y 1,51 m<sup>3</sup>/h/m; transmisibilidad 300 m<sup>2</sup>/d y coeficiente de almacenamiento de 0,30.

Ri (THIEM) = Radio interferencia pozo = 47m; profundidad pozo: -60/-80mbbp.

Físico/química del agua: Un residuo salino a 105°C de 800 mg/l; Dureza total 400 mg/l; Cloruro 124 mg/l; Sulfato 42 mg/l; Nitrito 11mg/l

La litología: arriba a abajo: arenolimoso/limoarenoso/arenoarcilloso.

Cálculos de Radios de interferencia:

Con 10 días de bombeo tenemos ri= 225 m

Con 5 días de bombeo tenemos ri= 159 m

La fórmula aplicada para las interferencias responde aproximadamente a:  $2,25 \sqrt{(T_x \text{ t/S})}$ .

#### **81\*SANTA COLOMA(Baradero)**

Se llega por la ruta nacional N8, desde Buenos Aires, hasta el cruce con ruta provincial 41 a San Antonio de Areco, hacia nrooeste y corto desvío al oeste. A 34°03'40Sur y 59°33'33Oeste. A una cota de 36msnm.

Es una población con 169 habitantes registradas por el censo del año 2001. Perforando el acuífero Puelche. Este se encuentra según las localidades alumbradas a profundidades diferenciales, profundizando a medida que se da un desplazamiento hacia el Oeste en la provincia. Los parámetros hidráulicos del perfil del pozo, se encuentran dentro de límites normales. Un ensayo de bombeo a caudal constante da lo siguiente:

Nivel estático -6,80mbbp; Nivel dinámico -11,86 mbbp; Depresión -5,06mbbp; Transmisibilidad 133,1 m<sup>2</sup>/día; Permeabilidad 8,32m/día; Caudal bombeo 10 m<sup>3</sup>/h; Caudal específico 1,98 m<sup>3</sup>/h.m; Profundidad -70 mbbp. Un perfilaje eléctrico con potencial espontáneo(PE) y Resistividad(R) aparente, indican claramente la capa productora del acuífero puelche, entre -46m y -64mbbp. Análisis físico/químico presenta parámetros normales, con residuos de 495 mg/l, según lo requerido por el Código Alimentario Argentino. Los caudales a extraer son bajos, 5m<sup>3</sup>/h, debajo de los potenciales del acuífero.

Se analiza la posición de la perforación en función de las curvas de nivel, pendientes y ubicación de viviendas, para evitar flujos contaminantes futuros. La locación de los pozos, esta en cotas elevadas, respecto al resto del égido urbano. Evitando una topografía baja, que sirve de base a escurrimientos superficiales y subterráneos, con flujos de pozos negros y contaminación de superficie, ingresando por filtración vertical de zonas de aereación hacia la freática por filtración vertical descendente, hacia el acuífero productor.

Utilizando una normativa de estudio para análisis hidrogeológicos en la ciudad de Buenos Aires sobre acuíferos productores (Auge M.), a profundidades de arenas puelches, -38/-55mbbp, para Santa Coloma a -60/-70mbbp, se ingresa por fvd, al puelche desde el Pampeano, unos 10.000 m3/año con agua de recarga, sobre áreas de 0,5 km2, es de suponer un arrastre desde pozos negros, y cargas contaminantes en un 10% sobre esos volúmenes. Los análisis periódicos, controles de calidad, cambio de locación de perforaciones hacia el oeste de la población, son acciones futuras necesarias. No existe a la fecha problemas cualicuantitativos en esta fuente, considerando al acuífero sin impactos negativos.

### **82\*\*\*SIERRA DE LA VENTANA (Tornquist)**

A unos 43 km por ruta al Este de la localidad cabecera del partido Tornquist. A 38°08'28Sur y 61°47'38Oeste. Con una cota de 250msnm. Esta población tiene 1.514 habitantes según censo del año 2001. Esta en una cota topográfica promedio de +263msnm. El sistema consta de unos 6 pozos, algunos con problemas de nitrato. Por estar emplazados en zona céntrica y existir sistemas de disposición de líquidos por cámaras sépticas y pozos absorbentes en viviendas, el líquido séptico filtra a las napas productoras de agua. Otros dos pozos más, localizados en una cota alta a la entrada norte del pueblo. La zona de perforación está a un nivel topográfico más alto que la población, con lo cual se tiene menor riesgo de contaminación potencial y/o real. La localidad se encuentra surcada por el río Sauce Grande.

Los datos técnicos de la perforación son: Nivel del terreno: +41,98msnm; profundidad P7 : -40mbbp; bomba para un caudal de 40 m3/h; filtros: -25mbbp a -40mbbp; nivel estático: -6/7mbbp 1ra napa y -16mbbp 2da napa.; nivel dinámico -22,10mbbp para caudales de 53 m3/hora.

Perfil litológico: -00/-04m suelo vegetal; -04/-06m Arena limosa; -06/-09m Arena limosa; -09/-15m Arena limosa c/matrix limosa; -15/-23m Idem anterior; -23/-41m Idem anterior.

El perfil se muestra desde la vista del impacto a la contaminación, como vulnerable. El riesgo que corre el mismo, se reduce por una ubicación in situ, en el campo, por personal especializado. Se determina la zona en primer lugar por la cota topográfica que aquí es +42msnm. Al estar influenciada por áreas topográficas negativas un área a captar, por medio de un plano integral de la región, por ejemplo a escala 1:50.000, es una importante ayuda para reconocer puntos más favorables para localizaciones de pozos. Análisis físico/químicos históricos OSN55521, sólo como dato responde a la localidad cabecera del partido: Tornquist (Sierra mediante). Un Residuo total 675mg/l; Alcalinidad 334mg/l; Cloruro 70mg/l; Sulfato 72mg/l; Arsénico <0,04; Flúor 0,4mg/l. Otros análisis físico/químicos OSN 55522/23/24/25/26 con Fluor entre 2 y 2,6mg/l.

**83\*\*\*SUIPACHA(Suipacha)** Esta localidad está ubicada sobre ruta N5 entre las ciudades de Mercedes y Chivilcoy. A 34°46'13Sur y 59°40'56Oeste. Cota 46msnm. Contiene una población de 8.904 habitantes según el censo nacional de 2001. El estudio hidrogeológico realizado cubre una superficie de 100km2. Consiste básicamente en un relevamiento de aguadas cercanas a la localidad. Se realizaron muestreos químicos en los distintos puntos afectados, con énfasis en Arsénico y Nitrato. Luego se realizan 4 perforaciones de estudio en sendas áreas determinadas, a -12 y -18mbbp respectivamente. Se bombearon los pozos durante 72 hs ininterrumpidas. El área 1: As 0,07 a 0,08mg/l y Conductividad hasta 2330uS/cm en -12mbbp y hasta 2490uS/cm a -18mbbp. El caudal específico es de 3,0m3/h/m. El área 2: As 0,04mg/l a -12mbbp y 0,08mg/l a -18mbbp. Conductividad a -12mbbp 715uS/cm y a -18mbbp 959uS/cm. El caudal específico es de 0,7m3/h/m. Referidos a los Nitratos están debajo de las normas de potabilidad en ambos sectores. Conforme a ello el área 2 será necesario deprimir un nivel a -10m para obtener 5m3/h por pozo con 6 pozos de -12mbbp separados a 100m se obtendrán 30m3/h. se advierte que el Arsénico puede pasar de 0,04 a 0,06 mg/l con la explotación. Los análisis físicoquímicos, dan elevada concentración de arsénico. Se observan incrementos de conductividad a 60 minutos del comienzo del bombeo con 2300 uS/cm y a 4020 minutos con 2330 uS/cm. (Pozo 1 a -12mbbp). En el estudio del pozo 2 a -18mbbp a los 60 min 2350 uS/cm, a los 4320 minutos, con 2480 uS/cm. Se recuerda el consumo a poblaciones, el uso del agua se denomina como explotación intensiva. El área presenta dificultades para explotar al recurso hídrico a nivel de aptitud de calidad, muy comprometida por causas endógenas. El uso de tecnología que reduce o elimina Arsénico y Fluor del tipo ósmosis inversa es conveniente.

### **84\*\*\*TANDIL(Tandil)**

A Tandil se accede por la ruta P74, cruce con ruta N2 en Las Armas, a Buenos Aires y Mar del Plata en dirección norte y sur respectivamente. A 37°19'01Sur y 59°07'57Oeste. Cota 185msnm. Tiene una población según el censo de 2001 de 108.109 habitantes. Existen áreas limitadas, sin servicios cloacales, que pueden contribuir a recargar al acuífero, aquí de tipo libre o semilibre con elementos contaminadores como lo es el elemento Nitrato. El mismo se define como acuífero semilibre, aunque falta determinar los coeficientes de almacenamiento.



Del sudeste hasta el este, se recorre parte del perímetro de la cuenca hidrogeológica, integrada por sedimentos del Pampeano ubicados en áreas del tipo llanura, al pie de afloramientos precámbricos del macizo de Tandilia. Las profundidades se incrementan distalmente desde afloramientos del macizo de Tandilia hacia el campo (desde alturas de 400msnm hasta 160msnm). Las perforaciones al este de la ciudad, están alejadas de posibles impactos en caminos vecinales secundarios. Las perforaciones en uso actual, fuera del área céntrica, están hacia la periferia de la ciudad. Las perforaciones más antiguas están en el centro de la urbe y presentan mayores concentraciones de nitratos. Las perforaciones un total de 36 aproximadamente, tienen caudales promedio de 70 m<sup>3</sup>/h. Se reconoce la zona con riesgos potenciales y vulnerabilidades medias. No obstante, los antecedentes históricos no registran accidentes antrópicos en las distintas áreas y solo registros puntuales en nitratos en algunas localizaciones con valores en aumento a través del tiempo de uso. Los pozos de explotación más recientes se pueden localizar a unos 7.000 metros del centro urbano de la ciudad. Se debe tener en cuenta la conservación del acuífero a los factores de riesgo y vulnerabilidad real del mismo. Datos fisicoquímicos históricos de la OSN de los primeros pozos perforados indican un residuo total entre 859 y 494 mg/l; Cloruros entre 39 y 92 mg/l; Sulfatos entre 6 y 17 mg/l; Nitrato entre 46 y 170 mg/l (pozo n1); Sílice 49 y 54 mg/l; calcio 83 a 132 mg/l; Magnesio 34 a 45 mg/l; Sodio y Potasio 17 y 25 mg/l; Fluor 0,4 mg/l; Arsénico <0,04 mg/l; Dureza total 315 a 465 mg/l; Alcalinidad 289 a 304 mg/l; Color 2; UNT 0,2 y Ph 7,1 a 7,4.

### **85\*\*\*TORNQUIST(Tornquist)**

Esta localidad cabecera del partido está ubicada por ruta P76, desde la ciudad de Olavarría y cruce ruta N3 hacia Azul. A 38°05'59 Sur y 62°13'18 Oeste. Con una cota topográfica de 293msnm para el relieve.

Cuenta con una población de 6.066 habitantes registrados con el censo 2001. El abastecimiento es por medio de una fuente subterránea a través de perforaciones, oscilando la profundidad entre -60 y -112 mbbp. Los caudales son proporcionales a la profundidad, por ejemplo se obtienen caudales entre 20 y 22 m<sup>3</sup>/h en pozos de una profundidad de -60 mbbp. Los caudales superan ese nivel mencionado hasta los 35 y 41 m<sup>3</sup>/hora, con caudales específicos entre 4 y 8 m<sup>3</sup>/h/m, para profundidades de -70 y -112 mbbp. Los niveles estáticos allí son de -10 mbbp y dinámicos -15 mbbp. La calidad del agua dentro de parámetros normales, con residuos salinos totales de 875 mg/l, el Nitrato promedio en pozos es de 43 mg/l. Arsénico 0,03 mg/l, Cloruro 110 y Sulfato 119 mg/l. Fluor 2,10 mg/l. Son registros promedio. Prácticamente dentro de la norma de calidad, menos el elemento Fluor, que por normas está en 1,5 mg/l.

### **86\*\*\*TRENQUE LAUQUEN(Trenque Lauquen)**

Esta ubicada a 450 km de la Capital Federal, por ruta N5. A 35°58'23 Sur y 62°43'57 Oeste. Cota 95msnm. Cuenta con una población 40.181 habitantes al censo de 2001. Si bien la gran mayoría de las poblaciones del interior provincial cuentan con fuentes subterráneas, este noroeste provincial cuenta con escasas de agua dulce. Esta suma una superficie de unas 66.000 km<sup>2</sup> contando con limitados bolsones de agua dulce que genera acuíferos lentiformes. La localización de estos cuerpos de agua exige su localización precisa y su estudio para conocer su comportamiento frente al bombeo, puesto que estos acuíferos deben explotarse a bajos caudales como ya se ha mencionado reiteradamente. Se destaca que localidades vecinas como Pehuajó y Carlos Casares obtiene el recurso importando el agua por acueducto desde 100 km de longitud. Rivadavia y Villegas donde se distribuye el agua en bidones. Actualmente se tienen más de 13.000 conexiones domiciliarias con 40 perforaciones con un caudal total de 480 m<sup>3</sup>/h. Lo que hace un promedio por pozo de 12 m<sup>3</sup>/h. Para ello se explotan a saber: a) La lente Zona Norte hacia el norte adjunto a la ciudad; b) Lente ruta 5 y 33; c) Lente El Mate sobre ruta N5; d) Lente Mari Lauque, al sudoeste de ruta N5. Un perfil de pozo muestra una primera etapa al Holoceno o Pospampeano hasta -6 mbbp (arena limosa) y luego entre -6 mbbp y los -25 mbbp donde llega la perforación un limo arenoso con material calcáreo diseminado de la formación pampeano Pleistoceno, donde se instala el filtro. Frente a pozos ya salinizados, con caudales de extracción en 40 m<sup>3</sup>/h, se considera un caudal de explotación individual favorable para este tipo de acuíferos en la región.

El déficit actual es de 200 m<sup>3</sup>/h, con una caída de nivel de cisterna en 1m, sin recuperación de niveles nocturnos por mínimo consumo. En Mari Lauquén un área al sudeste de la ciudad, se explotan pozos con bajos caudales, pero el exceso de demanda determina explotaciones intensivas con puestas en marcha de 24 hs/día, durante 5 años consecutivos (salvo mantenimientos). El efecto de la misma genera una salinización incremental en elementos de cloruros, sulfatos y sodio a través del tiempo. La obra propuesta es: **a)** a través de nuevos pozos generar rotaciones en el área de Mari Lauquén y posibilitar la recuperación de los pozos en su aptitud química ya que la alimentación es pluvial directa. **b)** Que las nuevas perforaciones aporten soluciones a los excesos de demanda. **c)** Desarrollar una nueva cañería de Ø 355mm para compensar el acueducto en uso de Ø 200mm que recoge el agua de 13 pozos en actividad. En la lente de Mari Lauquén, se propone perforar dos pozos a -25 mbbp con electrobombas sumergibles con 18 m<sup>3</sup>/h de caudal. La pregunta es porque no se explota a los caudales promedio de 12 m<sup>3</sup>/h. que aparentemente no genera salinidad en el agua.

Un bombeo continuo como el caso de la lente de Mari Lauquén, desarrolla una salinización a valores de caudales bajos, que no se mencionan. Se realiza un muestreo con 26 perforaciones particulares y 22 perforaciones en explotación (batería Mary Lauquen). Sobre 22 perforaciones solo 6 tienen bajos niveles salinos debajo de la norma. Solo equivale a un 27%; los caudales de explotación están comprendidos entre 17 y 27 m<sup>3</sup>/hora con valores elevados de salinidad. Comparándolos con los pozos particulares en general mas someros donde la salinidad es menor. El modelo hidroquímico responde a una zonación química vertical del agua subterránea con incremento de sales en profundidad. Puede definirse una correlación entre morfología-escurrimiento subterráneo y salinidad. Un campo indirecto como es el geofísico, se determina una línea en M. Lauquen factible de encontrar agua de mejor calidad. Los caudales de las explotaciones futuras, recomiendase usar valores inferiores a 18 m<sup>3</sup>/h. Para el tipo de acuíferos en cuestión 10m<sup>3</sup>/h.

#### **87\*\*\*TRES PICOS(Tornquist)**

Su3 acceso es por la ruta P14 y luego la ruta P6 ruta N205 a Bolivar y la P65 a Guaminí hasta la ruta N33 hasta la localidad. Se encuentra cercana a la ciudad de Bahía Blanca. También a 30 km de Tornquist. A 38°17'23Sur y 62°12'32Oeste. Cota 252msnm. El censo de 2001 da una población de 98 habitantes. Se utilizan motobombardadores individuales para extraer el agua que se consume. Se hace referencia a una perforación ubicada al noreste del poblado y a una profundidad de -50mbbp con un diámetro de 8". La bomba de extracción es para 5 m<sup>3</sup>/hora con una Hm 40mca. La información obtenida, incluye la posibilidad de encontrar agua a la profundidad asignada, con los caudales necesarios. Los análisis físico químicos corresponden a la perforación mencionada arriba El Ph 7,7; Cloruro 31mg/l; Dureza 98 mg/l; Alcalinidad 276mg/l; SDT 510 mg/l; Sulfato 19mg/l; Fluoruro 0,9mg/l; Amonio 0,03; Nitrato 18mg/l; Nitrito 0,01mg/l; Arsénico 0,01mg/litro.

#### **88\*\*\*VEDIA(Leandro N.Alem)**

Por ruta 7 desde Buenos Aires a Junín, hacia el Oeste a unos +-57 km. A 34°29'51Sur y 61°32'10Oeste. A cota 91msnm. Una población de 8.089 habitantes determinada por el censo de 2001 y 7.242 habitantes en el año 1991. La calidad del agua esta alterada por niveles de arsénico, sobre valores normales. Con 4 pozos movilizados por 4 bombas sumergibles, con una potencia de 25HP con una altura manométrica 65mca y caudales de 30 m<sup>3</sup>/h., desde una profundidad de -30mbbp, con filtros de 3metros de longitud hasta el fondo. Análisis físico químico histórico OSN: pozo municipal Residuo salino 902mg/litro; Arsénico 0,06mg/l; Cloruro 125mg/l; Sulfato 70mg/l y Fluor 0,9mg/litro.

#### **89\*\*\*VIEYTES (Magdalena)**

Por la ruta P11 desde la ciudad de La Plata hacia el sudeste, desde allí por ruta P20 o por ruta P36 desde Poblet (al sur de La Plata). A 31°15'59Sur y 57°34'34Oeste. Cota 21msnm. Con 295 habitantes en el censo de 2001 y 248 habitantes al año 1991. En el año 2005 presenta 341 habitantes..La alternativa a explotar es una fuente de origen subterránea. La misma tiene un caudal a extraer de 7m<sup>3</sup>/hora, altura manométrica(Hm)de la bomba de 23m y una profundidad de la perforación de -86mbbp. El perfil del pozo3, corresponde a General Mansilla (ex estación Bavio, 1.684 habitantes al 2001). Esta población situada a 25 km al noreste de Vieytes, donde se captan datos de interés, al no tener registros más próximos. Los parámetros de la perforación son: Niveles estáticos -5,47mbbp, depresión de 7,09 m, con un caudal 81,50 m<sup>3</sup>/h. La depresión es 6,37m con niveles dinámico de -11,84mbbp y caudales específicos de 12,79 m<sup>3</sup>/h/m. La duración del ensayo de bombeo es de 360 minutos. Cuadro resumen: Caudales: 1er caudal. 51,70m<sup>3</sup>/h; 2do caudal 60,37m<sup>3</sup>/h; 3er caudal 70,29m<sup>3</sup>/h; 4to caudal 81,50m<sup>3</sup>/h. Las depresiones respectivas son de 1) 3,43m; 2) 4,24m; 3) 5,16m. Los caudal con ensayos de 24 horas son: 81,50m<sup>3</sup>/h; depresión en 24 hs: 7,09m; Eficiencia del pozo un 75%. Los análisis físico/químicos dan residuos totales entre 605 y 538 mg/litro. Considerando datos técnicos del pozo de la escuela n°22 a unos 13km de Vieytes, se obtienen registros de caudales de 20 m<sup>3</sup>/hora, caudal específico 8m<sup>3</sup>/h/m, depresiones de 2,5m a una profundidad de la perforación de -72mbbp, presenta calidades físico/químicas aceptables. Información de exploración: caudales a explotar de <15 m<sup>3</sup>/hora. Profundidad de perforación -70,15 mbbp, hasta la arcilla azul, con una arena productora (puelche) entre -57,55mbbp y -67mbbp..Los análisis físico/químicos son de calidad normal. Conductividad 661 uS/cm y Dureza 144 mg/l; Nitrato 8,9mg/l; Arsénico 0,05 mg/l en el límite de normativa. Datos análisis físico/químico histórico OSN 49195(Magdalena). Residuo 1120mg/l; Alcalinidad 344mg/l; Cloruro 370mg/l; Sulfato 35mg/l; Arsénico 0,04,g/l y Fluor 0,9mg/litro.

#### **90\*\*\*VILLA GESELL(Villa Gesell)**

Se arriba desde Buenos Aires por ruta P11 y ruta N3. A coordenadas 37°15'38Sur y 56°58'29Oeste. Cota promedio 9msnm. Tiene una población de 24.282 habitantes al censo de 2001 y 16.012 al año 1991. Un perfil muestra desde el basamento a superficie (Holoceno):

Hipoparaniana/Paraniana/Epiparaniano, donde se encuentra el acuífero a explotar. En sedimentos limos loessoides con intercalaciones de arenas y algunas arcillas con un porcentaje de conchillas. La profundidad de los pozos es de -50mbbp. Los espesores productivos están aproximadamente entre -33 y -36mbbp y entre -45 y -48mbbp. Los caudales de explotación son de 40 m<sup>3</sup>/h. Niveles estáticos de -12,34mbbp y dinámicos de -25mbbp. La depresión es de 12,66m. El caudal específico 3,10m<sup>3</sup>/h/m. Ensayando un balance conceptual según los datos facilitados, se estima una infiltración al acuífero de unos >100mm/año. La precipitación total registrada es 897mm/año, la evaporación real 605mm/año y el escurrimiento superficial 155mm/año o menor.

#### **91\*\*\*VILLA VENTANA(Tornquist)**

Esta localidad está ubicada sobre ruta P76 que la une a Sierra de la Ventana. A 38°04'49Sur y 61°55'42Oeste. Cota 393msnm. Cuenta con una población de 1000 habitantes. Situada en un pequeño valle de 4.000 hectáreas, enmarcada por los arroyos Las Piedras y Belisario, posee una densa forestación. En el área se encuentra el Cerro de Tres Picos, el pico más alto de la provincia de Buenos Aires de 1239 metros. La zona dominada por el ambiente de las sierras pampeanas, según estudios geofísicos la roca basamento se encuentra alrededor de -27/-36mbbp. Las precipitaciones generan la recarga en los acuíferos, con lluvias de 3mm/h, que equivalen anuales a 1.300mm se tiene un buen recurso como recarga del sistema, el problema existe porque no siempre se registran esos volúmenes caídos en el año. Estas napas escurren hacia los arroyos Belisario y Las Piedras que es donde se toma agua para la Villa. Un pozo gran diámetro(Pozo de los Ingleses)profundidades a -5,5mbbp, ubicado en cercanías de la línea de costa de un arroyo presenta esta fisicoquímica: Ph 6,9; SDT 260mg/l; Dureza 110mg/l; Cloruro 15mg/l; Sulfato 5mg/l; Alcalinidad 200mg/l; Calcio 20mg/l; Nitrato 3mg/l; Nitrito 0,01mg/l; Flúor 0,4mg/l; Arsénico <0,05mg/l; Sodio 60mg/l; Magnesio 14mg/l. En la localidad existen más de 20 perforaciones. Se utiliza mucho para riego de parques.

#### **92\*\*\*VIVORATA(Mar Chiquita)**

Esta localidad se encuentra sobre ruta N2 entre Cobo y Coronel Vidal hacia el norte. Ubicada a 363 km de la Capital Federal y a 40 km de Mar del Plata. A 37°39'30Sur y 57°40'06Oeste. Cota 22msnm. La cantidad de habitantes es de unos 792 personas al 2001. La fuente está definida por 8 perforaciones a -11mbbp, con un caudal de 2 m<sup>3</sup>/hora(0,55 l/s). La altura manométrica es de 22m. Los caudales medios futuros pueden ser unos 112 m<sup>3</sup>/día. Para preservar la calidad de la fuente se realiza una explotación alternada con dos baterías con 4 pozos en cada una. Los análisis fisicoquímicos, corresponden a la localidad, con perforaciones que se explotan con molinos a muy bajo caudal, sin embargo los sólidos totales se encuentran sobre el límite potable, las concentraciones de Arsénico y Flúor erráticos, alternativamente excedidos a niveles que establece el Código Alimentario Argentino. La exploración de una zona fuera de planta urbana con 7 pozos piloto, sus resultados fueron de un alto contenido de Flúor y Arsénico. Los antecedentes justifican la instalación de una planta de tratamiento. Para el caso se presenta un proyecto de una planta de remoción denominada Proceso ArCIS de la Universidad Nacional de Rosario, basado en un procedimiento de coprecipitación y adsorción del Arsénico y Fluor con posterior filtración. Generando un precipitado por agregado de una sal de aluminio(cloruro de polialuminio), con flóculos donde quedan adsorbidos los elementos de arsénico y fluor. El protocolo analítico para el pozo de estudio n3 a -12mbbp da resultados de SDT de 900mg/l; Arsénico 0,20 mg/l; Flúor 3,7mg/l; Cloruros 83mg/l; Sulfatos 64mg/l. El pozo estudio n7 tiene Arsénico 0,08mg/l; Fluoruros 1,7 mg/l y SDT 860mg/l. El pozo exploración n1 tiene Fluor 2,7mg/l y Arsénico 0,03mg/l; SDT 965 mg/l; El pozo Exn2 tiene Arsénico 0,12 mg/l, Fluor 4,7 mg/l; SDT 855mg/l; El pozo Exn4 tiene Arsénico 0,22mg/l y Fluor 6,8mg/l. El pozo Exn5 tiene Arsénico 0,08mg/l y Fluoruros 2,4 mg/l. El pozo Exn6 tiene Arsénico 0,05mg/l y Fluor 3,1 mg/l. Se instalarán 10 electrobombas sumergibles para un Q de 2m<sup>3</sup>/h a una Hm 22m. Las bombas están a nivel de -6mbbp.

### **93\*\*\*WARNES (Bragado)**

Su acceso es por ruta N5 desde Luján por Suipacha, Chivilcoy, hasta cruce rutas N5 y P42 (Bragado). Desde allí por ruta P42 al Norte unos 30 km. A 34°54'46Sur y 60°32'21Oeste. Cota 60msnm. Cuenta con 465 habitantes según el censo de 2001. El pozo de explotación responde con un perfil litológico a una profundidad de -32mbbp, que incluye al acuífero pampeano. Nivel estático de -1,43mbbp; nivel dinámico de -4,04mbbp. Filtro entre -12/-17mbbp y entre-24/-29mbbp. Caudales: 15,88 m3/hora.y caudales específicos de 6,05 m3/h/m. Análisis físico/químicos: Sólidos totales disueltos 690 mg/l y conductividad 1.010 uS/cm.; Arsénico 0,04mg/l. Alcalinidad (en C03HCa) 525 mg/l. La recuperación residual es muy buena frente a la solicitud de los caudales obtenidos. Se tiene un diseño de pozo de explotación a -30mbbp. Con los siguientes componentes: Caño camisa de Acero en 10" longitud 10metros. Cañería de explotación de acero de 5". Esta compuesta por dos tramos de 5+5 = 10m de filtro de 5" ranura de 1mm con 7m de caño de 5" entre filtro y filtro, con un ciego de 1 metro. Perforaciones Explotación, definen una profundidad de -40mbbp. Con 20m de cañería Acero de 10"; 30m cañería Acero de 5" y 10m cañería Acero de 5" para filtros. El diseño de la explotación es a -30mbbp; se realiza un pozo piloto a -31mbbp, con perfilaje eléctrico hasta -31mbbp. Análisis físico/químico histórico OSN 54337. Escuela N3. Pozo semisurgente. Residuo total 620mg/l; Alcalinidad 440mg/l; Cloruro 28mg/l; Sulfato 6mg/l; Fluor 1mg/l; Arsénico 0,04 mg/l.

# CATAMARCA

La provincia de CATAMARCA, esta comprendida por distintas regiones hidrogeológicas indicadas con un numeral respectivo a cada zona, determinada por factores geológicos, geomorfológicos, climáticos e hidrológicos a saber: 1) Puna Norte de la provincia. 9) PreCordillera, Cordillera Frontal, Cordillera Principal y sus valles. 7) Al Sur, Sierras pampeanas y sus Valles y 11) Centro de la provincia los llanos Riojanos y sus valles.

## **1\*\*\*AGUAS AMARILLAS(Belén)**

Por la ruta N40 desde Belén y camino secundario ruta P34, hasta Aguas Amarillas, al pie de las Sierras de Chango Real. Faldeo Este. Referencia el Cerro Punta Grande con 3.820msnm. Las coordenadas cercanas al pueblo, son 26°53'Sur y 66°35'Oeste, con cota a 3411msnm. La localidad esta dividida en Agua Amarilla Centro y Agua Amarilla Sur. Entre las dos suman apenas 100 habitantes.

Los análisis químicos dan concentraciones normales de los elementos. El elemento Nitrito esta por debajo de los valores establecidos como límite (0,1 mg/l), el Amoníaco registra valores dentro de lo normal, 0,2 mg/l, por lo tanto estamos en presencia agua apta del punto de vista físico/químico. En cuanto a los caudales de la fuente superficial se tiene al río Chiñocán, con caudales con valores superior a las necesidades, con un registro de 0,17 l/s. ó 612 litro/hora.

## **2\*\*\*ALIJILAN (Santa Rosa)**

Por ruta P38 desde San Isidro al oeste de la ciudad Capital, ruta P42 a El Alto y hacia el nornoroeste, por ruta P21. Al este de la Sierra de Guayamba. Coordenadas 28°10'52Sur y 66°29'43 Oeste. Cota 573msnm. Esta localidad cuenta con 1.303 habitantes(censo 2001). Poblaciones más pequeñas, cercanas a Alijilan, son La Aguada, El Quebrachal, Manantiales, estan ubicadas en una zona de cotas bajas. El sistema de agua para la localidad de Manantiales, se realiza desde una toma ubicada en una vertiente natural, en la localidad de La Carpintería. Como Manantiales, se alimenta de Alijilan, esta última tendrá oferta a futuro por otra fuente para compensar los consumos del lugar. Aguada ubicada al este de Alijilan, se alimenta desde una planta en esta localidad. La población dispersa de Aguada, tiene un conducto que cruza el río homónimo. La localidad de El Quebrachal, al Norte de Alijilan, es zona de topografía más baja. Una planta se abastece desde una fuente de vertiente y por un canal de riego. Se capta también, desde otra vertiente en Ruminoque. Con un caudal de unos 2,8 l/s. El agua presenta parámetros de calidad normales. Análisis físico/químico histórico OSN56512. Residuos salinos 160mg/l; Alcalinidad 116mg/l; Cloruro 10mg/l; Sulfato 12mg/l; Fluor 0,6mg/l; Arsénico vestigios. Se observa un agua hiposalina, con parámetros dentro de las normas del CCA. La conductividad 185mS/cm.. Actualmente color elevado y turbiedad elevados, con 8 UNF y Turbiedad del canal de riego 24 UNT.

## **3\*\*\*ANDALGALA(Andalgalá)**

Su acceso es por ruta P1, desde la capital provincial al Norte, hasta Buena Vista. De allí a Agua de Las Palomas, por ruta P46 a la localidad. A 27°34'Sur y 66°18'52Oeste y cota 1079msnm. Cuenta con una población de 11.411 habitantes según el censo de 2001. y los caudales de consumo de 2.850m3/día. La fuente es un canal de riego derivado hacia una planta de tratamiento, que proviene del río Andalgalá. Los caudales mínimos tienen módulos de 0,31m3/seg. La fuente tiene varios sistemas de tratamiento, desarenadores, galerías filtrantes con drenes, y dos perforaciones de agua potable, en Malí y Huaco. Se estudia la topografía del río y del Canal Matriz con estudios hidrológicos y modelización. La provisión se efectúa con agua superficial del Río Andalgalá desde un dique derivador y por una vertiente reducida. Este río de características torrenciales y caudales variables por los grandes clastos de herramientas que transporta, no tiene una regulación de sus caudales. Actualmente es la única fuente de agua, con una baja eficiencia para riego por la diferencia de caudales entre el estiaje y lacrecida. Entre 1911 y 1912 el Ing.S.Golderhorm, define este río como típico torrente de montaña, con pendientes del 5 al 6% en toda su longitud. Manso en estiaje y peligroso en la creciente. A partir de los deshielos del Cerro Aconquija, vertientes y escurrimientos de agua de lluvia, se integran todos sus caudales. Los aforos entregan unos 750 l/s y un caudal subsuperficial de +-150 l/s. Totalizando unos 900 l/s. Actualmente se define al río, con un 40% de su caudal anual, entre enero a marzo un 64% del agua responde más a pluvial que a nival.

El módulo actual en la toma es 860 l/s(0,860m<sup>3</sup>/s), de este río torrencial, definido por el tamaño de los clastos que deposita en su valle. Un caudal de diseño menor a ese, como de 700 l/s.

El río esta en la cuenca del Salar de Pipanaco, tiene registros de 40 años, con una variación en sus caudales medios anuales, que va desde 2,53 m<sup>3</sup>/s (años 1922/23) hasta los 0,50 m<sup>3</sup>/s (años 1940/41).

Estudios definen un sector para una galería filtrante, aguas arriba de una toma de agua, donde existe espeso manto aluvional saturado, con 80 metros de ancho por 18 metros de profundidad promedio. Se pueden captar caudales subsuperficiales, que circulan debajo del dique. Los estudios geofísicos coinciden con la captación desde este subálveo, definido por la potencia del mismo saturado.

El objeto del estudio, es definir profundidades de basamento para conocer potenciales hídricos de las zonas para captación por medio de drenes. Los sitios son La Aguada, La Toma y Sitio II (aguas abajo de la toma). Se tiene tres zonas, unidades llamadas U1 resistividad alta, U2 resistividad de interés y U3 basamento resistivo. La de interés hidrogeológico es la U2, sedimentos saturados de agua, formados por rodados, gravas y arenas, con pocos materiales finos de limos y arcillas. Entre los -12 y -14 m el techo y su base entre -20 y -81 m. Analizando perfiles longitudinales y transversales se detecta menor resistividad en la zona de interés hidrogeológico. Consecuencia de la respuesta que dan los Sondeos Eléctrico Verticales, a lo largo y ancho del valle. Luego se realizan sondeos SEV, cerca de la ciudad de Andalgala, definiendo áreas, dentro de la provincia geológica de las Sierras Pampeanas. Perforaciones en la zona sur de la ciudad en distritos de Huaco y Mailli, es un lugar favorable. Cerca de esta zona, existen pozos en un área integrada por bloques que ascendieron y descendieron diferencialmente por tectonismo, posteriormente integradas facies sedimentarias del cono aluvial, considerando la zona apical y media del río Andalgala.

CUADRO DE PERFORACIONES EN CERCANIAS DE ANDALGALA

POZO	PROFUND.	N NE (m)	C uS/cm	Caudal	Qespecífico
C. Huaco36	168m	57	420	70	30,6?
WEPI	229m	41	740	115	19,44
C.Parque	110m	Seco	-	-	-
Aceitera Ac.	197m	76,11	696	229,6	54,7
Pozo FFCC.	216m	193	504	2,2	-

La prospección geoelectrica y de perforaciones, en la cuenca de Pipanaco en un ambiente geológico como principal reservorio de agua subterránea en la región. Conforme los niveles estáticos del aguas de los pozos, los más cercanos a la superficie están lejos de la población, generando una ecuación costo beneficio cara, si se define los más alejados con un mayor gasto de energía. La mejor zona es cercana a los sondeos 7,5, 9. En la cuenca de Pipanaco, la complementación de las fuentes se da sumando las áreas de explotación subterránea. En el cuadro de perforaciones, los menores costos están en zonas cercanas a la ciudad.

#### 4\*\*\*BAÑADO DE OVANTA(Santa Rosa)

Ser arriba por ruta N38 desde la ciudad capital hasta La Viña y de allí por ruta N64 a esta localidad. A 28°06'22Sur y 65°19'13Oeste. Cota 474msnm. Cuenta con 971 habitantes al censo de 2001. Es un acuífero de tipo libre. La litología es arena limosa/tosca-cuarzo/ arena/limo pardo rosado/arena/gravilla+grava. La profundidad del pozo es de -20mbbp, con caudales 20 m<sup>3</sup>/hora y caudal específico 44m<sup>3</sup>/h/m. Los niveles estáticos -6,58mbbp y dinámicos de -8,15mbbp. La depresión es 0,46metros. En una hora se recuperan los niveles de agua originales (nivel estático), por el ensayo de bombeo en su etapa de recuperación. Los análisis fisico/químicos con valores normales, determinados en un período de tiempo que dura el ensayo. Elementos: Sulfato 190 mg/l, Cloruro 40 mg/l y Flúor 1,45mg/l.

#### 5\*\*\*BELEN(Belén)

Se accede por ruta N40 y por ruta P46 desde Andalgala, esta entre las localidades de La Puerta de San José y Londres. A 27°39'15Sur y 67°01'37Oeste. Cota 1255msnm. Cuenta con 11.003 habitantes según censo de 2001. La fuente de abastecimiento en esta ciudad se realiza a través de una planta de la exOSN, ubicada sobre la margen derecha del río Belén, a unos 3 km de la localidad. El agua tratada tiene mucho color por sedimentos de origen. Aguas arriba de la planta existe un azud nivelador de la ex Agua y Energía Eléctrica que endica el agua del río Belén. Entre el Azud y la planta se perforaron dos pozos hasta -150mbbp, con un rinde en caudales de 100 m<sup>3</sup>/h cada una, con aguas de buena calidad. En un futuro cercano por necesidades de la demanda, surge la alternativa de incrementar los caudales desde el río Agua Clara, antes de su confluencia con el río Belén, unos 11 km de Belén. La captación será por drenes transversales, en el subálveo del río, con estudios que verifican una permeabilidad excelente de los sedimentos, del orden de 142 m/día.

Otra posibilidad surge de perforaciones alejadas que encarecen al proyecto, a profundidades de -53mbbp y caudales de 50 m<sup>3</sup>/h, (acuífero a -36 y -80mbbp), siguiendo la pendiente aguas abajo del río Belén. El recorrido del acueducto debe ser analizado, porque su traza involucra un camino con deslizamientos de terreno. El rumbo posible del acueducto es por margen derecha del río Belén, que suma grandes crecidas, que van desde 3m<sup>3</sup>/hora hasta máximas de 2.000 m<sup>3</sup>/s. No se conocen las calidades del agua subterránea.

#### **6\*\*\*CAÑADA de IPIZCA (Ancasti)**

Al sudeste de la ciudad de Catamarca, por rutas P13 y P15, pasando El Taco y Anquincila(200h en 2001) al norte y Ancasti(305h en 2001)unos 8 km al sur. A 28°47'16Sur y 65°31'17Oeste. Cota de 968msnm. La población es unos 100 habitantes al 2003. La fuente tiene origen superficial por vertiente. Con una sección de 4,00m. x 0,30 m, se obtiene 1,20 m<sup>2</sup>, suponiendo una velocidad sumamente baja de 60 m/h, se obtienen caudales de 72m<sup>3</sup>/hora, superior a las necesidades. La pendiente, es muy baja del orden del 1‰. Datos de aforos en el lugar del emplazamiento de la toma de agua, dan valores de caudal de 15,01 litros/segundo. Puede existir alguna contaminación bacteriológica debido a las aguas servidas y/o residuos cloacales. Las viviendas no cuentan como medidas de atenuación de impacto, como una red cloacal que concentre líquidos y sólidos localizada, aguas abajo de la toma de agua. Los análisis físico/químicos conservan sus valores dentro de medidas normales de la potabilidad asignada.

#### **7\*\*\*COLONIA ACHALCO(El Alto)**

Esta ubicada en una zona semiárida(696mm/anales llueve) a unos 100km de la ciudad capital San Fernando del Valle de Catamarca. También por ruta N157 desde Frías (Sgo. del Estero) a Tapso de allí hasta la localidad de Achalco. Este paraje esta ubicado al noreste de la Sierra de Ancasti, con la proximidad del río Guayamba, que contiene el dique de Collagasta de 8Hm3, con uso básico para riego y subordinado al agua potable. Sus Coordenadas son 28°22'16Sur y 65°09'58Oeste. Cota 456msnm. La población considerada rural con unos 300habitantes, 2008. Existe agua subterránea entre -7mbbp y -25mbbp con calidades químicas variables, con concentraciones de Sulfatos 475mg/l o más y Dureza 614mg/l. Los caudales subterráneos para la zona indican limitación porque el agua es salobre. El Sulfato indica presencia de minerales de yeso en la zona. Se reconoce un subálveo con un espesor de unos 20 metros, en el río de La Quebrada, con caudales de +-5m<sup>3</sup>/hora, donde el agua tiene caracter de potable.

#### **8\*\*\*EL ABRA (Santa Rosa)**

Esta ubicada a 12 km de Bañado de Ovanta al oeste por ruta N64. A 28°04'47Sur y 65°25'54Oeste. A una cota de 468msnm. Cuenta con una población (2001) de 160habitantes. Existe una perforación a una profundidad de -30 mbbp. La bomba de impulsión, es una electrobomba sumergible de 2HP y 7,8 m<sup>3</sup>/h de capacidad. Calidades del agua: Los análisis físico/químicos, responden a una salinidad media a media alta, con residuos salinos totales de 1.000 mg/l. Los caudales, en el aspecto cuantitativo está determinado con un corto ensayo de bombeo con las siguientes características: Profundidad: -30mbbp; diámetro del pozo: 6" Nivel estático: -7,00mbbp; nivel dinámico de -7,80mbbp Potencia de la bomba: 1,5 HP Capacidad de la bomba: entre 10 y 7 m<sup>3</sup>/hora Tiempo de ensayo: 2 horas Depresión con una hora de bombeo: -0,80 m. Suponiendo depresiones de 8 metros, con un equilibrio de la columna del pozo a las 10 horas del bombeo, esta columna de agua de la perforación es de -15mbbp.

#### **9\*\*\*EL DIVISADERO(La Paz)**

Se arriba desde la ruta P13, por el norte Morteros, ciudad cercana a San F. del Valle de Catamarca. A 29°13'00Sur y 65°26'91Oeste. Cota 393msnm. Cuenta con 53 habitantes definidos por el censo nacional año 2001. En 1991 contenía a 101 habitantes. Se emplaza una perforación, cercana al río Los Bazanes. La profundidad de la misma es de -43mbbp, por interpolación de pozos cercanos se identifica valores hidráulicos correspondientes a los niveles estáticos de -20/-25mbbp y caudales de 7 m<sup>3</sup>/hora. Los análisis químicos demuestran que esta porción de la cuenca tiene niveles potables, la parte más alta de la misma cuenca según antecedentes no. El flujo subterráneo muestra un río influyente respecto a las capas subterráneas, con lo cual el agua mejora su calidad y se favorece al caudal.

#### **10\*\*\*EL DURAZNO(Belén)**

Esta ubicada a unos 200km en línea de la ciudad Capital. Por ruta N40 hasta El Eje(antes de Hualfín), luego por ruta P43 a Puerta de Corral Quemado y de allí al oeste unos 10km por caminos de huella.

En las estribaciones orientales de la Sierra de Fiambala. A unos 27°14'37"sur y 67°00'36"este. Cota 1.990msnm. Cuenta con unos 369 habitantes (2001). En los poblados de la región utilizan aguas superficiales. El río Durazno se utiliza como fuente de agua potable.

#### **11\*\*\*EL PEÑON(Antofagasta de la Sierra)**

Por la ruta P43 al sur de Antofagasta de la Sierra. Atravesando el río Colorado, antes del río Pirica. A 26°28'33"Sur y 67°15'45"POeste. Cota 3400msnm. Cuenta con 224 habitantes censados en el año 2001. El censo anterior de 1991 registra 162 habitantes. La fuente de agua es aportada por un manantial. No se tienen registros de caudales, aunque se estima como base unos 30m3/día el flujo en el área. Las relaciones entre la oferta y la demanda del manantial son favorables para consumo de los habitantes del paraje.

Los análisis de calidades de la vertiente, que responden al manantial, inicialmente tienen contaminación bacteriológica corregible. Desde el punto físico/químico es un agua con bajo contenido salino, ó hiposalina, con sólo 155 mg/l de residuos totales. Los parámetros determinados, están dentro de los límites de potabilidad.

#### **12\*\*\*EL TACO (Ancasti)**

Por ruta P13 desde el este de la capital (San Isidro) entre las localidades de Morteros y Puerto de Alumbre. A 28°42'59"Sur y 65°37'00"Oeste. Cotas a 1342msnm. La población es de 240 habitantes (2001). La fuente más importante, es el Pozo de Piedra, aforado en período de estiaje (junio), ofrece 12 m3/hora. Otra fuente se encuentra a unos 4.000 metros al este de esta, con un rendimiento de 10 m3/hora. Ambas fuentes responden a zonas de descarga del ciclo hidrológico subterráneo, con caudales escasos (la cuenca es reducida) pero con buenas calidades. Las calidades químicas en ambas fuentes por análisis físico/químicos son favorables. La fuente principal, es una vertiente con un régimen permanente (anual), aforada en sequía con 12 m3/hora. Explotando la fuente 12 horas, el rendimiento es de unos 144 m3/día. Los aforos realizados en esta vertiente fueron de dos tipos: a) Por el método de sección representativa de cauce por velocidad, (reiterado 6 veces)

b) Por el método de aforo directo, con recipiente de volumen conocido con 0,50 m3 capacidad en un área adecuada. Fuera del período de estiaje (aforo), se cuenta con otra vertiente, cercana a Pozo de Piedra, con 10 m3/h de rendimiento efectivo.

#### **13\*\*\*HUALFIN(Belén)**

Se accede por la ruta N40 desde Belén. Sus coordenadas son 27°13'30"Sur y 66°49'59"Oeste. Cota 1.842msnm. La población es de 993 habitantes(2001).

El sistema de abastecimiento a la localidad es por abasto superficial desde el río Hualfín, alimentado por el Villavil y el Nacimiento; luego se procesa el agua por una planta de tratamiento. Este río nace de torrentes reducidos que bajan de la sierra del mismo nombre y de las Cuevas a unos 48km hacia el noreste de La Ciénaga. Presenta un caudal irregular determinado por el deshielo y las precipitaciones. Allí se pasa a torrencioso y el resto del año el caudal pasa prácticamente a un estiaje. No se conocen los caudales de la oferta.

#### **14\*\*\*HUILLAPIMA(Capayán)**

Desde la ciudad capital, hacia el Sur por ruta N38, antes de la localidad de Capayán, con un desvío hacia la localidad colonia Nueva Coneta. A 28°43'33"Sur y 65°58'43"Oeste. Cota 470msnm. La población es de 2.139 habitantes, registrados por el censo realizado en 2001 y 1.543 habitantes para el año 1991. Los caudales máximos son de 230 m3/día para una proyección a futuro. La fuente subterránea determinada por una perforación, que registra un perfil denominado como n4DH, donde se define una profundidad final de -140mbbp. Sus niveles estáticos son de -62,95mbbp y sus niveles dinámicos están en -65,25mbbp; depresiones 2,70m; caudales 25m3/h y caudales específicos, 9m3/h/m; la longitud de los filtros de captación frente al acuífero son de 1,55m. Se realiza una explotación del pozo para un ensayo de bombeo de 8 horas. Los análisis físico/químicos están dentro de parámetros normales. Residuo seco 409 mg/l., Sulfato 87 mg/l, Cloruro 28 mg/l y Bicarbonato con 232 mg/litro.

#### **15\*\*\*INFANZON (El Alto)**

Desde la ciudad capital, hacia el Este, por ruta P11. A 28°34'49"Sur y 65°24'16"Oeste. Cota 762msnm. Con el censo de 2001 tiene registrados 55 habitantes. Se conoce una demanda de caudales medios diarios de 112m3, y proyecciones futuras para un consumo diario de unos 180/190m3/día. Por tanto los caudales del río no serían inferiores. Los caudales, como datos históricos aforados del río Infanzon, en período de estiaje, son de 10 a 15 l/s (36 m3/hora). Análisis físico/químico de agua superficial del río, muestra una calidad química



para aguas de bebida. Esta localidad tiene un agua potable hiposalina (baja salinidad). Análisis físico/químicos históricos 56514/56515 OSN. Residuos secos 164/156mg/l; Cloruro 2/2mg/l; Sulfato 8/6mg/l.

#### **16\*\*\*LA DORADA(La Paz)**

Por ruta provincial P13, al Sur desde Morteros y la ciudad capital. Esta ubicada al pie del faldeo sudoeste de la siera de Ancasti. A 29°14'05 Sur y 65°28'01Oeste.Cota 377msnm. Cuenta con una población de 259 habitantes, registrados con el censo del año 2001. Las fuentes de agua son, una captación superficial y otra subálvea desde el arroyo de La Quebrada. Existe también una perforación hasta unos 19 metros de profundidad, con caudales de 3m3/hora, con una explotación de unas 6 a 8 horas por día. Se suma también el agua que proviene de otra fuente subterránea, que aflora en la vertiente Puerta de la Aguadita, con caudales cercanos a los 9 m3/día. Los análisis químicos correspondientes a la fuente estan dentro de parámetros normales, aunque se tiene presencia de Nitrito y Amoníaco como indicadores de contaminación orgánica. La perforación tiene concentraciones de Fluor, usando un agua de mezcla es posible bajar su concentración.

#### **17\*\*\*LA QUINTA-YUNKA SUMA (Andalgalá)**

Poblado cercano a Andalgalá por ruta provincial que une Andalgalá con Concepción en la provincia de Tucumán A unos 5km al norte de Alto de Las Juntas muy cerca de El Charquiadero por ruta P46 y al sur de río Potrero. Coordenadas aproximadas 27°25'Sur y 65°59'Oeste. Cota 1.418msnm. Una población con 250 habitantes(2001). La misma carece de agua potable se abastece por medio de vertientes sin ningún tipo de tratamiento. Se adopta como fuente una vertiente con aforos de unos 30 l/s. Los análisis físico/químicos y bacteriológicos determinaron aguas aptas para consumo humano. La población puede consumir unos 1,38 l/s. El tratamiento del agua del arroyo, es posible por medio de prefiltros de grava/desarenador y filtros lentos. Se verifica dentro de las normas de calidad físico/química como un agua hiposalina. El caudal de la vertiente es de 30 l/s, coincide con el caudal determinado con los aforos.

#### **18\*\*\*LOS NACIMIENTOS DE ABAJO (Belén)**

Esta localidad esta ubicada al norte de Hualfin a más de 310 km de la Capital. A 27°10'36Sur y 66°44'30Oeste. Contiene 239 habitantes(censo de 2001). La población en el 2005 con unos 400 habitantes, se distribuyen a lo largo de la ruta N40, a una altura de 2.050msnm; estan a niveles mayores, respecto al cauce del río Los Nacimientos, siendo el único cauce en la zona. El consumo de agua es de 60m3/día, se realiza a través de una vieja perforación (1948) que se agota, verificando descensos de niveles dinámicos con 4 horas de bombeo, hacia un tanque depósito de 20m3. Otra fuente usada, es una captación en el subálveo del río Los Nacimientos, a través de una Galería Filtrante. El ancho del cauce, es de 110metros. Sondeos paralelos al mismo dan una profundidad media de -0,80m.

El agua aflora entre -0,00 y -0,20m hacia la superficie. Los sedimentos que integran el subálveo son arenas gruesas y gravas limpias, sin limos ni arcillas. La porosidad adoptada es de 0,35m/día. Los diámetros de estas arenas en promedio son de 0,40mm. Según la tabla de Hazen, la permeabilidad es de 320 m/día, corregida pasa a 112 m/día, que equivale a caudales de unos 1,7 l/s.

#### **19\*\*\*LOS ROBLEDOS (Tinogasta)**

Corresponde a una zona localizada en cercanías del Paraje Los Robledos, al oeste de la ciudad de Tinogasta (con 11.257 habitantes al censo 2001), ruta N60. A coordenadas aproximadas 20°01'Sur y 67°36'Oeste y una cota de 1.262msnm. Una perforación en este Paraje, registra profundidades de -120mbbp. Sus parámetros también determinan el índice de productividad ó caudal específico, en unos 4 m3/h/m, lo que permite inferir que se pueda extraer caudales superiores a 99 y 100m3/h, aunque su nivel de bombeo desciende a -64 mbbp. Las calidades según los análisis indican un agua de calidad potable. Existe también una planta de tratamiento pero para agua superficial, ya amortiguada en su uso.

La ciudad de Tinogasta se abastece con perforaciones a saber:

a)Pozo 1 Villa San Roque con 30 l/s (108 m3/h)

b)Pozo 2 Santo Domingo con 30 l/s (108 m3/h)

c)Pozo 3 Bo 200 viviendas con 6 l/s (21,6 m3/h) 2 acuíferos: -67/-75mbbp y -107/-114mbbp. Niveles estáticos -19mbbp; niveles dinámicos-24mbbp; caudales 20m3/h; depresiones 5m; caudal específico 4 m3/h/m. Bombeo de 12horas continuadas.

d)Pozo 4 Bo Los Palacios con 6 l/s (21,6 m3/h).2 acuíferos: -66/-77mbbp y -86/-90mbbp. Nivel estático-28mbbp;nivel dinámico -34mbbp; caudal 20m3/h; depresión 6 m; caudal específico 3,3m3/h/m; tiempo de bombeo empleado es de 12horas. La química de este pozo contiene un residuo seco de 1.189 mg/l; conductividad 1.836 uS/cm; Cloruro 228 mg/l; Sulfato 330 mg/l; Nitrato 6 mg/l; Amoníaco 0,02 mg/l; Fluor 0,45 mg/l; Arsénico como vestigios.

Los caudales específicos, desarrollados en las perforaciones de Los Palacios, donde se extraen unos 80 m<sup>3</sup>/hora a un nivel dinámico de -54mbbp, a 8 metros del cuerpo superior del filtro con una profundidad de fondo de pozo de -90mbbp. Los análisis físico/químicos definen aguas dentro de parámetros normales.

#### **20\*\*\*PIEDRA LARGA(Belén)**

Este lugar se considera un paraje, con una poblacional muy reducida. Se arriba desde Belén, por ruta N40 hacia el norte, hasta la Puerta de San José (253 habitantes al censo de 2001). A 27°36'00Sur y 67°11'59 Oeste. Cota 2.059msnm. La fuente de captación se realiza a través de una toma desde el arroyo El Rodeo, con pendientes favorables para su distribución. Las calidades según los análisis están dentro de las normas de potabilidad. Se destaca la presencia de iones de Nitrito y Amonio a nivel de vestigios, que indica una aproximación hacia una contaminación de origen antrópico y/o animal.

Es conveniente utilizar como fuente de captación, al arroyo El Rodeo (40 l/s) y al arroyo El Morro (24 l/s), con pendientes topográficas favorables, porque están ubicadas aguas arriba de la población.

Los aforos de sendos arroyos, fueron efectuados por Segura (1998). Además técnicos locales reconocieron la persistencia de caudales durante todo el año con flujo de agua permanente. La fuente subterránea, prácticamente inexistente porque los valles en "V" no tienen espesores sedimentarios, para determinar acuíferos. No existen acumulaciones y espesores importantes de sedimentos permeables, sí depósitos aluviales a los que se les asigna cauces reducidos, con poca potencia de sedimentos en dichos cursos. Las calidades físico/químicas, según análisis, se ubican dentro de las normas de potabilidad. El cuidado de la fuente y medidas preventivas para detener la contaminación (origen: humano/ganado), se debe ejercer para preservar al recurso de posibles impactos negativos. La posibilidad de contaminar esta vía superficial es posible dado el riesgo de animales caprinos y bovinos regionales que transitan la zona.

#### **21\*\*\*POTRERO LOS CORDOBA(Ancasti)**

Este Paraje está en el departamento de Ancasti, a unos 90 km hacia el este de la ciudad capital. Por ruta N38, ruta P42 y ruta P11, Determinado en el área comprendida por los pueblos de El Vallecito, La Albigasta y Anjuli. Coordenadas aproximadas a los 28°37'48Sur y 65°14'50Oeste. Cota 367msnm. Contiene 305 habitantes al censo 2001. Con referencia a la fuente superficial: es un manantial, donde sus análisis físico/químicos, indican agua dentro de parámetros normales, mineralización media a ligeramente alcalina. En lo referente a los caudales de la fuente (manantial, nombre vulgar ojo de agua), tiene caudales mínimos del orden de los 2.000 l/hora. Los valores de caudales, según antecedentes que se registran, son de 1,2 l/s ó 3.600 litros/hora.

#### **22\*\*\*PUERTA DE TATÓN(Tinogasta)**

Desde la ciudad capital, por ruta N60 hasta Fiambala y desde allí por rutas P46 y P34. A 27°22'00Sur y 67°30'51Oeste. Cota 2.037msnm. La población es de unos 91 habitantes (2006). Los caudales del río Corral de Piedra son de 20 l/s, en período de estiaje, septiembre/diciembre dentro del ciclo hidrológico, puede tener caudales mayores hasta 52 l/s, que alcanzan a abastecer y cubrir necesidades. Los análisis químicos definen parámetros normales. Los análisis físicoquímicos realizados son de conductividad con 342 ms/cm; Residuo seco 226 mg/l; Sodio 26 mg/l; Potasio 5,3 mg/l; Ph 8; Fluor 1,29 mg/l, Arsénico vestigios; Nitrato 0,2 mg/l.

#### **23\*\*\*QUEBRADA HUALFIN(Belén)**

Esta localidad HUALFIN, esta diseñada a lo largo de un camino vecinal, por la ruta N40 al sudoeste esta la P43, ambas rodean la Sierra de Hualfín. A 27°13'29Sur y 66°50'33Oeste. Cota 1.842msnm. Hualfin cuenta con 993 habitantes, según censo de 2001. Se abastece por agua superficial y subterránea. Como colector de las aguas se puede definir los ríos Villavil y Los Nacimientos, de bajos caudales. Estas convergen al río Belén aguas abajo. La provisión de agua potable se realiza desde el río Villa Vil; también por captación de aguas termales, que con una baja de temperatura (30 °a 15°), se libra al consumo. Existe un sistema de riego que dominan las aguas superficiales, con acequias aprovechados para agua de consumo. También se explota una perforación. El impacto negativo a las fuentes superficiales, es debido al sistema comprometido por interacciones entre el agua termal y el agua para consumo.

#### **24\*\*\*RAMBLONES(La Paz)**

Desde la ciudad Capital por ruta P11 hasta Infanzón, luego al sur, por ruta P7, pasando El Aybal. A 29°10'00Sur y 65°24'59Oeste. Cota 445msnm. Cuenta con una población de 69 habitantes según el censo de 2001. La provisión se realiza desde un pozo cavado, que recibe agua desde una vertiente. La concentración o residuo salino del agua es de 632 mg/l. Un segundo pozo usado para riego tiene residuos salinos totales, más elevado con 925 mg/l. Además en uno de los pozos se detecta la presencia de algas.

La cloración es una medida correctiva. Esta zona no tiene presencia de acuíferos ni caudales superficiales trascendentes, se ubican vertientes en las áreas del basamento aflorante. Los caudales aforados son de unos 1,5 m<sup>3</sup>/hora. La calidad del agua es buena, coincidente con la litología dominante en la zona. Profundizando los pozos se incrementará algo su capacidad, hasta el límite, aumentando la captación. El agua en otra perforación con análisis físico/químico contiene Nitrito y Amoníaco.

#### **25\*\*\*RECREO(La Paz)**

Esta ubicada sobre ruta N157 luego ruta N60 con empalme a ruta N9 desde Cordoba. Tiene habitantes 10.147(2001). Las coordenadas geográficas son 29°16'46sur y 65°03'47oeste. Cota 216msnm.

Existe un sistema mixto de provisión de agua, uno dado por el Dique Motegasta(40km al noroeste) con 7Hm<sup>3</sup> de capacidad, en la colonia homónima, entre Icaño y Ramplones, en los faldeos orientales de las Sierras de Ancasti. El otro por algunas perforaciones locales, en un área de permeabilidad media. Según análisis de OSN(1946), se tienen los siguientes resultados en pozos: Color 2; Turbiedad 0,3; Ph 7,7; Residuo(105°) 944mg/l; dureza 165mg/l; Cloruro 120mg/l; Sulfato 292mg/l; Nitrato 23mg/l; Sílice 71mg/l; Calcio 61 y Mg 7mg/l; Sodio 223 y Fluór 0,5mg/l; Vanadio 0,10 y Arsénico 0,04mg/l.

#### **26\*\*\*RINCÓN DE IPIZCA(Ancasti)**

Es un paraje(IPIZCA)con menos de 50 habitantes(2001). Se llega por el sudeste de la ciudad capital, por rutas P13 desde Puerto de Alumbre y luego por ruta P15. A 28°51'05Sur y 65°33'41Oeste. A cota 1.029msnm.

Las calidades del agua a través de análisis físico/químicos, dan resultados para aguas de media a baja salinidad. En cuanto a la contaminación observada a través de dichos análisis, la misma se debe a acciones antrópicas, incluyendo la actividad ganadera a pequeña escala. En cuanto a las reservas hídricas naturales, los caudales son suficientes para la zona, como alimento humano. Los datos de la fuente superficial, asignan valores de caudales de 20 l/s y 35 l/s (2006) desde la fuente del río Talancate. Existe otro curso superficial en la localidad, que es el río Comedero, con caudales aforados en el lugar de la toma con unos 3,08 l/s.

#### **27\*\*\*RIO DE LA DORADA(La Paz)**

Por ruta P13 desde la capital de la provincia, al sur de la localidad de La Dorada. Entre ésta y El Cercado.

La población, La Dorada, cuenta con 259 habitantes, según registros del censo del año 2001.Tiene las coordenadas a 29°14'42Sur y 65°29'01Oeste. Cota 392msnm. Río de la Dorada (5km al sur) cuenta con menos de 100 habitantes. Actualmente la fuente de abastecimiento es por medio de captaciones subterráneas en pozos excavados a pala. Las fuentes superficiales son de carácter temporario.

Se describen los siguientes pozos que sirven de abasto a la población actual:

- a)Pozo cavado Almada: profundidad -8mbbp; nivel estático -5,60m.;salinidad: 625 mg/l.
- b)Pozo cavado Acosta: profundidad: -8mbbp; nivel estático: -3,90m.; salinidad sin datos.
- c)Pozo cavado Río La Dorada: profundidad -8mbbp y nivel estático: -3,92m.salinidad 630mg/l.(lecho río).
- d)Pozo cavado Nieto: profundidad -10mbbp. Calidad apta y un caudal de 3,75m<sup>3</sup>/hora.

La perforación está a una profundidad de -20mbbp, en la margen izquierda del río La Dorada, puede extraer un caudal de 5 m<sup>3</sup>/hora, en un tiempo de explotación de 5 hs/día, aproximadamente. A través de una electrobomba. El diámetro del pozo es de 10". Las calidades de estas aguas, registran una buena aptitud físico/química, previa corrección bacteriológica.

#### **28\*\*\*SAUGIL(Pomán)**

Por ruta P46 y cruce ruta P25 cruzando el río Saugil, con flujo hídrico al Este hacia el Salar de Pipanaco.

A 28°10'24Sur y 66°12'46Oeste. Cota 893msnm. Contiene 1.927 habitantes al censo de 2001. La fuente es superficial. Se registran datos de su capacidad con caudales que puede transportar el canal, de unos 467 l/s.

El crecimiento socio-económico del distrito de Saugil, está vinculado al recurso hídrico que proviene del río Saugil, cuyos caudales medios oscilan entre 1.480 l/s en verano (febrero) hasta valores de 600 l/s estiaje (julio-diciembre) Lo destacado es la disponibilidad del agua para distintos usos, coincidentes también con períodos de mínimas precipitaciones. Los análisis físico/químicos histórico 5516, exOSN (agua superficial) indican un residuo seco 112mg/l; Cloruro 3mg/l; Sulfato 11mg/l; Fluor 0,5mg/l; Arsénico con vestigios.

### **29\*\*\*SISI HUASI(Capayán)**

Se llega a Huillapima(1.600km de Buenos Aires),sobre ruta N38, a unos 44km de la Capital Provincial; sigue Capayan sobre la misma ruta N38 (52km de la Capital). Coordenadas geográficas aproximadas son: 28°42'00Sur y 65°50'00Oeste. Cota 415msnm. La población de Sisi Huasi, contiene solo 131 habitantes (censo 2001). Esta se abastece desde una perforación de la ex OSN, que cuenta con una antigüedad de 65 años. Se trata de un pozo de -44 mbbp con caudales de 7.600 l/h, depresiones de 3m y niveles dinámicos de -25,80mbbp, para la primera capa con un espesor de -26,20mbbp/-32,20mbbp, la segunda capa tiene un espesor de -33,00mbbp/-42,20mbbp. Las características físico/químicas originales son, aguas con Residuos salinos de 988mg/l, Fluor 0,9 y 0,6mg/l; Arsénico con 0,04mg/l; Sulfato 297mg/l y Cloruro 44mg/l. Se necesita cegar la perforación, evitando contaminaciones hacia las napas inferiores. El agua subterránea de esta fuente, muestra una elevada concentración de Nitrato, Amoníaco; elevada turbiedad y desarrollo bacteriano, con presencia de cloro residual en el agua en ese momento del análisis muy baja, menos de 0,1 mg/l.

Otra perforación cercana, a una profundidad a -80mbbp, cuenta con caudales de 5 m3/hora, con una capacidad para extraer, 80 m3/hora, sus caudales específicos son de 10 m3/h/m, muestra calidades del agua dentro de parámetros normales, aunque con una baja salinidad. Los análisis físico químicos dan resultados de conductividades uS/cm 295, Sólidos totales disueltos 189 mg/l; Nitrato 2,8 mg/l y Sodio 33 mg/l.

### **30\*\*\*TORO YACO(Santa María)**

Es un paraje en zona montañosa, corrdenadas 26°31'08Sur y 66°16'13Oeste. Cota 2.860msnm; contaba 44 habitantes al censo de 1991. Se accede por un desvío desde la ruta nacional 40, a la altura de Guanacoyacu, por el río Saladillo, superando la localidad de Cerro Colorado. La fuente es superficial con una captación en el arroyo Toroyaco, que tiene un caudal medio de 16 l/s. Las aguas subterráneas son de muy baja productividad por el poco espesor de cobertura de los sedimentos y su naturaleza litológica semipermeable. Según los estudios realizados, la relación entre la oferta y las necesidades, se ve favorecida esta oferta. Del punto de vista de las características físico/químicas son aguas potables, con una turbiedad de 3,40 NTU; Conductividades de uS/cm 320 (10°C); Residuo seco 211 mg/l; Cloruro 30 mg/l; Sulfato 50 mg/l; Nitrato 1,5mg/l; Hierro 0,05 mg/l; Flúor 0,27 mg/l; Arsénico 0,02mg/l. Verificar el cuidado de esta fuente superficial, ubicada en la subcuenca del arroyo Toromayo.

# CHACO

Esta provincia está comprendida dentro de las siguientes regiones hidrogeológicas. 3) al Oeste de la provincia Pie de Monte y Llanura Chaco-Salteña. Hacia el centro-Oeste 4) la Llanura Chaco pampeana Árida y 5) Llanura Chaco Pampeana Húmeda

## **1\*\*\*ACUIFEROS OESTE CHACO(Departamentos General Guemes, Almirante Brown)**

Este análisis se orienta al estudio de acuíferos en el oeste de la provincia del Chaco, este de Salta, oeste de Formosa y el ángulo noroeste de Santiago del Estero, según José L. Angeleri.

A profundidades medias, mayores a -70/-100mbbp, se han detectado aguas de buena calidad, que en muchos casos, se encuentran actualmente en explotación. Si bien en cada provincia se han realizado importantes valoraciones parciales como por ejemplo el plan del Pico del Chaco en el oeste de la provincia, no se han efectuado estudios con carácter regional a nivel de cuencas acuíferas subterráneas, que permitan definir los límites físicos, caudales, usos, y establecer eventuales regímenes de explotación a las fuentes y métodos de recarga y formular una política de explotación sustentable del recurso.

Los Niveles acuíferos son regionalmente mencionados con tres niveles:

1. Un primer nivel acuífero hasta una profundidad de unos -30mbbp, normalmente freático, en general salado, en arenas saturadas o parcialmente saturadas. En ocasiones las arenas se pueden encontrar secas o pueden contener lentes de aguas dulces.

2. El segundo nivel acuífero es semiconfinado en parte libre, normalmente salado aunque contiene niveles de agua dulce y se lo encuentra hasta unos -80mbbp, aproximadamente.

3. Por debajo del segundo nivel existe un tercer nivel de acuíferos, con calidades de agua normalmente superiores a los anteriores. Perforaciones profundas a más de -300mbbp, han detectado niveles de agua de buena calidad, algunos con salinidades muy bajas del orden de 0,5 mg/l. En este nivel, sobre el que existen antecedentes de una posible extensión regional, se centran los estudios presentes.

Al respecto algunos autores por ejemplo, García, F.R., 1999, menciona que la interpretación de secciones sísmicas y la información proveniente de pozos petroleros en el chaco salteño, permite esbozar la configuración estructural del subsuelo para los primeros 500 metros de profundidad.

A modo de conclusión, el mismo autor plantea la existencia de dos medios con características hidrogeológicas distintivas a saber:

El primero desde la superficie hasta profundidades que varían de -30 a -190mbbp, según las zonas, se caracteriza por arcillas y limos dispuestos en lentes en la parte superior y arenas con intercalaciones sabulíticas a conglomerádicas, en la base. El segundo, infrayacente, es preponderantemente arenolimoso aunque en algunas zonas es arcilloso, y de mayor monotonía litológica.

Se asigna una edad Cuartaria al tramo superior y Terciaria al tramo inferior.

Del análisis de la piezometría se establece para el primer tramo una concordancia con los niveles de los cauces de superficie, y una concordancia del escurrimiento superficial y subterráneo, asignando carácter influente a los cursos fluviales. Para el segundo tramo se establece una independencia del escurrimiento superficial del subterráneo, determinando un flujo subterráneo de oeste-este y noroeste a sudeste, atribuyendo este comportamiento al control de factores estructurales (altos, dorsales, arcos y fracturas). Se concluye, que para la región del chaco salteño, la recarga del acuífero profundo se establece fuera del área de estudio.

Respecto al comportamiento del abanico aluvial del río Salado (Martín A., 1999) citando a Padula y Mingramm, 1963, señala que este abanico aluvial está interrumpido hacia el este por un arco que es parte de la Dorsal El Caburé, que sirve como barrera al flujo de aguas subterráneas.

Señala asimismo, que el abanico presenta acuíferos con altos rendimientos en los sectores apicales y medios. Hacia el borde distal la permeabilidad decrece y el agua contenida en los acuíferos se hace más salina como consecuencia de un mayor contacto entre la roca y el agua.

La localidad de Los Tigres se encuentra ubicada en el borde distal, en las coordenadas 25°14'24"Sur y 62°49'02"Oeste. Cota 230msnm, es a partir de ese punto donde existe una interrupción brusca en la sedimentación como consecuencia del arco estructural mencionado.

Bibliografía analizada por su autor para la región:

- a) Oferta agua subterránea región semiárida Chaqueña, perspectivas. Vargas, Ramón, Resistencia (CH) 1976.
- b) Soluciones al problema del agua en la expansión de la frontera agropecuaria de la provincia del Chaco, Vargas, Ramón. Campaña del Oeste programa III, Resistencia (CH), Julio 1977.
- c) Estudio preliminar para el aprovechamiento de los recursos hídricos de la cuenca del río Pasaje, Juramento - Salado, TI (3T) C.F.I, 1978.
- d) Estudio geológico y sedimentológico del subsuelo del oeste chaqueño. Santa Cruz, Jorge N INCyTH. Centro de Hidrología Aplicada. Unidad Sedimentología, 1978.
- e) Catálogo de perforaciones del Impenetrable. Convenio de Asistencia Técnica y Financiera Agua. CATFA, Resistencia, Chaco. 1982.
- f) El Holoceno en el Litoral. Iriondo, M. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, 1990.
- g) Perfiles perforaciones muy profundas. Dirección de Minería y Geología, recopilación APA. Chaco, 1995.
- h) Hidrogeología del Valle de Lerma, Pcia. de Salta. Tesis Doctoral. Baudino Guillermo A. Escuela Doctorado Ciencias Geológicas, Salta, 1996.
- i) Mapa Geológico provincia de Jujuy, E 1/500000 Servicio Geológico. Secretaría Ind., Com. y Minería. 1996.
- j) Estadística Hidrológica 1997 (2 Tomos), Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Presidencia de la Nación (confeccionado por EVARSA), 1997.
- k) Hidrogeología del Chaco Boreal Salteño, Pcia. de Salta. García, Fernando Rodolfo, tesis doctoral, 1998. Universidad Nacional de Salta, Facultad Ciencias Naturales. Escuela Doctorado en Ciencias Geológicas. SIN 1514-4186. serie de correlación geológica n° 13: 425-434.
- l) Mapa geológico de la provincia de Salta. E 1/500.000, Secretaría de Industria, Comercio y Minería, Servicio Geológico Minero Argentino, 1998.
- ll) Hidrogeología de Santiago del Estero, Martín, A, Universidad Nacional de Tucumán, 1999.
- m) Perfiles perforaciones Dptos. Anta y Rivadavia, Salta. Unidad de Infraestructura y Desarrollo, Salta. 2001

### **2\*\*\*AVIA TERA(Independencia)**

Su ubicación es por la ruta nacional 16, desde la ciudad de Resistencia, próxima al cruce con la ruta provincial 94. A 26°41'13S y 60°43'40Oeste. Cota 102msnm. El censo de 2001 definió a 5.446 habitantes residentes en el lugar. La fuente a captar es subterránea, básicamente a través de los paleocauces existentes. La calidad es de agua freática, con bajas concentraciones de sales totales. Aunque no se tienen datos. Se entiende la fragilidad de un paleocauce a cuenta de su contaminación potencial y real y su recarga, más un equilibrio hídrico, que debe darse a favor de las explotaciones de demanda continua. Aún con bajos caudales, sin quebrar los valores de la recarga. Tener presente la relación volumen/tiempo, el caudal de la reserva almacenada en estos cuerpos arenosos/limosos hasta arcillosos y su recarga por medio de las precipitaciones e ingreso por cauce desde aguas arriba.

### **3\*\*\*CAPITAN SOLARI(Sargento Cabral)**

Por ruta nacional 16 desde Resistencia pasando por la localidad de Lapachito, por ruta P9, superando Colonia Elisa antes de la localidad de La Pastoril(ruta P30). A 26°47'29S y 59°32'03Oeste. Cota 76msnm. Tiene una población de 1.655 habitantes al año 2001.

La explotación actualmente se lleva a cabo por medio de un pozo de baja profundidad, entre -15 y -20mbbpozo. Otra perforación, en niveles freáticos incluyendo paleocauces, presenta caudales muy bajos de alrededor de 1 m3/hora y calidades con una conductividad de uS/cm 500, con buena capacidad de reacción frente a una explotación. Surgen dos alternativas, perforar un pozo convencional o cavar un pozo de gran diámetro. A igualdad de costos, el pozo de gran diámetro conviene como sistema de captación, por contener la reserva mayor sobre su base de diseño (cisterna), lo que permite más capacidad de almacenamiento. Los análisis de esas aguas, no presentan anomalías químicas. Como el área está ubicada en una zona de alta a baja permeabilidad, es necesario tener conocimiento del recurso cualicuantitativamente, para reducir errores.

### **4\*\*\*CASTELLI J.J.(General Güemes)**

Por ruta provincial 16 desde la ciudad capital, luego por ruta 95 desde Pte Roque S. Peña, superando la localidad de Zaparínqui. A 25°56'39S y 60°37'31Oeste. Cota 112msnm. Cuenta con 36.588 habitantes al año 2001. La oferta de agua (inicial), es una fuente aportada desde el paleocanal Mala (arroyo Malhá), es cuenca hidrológica cerrada. La misma fuente es alimentada por los canales 1 y 2, proveniente de drenajes pluviales. La otra fuente pertenece al río Salado, porque el riacho Nogueira, de mayor magnitud, con problemas de taponamiento que dificulta su escurrimiento superficial. En períodos de sequía climática o estiaje, el río Salado puede ser un recurso a usar. Con una represa de tierra transversal al eje del río, se puede endicar y generar almacenaje de agua. El río Salado en estiaje define su régimen no permanente. Los análisis físico/químicos responden al denominado Salado Mereles, con agua de elevada turbidez y color, pero con otros parámetros analizados como normales.

En función a imágenes satelitales del área en detalle, se observa al riacho Salado en una extensión de más de 15km hacia el Oeste, tomando un punto de partida aproximadamente desde la represa y en anchos de cauce oscilando de 40 a 60 y 70 metros, según sectores. Con una capacidad mínima de 900.000 m<sup>3</sup>, más la represa, se suma una mayor reserva. Una capacidad mínima del embalse natural según las medidas definidas, en 15km de longitud, 40 metros en ancho y 1,30metros de profundidad, se llega a los volúmenes de previsión necesarios.

#### **5\*\*\*CHARATA(Chacabuco)**

Desde la ciudad Capital por ruta N16 hasta Avia Terai, luego por la ruta P94 entre Pampa del Cielo y Gral Pinedo. A 27°13'03Sur y 61°11'17Oeste. Cota 101msnm. Cuenta con 27.813 habitantes al censo de 2001. Las fuentes de agua en Charata subterráneas, son suministradas por paleocauces de la región. Existen posibilidades de extraer agua de un segundo nivel con calidades variables (muy posiblemente salobres) hasta unos 4 m<sup>3</sup>/hora. Un perfil geológico de perforación de la ex Dirección Geología y Minería (Servicio Hidrogeológico, 1935), registra un nivel de arena fina entre -82 y -87,70mbbp con caudales de 4 m<sup>3</sup>/hora y depresiones de 21 metros. Un original del perfil hidrogeológico, registra caudales muy bajos, pese a tener niveles surgentes sobre la capa productiva, la misma llega a un nivel de abatimiento con caudales equivalentes a 14 m<sup>3</sup>/hora, las calidades originales, analizadas por la Ex Dirección de Minas y Geología con residuos elevados equivalentes a una salmuera, con 48.000 mg/litro.

Las fuentes de explotación se establecen a través del desarrollo del paleocauce, con un principio de equilibrio hidrológico. Los caudales totales del paleocauce podrían tener un límite de explotación de 500 m<sup>3</sup>/día.

Se explotarían 10 pozos a profundidades definidas, por ejemplo -9mbbp. Si consideramos un diseño aproximado igual a: 10 pozos con 24 horas explotación y 4 m<sup>3</sup>/hora de producción, la oferta es 960 m<sup>3</sup>/día, según calidades se pueden procesar, hasta un 50% por la tecnología de ósmosis inversa o menos según el contenido salino. Agua producto tendría un volumen igual de 480 m<sup>3</sup>/día.

Sumando caudales, se tiene una primera etapa de caudales con 500+480 m<sup>3</sup> = 980m<sup>3</sup>/día. Todo ello garantiza un gasto de 65 l/h/día, para cada habitante.

La oferta se integra por pozos de explotación y por la producción de paleocauces de la zona. Según José Petri, alrededor de los pozos de gran diámetro, se podrían cavar trincheras de unos 2 metros de profundidad en forma de U, cuya base enfrenta la dirección de escurrimiento del flujo en los paleocauces. Con las precipitaciones, habrá una mayor recarga hacia los pozos. Análisis físico/químico histórico ex OSN(55941) pozo somero. Residuo total 516mg/l; Alcalinidad 392mg/l; Cloruro 14mg/l; Sulfato 6mg/l; Arsénico 0,04mg/l; Fluor s/d. Análisis físico/químico histórico(55944) ex OSN pozo semisurgente. Residuo total 32.300mg/l; Alcalinidad 477mg/l; Cloruro 10.000mg/l; Sulfato 8.812 mg/l; Ph 7,2, ligeramente básico.

#### **6\*\*\*CHOROTIS(Fray Justo Santa Maria de Oro)**

Cercana a la localidad de Santa Silvina, la topografía es más baja hacia el este, cercanos al límite con la provincia de Santiago Del Estero. A 27°55'03Sur y 61°11'17Oeste. Cota 78msnm. Contiene según el censo del año 2001 a unos 1.445 habitantes. La fuente hídrica es superficial. Los parámetros básicos para una estimación cuantitativa del recurso, son las precipitaciones locales y regionales. Para el caso se determina un dato para cálculo de la precipitación que está ubicado entre un valor promedio de 811mm, en series de 39 años con mínimas de 386mm en un mismo tiempo. Los 612mm de lluvia anual según cálculo como parámetro final, es lo indicado en las tablas de las series. Se usa posteriormente un método de la curva número para tener aproximaciones de precipitaciones al escurrimiento de la zona, ese dato es menor a 200mm/año para el área. La fuente subterránea: lo define la alta salinidad de las aguas a datar, con más de 18.000 uS/cm de conductividad, muy salobre, encareciendo los costos en equipos de ósmosis inversa. Las alternativas, incluyen, plateas, plantas de ósmosis inversa, sistemas mixtos, captación directa en los bajos de Chorotis. La alternativa de mínimo costo es una toma de agua desde el Bajos de Chorotis, considerada viable. La alternativa, desde el Bajo de Chorotis, en un relieve deprimido con drenaje muy lento del agua, por una pendiente topografía apaisada. La oferta a la fecha, es un agua fraccionada desde Villa Angela y desde los pozos individuales que posee la población.

#### **7\*\*\*COLONIA BRANDSEN(Presidencia de la Plaza)**

Esta ubicada desde la Capital Resistencia por ruta N16 hasta Presidencia de La Plaza, de allí por ruta P7 a ruta P40 (total unos 18km de Pcia de La Plaza). Con coordenadas 26°51'37 Sur y 59°50'28Oeste. Con cota 79msnm. La población rural dispersa con unos 100 habitantes (2001). La opción es perforando un pozo de gran diámetro, que según análisis se presentan elementos químicos incluyendo arsénico y flúor. El pozo está a -9mbbp. Existe una represa como recarga acuífero para el pozo de gran diámetro. No se conocen caudales ni calidades químicas.

### **8\*\*\*COMANDANCIA FRIAS(Gral Güemes)**

Ubica en el noroeste de la provincia cerca del límite con Salta, en el Impenetrable. Desde la ruta P52 de Las Lajitas(Salta), pasando por Santo Domingo y Salta Forestal(km50). La localidad esta a 620km de Resistencia, pasando por Fuerte Esperanza hasta Castelli (camino de tierra), de allí a Resistencia por consolidado y asfalto. Sus coordenadas son 24°33'43Sur y 62°14'23Oeste. Cota 184msnm. La población dominante es indígena Wichí y reducida su cantidad de habitantes. Se perfora un pozo profundo a unos +-300mbbp, localizado por estudios HG y geofísica por R.Garcia y F.Molla, entrega caudales máximos de 35m<sup>3</sup>/h, lo que da un nivel estático de -14mbbp. El caudal de explotación es de +-2.500 l/h, surgente con agua potable. Contiene arsénico 0,03mg/l. En la zona existe una perforación cercana a 25km de esta localidad a profundidad de -300mbbp también surgente con Conductividad de 1.120 uS/cm.

### **9\*\*\*CORONEL DU GRATY(My Luis J.Fontana)**

Su acceso es por ruta N95 desde su empalme con la RN16 a Resistencia, pasando Villa Angela unos 25 km al sudoeste. A 27°41'06Sur y 60°54'30Oeste. Cota 79msnm. Los datos del censo del año 2001 dan 6.888 habitantes. Un estudio hidrogeológico, determinó descarte de agua dulce en el subsuelo desde los -33mbbp hacia abajo. Quedando posibilidades de investigar a profundidades como a -1200mbbp. La factibilidad de ejecutar perforaciones someras, en distintos sectores de la localidad para cubrir el déficit de la demanda, se da como solución inmediata. Las perforaciones profundas hasta casi -700mbbp como Villa Angela (-626mbbp) dan resultados con aguas salobres. Se sabe de la existencia de acuíferos más profundos, como la formación Guaraní en una región ubicada al Este de la región y su equivalente las areniscas de Tacuarembó, que puede o no contener agua salobre, motivo por el cual los sondeos de tipo MT no muestran desde los -800mbbp resistividades elevadas. El perfil litológico integral del pozo petrolífero de Charata, marca la presencia de la Formación Chaco entre -00.00mbbp y -788mbbp; la Formación Mariano Boedo (facies calcáreas) entre -788mbbp y los -818mbbp; areniscas de la Fm Tacuarembó entre -818mbbp y -1000mbbp; Fm Chacabuco, sedimentitas, entre -1000mbbp y -1340mbbp; Fm Charata entre los -1340mbbp y -1457mbbp y luego la Fm Sachayoj entre los -1457mbbp y los -1716mbbp. Los SEV realizados definen aguas saladas a muy saladas hasta -700mbbp como se da en el pozo Charata(1940) de la ex Dirección de Minería. A partir de -700mbbp(valores 10 Ohm/m) se aprecia un cambio hacia conductividades en las formaciones atravesadas.

El perfil MT ejecutado en Santa Sylvina y Cnel Dugraty, muestra un mayor cambio de valores a partir de los -2500 mbbp. La prospección magnetoteléfica (MT) utiliza la difusión en el interior de la tierra de ondas electromagnéticas naturales de baja frecuencia para encontrar un modelo de resistividad eléctrica del subsuelo, según la leyes de Maxwell. La profundidad de penetración dependen del período de la señal y de la resistividad eléctrica del medio. Para recibir información del subsuelo es necesario tiempos largos de más de 10000s, para lo cual se necesitan más de 10 días para registros MT, en estaciones de observación. El método MT acerca modelos de conductividad del suelo con contrastes. Es más sensible para ubicar zonas conductoras que aislantes. La resolución de la respuesta depende de la resistividad eléctrica de las rocas y de la profundidad que llegue el método aplicado. Como datos del estudio aplicando el método MT, se muestra con un espaciamiento entre estaciones de 5 km. Un sondeo magnetoteléfico con cortes que van numerados desde 01 al 06. Analizando el sondeo magnetoteléfico MT04 se observan conductancias de 714 mOhm/m a los -981mbbp hasta 2016 mOhm/m a -1310mbbp. La facilidad de encontrar agua dentro de los parámetros existen como posibilidades de la variable, porque esta definido a profundidades asignadas por el método MT con valores desde muy conductivo a conductivo. Esto se interpreta como perteneciente a facies sedimentarias de arcillas y arenas saturadas de agua a esas profundidades. Considerando a las aguas subsuperficiales contenidas a baja profundidad, en la zona de la localidad, integrada por asociaciones con cauces activos y abandonados o paleocauces, el estudio los llama como acuífero Bajos Submeridionales. Considerando las zonas de recarga integradas por esteros y cañadas de la región. Se realizan sondeos geoelectricos que establecen una zona semiresistiva entre los -5mbbp y -32mbbp, según que perfiles geoelectricos se traten. Este segmento saturado, esta comprendido para realizar explotaciones a bajos caudales con aguas potables, con rendimientos de 0,5 m<sup>3</sup>/hm y caudales entre 2 a 4 m<sup>3</sup>/hora. Respecto a la oferta/demanda del sistema, tomando los datos del INDEC del año 2001, contiene una población de 6888 habitantes. Considerando un consumo de 100 l/h/día se tiene una demanda de 689 m<sup>3</sup>/día. Actualmente existe una explotación con un solo pozo. Con un caudal específico de 0,5 m<sup>3</sup>/h/m y caudal de 3 m<sup>3</sup>/h por pozo, con una explotación de 14 horas/día, se puede manejar una oferta igual a 630 m<sup>3</sup>día, con las perforaciones equivalentes.



### **10\*\*\*EL RECREO(Gral Guemes)**

En el límite con las provincias de Salta y Formosa, al Oeste de esta última. Cercano a los bajos de Alvarado y a las localidades de Pozo del Tigre(NNE) y Fuerte Esperanza(SSE) y de laguna Montevideo(NNE).

A 24°36'19Sur y 62°03'32Oeste. Cota 173msnm. Se presenta en la zona un antiguo cauce del río Bermejo, con numerosos meandros y paleocauces. Fuente subterránea se encuentra a una profundidad igual a la perforación de -11mbbp. Con un espesor de acuífero saturado de 4 metros de potencia. Un caudal de 1,2 m<sup>3</sup>/h y un caudal específico 1,4m<sup>3</sup>/h/m. Los niveles estáticos son -5mbbp y sus niveles dinámicos de -5,87mbbp. La depresión es de 0,87m. La transmisibilidad 70m<sup>2</sup>/d y 100m<sup>2</sup>/d. El almacenamiento es de 2x10<sup>-2</sup> y 8x10<sup>-2</sup>. (Freático). La permeabilidad entre 7 y 10 m/día. Finalmente la calidad físico/química del agua se analiza Sulfato con 680 mg/l sobre 200 mg/litro del Código Alimentario Argentino.

### **11\*\*\*FONTANA(San Fernando)**

Próximo a la ciudad Capital de Resistencia. Integra al Gran Resistencia esta localidad. A coordenadas 27°25'06Sur y 59°02'02Oeste. Cota 53msnm. La población es de 26.745 habitantes al año 2001 y 16.141 habitantes con el censo registrado en 1991. La fuente original esta en el Río Paraná, de allí se trata el agua hacia una planta de tratamiento. Datos río Paraná(Puerto Vilela)Anuario Dirección Laboratorios exOSN/1946. Ph6,9; Residuo(105°C)86mg/l;Dureza total 55mg/l; Alcalinidad 40mg/l; Cloruro 6mg/l; Sulfato 10mg/l; Fluor 1mg/l; Nitrato <1mg/l; Arsénico <0,04mg/l; Vanadio < 0,10mg/l.

### **12\*\*\*FORTIN BELGRANO(Gral Güemes)**

Fortín Belgrano esta localizado sobre margen derecha del río Bermejo (Teuco), en el límite de las provincias Salta y Formosa. A +-700 km de la ciudad de Resistencia, por ruta P9 Juana Azurduy, por Fuerte Esperanza, Nueva Pompeya, Wichí, Bolsa Grande y Corralito. A 24°06'57Sur y 62°20'21Oeste. Cota 197msnm. Se capta agua superficial desde una toma tipo pontón sobre el río Teuco, por medio de una electrobomba sumergible con un caudal de 15 m<sup>3</sup>/h. Los análisis físico/químicos dan agua de buena calidad, según las normas. Las fuentes subterráneas son de mala calidad físico/química. Los antecedentes de aguas a diferente profundidad, como alternativas de captación en la zona se desechan. Ratificando aguas de mala calidad físico/química con algunos análisis que exceden límites permitidos por normas y por características organolépticas. Así en Dureza total se tiene 1.110 mg/l; Sulfato 1.260 mg/l; Hierro: 0,35 mg/l y Manganeseo 0,2 mg/litro.

### **13\*\*\*FORTÍN LAS CHUÑAS(Independencia)**

Este paraje esta sobre la ruta P94, se arriba desde Avia Terai por ruta P16, desde la ciudad de Resistencia. Fortín las Chuñas ubicado entre Campo Largo al noreste y Corzuela en sudoeste. A 26°53'08Sur y 60°54'21Oeste. Cota 105msnm. Contiene 219 habitantes, según el censo de 2001. En el pueblode Campo Largo, la fuente de captación es subterránea, suministrada básicamente por los paleocauces existentes. La fragilidad de estos sistemas como es el paleocauce, en cuanto a contaminación y equilibrio hídrico frente a una explotación continua, debe tener presente, los estudios de los volúmenes de agua extraídos en una unidad de tiempo de estos cuerpos areno-limo-arcillosos y la recarga por lluvias. El caudal de explotación aquí no supera los 4m<sup>3</sup>/hora. Sus análisis físico/químico, están dentro de las normas de calidad de agua y del Código Alimentario Argentino. SDT(sólidos disueltos totales) 551 mg/l; Arsénico 0,05mg/l; Cloruro y Sulfato 6 y 5 mg/l respectivamente. Otro pozo de explotación a una profundidad de -28 mbbp. Su acuífero está en una arena fina a -11/-17mbbp y a -23/-26mbbp. La transmisibilidad de 40 m<sup>2</sup>/d y la permeabilidad 5m/d. La longitud de los caños filtros es de 9 metros. Índice de productividad del pozo es de 0,80m<sup>3</sup>/h/m. Los niveles dinámicos -11,39mbbp; niveles estáticos - 5,80mbbp; a los 360 minutos de bombeo los niveles dinámicos, casi estabilizan. La recuperación del nivel estático en la perforación se hace efectiva a los 120 minutos de detenida, casi un 100% de sus valores estáticos originales.

### **14\*\*\*GANCEDO( 12 de octubre )**

Se accede por la ruta N89, desde Santiago del Estero, de la localidad De Quimilí. Ubicada entre Gral. Capdevila(Chaco) y Dv.La Paloma(Sgo.del Estero). A 27°29'24Sur y 61°40'33Oeste. Cota 104msnm. Tiene una población según el censo de 2001 de 3.737 habitantes. Al integrar con análisis de cálculo el balance hidrológico general, se calcula a través de un balance de masas, el volumen de escurrimiento que ingresa en las represas a construir, considerando también el valor de la evaporación más la infiltración en cada una de ellas. Se comienza a) Cálculo de datos a partir de la precipitación eficaz, considerando las precipitaciones que ocurren en la cuenca vertiente, área donde se desarrolla el futuro proyecto. Este recurso natural es la lluvia útil, o precipitación eficaz, no es otra cosa que el agua disponible para escorrentia tanto superficial como subterránea. La precipitación de útil origen atmosférico, es consecuencia del clima de la región o la zona geográfica donde se define el ciclo hídrico.

El estudio de la variabilidad climática a partir de la lluvia útil, requiere disponer de series lo mas largas posibles para tener un cálculo más aproximado. El concepto de lluvia útil es la diferencia entre precipitación y evaporación real y es una expresión simplificada de la ecuación general de balance hídrico. Dicha ecuación dice que la precipitación, igual a P(anual), será igual al Escurrimiento anual+Evaporación anual+Evapotranspiración anual+Infiltración anual. Se debe calcular la superficie topográfica necesaria de escurrimiento que origina la lámina de agua útil en la cuenca, y que ingresa a las represas. En un primer cálculo el volumen de represas, genera un mínimo de capacidad de 167.488 m3 y volúmenes de 153.600 m3, que abastecerían a 9.600 habitantes durante 128 días. Efectivamente 60.000m2 de terreno (6Ha) es la superficie de reservorios de captación. La zona de cultivo que rodea al proyecto por sus potenciales agroquímicos se debe monitorear. Con plateas de escurrimiento impermeables los problemas por contaminación con agua escurrida de cultivos sería prácticamente nula. Alejaría un problema de agroquímicos que generalmente se vuelcan a estos suelos. Se verifica que el agua de pozo es no potable, justamente se recurre a captaciones superficiales por escurrimiento del agua de las precipitaciones. Se estudia por medio de la curva número a través de un modelo denominado AR-HYMO, donde la precipitación caída en un periodo de 51 años, registrándose una mínima de 25mm o más en un período de recurrencia de 10 años, genera escurrimientos equivalentes a 1,7mm que se captaría en los reservorios asignados. La lluvia de 25mm genera una lámina de 1,7mm lamina efectiva de agua por los 44 km2 de cuenca integra un volumen específico de 74.000 m3 hacia los reservorios apropiados. La lluvia mínima, con un tiempo de recurrencia de 10 años según estadística, puede pasar hasta a 125 días sin lluvia entre dos períodos de 25mm o más.

#### **15\*\*\*GENERAL VEDIA(Bermejo)**

De Resistencia por ruta nacional 11 a Formosa, desvío por ruta secundaria 37 al este por La Esperanza. A 26°55'59Sur y 58°39'42Oeste. Cota 58msnm. Contiene una población de 1.840 habitantes según registros de 2001. La perforación tiene una profundidad de -24mbbp.

Caudal: 18 m3/hora.

Transmisibilidad: 1.000 m2/día (elevada para zona)

Almacenamiento: 4 x 10-2.

Permeabilidad 20 m/día.

Nivel estático: -3,90mbbp y nivel dinámico -9,15mbbp ; depresión 5,25m; caudal específico de 3,42 m3/h/m.

Tipo acuíferos: Freáticos. Radios de interferencia (Ri) 580 metros de acción , entre ejes de perforaciones, desarrollada con 72 horas de bombeo. Las perforaciones encontradas, son dos en el área con un diámetro de 6" y filtros de 5" en material de acero inoxidable

#### **16\*\*\*GRAN RESISTENCIA(San Fernando)**

(Ruta N11 Avellaneda). A 27°27'16Sur y 59°02'47Oeste. Cota 52msnm. Contiene a 359.590 habitantes según censo de 2001. Colindante con la ciudad Capital Resistencia. Se define una fuente superficial, Los caudales de producción generados actualmente (2003) para el Gran Resistencia, son de unos 5.300 m3/hora, tratados por medio de dos plantas de potabilización, para abastecer unos 403.052 habitantes. La fuente superficial es el río Paraná, representa una oferta sobredimensionada en relación a su demanda. Análisis fisicoquímicos tomados en Puerto Vilela. Anuario Dirección Laboratorios exOSN/1946 BsAs. Ph6.9; Residuo(105°C)86mg/l;Dureza total 55mg/l; Alcalinidad 40mg/l; Cloruro 6mg/l; Sulfato 10mg/l; Fluor 1mg/l; Nitrato <1mg/l; Arsénico <0,04mg/l; Vanadio < 0,10mg/l. La población tiene altas coberturas en redes del orden de un 85%, con trabajos de optimización que incrementan dicha cobertura.

#### **17\*\*\*LAS BREÑAS(9 de Julio)**

Por ruta 94 desde Avia Terai (ruta 16), cruzando Pozo del Indio. A 27°05'26Sur y 61°05'05Oeste. Cota 102msnm.Cuenta una población de 26.955 habitantes al año 2001. La fuente subterránea, presenta muchas limitaciones en cuanto a cantidades y calidades, pues a medida que se desciende en profundidad en el acuífero, aumentan las concentraciones salinas. El área de explotación está conformada por perforaciones. Se extrae la oferta a través de 4 pozos de gran diámetro ubicados al norte de la población. Están ubicados en una línea norte/sur, existiendo una represa contigua a la batería de los pozos. Pozo del Indio 126 m3/d bombeo 10 hs/d; pozo González 126m3/d bombeo 10 hs/d; pozo Koster 50m3/d bombeo 5 hs/d. Caudales diarios totales: 350 m3/día. Al sur de esta localidad se encuentra una perforación de gran diámetro. A unos 50 metros de dicho pozo, tiene ubicación una represa, hacia el sector sudeste. Las perforaciones y pozos de gran diámetro se ubican generalmente cerca de represas artificiales que se recargan con agua de lluvia, generando luego recarga inducida hacia la perforación, beneficiando así los caudales de extracción. Análisis fisico/químico histórico exOSN 46793 (pozo) Residuo total 425mg/l; alcalinidad 352mg/l; Cloruro 7mg/l; Sulfato 7mg/l; Arsénico 0,02mg/l; Fluor 0,6mg/l; Ph 7,8. Pozo 3era.napa: Residuo salino total 35.460mg/l; Alcalinidad 553mg/l; Cloruro 8.800mg/l; Sulfato 7.703mg/l; Arsénico 0,10mg/l; Fluor 1 mg/l.

#### 18\*\*\*PAMPA DEL INFIERNO(Almirante Brown)

Desde Resistencia por ruta P16, pasando la población de Avia Terai hacia el oeste. A 26°30'44Sur y 61°10'28Oeste. Cota 123msnm. Cuenta con una población de 8.176 habitantes al 2001. Una perforación en la localidad ( a menos de 6 km). Cuenta un primer nivel franco arenoso entre -42mbbp y -48mbbp. Los caudales de 850 l/h con un caudal específico de 280 l/h/m. Transmisibilidad 1,5 m<sup>2</sup>/día. Un Residuo total 30.000 mg/l. Un segundo nivel, ubicado entre -123mbbp y -127mbbp. Nivel estático -50mbbp y dinámico -80mbbp. Caudal específico 80 l/h/m. Residuo total 15.000 mg/l. La profundidad total alcanzada es de -196,80mbbp. Es un agua inapta para el consumo humano. Datos del Servicio Geología y Minería (SEGEMAR), determinan por problemas de calidad, no ejecutar perforaciones profundas de -500mbbp o mayores profundidades. Si se considera un semicírculo alrededor aunque algo distante de esta localidad, a efectos de visualizar un modelo conceptual con los perfiles de las perforaciones, se puede apreciar el nivel de las calidades del agua. Teniendo las perforaciones ubicadas a distintas distancias desde Pampa del Infierno, se pueden observar una mala calidad de sus aguas por altos residuos salinos, a profundidades que oscilan entre -357mbbp y -900mbbp. Así se tiene a Monte Quemado, a 180 km(-400mbbp con 57 g/l); Charata a 80km(-357mbbp con 47 g/l); Las Breñas a 60km(-400mbbp con 46 g/l); Castelli a 75 km(-650mbbp con 37g/l); Roque S. Peña a 70km(-900mbbp con 41g/l); Machagay a 120km(-450mbbp con 43 g/l); Avia Terai una perforación N53 FCCN del año 1917, a 43km(-476mbbp con alta dureza de 300°). La escala Inglesa dH o Francesa, en grados hidrotimétricos, para concentración de dureza a 300°, se multiplica por 17,8 ó 10, para tener la concentración en mg/l. La titulación eleva a valores muy altos la concentración salina del agua en esta perforación. Una perforación en Pampa del Infierno, a profundidades de más de -400mbbp, capta agua también con alta concentración salina. Los análisis físicoquímicos históricos en pozos poco profundos(someros) de poco rendimiento, indican mejores calidades; análisis físico/químicos exOSN 55993/4: Se tienen residuos totales de 545/590mg/l; Alcalinidad 314/433mg/l; Cloruro 24/10mg/l; Sulfato 72/30mg/l; Arsénico 0,04/0,08mg/l; Fluor 0,7/1 mg/l.

#### 19\*\*\*PARAJE EL COLCHON(Gral Güemes)

Se accede por ruta secundaria 3, entre Cpo. El Onza y Villa Río Bermejito, desde la ruta N95 desde Castelli. A 25°38'34Sur y 60°21'47Oeste. Cota 114msnm. Población 40 habitantes. El pozo para abastecimiento se localiza en un paleocauce, que atraviesa el paraje. Los paleocauces son estructuras con sedimentos de una granulometría(arena +limo+arcilla), que permite un almacenamiento de agua de origen básicamente pluvial. El origen esta determinado por la acción de competencia de los cauces de cursos de agua superficial, que luego son abandonados. El perfil litológico del pozo, con una profundidad de -1,30 metros en arena limosa, luego hasta los -8 metros contiene arena fina y muy fina hasta el fondo del paleocauce. El mayor espesor del paleocauce, esta al sudeste de una escuela, en el área de captación. Con 9 metros de profundidad y variaciones de salinidad a partir de los -8,50mbbp, medido por conductimetría.

El pozo construido de gran diámetro (3,00m) a una profundidad -11,00mbbp, muestra por la explotación de sus caudales aproximadamente un volumen de 6.000 litros al día. Se instala electrobomba de una capacidad de 1,2 m<sup>3</sup>/hora.

Los ensayos obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Datos/ /Pozos	Caudal bombeo m <sup>3</sup> /h	Nivel Estático (m)	Nivel dinámico (m)	Depresión (m)	Tiempo bombeo (hs)	Tiempo recupera (hs)
1	2,48	8,00	8,99	0,99	2	7,20
2	1,1	8,00	8,62	0,58	6	6

Con una depresión de 0,58 metros y un caudal de 1,1m<sup>3</sup>/h se alcanzan las condiciones de equilibrio. La transmisibilidad es muy baja y el coeficiente de almacenamiento indica acuíferos semiconfinados.

Con un bombeo de dos horas a un caudal de 1.100 l/hora, el pozo se deprime 0,39 metros.

Los caudales fueron ensayados en períodos secos, en estiajes. Las características de los parámetros físicos/químicos de las aguas, hacen aceptable la explotación. Las calidades bacteriológicas son malas en el momento del análisis.

#### 20\*\*\*PARAJE EL 42 (Dto. MAIPU)

Cercano al área de influencia de la localidad de Tres Isletas, por ruta N16 desde Resistencia, luego ruta N95. Al sur de Tres Isletas unos 9km por camino de tierra. A 26°25'57Sur y 60°24'41Oeste. Cota 98msnm. Una población de unos 80 habitantes(2008). El ensayo de bombeo muestra un quiebre en la curva sobre el caudal de los 1.386 l/h, definiendo una zona muy pobre en la capacidad del acuífero.

No sobrepasar 1 m<sup>3</sup>/hora la extracción. Es recomendable un uso de bomba en el pozo en dos períodos de 4x4 (4hs de bombeo y 4hs de parada), en uso alternado, o hasta tres períodos (por ejemplo de 3x 3x 3x horas bombeo, con 3 horas de descanso intermedio, todo en un ciclo de 15 hs.). Los caudales de extracción a razón de no más 1 m<sup>3</sup>/hora, en función de la preservación de la calidad del caudal que se extrae, que incluye la aptitud de toda la fuente.

#### **21\*\*\*PARAJE LORO BLANCO(Almirante Brown)**

Se llega desde la localidad de Pampa del Infierno por ruta N16, luego ruta P5 y camino de tierra ruta P22 y caminos secundarios. El área esta a 17km de Corzuela por la ruta P22, en la zona denominada como campo Alfredo. Aproximadamente a 26°50'29Sur y 61°05'28Oeste. Cota 117msnm. Encontrándose un pozo de gran diámetro n1, donde se efectúan ensayos de bombeo, previamente. Los parámetros son: Diámetro 1,30m. Profundidad -10,20mbbp, nivel estático - 5mbbp y nivel dinámico -5,81mbbp. El nivel de aspiración de la bomba esta a -10,20mbbp. Se ensaya por 6 horas de bombeo a caudales de 10m<sup>3</sup>/hora, con depresiones de solo 0,81metros. La recuperación es lenta recuperando el nivel estático del pozo a los 1.080 minutos.

A dos horas de parada la bomba, el nivel esta en -5,07mbbp. Es decir se recuperan en un 98,6 % a sus niveles originales. La conductividad uS/cm es 1.380mg/l y Residuo salino total 874 mg/l, con un Ph 7(neutro)Cloruro- 130 mg/l; Sulfato- 11 mg/l; Nitrato- 43 mg/l; Arsénico 0,10 mg/l. Fluor: 0,35 mg/l.

Un Pozo2 (en otro campo cercano), se tienen registros de un nivel estático a -4,34m; nivel dinámico -6,71m; profundidad pozo: -9,10m; diámetro 5m; aspiración bomba: -8,60m. Se ensaya 8 horas continuas. Con depresiones de 2,33m, a un caudal constante de 32m<sup>3</sup>/hora. La recuperación a las 12 horas es de 4,40metros, con unidades de recuperación del 98,6 %. En 6 horas se esta a un nivel del 96,4% de su nivel original.

Los niveles salinos son constantes durante todo el ensayo. Los sólidos disueltos totales son de 1.515mg/litro. Arsénico 0,05mg/l; Nitrato 12 mg/l; Fluor 0,20mg/l. Una NTU (turbidez) elevada, seguramente por falta de circulación y lavado del pozo. El pozo3 (en el mismo campo) con un diámetro 1,45m; nivel estático -4,49m. nivel dinámico -6,63m; con una profundidad -9,90m y la aspiración de bomba a -9,40metros. El análisis del ensayo de bombeo, con un caudal de 10m<sup>3</sup>/h, determina para una explotación de 7 horas, depresiones de 1,21m, con recuperaciones a la parada del equipo de dos horas del orden del 98%. A las 18 horas recupera 100%. La transmisibilidad, 301m<sup>2</sup>/d y la Permeabilidad de 60m/día. La conductividad es constante en el ensayo. Análisis fisico/químicos presentados dentro de parámetros normales salvo una NTU (turbiedad) elevada, falta circulación, bombeo. El Cloruro y Sulfato bajos: 126 y 152 mg/l, Nitrato 2,81 mg/l. Los pozos de este Paraje con resultados para producir las captaciones. Con una investigación, identificando nuevas áreas dentro del paleocauce y otras, se posibilita aumentar la oferta dentro del sistema de captación dado.

#### **22\*\*\*PARAJE SAN CARLOS(Gral. Vedia)**

Por ruta Nacional 11 hacia Formosa. Próximo a General Vedia. Cercano a rutas de tierra P1 y P3. Coordenadas 26°55'21Sur y 58°33'38Oeste. Cota 58msnm. El área donde se encuentra el paraje responde a parte de una cuenca con sedimentos de alta a media permeabilidad, es una zona con altas precipitaciones y buena densidad de cursos fluviales y paleocauces densificados. Las lluvias, ayudan a la recarga y que las aguas subterráneas tengan bajos residuos salinos y menos concentraciones de otros elementos. Sin embargo se presenta concentraciones de hierro férrico y manganeso también presente en exceso.

Existe una perforación con caudales de 6,5 m<sup>3</sup>/h a una profundidad de -11mbbp, se explota durante 4 horas al día, en sedimentos de una litología conteniendo arenas finas a muy finas, en un acuífero freático. El agua puede ser tratada por plantas de potabilización, por un sistema de cascada de aireación, por oxigenación se pasa de hierro ferroso a férrico precipitable, luego se continúa con filtros de arena y carbón activado.

#### **23\*\*\*PRESIDENCIA DE LA PLAZA (Presidencia de La Plaza)**

Desde la ciudad Resistencia por la ruta N16. A 27°00'21Sur y 59°49'31Oeste. Cota 76msnm.

Cuenta con 12.231 habitantes al censo del año 2001. Para calcular los volúmenes de agua(cálculo de la represa) para cubrir una demanda suplementaria, se tiene como dato las precipitaciones mínimas en una serie de los últimos 40 años, tomadas por el Servicio Meteorológico Nacional, de 716 mm/año. Una precipitación útil del 27% (312 mm/año) seran para lluvias totales de 1.155 mm/año. Para obtener los caudales finales se debe captar desde una superficie mayor, aumentando así la superficie de la cuenca de aporte, dentro de las características geomorfológicas y topográficas estudiadas. Resultado de los análisis físico/químico históricos exOSN 56091/92/93. Residuo salino 1.516/9.080/1.462mg/l; Alcalinidad 860/1.950/635mg/l; Cloruro 88/632/300mg/l; Sulfato 247/4.315/35mg/l; Arsénico 0,1/0,8/0,04mg/l; Flúor 0,9/x/0,4mg/l

#### **24\*\*\*PUERTO BERMEJO(Bermejo)**

Por ruta P3 secundaria, que corta a la ruta Nacional 11. Ubicada hacia la costa del Río Paraguay. A 26°55'44Sur y 58°30'31Oeste. Cota 55msnm. Según el censo de 2001 cuenta con una población de 1.832 habitantes(Bermejo Nuevo y Viejo). La profundidad de la perforación es de -38mbbp. Los caudales de esta son de 9 m3/h y un caudal específico de 9,4 m3/h/m. Niveles estáticos -4,15mbbp y niveles dinámicos -5,10mbbp, depresiones: 0,95 mbbp. El filtro de toma, esta entre -33 y -38mbbp. La litología esta integrada por arena mediana a fina. La química del agua registra solo Residuos salinos entre 600/1.400 mg/l.

#### **25\*\*\*RIO MUERTO/LOS FRENTONES(Alte. Brown)**

Son dos localidades separadas 25km en la ruta N16 (Los Frentones tiene 6.610 habitantes, censo 2001) a 296 km de Resistencia. A ambas se arriba por ruta N16, estan entre Pampa del Infierno y Los Pirpintos(Santiago del Estero). La primera esta a 26°18'14Sur y 61°38'46Oeste a cota 147msnm; la otra a 26°24'31Sur y 61°24'55Oeste y cota 136msnm. La fuente es una perforación en un campo denominado Montenegro. Este pozo tiene una profundidad de -60mbbp, entubado en diámetro de 8" con un caudal de 10 m3/h. Una segunda perforación se registra a -49mbbp. Un perfil hidrogeológico, permite establecer los filtros entre -41,22mbbp y -58mbbp, en una capa de limo con intercalaciones de arena fina y tosca. Otras perforaciones se incluyen en paleocauces. La calidad del agua del paleocauce es buena y el valor del arsénico se encuentra hasta un límite de 0,05 mg/l.

#### **26\*\*\*SAMUHU(San Lorenzo)**

Por ruta N16 desde Resistencia, luego rutas 94, 6 y 4 por Villa Berthet. A 27°31'25Sur y 60°23'08Oeste. Cota 72msnm. La población integrada por 2.223 habitantes censo 2001. Las condiciones climatológicas son favorables para precipitaciones en la región. Según registros de una serie de precipitaciones de 40 años, avalan la presencia de lluvias promedio de casi 1.000 mm/año. Aunque en un año el registro de lluvias mínimas, indican 643mm. Es importante para este tipo de fuentes superficiales que captan agua de represas que se alimentan de canales de drenajes adyacentes, la presencia de precipitaciones. La recarga esta definida por la lluvia. Considerando una producción de agua necesaria de unos 200 m3/día, el volumen total en represas es de unos 145.000m3/año, esto compensa las necesidades de demanda. Las condiciones hidrológicas benefician al sistema de captación dando posibilidades de captar agua para demandas bajas.

#### **27\*\*\*SANTA ELENA (Almirante Brown)**

Esta localidad de Colonia Santa Elena, esta ubicada a 14 km de Presidencia de La Plaza hacia el NNeste por ruta N16 y P7, pasando por el Raigonal. A 26°55'54Sur y 59°45'51Oeste. Cota 83msnm. Contiene una población al censo del año 2001 de 345 habitantes. Las alternativas de fuentes quedan limitadas al agua subterránea; la fuente superficial no es permanente, presentando muy bajo caudal, estando ubicadas en presas de tierras y bajos topográficos. Existen riesgos potenciales y reales de contaminaciones con nitratos y otras de origen bacteriano en acuíferos freáticos, como los perforados habitualmente en esta zona. Se presentan dos tipos de acuíferos: a) freático, poca profundidad y espesor, contaminado y con bajo caudal y b) semiconfinado de baja transmisibilidad, en casos con mejores calidades. Esto se determina por medio de los pozos exploratorios desarrollados. Los equipos para bombeo deben soportar hasta 1,5 m3/hora. No sobreexplotar al acuífero. Análisis físico/químicos históricos exOSN 56091/92/93, Presidencia de La Plaza (punto más cercano). Residuo total 1.516/9.080/1.462mg/l; Alcalinidad 860/1.950/635mg/l; Cloruro 88/632/300mg/l; Sulfato 247/4.315/35mg/l; Arsénico 0,1/0,8/0,04mg/l; Fluor 0,9/x/0,4mg/l.

#### **28\*\*\*SAUZALITO(General Güemes)**

Por prolongación ruta P52 desde Salta, hasta 40km hacia el Este, cruce camino a El Recreo, Pozo del Tigre, Pozo El Chañar y finalmente El Sauzalito. Esta localizada sobre la margen derecha del río Teuco, al sur del Paraje El Vizcacheral. Desde Chaco por la localidad de Castelli. Hacia el oestenoeste por Colonia La Florida Grande hasta Fuerte Esperanza. A 24°25'25Sur y 61°41'06Oeste. Cota 170msnm. Contiene 7.179 habitantes al 2001.Los análisis efectuados en el río Teuco o Bermejo fueron de diverso tipo. Los mismos permiten tomar conocimiento de los caudales líquidos y sólidos, calidades y profundidades del fondo del cauce. Los caudales líquidos (caudales mínimos), 1941/1995, meses septiembre/octubre, dan valores de 31 m3/s para la estación. Pozo Sarmiento/Zanja del Tigre: Con caudales sólidos, con alto componente de elementos finos, 77% y de gruesos 23% para aguas arriba, para aguas abajo 73% y 27% Según conclusiones de estudios, INCYTH-COREBE 1996, el material transportado por el río son limos y arcillas finas. La química del agua de este río, tienen componentes que determinan una baja concentración de residuos sólidos a valores inferiores a los 600 mg/l. Son aguas de buena calidad desde el aspecto químico. Del punto de vista físico tienen alta cantidad de sedimentos finos, dominando limos y subordinadas arcillas. Los análisis indican una alta concentración de sólidos en suspensión (elementos mencionados arriba).

Las aguas a purificar, requieren tratamiento de presedimentación, además del proceso normal en el tratamiento de aguas. \_Fuente Subterránea: Sus acuíferos presentan baja permeabilidad con sus calidades comprometidas en elemento Arsénico y una elevada carga de minerales que devienen de los sedimentos que definen los acuíferos, freáticos y/o confinados. Se considera única alternativa posible, el uso del agua superficial, por captación desde el río Teuco. Las condiciones del río como fuente de agua permanente y sus calidades, con un grado de sólidos en suspensión, la definen para desarrollar acciones. La orilla donde se ubica la obra toma flotante es una barranca, determinada como una costa de erosión.

### **29\*\*\*SELVAS DEL RIO DE ORO(Libertador Gral.San Martín)**

Se llega por la ruta nacional 11 desde Resistencia. Luego ruta P90(32km) y ruta secundaria 37(10km). A 26°48'12Sur y 58°57'31Oeste.Cota 66msnm. Conforman una población de 502 habitantes, según el censo del año 2001. Las perforaciones estan integradas por pozos someros y poco profundos, promedios de -6,10mbbp a saber: 1)Capa freática: a una profundidad de -6 -8mbbp. Niveles estáticos -4mbbp. La conductividad específica promedio aquí es 486 uS/cm. La calidad del agua es buena. 2)Semiconfinado: A una profundidad de -14/-18mbbp. Nivel estático: -3,45mbbp. Se determinaron ensayos en el pozo mas profundo. Ensayos de 4.440 min (x74 hs) Niveles estáticos -3,45mbbp. Niveles dinámicos -10,22mbbp. Caudales: 14 m3/h. Caudales característicos 2,1m3/h/m. La química del agua a nivel de Manganeseo es de 1,25 mg/l (0,1 a 0,5 mg/l norma OMS). Al momento del análisis registra Amonio fuera de norma (indicador contaminación).

### **30\*\*\*TACO POZO(Almirante Brown)**

Por ruta 16, hacia el oeste, a unos 504 km de la ciudad de Resistencia. En el vértice de la provincia, en los limites de Santiago del Estero y Salta. A 25°37'01Sur y 63°16'13Oeste. Cota 260msnm. Contiene 8.470 habitantes al 2001. El análisis hidrogeológico y de perforaciones en Taco Pozo, incluyen estudios del llamado acuífero Toba. Representa reservas de agua con caudales superiores a los encontrados en los acuíferos 1 y 2, con mejor calidad de sus aguas. La zona, soporta caudales de explotación mayores, según caudales específicos estudiados por diversos autores. Las aguas subterráneas son más salinas en aguas someras que en profundas, aumentando aquí sus caudales (pozos de riego a +-200mbbp rinden caudales de 150m3/h). Esta región de Pico del Chaco contiene arsénico a valores superiores a los límites de 0,05 mg/l. Se considera en su conjunto integral al denominado acuífero Toba, esta integrado por tres niveles. Un primer nivel hasta los 30 metros de profundidad es acuífero freático. Un segundo nivel es un acuífero semiconfinado o semilibre, salobre hasta unos -100mbbp. Un tercer nivel con aguas de excelente calidad, según las salinidades del orden de los 0,5gr/l. Los pozos de alto rendimiento, se ubican en este estrato. En Chaco se los explota en la localidad denominada Campo Libre. Los pozos cercanos a Taco Pozo, que poseen caudales de alrededor de 50 m3/h con caudales específicos de 2 y 3 m3/h/m, lo que representan mayores ofertas finales de caudal. Hay estudios que definen características hidrogeológicas del acuífero Toba, incluyendo el tercer nivel, con carácter regional en cuanto a su extensión en la cuenca. Por su rendimiento, la recarga se registra desde las sierras subandinas. El coeficiente de almacenamiento igual a valores de 0,022 y  $8 \times 10^{-6}$ , el caudal específico de 1 a 1,78 m3/h/m. El flujo de oeste a este con un gradiente hidráulico de 0,069%. Un segundo análisis, pozos perforados en la localidad y entubados en 6", filtros de 4m y profundidades inferiores a los -100mbbp, contienen caudales específicos de 3,6m3/h/m, que podrían rendir caudales mayores a los 18m3/h. Los estudios desarrollados en las tres unidades del acuífero Toba, conducen a penetrar en el subsuelo a profundidades mayores a los -95/-100mbbp, con caudales del orden de los 50 m3/h. Los pozos de explotación tienen los siguiente parámetros: La oferta que se observa es de +-50 m3/h por pozo en explotación. Los pozos del servicio de agua pueden llegar a producir estos caudales. Los pozos nominados están ubicados entre 5 y 10 km. de la localidad, representativos en su perfil hidrológico con los ubicados en la población. Válidas también son las curvas características de los pozos.

a) Profundidades acuíferos entre los 80 y 120 mts.

b) Transmisibilidades: 170 m2/día.

c) Almacenamiento: del orden de  $10^{-4}$ , determinando acuíferos confinados, semisurgentes.

d) Nivel estático: -11mbbp.

e) Caudales del orden de los 40/70 m3/hora.

Actualmente se explotan caudales de 18m3/h y 25 m3/h.

Hidroquímica: Los residuos totales son registrados a niveles del orden de 1500 mg/l.

El arsénico llega hasta niveles de los 0,20 mg/l, se tiene detectado arsénico +3. Las recargas del sistema de acuíferos, son provocadas por gestión de las sierras subandinas, ubicadas al oeste del área.

Un nuevo pozo en la localidad (-240mbbp) dió una conductividad de 600 uS/cm contra los 1.500 uS/cm, de otras perforaciones registradas a menores profundidades de -90mbbp.

### **31\*\*\*TRES ISLETAS(Maipú)**

Por ruta N16 desde Resistencia, cruce ruta N95 (Pte. Roque Saenz Peña) hacia el Norte y de Avia Terai por ruta P27. A 26°20'34Sur y 60°26'05Oeste. Cota 101msnm.. Contiene una población de 24.747 habitantes al 2001. Las fuentes de agua más importantes son las del Zanjón del Salto de la Vieja, en proximidades de la localidad, hacia el noroeste. Sus aguas superficiales serán tratadas por color, turbiedad en periodos de altas ofertas, con floculación, sedimentación y filtración. Analizado el modelo hidrológico conceptual se aportan valores positivos, teniendo en cuenta la evaporación que sufre la cuenca por año hidrológico. El escurrimiento en la misma es unos 10 Hm3/año; se evaporan, infiltran más otras pérdidas por 3 Hm3/año. El balance total es positivo. Como volúmenes movilizables anuales, se registran 7 Hm3/año. El gasto es de 1,5 Hm3/año aproximadamente. Finalmente el volumen de reservas máximas del embalse suman unos 1,3Hm3. Se analizan los factores naturales y artificiales propios de la cuenca en el sector, observándose la necesidad de ejecutar una limpieza profunda de la vegetación típica acuática donde se conforma un reservorio de 60metros de ancho. No se detecta áreas de impactos antrópicos en la zona del reservorio y en áreas aledañas a la misma en el sentido de dirección del escurrimiento del curso superficial. El caudal necesario es 4.303 m3/día. La diferencia a compensar surge del uso de aguas subterráneas unos 600 m3/día, extraídos de los paleocauces. Definida en la localidad la existencia de sectores de paleocauces, considerar todo impacto antrópico poblacional sobre ellos explotando al recurso con la tendencia a un estado de equilibrio hidrológico natural. En lo que respecta a la fuente subterránea, esta condicionada a calidades y volúmenes definidos de agua. Los paleocauces son cursos de antiguas vías fluviales, son vulnerables a contaminaciones y también a extracciones con perforaciones convencionales y/o de gran diámetro. La reserva superficial del embalse en el Zanjón Salto de la Vieja, esta definida por la diferencia entre el volumen útil y el no útil, lo cual da un saldo de 1.033.411 m3 (1Hm3). Es verificable, si se tiene una lluvia útil, por ejemplo del 8% (agua llovida al reservorio menos volúmenes perdidos) arribando a una magnitud igual al volumen embalsado. La región esta en una isohieta(precipitaciones)de 1100mm, lo que permite volúmenes favorables para reservas. Se debe considerar análisis de impacto antrópico, en la fuente superficial, control, monitoreo permanente del reservorio, perímetro y aledaños. Igualmente para la fuente subterránea.

### **32\*\*\*VENADOS GRANDES(Fray J.Santa María de Oro)**

Por ruta P5 desde General Pinedo, entre Hermoso Campo-Zuberbühler y Gregorio P.de Denis, por empalme desde la ruta P94, con empalme a la N16 a la capital Resistencia. Esta ubicada al sudoeste de la provincia. A 27°49'01Sur y 61°22'57Oeste. Cota 77msnm. Contiene la localidad a unos 220 habitantes al año 2001. El agua que se consume es la importada por camiones tanque y algunos pozos locales(agua no potable) en la localidad. Falta información sobre el bajo de Chorotis, donde existe mas oferta de agua, pero no para bebida. No existe ningún dato sobre recarga, conducción y descarga de esa depresión receptora de agua.

# CHUBUT

Esta comprende la provincia dentro de las regiones 12) Una franja angosta de rumbo norte-sur, al oeste de la provincia denominada como región Cordillera Patagónica y sus valles y 13) Patagonia extraandina al este de esta subregión.

## **1\*\*\*CAMARONES I(Florentino Ameghino)**

Es una localidad de la costa Atlántica. Se arriba por la ruta Nacional 3 y cruce con ruta provincial 30, a unos 100 km de dicho cruce. A 44°47'52Sur y 65°42'36Oeste. Cota 30msnm. Contiene una población de 1.079 habitantes según el censo de 2001. El objetivo es desarrollar una metodología apropiada y económica para el área de Paso Piedras utilizando los escasos puntos de agua que se encuentran en la cuenca, tanto superficiales como subterráneos, naturales y artificiales.

De esta forma la relación costo beneficio se ve favorecida contribuyendo a mejorar el nivel presupuestario para poder implementar las acciones correctivas. En el mismo se contemplan explícitamente valores sociales, ambientales, sanitarios y por supuesto involucrando lo económico con la intencionalidad de provocar más y mejor calidad de vida a través de esta gestión en acuíferos para los habitantes de esta localidad patagónica.

Ubicación Geográfica: La región fue descubierta en períodos poscolombinos en el año 1535 donde hubo asentamientos portugueses a 30 km.al sur del actual emplazamiento del núcleo urbano.

El Departamento de Florentino Ameghino da cabida a esta localidad a la que se arriba por la ruta nacional n3 desde Comodoro Rivadavia por el sur y desde Trelew por el norte; dista de Buenos Aires 1.500 kms.al sur. La posición geográfica dentro de las coordenadas geográficas esta en los 44°49' de latitud sur y en los 65° 42' de longitud oeste de Greenwich.

Para el trabajo que nos ocupa se usaron las hojas topográficas del I.G.M.n45-66-15 y n\*45-66-16, la carta topográfica del Servicio Minero Geológico n47-48g y la hoja geológica 47-48g del S.M. y Geológico.

## **RELIEVE-GEOLOGIA-GEOMORFOLOGIA:**

El relieve que se presenta en primer término, muestra al área de la meseta de Montemayor, ubicada con su relieve mesetiforme y sus estribaciones orientales al oeste de la Bahía de Camarones.

Las cotas máximas entre 372 y 402 msnm están determinadas para esta área.

El faldeo de esta meseta pierde altura hacia el este, en los cañadones y sus relictos, como el Co.Bonete (300m), el Co.Molle (230msnm), y Co.Meseta (145msnm), hacia la línea de la playa con un cordón litoral moderno integrado por rodados, gravas y arenas. La playa del tipo acantilada y con afloramientos de pórfidos cuarcíferos que son el basamento hidrogeológico de la región.

Se destacan en el relieve los cañadones que recortan la meseta, no obstante de encontrarse en una región con clima árido actual, el origen de los mismos debe buscarse en una acción hídrica en el pasado geológico.

**RELACION GEOLOGIA HIDROLOGIA:** La geología regional condiciona a la hidrología y es así que solo debe encauzarse la búsqueda de agua apta realizando captaciones de las aguas subterráneas, pero solo con captaciones superficiales, los manantiales y las perforaciones, se podrá incrementar una oferta del recurso.

**GEOMORFOLOGIA-SEDIMENTOS:** Considerando la geomorfología, es común en esta región con paisaje mesetiforme la interacción de cañadones que en escasos casos transportan agua intermitentemente pero en su subsuelo pueden conservar algunas reservas para abastecer habitantes y lotes de ganado ovino en forma regular.

Las geoformas están integradas por planicies con una pendiente general del 1% con inclinación atlántica, recortada por cañadas y cañadones, ya mencionados, que responden a una erosión hídrica retrocedente, hacia las cabeceras.

La presencia de material de diferente procedencia permite en algunos casos encontrar sedimentos con porosidad y permeabilidad como los del tipo limo arcilloso y limo arcillo arenoso fino con capacidad para acumular agua en regiones donde los afloramientos del basamento hidrogeológico (formados por los pórfidos cuarcíferos de edad jurásica) no permiten definir reservorios, ni secundariamente, para almacenar y aportar agua.



**ESTRUCTURA:** Las rocas porfíricas del basamento parecen haberse comportado como un bloque rígido desde su origen, por su presencia masiva a través de las perforaciones y manifestaciones superficiales. Sin embargo existen fallas menores, como las que atraviesa Paso Piedras, puesto que se aprecia un marcado desnivel topográfico, con relieves positivos por un sector y acumulación de sedimentos en el sector bajo. Estos se apoyan sobre el basamento hidrogeológico nombrado, con un buzamiento horizontal de 1 a 2 grados. Desde el comienzo del terciario existieron períodos de elevación epigénico, que derivaron a que el sistema hídrico tuviera una erosión retrocedente desde las cabeceras (Camacho et.al).

**CUENCA HIDROLOGICA :**La zona de Paso Piedras tiene condiciones más favorables, a criterio del observador, para desarrollarse el recurso hídrico, por existir condiciones estructurales favorables que permiten una acumulación de sedimentos más significativas que en áreas circundantes, es decir mayor espesor y por tanto mayor probabilidad de almacenar el recurso. Así los sedimentos del conglomerado son parte importante del perfil pero es probable que el horizonte superior arenoso de la formación patagónica intervenga en sectores de la cuenca equivalentes a depresiones (cañadones ) para sumarse al espesor total del perfil y definir así otros volúmenes de agua subterránea con más residuo salino. En Paso Piedras el espesor a considerar para luego tomarlo en suma para una cubicación total esta incluyendo a los conglomerados patagónicos. La superficie de la cuenca hay que reconocerla desde las divisorias de las pequeñas líneas de agua, tanto al sur como al norte de la carta topográfica, hasta el sector de descarga al este de Paso Piedras y por el oeste en zona de meseta con la culminación en los cerros.

**GEOLOGIA :**Mesozoico; Jurásico; Formación Chon-Aike. Genéricamente esta integrada por pórfidos cuarcíferos e integra el basamento de la cuenca. Aflora a lo largo de la costa y comienza a buzarse hasta desaparecer luego de traspasar Paso Piedras hacia el oeste.

Cenozoico

Terciario

Paleoceno Inferior. Estratos del zanjón. Formadas por arcilitas y areniscas blanquecinas. Se las observa a la derecha del camino a Bahía Bustamante.

Eoceno. Formación Koluel-kaike. Es una toba que se observa a lo largo del camino que une Camarones con Paso Piedras.

Oligoceno superior. Formación Camarones. Contiene arcilitas, areniscas y conglomerados con fósiles.

En las mesetas al oeste de Paso Piedras aparece el Plioceno

Formación La Ernesto. Son estratificaciones marinas costeras.

Formación Tehuelche. Son rodados Patagónicos. Extendiéndose sobre la meseta Montemayor.

Cuartario. Son cordones litorales paralelos a la línea de costa.

**METODOLOGIA EMPLEADA:** Esta metodología se basa en utilizar un área piloto para ensayo hidráulico del acuífero, conociendo la extensión de la cuenca de aproximadamente 80 km<sup>2</sup>. auxiliado por relevamiento cartográfico, litológico, fotogramétrico, imágenes y reconocimientos in situ (en el lugar), con muestreo de agua para análisis químicos.

El reconocimiento del área piloto por las perforaciones de Paso Piedras, permiten conocer el espesor saturado de la misma, luego se realiza una cubicación de las reservas totales y se consideran finalmente las reservas útiles, que son las sujetas a la explotación.

El espesor acuífero de la cuenca experimenta en realidad una modificación para el cálculo (las mismas representan un pequeño sector), si es que se analiza las perforaciones reconocidas, incluyendo las perforaciones ejecutadas por la ex Obras Sanitarias de la Nación.

La cuenca que se analiza siguiendo un mosaico fotográfico para determinar su superficie, indica en realidad un área diferencial puesto que lo que se ve en la misma incluye una cantidad de afloramientos de pórfido cuarcífero. Además intervienen otros factores de variación de volumen del acuífero que son el error de análisis que junto con la anisotropía de la litología y el ensayo puntual y piloto en la cuenca, son elementos que hacen variar el cálculo del volumen de agua del sistema.

Por ello que la resultante del análisis metodológico nos lleva a unos valores de aproximación de la realidad, que sin duda, serán de utilidad para resolver el planteo a que se abocó el objetivo principal del estudio.

Se realizó un ajuste de los datos finales con interpolaciones de los valores asignados por los trazadores naturales de cloruros en el agua de lluvia. Es decir una aproximación al cálculo paralela a otros métodos de análisis. Según datos aportados por el S.M. Nacional sobre línea de la costa se pueden asignar valores de 5 mg/l de cloruros en agua de lluvia y como control, hacia el oeste casi al límite con cordillera ese valor desciende a 1 mg/l.

Fórmula del cálculo  $I = P \cdot x / Cl$   $I$  = infiltración.  $x$  = Cloruro agua lluvia.

La precipitación (P) es: 200 mm; Cloruro de agua freática :115 mg/l; Cloruro lluvia : 5 mg/litro. Equivalente a 8,69 mm de infiltración o 4,3%, para una precipitación dada en el lugar. Se pueden establecer valores de cubicación alternativos con otros métodos.

La variación entre un método y el de balance es de 10%.

El método empleado, se llama balance de ión cloruro entre agua de lluvia e ión de la capa freática (Custodio,1997)se aplica la infiltración = como cociente entre cloruro lluvia / cloruro acuífero  $x$  por Lluvia – Esguerramiento Superficial.

Cálculo:  $5/115 \times 200-20 = 7,8$  milímetros, o 4% de infiltración para lluvia de 200mm.

**SERVICIO ACTUAL/VALORES DE AGUA UTIL POR AÑO :** Actualmente el servicio pasa de atender dos pozos de gran diámetro a cinco pozos más con bombas sumergibles, lo que hacen un total de siete puntos de agua para cubrir las necesidades poblacionales. Al día de la fecha estan en servicio muchos pozos ubicados en zona de paleocauce.

**OFERTA DE AGUA :** La oferta de agua no es lo suficientemente abundante como para poder desarrollar actividades de tipo hortícola y quintas, pero si como para beneficiarse con los sistemas agronómicos denominados como cortinas vegetales importantes para estas regiones donde los vientos son predominantemente activos en un determinado sector del cuadrante.

Los valores de agua de oferta esta oscilando alrededor de 1 Hm<sup>3</sup> al año, según la metodología empleada, pero por análisis y ensayos hidráulicos no llegan a la unidad.

**REGISTRO DE PERFORACIONES EN LA REGION:** Perforaciones realizadas por la ex Dirección Nacional de Geología y Minería, en zona comprendida al oeste de la meseta de Montemayor hasta el río Chico , son las siguientes :

Perforación Camarones n1, ejecutada en la manzana 141 (plaza del Pueblo).

Cuartario 0,00-3,70 m

Jurásico 3,70-918,0 m.

Se encontró una capa de agua a -33mbbp, con un caudal de 2 m<sup>3</sup>/h, agua salada.

Perforación Camarones n.2 (ubicada a 80km.al NO.del pozo n.1)

Cuartario 0,00-20,20 m.

Plioceno 20,20-58,30m.

Mioceno 58,30-130,75m.

Se encontró dos 2 capas de agua salada,con un caudal de 4 m<sup>3</sup>/h.

Perforación Camarones n3 (a 80 km al NO del pozo n.1).

Cuartario 0,00-8,70 m

Plioceno 8,70-43,30m

Mioceno 43,30-120,0m

Perforación Camarones n4 (ubicación lote 7, fracción d, sección c2).

Perforado hasta 224,80 m,alumbradas dos capas de agua salada.

Perforación Camarones n.5 (ubicación lote 23,fracción d,sección c2).

Alumbró dos capas de agua salada.

Perforación Camarones n.6 (ubicación lote 22,fracción d,sección c).

Alumbró dos capas de agua salada.

Perforación Camarones n.7 (ubicación lote 23,fracción d, sección c2).

Alumbró una capa de agua salada.

Perforación Camarones n.8 (ubicación lote 4,fracción b,sección c2).

Alumbró una capa de agua salada.

Perforación Camarones n.9 (ubicación lote 23,fracción b,sección c2).

Alumbró dos capas de agua salada.

Perforación Camarones n.10 (ubicación lote 7,fracción d,sección c2).

Alumbró cuatro capas de agua salada.

Síntetizando la región fué explorada a profundidades que llegaron hasta los 918 metros,encontrándose no solo bajos caudales, sino agua con alta salinidad, no compatibilizando con ninguna norma ni posibilidades para consumo humano en forma directa, sin procesamiento.

HIDRAULICA DE POZOS: 1. Análisis de pozos en explotación hasta los perforados por ex OSN. en 1975. El área PASO PIEDRAS, se destaca como área piloto que por su desarrollo hídrico es sometida a una explotación continuada e intensiva para satisfacer el servicio de agua en la localidad. La respuesta histórica como actual del acuífero, permiten conocer el comportamiento del mismo para explotaciones de tipo puntual o de batería.

#### AREAS DE EXPLOTACIÓN

AREAS de explotación	pozo n*	Nivel Estático	nivel Dinámico	Caudal	Profundidad del pozo.
A	1	2,10	2,70	10,0	5,60
B	2	2,00	2,90	10,0	5,70
C	4	2,40	3,70	11,5	9,70
D	7	2,80	6,70	5,4	8,90
E	8	2,90	7,00	4,9	8,60

#### CUADRO DE TIEMPOS UTILIZADOS PARA ENSAYOS DE BOMBEO

Areas reconocidas	tiempo en bombeo (hs/día)
A-B	9,30
C	1,30
D	6,00
E	5,00

Se determinaron dos áreas para reconocimiento de las capacidades hídricas subterráneas, a saber :

PRIMERA AREA (A-B): Aquí la zona está sometida a explotación continuada por la necesidad del servicio de agua potable, con un promedio de funcionamiento de 10 horas por día.

El volumen de extracción con dos pozos en explotación, es de 34.310 m<sup>3</sup>/año, equivale a 9,40m<sup>3</sup>/h x 10 hs/día x 365 días de explotación.

Con estos datos aportados se establece que los pozos nunca fueron explotados a más de 10 m<sup>3</sup>/ hora.

SEGUNDA AREA (C-D-E) : Aquí los ensayos fueron realizados con un régimen de explotación reducido. Sus resultados indicaron la necesidad de trabajar por debajo de los 8.000 litros/hora para no deprimir la napa.

A continuación se indican antecedentes de tiempos de bombeo en el área de Paso Piedras:

10 hs/bombeo por día. (Windhausen A.1926).

10 hs/bombeo por día (técnico OSN 1969/1981).

10hs/bombeo por día (fichas de OSN. Memoria OSN 1975).

10hs/bombeo por día ( S.R.H.Chubut ).

Estas preconclusiones que se obtienen a través de información secundaria, se confirman por información primaria (la misma incluye los ensayos del acuífero necesarios para obtener respuestas parametrales), las que conforman posteriormente la mecánica a seguir para algún modelo de explotación (en batería, lineal, puntual).

## ENSAYOS DE BOMBEO :

### 2.1 Perforaciones ensayadas en campo.

#### 2.1.1 Pozo de bombeo (pozo n.2)

Diámetro : 1,20 m.

Profund. : - 5,45 m.

p.cuerpo bomba : 3,245m.

hsnt = igual altura que sobre el nivel del terreno.

#### 2.1.1.1 Características del motor de la bomba del pozo 2 donde se ensayó :

Datos del motor: P = 5 . RPM = 289 . I (ampere) 9,1 . KW = 3,68 .

No se registraron anomalías durante el ensayo.

#### 2.1.2 Pozo A (Observación n.1)

Diámetro =1,20 m.

Profund.: =3,155m.

h.s.n.t. = igual altura.

#### 2.1.3 Pozo B (observación n.2)

Diámetro : = 1,20 m.

Profund. : = 5,16 m.

P.cuerpo bomba = 3,220 m.

2.1.4 Distancia pozo bombeo a pozo observación 1 = 54,52 m.

Distancia pozo bombeo a pozo observación 2 = 94,89 m.

3.ENSAYOS DE AFOROS: Según las tablas que se detallan a continuación se llega a valores de volúmenes de extracción de las perforaciones estudiadas en PASO PIEDRAS (pozos 1 y 2 ) .

Para establecer estos productos de explotación se usó un aforador adosado a la salida del caño de descarga de la cisterna que a través de un acueducto alimenta a la red del égido.

Las medidas de esta cisterna determinó una capacidad total de 133.203 litros.

El aforador dió un volúmen equivalente a 20 lts.

TABLA N° I

MEDIDAS Versus TIEMPOS

MEDIDAS t =segundos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P.1	4,5	4,6	4,3	4,4	4,8	4,8	4,6	----	----	----
P.2	3,6	3,2	3,6	3,6	3,6	3,2	2,8	2,8	2,8	2,8

TABLA N° II

CAUDALES

Pozo n° 1	15,75 m3/hora	tiempo promedio 4,57 s
Pozo n° 2	22,50 m3/hora	tiempo promedio 3,20 s

Conforme a lo definido en las tablas precedentes se arriban a los valores de caudales máximos en las perforaciones de la localidad.

4. Análisis de los ensayos de bombeo: Se usa una perforación con caudal reconocido por aforos teniendo este dato como una constante durante todo el ensayo igualmente también los parámetros del motor de impulsión. Los dos pozos de las cercanías fueron usados como pozo de observación.

TABLA III

## DEPRESIONES Versus DISTANCIAS

pozos ensayados	Depresión(m.)	distancia(m.)
pozo ob. n° 1	0,190	54,52
pozo ob. n° 2	0,088	94,89
pozo bombeo	2,040	00,00

Los tiempos de bombeo para provocar dichas depresiones fueron de 600 minutos y la recuperación de 180 minutos.

Con toda la información precedente se generaron curvas de depresión/ tiempo y de depresión residual / tiempo, a los efectos de definir los parámetros del acuífero.

La metodología empleada fué la de PAPADOPULOS-COOPER, para pozos de gran diámetro y Recuperación de Theiss. Este último como método alternativo para comparar la transmisibilidad.

Valores de transmisibilidad y almacenamiento según la tabla n° IV.

TABLA IV

## RESULTADO ENSAYO

pozos ensayados	METODO	T	S
pozo bombeo n°2	Papadopoulos-Cooper	75	0,027
pozo bombeo n°2	Recuperación	90	-----

5.ALIMENTACION DE LA CUENCA DE CAMARONES: La recarga de la cuenca procede prácticamente por aporte pluvial y un porcentaje muy subordinado de aporte nival, que ocurre en la meseta a la altura de la ruta nac.n°3 hasta las proximidades de la estancia LOCHIEL (op.cit. Groeber). Para el cálculo del aporte nival al sistema acuífero freático se debe estimar en primer lugar la escorrentía que proviene de la fusión de la masa de nieve. Existen algunos métodos, uno divulgado es el que se usa el factor grado-día y su unidad es el mm / °C. Se debe de determinar la cantidad de milímetros de nieve que se derrite por día en función al incremento de temperaturas hasta un máximo ( de tres meses) de deshielo o hasta cuando no exista más espesor de nieve. El segundo paso consiste en poder llegar al valor de la infiltración de esa agua derretida y escurrida. Este agua se infiltra generando un volumen hídrico en los acuíferos, contenidos principalmente en los subálveos de las cañadas que integran la mencionada cuenca. Los manantiales como manifestación externa del sistema estan ubicados en mayor densidad al pie de la meseta y son producto del desplazamiento del agua pluvionival, que a través de los rodados patagónicos, aflora en los cortes de las cañadas, como las de las estancias Lochiel y San Jorge, con aforos de 5 m3/hora (informe exOSN).

6.COMPOSICION QUIMICA: La componente general de la calidad química de las aguas freáticas de regiones desérticas y o áridas dejan mucho que desear con relación a otros acuíferos con más aporte de lluvia. Sus calidades se ven disminuidas por varios factores : evaporación alta ; baja velocidad de flujo ; depósitos salinos en cuencas superficiales,etc.

En esta zona encontramos estas características fisico-químicas. Así se tiene una evapotranspiración potencial elevada 701 milímetros con referencia a una precipitación de 200 milímetros anuales.

Los depósitos salinos en la zona estan localizados en la periferia de la cuenca, hacia la desembocadura, sin intervenir en el circuito de recorrido del agua freática por tanto no interfiriendo su calidad. Lo que disminuye la calidad son las sales concentradas en los sedimentos marinos, de las formaciones que integran la secuencia de la cuenca hidrogeológica.

Las velocidades de flujo, hay que considerarlas bajas, debido a un gradiente hidráulico reducido que existe, estableciendo una pendiente promedio del orden de 1,3%, hacia la receptora oceánica atlántica. Como dato los Manantiales Lochiel estan a 280 msnm, los de San Jorge a 270msnm.al este del primero.

#### 6.1.análisis químico de la cuenca:

Se tuvieron en cuenta los análisis químicos tomados en períodos secos y húmedos. los primeros corresponden a muestras de análisis tomados en 1975. La lluvia del mes anterior y del mes de muestreo fué de 2,0 mm y 12,5 mm respectivamente. Las segundas corresponden a muestras tomadas en junio de 1981, con registros de estancias en la zona. Los valores promedios son de 70 mm, caídos dos semanas antes de la colecta.

Pero análisis químicos obtenidos una década posteriormente a los últimos análisis, muestran los efectos combinados y causados por la sobreexplotación, la disminución de la recarga directa (pluvial, la evaporación alta y el aporte químico del sedimento , continente del acuífero. Determinar y cuantificar la o las variables mencionadas aquí corresponde a un estudio posterior a realizar.

Los análisis suministrados, marcan la incidencia de algunos de estos factores, observando actualmente incremento de sodio y sulfato, en particular y del residuo total en general. Esto también se evidencia por el cambio de las características organolépticas que perciben los consumidores locales.

TABLA V RESIDUOS-CLORUROS-SULFATOS (mg/l) Análisis comparativo

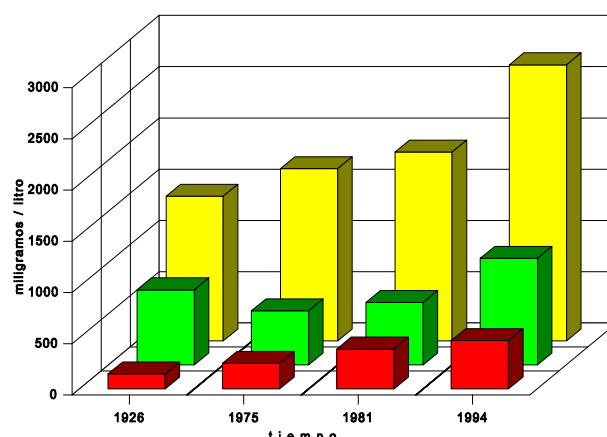
Lugar muestreado	analisis de Windausen. 1926	análisis de O.S.N. 1975	análisis Provincia.1994
	residuos : 1412	residuos :1680	residuos : 2694
Paso Piedras	cloruros : 732	cloruros : 528	cloruros : 1074
	sulfatos : 147	sulfatos : 250	sulfatos : 470
	residuos : 724	residuos: 1000	apta
Est.San Jorge	cloruros : 275	cloruros : 195	apta
	sulfatos : 19	sulfatos : 90	apta
	residuos : 568	residuos : 570	Apta
Est.La Lochiel	cloruros : 199	cloruros : 115	Apta
	sulfatos : 12	sulfatos : 26	Apta
	residuos : 2893	residuos : 3870	inapta
Est.La península	cloruros : 209	cloruros : 1745	Inapta
	sulfatos : 259	sulfatos : 432	inapta

La tabla V muestra analíticamente las principales localizaciones de agua en la región y en función de un consumo a lo largo del tiempo donde las variaciones se generan a partir de la última década, por el aumento en el número de pozos de explotación.

**TABLA VI RESIDUO  
CONDUCTIMETRICO**

**incrementos salinos PASO PIEDRAS**

Análisis comparado



Puntos muestreados	análisis autor (mg/l)	1975	análisis autor (mg/l)	1981	análisis Provincia.	1994
1.La Península	3870		s/d		s/d	
2.Manantial San Jorge	1000		s/d		s/d	
3.La Lochiel	570		s/d		s/d	
4.Vert.La Lochiel	530		s/d		s/d	
5.Est.El Verdín	900		s/d		s/d	
6.Pozo 2 Paso Piedras.	1680		1843		2694 batería P.P.	
7.Pozo 1 Paso Piedras.	1380		1550		2694 batería P.P.	

Un análisis físico/químico histórico (7492) de OSN/1942 del manantial LOCHIEL, da valores: Residuos totales 532mg/litro; Alcalinidad 270mg/l; Cloruro 112mg/l; Sulfato 24mg/l; Flúor 1,7mg/l; Arsénico 0,08 mg/l. Según el gráfico de incrementos salinos se aprecia el aumento de los residuos totales a través de más de 50 años, luego los cloruros y en menor porcentaje los sulfatos, pero saliendo de los límites permisibles de potabilidad máximos en el último segmento de tiempo.

7.Reservas: Las reservas de agua útil dependen sustancialmente de cambios climáticos de la región : precipitaciones líquidas y sólidas además de la evaporación y evapotranspiración.

La diferencia que surge de realizar un cálculo de reservas útiles en períodos secos y otro en períodos húmedos , es evidenciado a través de los diferenciales de niveles vinculados a los freáticos estáticos, según surgen de la tabla VII

TABLA VII. NIVELES Versus TIEMPOS DE MUESTREO

años.	1975	1976	1981
N.estático Pozo1 (metros)	2,20	2,10	1,30
N.estático Pozo2 (metros)	2,10	2,00	1,585
P.(mm/año) (milímetros)	219	295	400

7.1 Reservas Úiles: Los parámetros que fundamentan las reservas fueron resueltos en función de los datos que se obtuvieron de los análisis correspondientes, según se pueden describir :

a. área de la cuenca : La misma fué calculada por planímetro sobre aerofotogramas, dando una extensión de 80 km cuadrados.

b.: Porosidad eficaz: 0,027.

c.: Espesor saturado promedio: Entre 3,6 / 4,0 mts. Pm.: 3,8 mts.

7.2 Análisis reservas totales: Determinada la reserva hídrica de la cuenca en 7,5 hectómetros cúbicos promedios, se calcula el recurso utilizable, vale decir el que está sujeto a explotación, deducible a partir de los análisis hidráulicos y del estudio del acuífero físico.

Con los datos correspondientes el recurso utilizable del acuífero es de 0,53 Hectómetros cúbicos (Hm3), pudiendo utilizarse en potenciales explotaciones, que estan en algunos casos condicionadas a los costos económicos determinados por el factor distancia.

Estas distancias de las zonas de explotación al centro de consumo son grandes, las que contribuyen al incremento de los costos por mayor metraje en la longitud de la conducción.

Por este problema, es que se recomienda una batería de pozos en zona contigua a Paso Piedras, donde existe un paso del acueducto a la localidad. En la zona del denominado mallín Paso Piedras, se considera una superficie a explotar de 4 km2 al oeste de la actual línea de explotación de la exOSN. La misma esta enclavada en un área de descarga freática. Es conveniente aquí, el emplazamiento de una batería con un caudal por punto de captación de 9 a 10 m3/hora , a razón de una perforación cada 500 metros. Es de destacar que las interferencias comprobadas por los ensayos hidráulicos fueron distancias de hasta 100 metros, según tabla III. Con este planteo y tomando la superficie considerada en dicho mallín (de 4 km2) se podrá emplazar un número de pozos equivalente a la razón que existe entre la superficie, el acuífero, el radio de interferencia y el potencial de explotación. Para este caso se toman 16 pozos = 160 m3/h x 9,0 hs explotación equivalen a 1.440 metros cúbicos por día, lo que corresponden a 0,52 hectómetros cúbicos por año.

Las 10 horas de explotación son las correspondientes a todos los datos históricos, información secundaria e información primaria obtenida en el campo, que son determinantes como para no generar intrusiones basales de aguas salobres de la cuenca. Sin embargo se toman 9hs. para el cálculo.

Los tiempos de explotación en estos tipos de pozos, como los estudiados en el área piloto, representan márgenes de seguridad para los niveles de agua.

En un medio ambiente, donde la contaminación actúa como un vector que amenaza con destruir lo que la naturaleza construye en centenas de miles y millones de años, los acuíferos como parte importante de la misma (e integrante del ciclo hidrológico) se ven amenazados y contaminados.

Este caso que describimos, pertenece a un área donde el deterioro que causa la contaminación todavía no ingresó masivamente, por causales socioeconómicas. Pero hay que tener en cuenta la importancia de un área prácticamente con contaminación inicial como esta, para aplicar una metodología de vulnerabilidad y riesgo a título de ensayo, de manera de calibrar el sistema operativo y además representar nuevamente una problemática actual y gravosa, cual es la preservación de los acuíferos en explotación.

Pero considerando como ejemplo a una explotación normal, aunque con necesidades primarias se sobreexplota al acuífero con incremento del número de pozos por compromisos de la demanda, generando algunos niveles salinos en la capa de agua como los registros históricos así lo demuestran, peor lo es cuando de este se extrae más caudal y por lo tanto se alteran las condiciones hidráulicas y químicas, generando problemas en el medio natural por la acción antrópica de la población ( impacto ambiental)

Una solución pragmática y conforme a presupuestos ajustados a un costo bajo es el análisis continuado y periódico del agua y en la observación de niveles piezométricos del área sujeta a explotación puesto que luego de implantado el contaminante, el proceso inverso(descontaminación) es muy lento y costoso, además de lo que representa la búsqueda de alternativas de fuentes.



Como ejemplos de sobreexplotación se tiene la gran cantidad de servicios de agua potable que se desarrollan en nuestro país que sin un control en la operación en los sistemas de captación derivaron hacia ese problema. Estado del ambiente por actividades antrópicas: Impacto Ambiental en las aguas subterráneas.

Acción antrópica y acción natural.

Con relación a las características geográficas, geológicas, hidrológicas de la región se puede analizar el tema de la influencia de la población sobre la fuente de agua (efecto antrópico) y la incidencia de la explotación de la reserva de agua sobre el medio natural y la ganadería.

Respecto a la acción antrópica, no puede existir influencia del égido urbano sobre la fuente porque ésta está ubicada en posición hacia la recarga, aguas arriba de la ciudad.

La explotación tampoco tendrá una influencia sobre la cuenca por los siguientes motivos :

La extracción no sobrepasa los valores de recarga en condiciones normales de explotación.

Los puntos de toma en la cuenca no influyen en el área piloto que es donde se realiza actualmente la explotación para la población. Existe otra captación en la zona (La Lochiel) pero siempre y cuando se conserve una igualdad en el balance hídrico, por medio del control de los niveles para que no descendan hasta valores irreversibles, se podrá mantener en equilibrio al sistema. Sin considerar el planteo de la calidad.

Acción natural: La influencia de fenómenos efusivos de origen volcánico en la región, provenientes del Oeste, no provocaron alteraciones en la calidad del agua de la cuenca con manifestaciones organolépticas.

Vulnerabilidad y riesgo de los acuíferos en la cuenca: La vulnerabilidad de los acuíferos es alta (0.54), según los estudios que sobre el tema desarrolla Steve Foster, 1988 (B.G.S.), determinando ese coeficiente por medio de un cálculo donde intervienen variables que integran el llamado sistema DIO.S. que desprende de las palabras distancia, ocurrencia y sustrato litológico donde está el agua.

Como se llega a los valores de vulnerabilidad, pues de la siguiente forma.

En primer lugar se debe conocer la distancia al agua subterránea desde la superficie del terreno, luego la ocurrencia de presentarse esta agua en un tipo definido de acuífero y finalmente es importante reconocer la componente litológica del sustrato geológico. Para este caso, si bien el peligro potencial de contaminación es alto pues el grado de vulnerabilidad del acuífero así lo permite, según los parámetros analizados, el riesgo potencial de afectación por cargas contaminantes es sin embargo bajo a pesar de no existir hasta el presente de desagües cloacales.

Lo que ocurre en primer lugar es que la fuente de agua se encuentra entre la línea de conducción y la descarga del sistema hídrico, con la población aguas abajo del mismo. Por lo tanto la carga contaminante que ingresa al subsuelo queda limitada por distancia y el gradiente del acuífero (esto en correspondencia con la velocidad del flujo subterráneo), no conformando un riesgo por la contaminación antrópica por parte de la población.

Sistema D.I.O.S.: (Steve Foster, 1988)

El sistema mencionado tiene los siguientes parámetros, para este caso en particular:

Distancia al agua subterránea: menos de 6 metros.

Ocurrencia de presentarse es en acuífero freático, para este sector de la cuenca.

Sustrato litológico: arenas y gravas aluviales y fluvio-glaciales.

Este sistema permite evaluar el nivel de susceptibilidad que una capa de agua se contamine por determinada causa en la cuenca hidrogeológica.

Conclusiones:

I. Todos los sedimentos, excluyendo los de grano muy fino, son potencialmente aptos para contener agua de aceptable calidad para consumo.

II. Los sedimentos marinos son los condicionantes negativos de la calidad de las aguas freáticas. Ubicados en el nivel inferior a la capa freática.

III. Todas las perforaciones profundas en la región dieron registros de aguas salobres.

IV. Por información primaria y secundaria los pozos del área A-B rinden 10 m<sup>3</sup>/hora/día.

V. Los pozos del área C-D-E no pueden ser tomados en cuenta.

VI. La experimentación de los pozos ensayados permitieron conocer caudales límites con desequilibrio final a 22,5 m<sup>3</sup>/hora, depresiones y relaciones entre depresiones y distancias límites.

VII. Origen del agua de la cuenca se define como pluvial y nival, aunque esto último no se ha cuantificado todavía por estudios específicos (una segunda etapa).

VIII. El modelo químico se presenta prácticamente con variaciones en el tiempo por las acciones antrópicas. (tabla V de análisis comparativo).

IX. El punto VIII y el IX permiten definir al área piloto y reserva de explotación actual y futura.

X. Los caudales de explotación quedan definidos en 0,535 Hectómetros cúbicos anuales.

XI. En función del recurso y necesidades se planifica una red de perforaciones, pudiendo tener un máximo de 16, pero se recomienda comenzar con el 50%, con un control estricto de caudales y calidades.

XII. Se condicionan los costos de instalación de la red de agua (cañería de impulsión) a las distancias a los centros de captación.

XIII. Se detallan características de la batería de pozos, la cual esta conformada por un máximo de 16 pozos con una profundidad de 6 / 7 metros y caudal unitario de 9 m<sup>3</sup>/hora con equidistancias de hasta 500 metros.

XIV. El caudal anual será igual al del recurso explotable equivalente a 0,535 Hm<sup>3</sup>, para un número igual a 16 pozos.

El recurso explotable para esta cuenca no permite estimular muchos proyectos de tipo industrial a escala, teniendo en cuenta las demandas generadas por los consumos industriales. En función a las posibilidades de desarrollo en la zona estos son a saber :

1. Textil (lavado de lanas). : 150 / 250 m<sup>3</sup>/ tn producida.
2. Productos alimenticios. : 5 / 30 m<sup>3</sup>/ tn producida.
3. Curtidos. : 50 / 100 m<sup>3</sup>/ tn producida.

Las perspectivas para el uso del agua a nivel de consumo sí se ven alentadas, puesto que los recursos calculados permitirían un reditúo del agua, de manera algo más generosa que hasta el presente entre sus habitantes, y posibilitando la formación de forestación cortina, cultivos limitados y alguna cubierta vegetal de tipo alimentario para un beneficio directo de la población. En síntesis, al conocerse bien la oferta ofrecida por el acuífero se puede planificar mejor el consumo del recurso y de esa forma distribuirlo más eficientemente.

Y resumiendo hasta hoy con los problemas presentes se tiene :

- A. Hay que replantear el régimen de explotación actual.
- B. Tratar de investigar nuevas áreas aledañas a la batería actual.
- C. En caso de ser necesario perforar nuevos pozos en áreas potencialmente aptas, siguiendo un control topográfico, para llegar a la misma cota que los pozos 1 y 2 y cerrar otros.
- D. La inversión en nuevos pozos no puede ser alta porque los costos varían en función al metro perforado.
- E. La exigencia de controlar permanente y periódicamente los caudales y calidades. (análisis mensual).

## **2\*\*\*CAMARONES II(Florentino Ameghino)**

### **Zona Central Meseta Montemayor. Vertiente Atlántica.**

Resumen del documento de Julio E. Stampone y Higinio Guambra(1991). Es una localidad Costera Atlántica.. Su acceso es por ruta nacional N3 y desde cruce (Garayalde) por ruta provincial 30 hacia el este, con unos 100 km de recorrido. Está ubicada a coordenadas 44°47'52Sur y 65°42'36Oeste. Cota 30msnm. Se estudia una superficie de unos 5.750 km<sup>2</sup>, limitada al norte por el paralelo de 44° al este el Océano Atlántico y al oeste por el meridiano de 60° 30m. El estudio se volcó a mapas a escala 1: 100.000. Se ejecutaron censos de pozos para análisis físico/químicos y datos de parámetros hidráulicos. Se realizaron mapas de isosalinidad y equipotencial, se determinó: flujos, profundidad y características de usos de agua en la zona.

Las conclusiones definen lo siguiente:

La zona de recarga localizada en el área de la meseta presenta rápida infiltración del agua meteórica.

- a) El tipo de recarga es autóctona, existiendo coincidencia entre períodos de mínima evaporación y máximos pluviales y nivales.
- b) La recarga tiene componente principalmente horizontal con dirección al Océano Atlántico.
- c) El nivel de la lámina de agua en el 86% de los pozos no supera los -10mbbp.
- d) La calidad química de las aguas meteóricas desmejora en sentido del escurrimiento subterráneo.
- e) Las aguas aptas para consumo humano solo representan un 13% del total muestreado.
- f) El 77% de las muestras de agua tienen mala calidad o inaptas para riego.
- g) El 80% de las aguas muestreadas son aptas para ganado equino, vacuno y lanar.
- h) El 91% de las aguas muestradas son aptas para ganado ovino.
- i) En Paso Piedras el acuífero se definió confinado con una S de  $2,35 \times 10^{-4}$  y una T = 211 m<sup>2</sup>/d.

Las rocas más antiguas están representadas por vulcanitas piroclásticas ácidas(riolitas, tobas, ignimbritas riolíticas Fm Marifil(Malvicini y Llambias,1974)Camacho lo llama a este complejo Fm Chon-Aike. Estas rocas son el basamento hidrogeológico. Aunque pueden conducir agua por diaclasas o fracturas, es decir tienen una permeabilidad secundaria.

En discordancia rocas piroclásticas brechosas y cineríticas del grupo Sarmiento, de edad Eocena (Fm Koluel Naike//Camacho),es posible que estas rocas presenten horizontes permeables.

Luego se continúa con la Fm Patagonia formada por tobas cineríticas, areniscas calcáreas, arcillas, conteniendo bancos de ostras y otros fósiles marinos. Según Franchi (1976) estas rocas se apoyan en seuconcordancia sobre los estratos del grupo Sarmiento(Fm Camarones para Camacho del Oligoceno).esta Formación puede tener acuíferos de muy poca capacidad y contenido salino.

Sobre la zona mas alta del perfil se encuentran con una extensión areal los rodados patagónicos (pleistoceno), arena a grava mediana. A veces los clastos estan con matriz arenosa y cemento calcáreo formando conglomerados. Estos integran buenas permeabilidades para el agua de infiltración nival y pluvial.

El área de recarga regional, esta representada por estos rodados mencionados, con zonas de descarga en zona de mallines, por ejemplo en los bordes de meseta, donde esta el contacto con la Fm impermeable inferior. Al Oeste hay depósitos de gravas+clastos vulcaníticos(Fm Marifil)+sedimentos arenosos pelíticos(Fm Patagonia) formando un pie de monte. Zona de recarga local con descarga hacia valles al oeste. De la meseta Montemayor. En la zona de Camarones (Paso Piedras) se uso sísmica de refracción, como sistema analítico, donde surge que la zona de mayor productividad esta relacionada con un paleocauce elaborado en la vulcanita.

Cuadro estratigráfico:

#### CUARTARIO:

Edad Holoceno sedimentos aluviales y coluviales. Recientes/ subrecientes.

Edad Pleistoceno cordones litorales, rodados patagónicos redepositados y rodados patagónicos.

Terciario: Plioceno Fm La Ernesta/Fm La Filomena.

Edad Oligoceno: Fm Camarones=Fm Patagonia

Edad Eoceno:Fm koluel-kaike = Grupo Sarmiento.

Edad paleoceno: Estratos del Zanjón.

MESOZOICO: Jurásico Fm Chon – Aike = Fm Marifil

Geomorfología: (síntesis)

Según Codignoto, Camarones sufrió un ascenso entre 15-22 metros en los últimos 32.000 años. La zona estuvo acompañada por fenómenos erosionales y acumulativos.

La estructuras hidrogeológicas son horizontales y subhorizontales sin perturbación orogénica, esto se observa en los cañadones que la seccionan.

Los escalones bajos están formados por redepósitos de acarreo. Hay zonas, donde esta la escarpa cortada a pique, otras la barranca de la costa de trecho en trecho retrocede hacia el oeste dando lugar a planicies de transición, cubiertas por depósitos aluvionales y de playa marina. Son niveles de agradación en forma de terraza y cordones litorales marcados simples o compuestos(4)(arenas/gravas/rodados porfíricos, derivados desde el continente). Hay dos tipos de terrazas, los de niveles elevados son las más antiguas Ambas entidades están reconocidas como endo-exogénicas (con intervención de factores externos e internos). Las glaciaciones en definitiva generaron la acción endodinámica transformadora.

La meseta de Montemayor es un nivel de erosión y acumulación que al perder altura al Este por la generación de muchos cañadones subparalelos(Los Vascos; Castro) estos son secos salvo en otoño e invierno.

La zona de descarga esta en área costera. Area con mucha geodinámica. Marina y de abrasión. Las porfiritas y tobas cementadas forman sinuosidades como en B.Camarones y otras contiguas y además son escasas las islas generadas por procesos geomorfológicos de la erosión marina.

En sectores de la costa se encuentran paralelo a la costa, cordones litorales modernos(cuartarios) de arenas y gravas con restos de moluscos marinos. Hacia el oeste gramíneas (coirón/duraznillo/quilimbay). La vegetación pasa a arbustivo en los límites con la terraza. Se observan lagunas originadas por descarga de agua subterránea.

Hidroquímica del agua: Sector Est. La Herminia : Pozos 70/75 Clorurada Sódica

Sector Est. Santa Isabel: 59/64 Clorurada Sódica

Sector Est. La Ernesta: 66/69 Clorurada Sódica

Sector La Peninsula: 81/86 Clorurada Sódica.

Sector Est. Sacardi-Gatica: 46/52 Clorurada Sódica.

Sector Est.C.Bonete 54/58 Clorurada Sódica la 54 Hidrocarbonatada Sódica?

Sector Est. La Esperanza-Williams 20/44 Clorurada Sódica. La 21 Cloruro Sulfatada Sódica.

Sector Est.La Teutona-Los Cipreses: pozos 1/19 Clorurada Sódica. La 1y3. Clorhidrocarbósódica.

Las muestras números 3/6/21/30/50/61/71/73/74/82 son potables para consumo. Las aguas aptas representan un porcentaje menor a un 13% ,sobre el total muestreado. Valor considerado porcentualmente, muy bajo.

Sector 3 Residuos sólidos 776 mg/l; Fluor 1,1; Arsénico: 0.02; conductividad 1.035 umhos/cm. *Estancia La Teutona y Los Cipreses.*

Sector 6 Residuos sólidos 1100 mg/l y conductividad 1550, Flúor 1,5mg/l; 0,02 Arsénico. *La Teutona y Los Cipreses.*

Sector 21 Residuos sólidos 1555mg/l; Cloruro 540mg/l, Sulfato 250mg/l; Flúor 1,6; Arsénico 0,03mg/l. *Est. La Esperanza/Williams.*

Sector 30 Residuos sólidos 3271. Salinizado. Fluor 2,60 mg/l *La Esperanza/Williams.*

Sector 50 Residuos sólidos 371 mg/l; Fluor 1 mg/l y Arsénico 0,86 mg/l Est. *Sacardi/Gatica*.  
 Sector 61 Residuos sólidos 1.834 mg/l sobre nivel de potabilidad. Est. *Santa Isabel*.  
 Sector 71 Residuos sólidos 1.202 mg/l; Fluor 1,5 mg/l. Est. *La Herminia*.  
 Sector 73 Residuos sólidos 1.724 mg/l; Cloruros 522.- Est. *La Herminia*.  
 Sector 74 residuos sólidos 1.580 mg/l; Sodio 480 mg/l y Cloruros 465 mg/l. Est. *La Herminia*.  
 Sector 82 Conductividad 1.567 umho/cm; Cloruros 422 mg/l, Arsénico 0,02 y Fluor 0,62 mg/l. *La Península*.

MAPAS DE ISOSALINIDAD: a) Zona noreste de la bahía Camarones y zona sur de Bahía Camarones. Agua con 500 mg/l de ión cloruro y sulfato. Áreas de recarga local y también conducción, con buenos niveles topográficos, al encontrarse bicarbonatos indicaría aguas de reciente infiltración.

MAPAS HIDROQUÍMICOS: Los pozos en general no superaron los -10 mbbp salvo cuatro (4) que oscilaron entre -10 mbbp y -25 mbbp y otros cuatro entre -25 y 58 mbbp.

Ensayos Bombeo-Casade Piedra-Paleocauce:

Pozo ensayado número 13

Promedios de Transmisividad y Almacenamiento: T: 211 m<sup>2</sup>/d y S: 2,35 x 10<sup>-4</sup>

Caudales de ensayo 6 m<sup>3</sup>/h en un tiempo de ensayo de 12 horas.

Litología responde a pozo 10

0/30 cm suelo orgánico

0,30/2 m arcilla arenosa

2/7,95 m rodados con arena

7,95/9,0 m arenisca+arenisca fragmentada

9/12,70 m arcilla gris+ vulcanita roca de basamento

Los filtros se colocan entre un nivel de -5,20 m y -7,95 y entre -8,50 m y -9,10 m

La zona de estudio llega al Norte hasta Cabo Raso. A unos 30 km estancias Margarita; Maciega y Esperanza.

Los pozos que se reconocen, luego de haber analizado este estudio, como de calidad potable o cerca del límite, con volúmenes de extracción, responden a ser estudiados a una escala de detalle para verificar pasos a seguir: En primer lugar corresponde un análisis y ubicación de las perforaciones en el campo. Luego se debe pasar a la verificación de la capacidad de extracción de caudales de bombeo de los pozos, en función a un tiempo de explotación prolongado; se debe planificar muestreos de calidad de sus aguas, previamente una muestra inicial al inicio de todo estudio. Simultáneamente al ensayo es necesario un monitoreo continuo de la conductividad del agua de extracción y análisis físico/químicos de los distintos elementos, según diferentes tiempos en que se desarrolla el bombeo. Debe ser al inicio, al medio tiempo y al final del ensayo específico. Todo ello para observar si existe o no uniformidad geoquímica de solutos, a medida que se aumenta el cono de Depresión (Dupuit), hasta llegar o no a régimen de equilibrio del sistema.

El Ensayo de Bombeo consiste en un ensayo para verificar los caudales, caudales específicos, niveles de estabilidad y equilibrio, dinámicos y depresiones para observar el comportamiento de la napa frente a los distintos caudales de extracción. Al tener delimitados los puntos de agua se debe tratar en función de la geología de la zona de desarrollar la explotación aumentando los radios de la misma. De existir zonas aptas se deben realizar sondeos de exploración en dichas áreas, para verificar las calidades y cantidades del recurso presente. De verificarse caudales suficientes y calidades aptas para consumo humano, se deben realizar análisis de costos de la traza del acueducto y/o acueductos, que correspondan conectar desde el punto de las posibles baterías de pozos hasta el punto de cota de cisterna y/o tanque para distribuir como oferta. Debe aplicarse la fórmula de la oferta/demanda según los análisis en función a dotaciones totales establecidas en un proyecto. Por la información primaria y secundaria que se tiene al presente de este y de otros informes se reconoce a la zona como de un grado de dificultad superior al medio, en la medida que se conozcan los resultados de los puntos de calidad potable, se reducirá o no la incertidumbre planteado en este análisis. La única zona que se desarrolla a través de más de un siglo de explotación es el área llamada Casa de Piedra, donde por razones de sobreexplotaciones necesarias, se salinizaron sus aguas progresivamente, sobre todo incrementando al elemento sulfato. Con nuevos pozos en un área limitada, hacia el este del Establecimiento se extrae al recurso, explotándose el sistema con posibilidades de mezcla, limitada a bajar algún nivel de salinidad del agua.

### **3\*\*\*COMUNA CUSHAMEN I(Cushamen)**

Por ruta Nacional 40 desde Esquel y El Maitén y con ruta P4 al este, se arriba a la Colonia Pastoril Cushamen y la localidad de Cushamen. Ubicadas al noroeste de la provincia. A 42°10'19Sur y 70°39'51Oeste. Cota 663msnm. La población es de 600 habitantes al censo del año 2001. Ubicada en el valle de los arroyos Cushamen y Norquínco perteneciente a la cuenca del río Chubut. Cuenta con un pozo en la localidad de Cushamen. El análisis del agua da una salinidad baja, de 420 uS/cm de conductividad. Con una concentración de Sólidos Totales Disueltos de 156 mg/l. La bomba instalada rinde un caudal en extracción de 8 m3/hora, hasta un caudal máximo de 24 m3/h. La demanda a futuro es de 20 m3/hora.

### **4\*\*\*COMUNA CUSHAMEN II(Cushamen)**

Desde ruta Nacional 40 desde Esquel y el Maitén, por ruta P4 al Este, se encuentra la colonia pastoril Cushamen y la localidad de Cushamen cerca del arroyo Norquínco, (Bo del Maitén). A 42°10'19Sur y 70°39'51Oeste. Cota 663msnm. Comprende: 1) Pozo denominado PF1 con una bomba con motor KSB 10HP, con un caudal de 60m3/h. Caudal de aforo de 87m3/h. La depresión es de -0,89metros.

2) Pozo denominado PF2 con una bomba con motor GH-7, 20HP; Caudal 81m3/h. Nivel estático -5,97m; y nivel dinámico de -6,06m. El caudal máximo de 110m3/h; depresión 0,09m.

3) Pozo excavado del ferrocarril ubicado muy al Oeste, motor 5HP; Caudal 16m3/h.

Todos los pozos indican que están perforados en la cuenca del río Chubut.

Análisis físico/químicos de perforaciones 1, 2 y pozo del FFCC. Los caudales son respectivamente de 60m3/h para caudal de bombeo y caudal de aforo de 87m3/h; el pozo 2 tiene un nivel dinámico de -6,06mbbp y nivel estático de -5,97mbbp, caudal de bombeo 81m3/h, con depresiones de 0,18m. y menores. El pozo del ferrocarril, tiene un caudal de bombeo de 16m3/h. Los análisis si bien están debajo de los parámetros límites, presentan una salinidad baja, hiposalina.

### **5\*\*\*EL HOYO(Cushamen)**

El municipio de El Hoyo, esta a 40km de la ruta N40, se conecta con El Bolsón(Río Negro) por ruta P70 pasando Buenos Aires Chico. A 42°03'56Sur y 71°31'10Oeste. Cota 228msnm. El Hoyo tiene 955 habitantes al censo de 2001. El paraje El Pinar, está próximo a este municipio de El Hoyo, cercano al lago Epuyén. Existen como fuente de agua subterránea, varias perforaciones (subálveo) sobre la rivera del río Epuyén, donde se constituye la extracción/bombeo, con electrobombas sumergibles con una capacidad desde 6,5 m3/h y Hm 70mca, hasta los 25 m3/hora de explotación. Existen registros de nitratos en la zona, donde se encuentran mallines. Es muy probable que las eutroficciones se desarrollen en el área. Además existen un uso de fuente superficial a través de una toma superficial en el río, con una mayor magnitud de oferta. No se conocen las calidades físico/químicas de sus aguas.

### **6\*\*\*PARAJE COLAN CONHUE(Languiño)**

Por ruta N40 desde Esquel, luego ruta N25 desde Cabaña Arroyo Pescado, Las Salinas hasta el Paraje.

Al este de Monte Tehuelches(1.341msnm) y al oeste de las Sierras de Colan Conhué. A 43°14'02Sur y 69°55'49Oeste. Cota 839msnm. Es un paraje que contiene 212 habitantes, según el censo del año 2001. No se conocen los análisis químicos de las aguas freáticas que son las que se explotan en ese lugar. La primera perforación tiene una profundidad de -25mbbp con un caudal de 8,2 m3/hora. La segunda perforación, tiene una profundidad de -21mbbp con un caudal de 6 m3/hora (año 1995). La capa freática está ubicada aproximadamente a los -14,50mbbp. Es evidente que se esta en presencia de un acuífero del tipo libre. En función de una demanda futura es necesaria una expansión en la cantidad de pozos, con localizaciones en zonas topográficamente más elevadas y alejadas del égido urbano, libre así de toda acción contaminadora antropica o eventualmente natural.

### **7\*\*\*PASO DE INDIOS(Paso de Indios)**

Esta localidad se encuentra ubicada a menos de 194 km en línea recta con el valle del río Chubut. Sobre la ruta N25 que converge en Rawson, localizada entre los Parajes El Pajarito y Los Manantiales al oeste y este respectivamente, converge desde el norte la ruta N12. A 43°51'51Sur y 69°02'45Oeste. Cota 471msnm. Cuenta con una población al censo de 2001 de 1087 habitantes.

El problema es la deficiencia de oferta de agua potable de origen subterráneo que se capta en dicha localidad para satisfacer la demanda. Las necesidades son de unos 30m3/hora, con posibilidades de expansión.

El recurso actual quedará como un sistema suplementario ante una emergencia. La existencia de dos perforaciones cercanas al río Chubut con buen rendimiento, ya construidas y encamizadas, proveerán agua con una calidad físico-química aceptable.

El agua del río Chubut tiene las siguientes características: SDT 237mg/l; Conductividad 281 uS/cm; Ph 7; Turbiedad 5; Cloruros 10,8mg/l; Bicarbonatos 132 mg/l; Sulfatos 33 mg/l; Dureza total 108 mg/l; Calcio 29 mg/l; Magnesio 8,5 mg/l; Sodio 23 mg/l; Potasio 1 mg/l.

El pozo n2 de Paso de Indios tiene una conductividad de 196 mg/l, un SDT 169mg/l; Potasio 1mg/l; Sodio 17 mg/l; Magnesio 5mg/l; Calcio 20 mg/l; Dureza total 71mg/l; Sulfato 16,5mg/l; Bicarbonato 104mg/l; Cloruro 5,4mg/l; Turbiedad 0,8 UNT; Ph 6,9. Son aguas hiposalinas o de baja salinidad.

Vieja Fuente: Sus caudales disminuyen en verano, con un aumento de la demanda.

Nueva Fuente: En la etapa con los pozos de la nueva fuente los datos técnicos que se poseen de resultados fisicoquímicos que se adjuntan al informe, falta analizar nitrato y nitrito. Se trata de dos perforaciones de unos -8mbbp en profundidad construidas hace unos 14 años atrás, están ubicadas a 100 m de distancia del eje del río CHUBUT. Prácticamente son pozos de captación al subálveo del río. Considerando al valle del río, se reconocen caudales sustentables a lo largo de ese eje lateral del valle, con caudales de unos 15m<sup>3</sup>/h por pozo en ese segmento.

# CORDOBA

Dentro del esquema regional que define precisamente a las regiones hidrogeológicas, se tienen 4) Llanura Chaco Pampeana Árida al este y centro de la provincia. 7) Borde noroeste Sierras Pampeanas y sus valles y 11) Llanos Riojanos y salinas asociadas, un Sector noroeste, límite con La Rioja y Catamarca.

Cuencas subterráneas identificadas en la provincia para mapa hidrogeológico Córdoba 2003: I) Cuenca de Mar Chiquita; II) Cuenca ríos II, IV y VI; III) Cuenca de Las Salinas Grandes; IV) Cuenca del Conlara; V) Cuencas Intermontañas y VI) Cuenca de la llanura medanosa. Fuente: Mapa Hidrogeológico 2003. Córdoba. Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Secretaría de Obras Públicas, DIPAS.

## **1\*\*\*CABANA(Colón)**

Esta localidad (Villa Cabana) está ubicada sobre ruta P53 a 2 km al sur de Los Quebrachitos, 10 km de Unquillo y unos 44 km desde Córdoba Capital. A 31° 12' 50" Sur y 64° 20' 53" Oeste. Cota 743 msnm. Posee una población de unos 400 habitantes. La fuente de agua de subterránea está integrada con un pozo de gran diámetro a cielo abierto: Profundidad: -5,70 m. Diámetro 1,90 m. (calzado con ladrillo, pared de 0,30 m.) Nivel Estático: -3,38 m. Caudales: 20 m<sup>3</sup>/h. (se estabiliza a un dinámico de -5,05 mbbp) La captación de tipo subálvea, se ubica a unos 20 m. al Sureste de la sala de bombeo y a unos 5 m. del A.º Cabana, sobre su margen derecha. Corresponde a un área con escasa tapada aluvional, menor a 5 m. de potencia, los que apoyan en basamento rocoso. Este tipo de captación depende casi directamente de recarga del arroyo, razón por las posibles fluctuaciones de caudal que pudieran observar en la captación, tendrán relación directa con recargas de la cuenca del arroyo.

1.- Se realizó una primera limpieza de la captación en forma manual con extracción de gran cantidad de basura, a continuación y mediante la utilización de compresor para remoción del material sedimentado en el fondo (arena - limo) y bomba sumergible se extrajo más de 2 m<sup>3</sup> de material. Posteriormente se realizó una medición preliminar de abatimiento y recuperación de nivel, con extracción de caudal escalonado a 17,5 y 20 m<sup>3</sup>/h, con bombeo continuo de 9 horas. se recomienda la limpieza y bombeo por una semana, con control periódico del pozo, con aforos a diferentes caudales.

2.- Con el caudal máximo trabajado a 20 m<sup>3</sup>/h. en las condiciones actuales, se deprime el 89% del pozo (Nivel Estático: -3,38 m.; Nivel Dinámico: -5,05 m.; Profundidad del Pozo: -5,70 m.), con extracción de un alto porcentaje de material limo arenoso, quedando solo un resto de 0,65 m. de agua, hasta el piso de la captación, lo que no daría margen para la instalación de bomba sumergible. La evaluación del último día de bombeo a caudal constante de 17,6 m<sup>3</sup>/h tiende a estabilizarse el nivel a cota -4,78 m. sin extracción de finos. Se observa una fluencia de agua hacia el pozo, que se manifiesta principalmente en dos puntos ubicados hacia el sector este y oeste, en las ventanas realizadas en el calzado del pozo.

5.- Por recupero de nivel, se midió un caudal de ingreso libre, aproximado a 17,5 m<sup>3</sup>/h.

Se debería realizar a.- Extracción del material que colmata la captación, aproximadamente unos 0,60 m. de potencia, con las expectativas de un incremento en el caudal a extraer y una merma en los sedimentos finos. b.- De acuerdo a la evaluación preliminar realizada, se estima conveniente prever una extracción de caudal en el orden de 15 a 17 m<sup>3</sup>/h, (valor de equilibrio con el recupero), ya que en los ensayos a caudal de 20 m<sup>3</sup>/h se produjo una depresión próxima al fondo del pozo y un marcado incremento en el arrastre de material fino (arena). Se debe realizar un control semanal en el primer mes de bombeo.

Tanto del caudal específico, como de la calidad del agua y de esta forma poder tener una idea bien definida del comportamiento de la captación, para no llegar a un caudal crítico, en función de la vida útil de la misma.

c.- Por lo expuesto, sería conveniente realizar, aguas arriba de la captación, un relevamiento de todas las tomas, como así también de los volcamientos próximos al arroyo, que pudieren comprometer el recurso. Hay que tratar de disminuir al máximo los problemas de contaminación.

d.- A efectos de solucionar problemas de provisión de agua de la población, y llevar un caudal próximo a los 35 m<sup>3</sup>/h es conveniente una captación subalvea, tipo galería filtrante, aguas arriba del pozo evaluado. Dicha captación tendría que tener una profundidad mínima de 4 a 5 m. y preferentemente ubicada paralela al arroyo, este tipo de obra se puede acompañar con un cierre tipo azud, para producir una recarga artificial a las tomas, y contar con una reserva subterránea para épocas de crisis. Hay que tener en cuenta que nos encontramos en zona de cabecera de los arroyos, y con las lluvias se producen escorrentías de gran caudal en escaso tiempo, por lo que la recarga puede llegar a ser insuficiente frente a la demanda. e.- Con los caudales a extraer del pozo y sumado los de la posible galería, cubrirían toda la demanda, pero sería de gran ayuda el acondicionamiento de la red de distribución e instalación de medidores. Daniel Pascual.

### **2\*\*\*CALMAYO(Calamuchita)**

Desde Córdoba Capital por la ruta N36 pasando la localidad de San Agustín. A32°01'30Sur y 64°27'52Oeste. Cotas entre 806 y 827msnm. El censo del año 2001, registra una población de 72 habitantes. La fuente de provisión actual se realiza a través del arroyo La Cascada, aguas arriba del arroyo Calmayo. En cierto período del año se produce el estiaje en el curso, que se compensa por el uso de un pozo somero de una profundidad de -10mbbp con una capacidad de almacenamiento de 30m<sup>3</sup>. Este presenta color y turbiedad elevada, por estar parcialmente cubierto. Los caudales de la fuente superficial, que provienen del arroyo mencionado son de 3,2 l/s y en períodos de estiaje se reduce a 0,73 l/s. Los caudales que se explotan son suficientes para abastecer una población que consume unos 0,39 l/s. Es necesario disponer del uso alternativo de fuentes, considerando a la subterránea como una fuente suplementaria. Agua apta.

### **3\*\*\*CAMPILLO Del (Gral Roca)**

Se localiza en el cruce de las rutas N35 desde Vicuña Mackenna y P27, a unos 15 km del cruce al oeste. A 34°22'29Sur y 64°29'44Oeste. A cota 228msnm. Contiene una población de 3.155 habitantes, según el censo de 2001. Las perforaciones desarrolladas son las siguientes: Esta entubada en 12", hasta una profundidad de -11,50mbbp. La columna de extracción tiene centralizadores, está integrada por un caño ciego, filtro y cañería de extracción de 6", para una bomba con capacidad de 2 m<sup>3</sup>/hora, regulada para menores caudales.

Un engravado con arena gruesa, desde el fondo hasta casi la superficie a un metro. Se recomienda filtros de malla fina de <0,50 mm. y un caudal de la bomba menor a 2 m<sup>3</sup>/hora para evitar arrastre de limos (guadal en la región) al explotarlo. Se analiza estudios de la provincia, que indican la no existencia de agua potable en el égido urbano. Es de destacar que en la zona norte se aprecia el Flúor y al sur el Arsénico. Las salinidades son altas del orden de 2.500/3.500 mg/litro de residuo seco, al norte con salinidades menores, 1.500/2.000 mg/l de residuo seco. En algunos casos se detecta presencia de dureza y nitratos altos, esto sobre todo en el radio urbano. Lo que demuestra una contaminación de origen antrópico. Se debe a la ejecución de ensayos de bombeo, el conocimiento ajustado de las características del acuífero y las ofertas de agua documentadas con análisis químicos y sedimentológicos correspondientes. La geología del área a analizar, esta incluida dentro de la llanura Chaco-Pampeana, del punto de vista geológico, esta ubicada en una región denominada del médano invasor. Existen en la zona médanos fijos y móviles en zonas contiguas, que definen la topografía como una llanura suavemente ondulada con ausencia de ríos o arroyos permanentes, salvo el río Popopis (río Quinto). La recarga local se produce por la acción vertical hacia el acuífero como consecuencia de precipitaciones anuales, esta es una acción de recarga directa, solo que ingresa la lluvia correspondiente a la precipitación eficaz. En este ambiente de la pampa, los acuíferos se desarrollan en la formación Pampeano (Cuaternario), definida litológicamente por limos loessoides con distinto grado de compactación. En los sedimentos se incluyen elementos, tales como la presencia de vidrio volcánico (conteniendo arsénico y fluor) que condicionan la calidad química de las aguas subterráneas. También se registran niveles de carbonatos y en general se pueden considerar aguas alcalinas bicarbonatadas. Análisis químico histórico fuera del radio suburbano (52029). Pozo a -4mbbp: Residuo salino 1.890mg/l; cloruro 210mg/l; sulfato 119mg/l; arsénico 0,16mg/l.



Pozo -12mbbp: Residuo salino 2.064mg/l; Cloruro 143mg/l; Sulfato 142mg/l; Arsénico 0,32mg/l. Pozo 20mbbp: Residuo salino 3.960; Cloruro 480mg/l; Sulfato 367mg/l; Arsénico 0,10mg/litro.

Topografía: Al tener que referirse a las pendientes topográficas, como factores negativos que inciden finalmente en la calidad de las aguas, por escurrimientos pobres, se consideran algunas transectas como la oeste-este al norte de la población pendientes de 1,67 por mil. Hacia el este (sector futuras perforaciones).

Otra transecta de rumbo oeste/este que pasa por el pueblo tiene una pendiente de 1,38 por mil, también hacia el Este. Finalmente se tiene la transecta norte-sur, al oeste del establecimiento Los Ranqueles hasta el norte del pueblo, con una pendiente algo menor, de 0,85 por mil, medida sobre el camino, con la cartografía del IGM a escala 1:100.000.

Hidrología: A. Agente Productor (la fuente); a1. Acuíferos; a2. Ensayos Hidráulicos.

B. Vehículo; b1. Ciclo Hidrológico; b2. Recarga.

C. Agente Receptor.

A. Agente Productor: a1 Acuíferos.

Esta formado por un acuífero semilibre, analizando macroscópicamente el perfil tiene una configuración integrada por elementos limosos, arenas finas dominantes y algo de arcillas.

Según perfiles analizados en esta cuenca (no en área de ensayo) se observan capas de limos-arcillosos y arenas muy finas y arcillas arenolimosas, de características similares al punto de interés.

En general los sedimentos pelíticos (los de menor diámetro de clasto o partícula, aumentan en esta región Chaco-Pampeana que involucra el área de ensayo, correlativamente se disminuyen las permeabilidades regionales hacia esta zona. La mecánica de la recarga local si se analiza el segmento problema, es vertical y restringida por la alta evapotranspiración, la litología favorece para almacenar y la topografía elevada beneficia para recargas. El agua en su movimiento vertical descendente se saliniza a medida que se contacta con mayores volúmenes de sedimentos limosos, disminuye la permeabilidad por presencia de limo/arcillas, lo que limita los caudales hasta determinado nivel, su calidad que es cada vez más salinizada a medida que desciende el perfil. Los caudales específicos aumentan hacia el sur como se registra hasta el norte de la provincia de La Pampa. La recarga vertical sobre áreas observadas y las extracciones antrópicas como las que se producirán no serán factores de desequilibrio respecto al valor de infiltración, las variaciones entre entradas y salidas de agua serán igual a cero, siempre que las salidas que satisfacen la demanda poblacional, no superen un equilibrio hidrológico del sistema en cuestión. Los factores negativos que alteran las calidades químicas de las aguas aquí son fundamentales, son:

1. Pendiente regional muy baja.
2. Sedimentos finos a muy finos (limos, etc.)
3. Alta Evaporación.
4. Régimen de lluvias (que aquí es de alrededor de 700 mm/anuales, dato Huinca Renancó).
5. Mayor tiempo de contacto entre Agua y Sedimentos, en la sistema Recarga+Conducción+Descarga.
6. Naturaleza de los componentes sedimentarios que definen la litología.
7. Escurrimientos superficiales y subterráneos bajos.

a2. Ensayos Hidráulicos: Para verificar este punto se produce un ensayo hidráulico, en un sector determinado por censos y muestreos hidroquímicos, basados en datos históricos, pasado y reciente y análisis del ensayo en cuestión. En definitiva ellos determinan las zonas de recarga(R); conducción(C) y descarga(D), del sistema hídrico. Las zonaciones químicas verticales se verifican y su ocurrencia esta en función de sedimentos autóctonos y alóctonos, productos de acciones eólicas debido a fenómenos volcánicos del pasado, que determinan flúor y arsénico, permisibles por normas nacionales e internacionales de calidad, debido a que causan anomalías en la fisiología humana, por su ingesta, según grados de concentraciones.

Ensayo Hidráulico Area Mornaco: La zona está ubicada a unos 5.000 metros al norte del núcleo urbano por ruta de tierra camino de chacras. Para cubrir tal objetivo se ejecutan dos perforaciones de 3" de diámetro a una profundidad entre 12 y 15 metros bajo boca de pozo. Pozo bombeo 1 (PB1): Se explota en dos secuencias de tiempo a caudales diferenciales. El primer ensayo, con 18 horas de explotación genera depresiones máximas de 1,32m en el pozo, con caudal de 1.421 l/hora, con caudales específicos de 1.076,55 m<sup>3</sup>/h/metro.

Pozo observación 1 (PO1): A través de esas 18 horas de abatimiento del pozo de bombeo con caudales de 1.199,24 l/hora, se ven depresiones de 0,07 metros, una distancia pozo observación de 20 metros.

Un segundo ensayo con caudales promedios iguales a 2.131 l/h por 24 horas de achique se ve que el PBombeo1, tiene depresiones máximas de 1,90mbbp y caudales específicos de 1.122 l/h/m.

En esta observación 1, las depresiones máximas son de 0,017mbbp y las finales de 0,010mbbp, luego de un bombeo de 24 horas. Las recuperaciones a niveles de la tabla de agua freática originales, se observan en tiempos cortos. Así se determina niveles que se recuperan en 33 minutos, desde un achique donde el nivel dinámico es de -6,23mbbp y un estático medido de -4,73mbbp con depresiones de 1,53 metros que representa recuperación de casi 100% en el tiempo indicado. Los conos de depresión por explotación del acuífero, generan conos parados de alto ángulo. Considerando valores depresivos o depresivos, se generan radios de interferencia,  $R_i = 55,45$  metros, lo que produce para planificación de pozos un distanciamiento entre ejes de 111 metros. Según la fórmula de radio de interferencia ó  $R_i = 1,5 \sqrt{T_x t / S}$  (donde S: almacenamiento, según R.R. Meyer es 0,03). Se prefiere aumentar la distancia a 150 metros, por razones hidráulicas naturales y antrópicas contaminantes. Igualmente las bajas transmisibilidades del acuífero aumentan hacia zonas saturadas de captación. Las conductividades según distintos autores (Wosten, Pizarro) dan distintos registros según granulometría, que en diámetros promedios son de 0,075 mm, considerando arenas finas y limos (un 11%), entre 30 y 55 cm/día, la velocidad del fluido.

B. Vehículo. b1.Ciclo Hidrológico. Subterráneo.

Para este caso se tiene b2. la recarga pluvial, hacia el agente productor (fuente), con las descargas hacia zonas bajas integradas por las áreas bajas de cañadas.

Según los datos del SMN, las precipitaciones anuales oscilan en 700mm anuales, conviene considerar entre 15 y 20%, o 120mm la precipitación eficaz. Los factores dominantes son la evaporación, la infiltración y el escurrimiento. b2.Recarga: Para determinar los valores reales hay que poseer datos de escurrimiento, evapotranspiración y lluvia. Se puede hacer una ponderación del dato, para el caso no es necesario hacer una cubicación, por la gran extensión areal a explotar.

C. Agente Receptor: Se debe reconocer todo el ambiente que rodea a la fuente, incluyendo los asentamientos

humanos, áreas de cultivo, ganadería, recreación y cualquier otro tipo de asentamiento.

Reconocer la zona fundamentalmente se ocupa de la ganadería, ganado para engorde y tambo lechero, pero fuera del área de explotación o bien cuenca abajo de la misma.

También la agricultura, pero representa un 30% del resto de las otras explotaciones.

La zona de captación de acuerdo a la clasificación de Steve Foster(BGS), se considera de alta vulnerabilidad y bajo riesgo en la medida que se vayan concientizando los problemas que puedan generar una contaminación por derrame en superficie. Por ello y la incidencia que pueda tener la franja agrícola con aplicación de agroquímicos, se recomienda un control y monitoreo del área que incluye a la batería de pozos. Se verifican valores dados por el ensayo de bombeo, y un parámetro base para el acuífero que es la transmisibilidad, factor que gobierna la función conductora del acuífero, usando curvas de depresión/tiempo.

Valores de transmisibilidad ó  $T = 41$  m<sup>2</sup>/día para este ensayo, se puede tomar para verificar el aumento de los valores específicos del pozo hacia el sur de la provincia, son correctos; por ejemplo en Huinca Renancó, datos de Transmisibilidad de 65 m<sup>2</sup>/día y en el norte de la provincia de La Pampa, estudios regionales del Instituto Nacional del Agua, toman valores más altos, según indican los caudales específicos de 4 m<sup>3</sup>/h.m.depresión, existiendo la relación de una mayor capacidad transmisora del acuífero, mayor caudal específico( $Q_e$ ).

Se resume lo analizado que la capacidad del acuífero presenta características para aportar una explotación a satisfacer demandas, con unos 25 pozos con caudales máximos (monitorear conductividad) de 2m<sup>3</sup>/hora con 12 horas de bombeo diarios alternados y una equidistancia, teniendo factores hidráulicos y acciones antrópicas reales y potenciales, entre 150 y 200 metros entre ejes.

Sin embargo el problema del arrastre de arena muy fina al pozo merece un capítulo aparte. Un camino de solución está entre desarrollo del pozo, limpieza suficiente hasta arrojar menor cantidad de sedimento, arribar el caudal óptimo y hasta uso de piletas de decantación, o usar sistema de captación similar a pozos Ranney. Los análisis químicos permiten verificar buena calidad inicial de aguas en zonas de futuras explotaciones.

#### **4\*\*\*CAMPO GRANDE(Río Seco)**

Es un caserío cercano a la ruta provincial 10, sobre camino de tierra, al norte de la Provincia. Entre las localidades de Sebastian El Cano al sur y Eufasio Loza al norte. A unos 25km de Villa de María cabecera del partido. A 30°03'08Sur y 63°36'49Oeste. Cota 222msnm. Existe una perforación a -150mbbpozo, en Campo Grande El perfil litológico y parámetros hidráulicos permite analizar respuestas de la perforación a la explotación. Los caudales son de 2,5 m3/hora. Se indica buena calidad de agua según análisis físico/químicos. Los análisis regionales de puntos cercanos a la localidad, dan caudales semejantes a los alumbrados y buenas calidades, aunque residuos totales del orden de 2.000 mg/l en las profundidades dadas.

#### **5\*\*\*CAÑADA DE LUQUE (Totoral)**

Es una localidad ubicada al norte de la provincia de Córdoba. A 120 km por RN9 y P17 en el departamento totoral. A 3 0°44'14Sur y 63°43'38Oeste. Cota 240msnm. Tiene una población de censo (2001) de 1.200 habitantes. El tipo de suelo es un humus(tierra vegetal), sigue un manto de suelo franco limoso de loess pampeano con no más de 2/3 m de espesor. Hacia abajo una capa de aluvión con granulometría tipo arena. El agua se extrae por medio de una perforación (exDPH 1973) con un caudal de extracción aproximado a los 18 m3/h. El agua es de buena calidad, no se adjunta dossier con datos físico/químicos de la misma. Registros regionales en la zona que presenta buenas permeabilidades, muestra a profundidades de -45mbbp, salinidades de 2000 mg/l y a profundidades de -196mbbp unos 2,7 mg/l de residuo salino total. Para tener mayor caudal se debe por un lado perforar otro pozo en la zona de producción. Debe ser del tipo exploratorio con capacidad para explotarlo como pozo de producción, por ensanchamiento, etc. En segundo lugar al no conocerse mayores datos del pozo de la ex DPH del año 1973, no se puede inferir si con mayor descenso de sus niveles se pueden obtener los caudales necesarios para la demanda. Por tratarse de una perforación antigua mejor nuevo pozo.

#### **6\*\*\*CAPILLA DEL MONTE(Punilla)**

Ruta Nacional 38 a Cosquín y Villa Carlos Paz. Entre San Esteban al sur y Charbonier al norte. Próximo al oeste del Cerro Uritorco. A 30°51'34Sur y 64°31'38Oeste. Cota 976msnm. Contiene 9.085 habitantes con el censo de 2001. En lo que respecta al recurso agua para esta locación, se puede comenzar definiendo la capacidad del dique, que es de 0,25 Hm3, registrando faltantes en períodos de sequía, meses de septiembre a diciembre. La fuente actual es el sistema del Río Calabalumba(Residuo 174mg/l; Cloruro 3mg/l; Sulfato 6mg/l; Fluor 1,3mg/l; Arsénico <0,04mg/l; Sílice 15mg/l; Ph8,7) capacidad limitada a la demanda. Afluentes los cursos Los Alazanes; El Plata y Del Negro, pero existe otra fuente no usada que es la cuenca del Río Dolores, con un caudal de 2.500m3/día?. Otra oferta, subterránea con 500m3/día. A futuro se continuará explotando al recurso subterráneo, con oferta complementaria de 324m3/día y nuevos sondeos. Las captaciones a desarrollar pueden ser Aducción de agua captada en el Dique El Cajón; Nueva planta potabilizadora para tratar agua del Dique El Cajón.; Cañería entre tanque bo El Zapato y cañería es de Ø 300mm. La población al 2001 es más de 6.227habitantes durante el verano, incluye dotaciones de 250 l/h/d/permanente y 100 l/h/d/temporario, sumado consumos medio futuros de 3.186 m3/día y turístico de 874m3/día totalizan +- 4.060 m3/día. El déficit es 1.000m3/d que se reduce con pozos 324 m3/d + faldeos del Uritorco 300m3/día + acueducto 428 m3/día. Los análisis de agua del dique El Cajón, tienen una calidad aceptable desde la calidad físico/química. La toma actual sobre el río Calabalumba tiene un caudal de 2.500 m3/d. Los 500 m3/d restantes se captan con fuente subterránea. Desde la fuente superficial una aducción toma en el dique El Cajón. La planta de tratamiento puede llevar 1.640m3/día y el dique con una capacidad de 1 Hm3 en meses de estiaje (Sep/Oct/Nov/Dic) entra en déficit. Otra fuente el Río Dolores, que forma embalse en El Cajón con un módulo de 0,600 m3/s con caudales de crecida hasta 1.520 m3/s. Este embalse con capacidad de 11,8 Hm3, en una superficie de 145 Hectáreas. Para cubrir déficit instalados se utilizan recursos subterráneos. Se pueden extraer del recurso del subsuelo, unos 324 m3/día. Fuentes Subterráneas de refuerzo: 1) Pozo Recagno con un caudal de 20 m3/h con bomba de 20 HP; 2) Pozo El Molino, con un caudal de 7 m3/h en época de estiaje con bomba de 5 HP; 3) Pozo El Pocho (estiaje), con caudal 7 m3/h y bomba de 5 HP; 4) Pozo El Faldeo(estiaje), con caudales de 10 m3/h y bomba de 10 HP.

### **7\*\*\*CAPILLA DE SITON (Totoral)**

Esta localidad esta ubicada entre Villa del Totoral ruta N9 y Puesto de Fierro ruta provincial 16 (intro Rangel y La Posta). A 30°34'23Sur y 63°39'05Oeste. Cota 206msnm. La población al censo del 2001 es de 361 habitantes. Existente un sistema de captación, almacenamiento y distribución. El caudal necesario para consumo humano es estimativamente de unos 282 m<sup>3</sup>/día. Se reconocen dos perforaciones cercanas de uso agropecuario. Conteniendo sendos pozos, con electrobombas sumergibles a una profundidad de -95mbbp, con un caudal individual de 300 m<sup>3</sup>/hora.

Funcionando simultáneamente los dos pozos no se ve alterado el nivel dinámico de los mismos. Los análisis físico/químicos de la calidad del agua que se consume presentan niveles superiores a normas de Sulfato, Dureza y Turbiedad, además de Sólidos disueltos totales (STD) suman 1.893 mg/litro. Otros análisis presentan menores concentraciones de elementos químicos. El desarrollo en esta de una perforación de diámetro 6" a una profundidad de -100mbbp, con un caudal de 22 m<sup>3</sup>/hora y una altura manométrica de 105metros, es congruente.

### **8\*\*\*CHARBONIER(Punilla)**

Hacia el noroeste de la provincia cerca de Cruz del Eje y Capilla del Monte hacia el Sur a 10km. A 30°47'29Sur y 64°32'38Oeste. Cota 841msnm. Contiene una población de 166 habitantes, según registros del censo 2001. El sistema actual de provisión esta definido por una fuente subterránea, con perforación a una profundidad de -105mbbp, detectandose niveles arenosos con intercalaciones de arcillas. Datos paramétricos del pozo son, nivel estático -27mbbp y nivel dinámico -47mbbp. La bomba esta a una profundidad de -52mbbp. Los caudales en retroceso con 6,5m<sup>3</sup>/h descienden a 4 m<sup>3</sup>/hora, a los 3 años de explotación. La físico/química del agua contiene valores normales, salvo la Dureza con 534 mg/litro sobre 200 mg/litro, dado por la norma del Código Alimentario Argentino. La Vertiente denominada Pum-Pum, tiene caudales de 1,5 m<sup>3</sup>/h, fue reacondicionada en 1999, sus aguas tienen exceso de fluor 2,4 mg/l, sobre valores de norma OMS de 1,5 mg/l, que al mezclarse con agua de pozo se baja el nivel de concentración del elemento. La construcción de una galería filtrante en las nacientes del arroyo Charbonier incrementa el caudal necesario para la población, genera también una dilución o mezcla, con las aguas de otras fuentes. El Fluor baja a niveles inferiores a los mencionados y también sus niveles de dureza, proveniente de la perforación mencionada.

### **9\*\*\*CORDOBA(Localidades al norte de la Capital)**

En la cuenca del río Cruz del Eje, se encuentran localidades y/o parajes de Guanaco Muerto; Alto de los Quebrachos; Los Chañarcitos; Media Naranja Cruz del Eje OSN3 y Cruz del Eje Aero1. Los Leones. Al oeste de esta cuenca se encuentran dos cuencas, denominada la primera como cuenca del río Soto, con los parajes de El Quebrachal, Bañado del Soto y Villa del Soto. La otra cuenca se llama del río Pichanas, con los parajes y localidades como Pichanas; Paso Viejo; Tuclame1 y 2; Iglesia Vieja y Serrezuela1 y 2.

a)Guanaco Muerto : 3 capas potables entre -39/-55;-57/-65;-70/-83mbbp. 631h(2001).

b)Arroyo de Los Quebrachos: 9 capas potable la 5ta. Entre -58/-60mbbp

c)Los Chañarcitos: 1 capa no potable. Entre -47/-50mbbp

d)MediaNaranja: 3capas.Potable.A -55/-62mbbp en arena/rodados.Caudal 15 m<sup>3</sup>/hora.

e)Cruz del Eje OSN3: 5 capas. Potable. Entre -56/-65mbbp

f)Cruz del Eje Aero1: 3 capas. Residuo alto. Entre -66/-67mbbp

g)Los Leones: Ubicado a 55 km al noroeste de la ciudad de Cruz del Eje. Caudales 7,2 m<sup>3</sup>/h.Caudal específico: 14,40 m<sup>3</sup>/h/m. Los acuíferos estan entre -12,20 y -14,70mbbp y entre -18,50 y -23,50mbbp en una litología de arenas medias a finas. Nivel estático -14mbbp. Depresiones 0,50m.

h)El Quebrachal: 2 capas.Potables. Entre -65/-70mbbp

i)Bdo del Soto: 6 capas. Potables. Entre-54/-60. Caudal 80m<sup>3</sup>/hora.

j)Villa del Soto: 4 capas. Potables. Entre -53/-60mbbp. Caudal 40 m<sup>3</sup>/hora.

k)Pichanas: 2 capas.Potable 2da. Entre -26/-33 mbbp.

l)Paso Viejo. 2 capas. Potable 2da. Entre -50/-60mbbp. Caudal 1,2 m<sup>3</sup>/hora.

ll)Tuclame1: 2 capas.Potable 1era. Entre -71/-76mbbp

m)Tuclame2: 1capa. Potable. Entre -64/-74mbbp.

n)Iglesia Vieja:1capa.Potable.Entre -57/-59mbbp

o)Serrezuela: 3 capas. Potable 1 y 2. Entre -57/-69 y -88/-90mbbp

p)Serrezuela1: 1capa. Potable. Entre -58/-65mbbp.

#### **10\*\*\*CORRALITO(Tercero Arriba)**

Se accede por ruta P36 desde Córdoba capital, hasta la localidad de San Agustín, luego hacia el sur, unos 15km al este. Con 1.873 habitantes según el censo de 2001. A 32°01'28Sur y 64°11'29Oeste. Cota 471msnm. La profundidad de la perforación es de unos -157 mbbp. Con caudales de 40 m<sup>3</sup>/h y caudal específico de 1,47m<sup>3</sup>/h/m. Los niveles estáticos son -35mbbp y dinámicos -62mbbp. La depresión del acuífero es de 27 metros en el pozo. La transmisividad está en el orden de 67 m<sup>2</sup>/día y el almacenamiento da un registro para acuíferos confinados. La calidad del agua es potable, falta verificación completa del análisis físico/químico.

#### **11\*\*\*DEAN FUNES(Isquichilin)**

Esta ubicada sobre ruta P16 hacia Cruz del Eje, entre las localidades de Jaime Peter y Sauce Puncú. A 30°25'14Sur y 64°21'10Oeste. Cota 687msnm. Cuenta con una población de 20.164 habitantes, con el censo del año 2001. La aptitud de la fuente de la localidad de Dean Funes se definen por 5 perforaciones profundas, ubicadas en la misma localidad. Se presentan tres perforaciones, y una cuarta bombea directamente a red de agua, previo clorado. Los caudales son del orden de 240 y 210m<sup>3</sup>/hora para el pozo 1 y 2 respectivamente. El pozo 4 con un caudal de 240 m<sup>3</sup>/h y el pozo 5 con caudales de 50 m<sup>3</sup>/h. Las profundidades de los pozos, están en el orden de los -66 mbbp. Se capta desde una cuarta napa, entre unos -57mbbp y -65mbbp. Los niveles estáticos son de -7mbbp, un nivel de dinámico o bombeo de -12mbbp. Depresiones de 5 metros. Calculado el caudal específico, se tiene valores de 42m<sup>3</sup>/h/m para caudales de 210m<sup>3</sup>/h; caudal específico de 48m<sup>3</sup>/h/m para caudales de 240 m<sup>3</sup>/h y finalmente un caudal específico de 10m<sup>3</sup>/h/m, para caudales de 50m<sup>3</sup>/hora. Las calidades físico/químicas con registros de aguas de una mediana salinidad. Cloruro 52mg/l y Sulfato de 38mg/l. Alcalinidad es de 240 mg/l y la Dureza total de 223 mg/l; Nitratos 11mg/l; Amonio 0,11mg/l; Hierro total <0,1mg/l.

#### **12\*\*\*EL FUERTECITO(San Justo)**

Esta localidad ubicada al Este de la ciudad de Córdoba a unos 130km sobre ruta provincial 19 y al Oeste de San Francisco. A 31°24'11Sur y 62°58'14 Oeste. Cota 143msnm. Contiene a 336 habitantes según los registros censales de 2001. Los caudales de agua subterránea, en Arroyito una localidad muy cercana, ubicada sobre ruta P19, hacia el oeste a 6km en línea a El Fuertecito, registra caudales del orden de 100 m<sup>3</sup>/hora como dato de referencia extrapolación. En cuanto a las calidades, esta zona ubicada al oeste de una posible falla de rumbo norte/sur, que genera dos áreas con condiciones hidrogeológicas muy diferentes entre sí. En la zona de interés, al existir mayores gradientes subsuperficiales y granulometría de mayor diámetro, se definen aguas de más baja concentración en sus residuos totales. Esta es una característica en este sector de la cuenca vertiente. Perforar a una profundidad de -220mbbp, se considera favorable para captar aguas con salinidades dentro de límites aceptables de calidad, libres de Arsénico. Los caudales a extraer pueden ser equivalentes a los de la localidad cercana conocida. Análisis físico/químicos históricos exOSN 51959 (Pozo somero -6mbbp). Residuo salino total 3.320mg/l; Cloruro 350mg/l; Sulfato 307mg/l; Fluor 5,5mg/l y Arsénico 0,12mg/l. Las aguas en estos niveles de extracción, tienen una calidad comprometida.

#### **13\*\*\*GRAL CABRERA(Juarez Celman)**

Esta localidad esta ubicada al sur de la provincia de Córdoba, a 220 km de la ciudad capital. Por ruta N158 y ruta N9 a la capital. Desde Río Cuarto por RN158 a 58km. A 32°48'37Sur y 63°52'34Oeste. Cota 300msnm. Cuenta con una población de 9.750 habitantes según censo de 2001. La fuente de agua potable es de naturaleza subterránea, desarrollada por medio de dos perforaciones (años 1994 y 1998) a una profundidad de -216mbbp con diámetro de 8". Los pozos rinden unos 90 m<sup>3</sup>/h cada uno, funcionando alternativamente. No se conoce si hay interferencias entre los pozos. Los datos observando uno de los pozos, muestran análisis físico/químicos que responden a parámetros dentro de la normativa. RST 1423mg/l; Arsénico 0,02 mg/l y Flúor 1,10mg/l. Sulfato algo sobre normal, 438mg/l(máx 400mg/l CAA). Cloruros 200mg/l. Nitratos 6,75mg/l. Dureza total 368 mg/l. Ph 7,31. El perfil hidrológico y de ensayo registró una profundidad a -213,5mbbp, con un acuífero productivo en arena media, gruesa y grava entre -208mbbp y -213,5mbbp. Hacia arriba se tiene entre -208mbbp -206,8mbbp una arena fina a media. Entre -206,8 y -93,5mbbp, una arcilla rojiza y entre -93,5mbbp y 0,00mbbp un limo arenoso pardo rojizo. Se realiza ensayo con compresor al acuífero mencionado arriba, denominado como II.

Tiene un nivel estático de -22mbbp y un nivel dinámico de -27mbbp. Caudal 10 m<sup>3</sup>/h y un índice de productividad de 2m<sup>3</sup>/h/m/d.

#### **14\*\*\*HERNANDO(Tercero Arriba)**

Esta ubicada sobre la ruta provincial 6 al sudeste de Río Tercero (a unos 50 km).. Sector sudoeste. A 32°25'46Sur y 63°44'31Oeste. Cota 278msnm.La población es de 10.486 habitantes, con el censo realizado en 2001. El caudal de la fuente subterránea es de unos 120m<sup>3</sup>/horarios. Las calidades físico/químicas de las aguas se indican en un análisis parcial, donde la conductividad es de 394 uS/cm. Los elementos analizados son parámetros normales, salvo Sulfato 976mg/l sobre 250 mg/l (norma OMS).

Perforación 1: Con un nivel estático de -7mbbp; nivel dinámico de -7,40mbbp; profundidad bomba -30mbbp; caudal: 130m<sup>3</sup>/h con una potencia de motor de 50 HP. Perforación 2: Con nivel estático de -6,80mbbp; nivel dinámico de -7,00mbbp; profundidad bomba -30mbbp; caudal: 110m<sup>3</sup>/h; potencia bomba 40HP.

Perforación 3: Con un nivel estático de -8mbbp; nivel dinámico de -9mbbp; profundidad bomba:-30mbbp; caudal: 110m<sup>3</sup>/h; potencia bomba:40HP. Análisis químico: Sulfato elevado, solo en pozo 2. El pozo1 tiene 550mg/l sobre 250 mg/l y el pozo 3 contiene 217mg/l. Análisis físico/químico histórico exOSN 53513/14. Residuo total 413/934mg/litro; Alcalinidad 148/182 mg/l; Cloruro 17/27mg/l; Sulfato 97/111mg/l; Arsénico 0,04/0,04. La muestra ex OSN 53515 con Arsénico 0,08mg/litro.

#### **15\*\*\*HUINCA RENANCO(General Roca)**

La localidad se ubica sobre ruta N35 a 460km al sur de la ciudad capital de la provincia. A 34°50'21Sur y 64°23'18Oeste. Cota 185msnm. Cuenta con una población de 8.600 habitantes(2001). El sistema actual consta de perforaciones individuales en un 80% de la población. El 20% restante mediante red domiciliaria por perforaciones con aguas con alto contenido en Arsénico y Flúor. Este sistema se alimenta por 4 perforaciones ubicadas en predios del exFFCCSM. Existe también otro sistema que alimenta una planta de ósmosis inversa con una capacidad de producción de 6 a 8 m<sup>3</sup>/hora para eliminar el arsénico, fluor y otros elementos presente en las aguas subterráneas. Para ello se pueden observar los distintos niveles en algunas perforaciones de la región y que incluyen al radio urbano y radio rural en una primera corona. Por ejemplo a una profundidad de -4mbbp con 500mg/l de Residuo total, a 13 mts.de profundidad con 2.550mg/l de Residuo total a 35mbbp con 3.000mg/l de Residuo total y a -48mbbp con 4gramos de residuo sólido. La composición química permisible está en los niveles de sólidos totales altos, donde dominan Cloruro y Sulfato, además de arsénico y fluor.Los Nitratos aparecen ligados a áreas antrópicas, sin embargo en algunos casos habría que ver el problema en campo. Una zona de captación al norte de la ciudad tiene parámetros anormales considerando elementos de Arsénico y Fluor, los demás elementos estarían dentro de parámetros normales. Por las características analizadas las zonas altas tienen mejor agua. Otra área indicada tiene en general parámetros químicos favorables, aunque comprometidos con el Flúor como elemento permisivo. Toda esta zona ubicada al oeste de la ciudad, profundidades alcanzadas estan en el orden de los -12,-17, -30, -48mbbp, con un incremento salino a la zona más profunda. La información regional que se dispone conforma datos puntuales donde un pozo a 185 de profundidad registra alta salinidad con más de 6 gramos por litro de residuo salino. Lo que se observa es que la explotación al freático a poca profundidad, con recarga directa por precipitaciones, los caudales tendrán que ser bajos, también el incremento salino será un limitante del valor del caudal. Si bien es difícil aventurar sin ensayos, los caudales oscilarán dentro de un dígito según antecedentes regionales similares, teniendo en cuenta tipo de acuífero, litología, salinidad y explotaciones en el área. La información secundaria de la zona permite conocer que los caudales de explotación con mejor resultado son, de 1 a 2 m<sup>3</sup>/horarios. Los perfiles hidroquímicos muestran compromisos salinos en todo su desarrollo, con aumento en sus niveles inferiores. La información primaria desarrollada in situ, permite conocer estos puntos de interés.

**1.Ensayo de bombeo:** Se trabajó con un bombeador Villa de 2,2 m<sup>3</sup> /hora de capacidad de extracción.

La profundidad del pozo n.5 es de -15,50mbbp

Nivel estático: -5,80mbbp

Nivel dinámico máximo: -6,40mbbp

Depresión : 0,60 mts.

Tiempo de ensayo: 24 horas.

Caudal inicial: 1,263m<sup>3</sup>/h. Volúmen conocido aforado 20 litros en un tiempo de 57".

Caudal bombeo: 2,057 m<sup>3</sup>/hora a partir de las 12,53hs (3/9/95) y hasta finalizar ensayo a las 10:20 horas del 4/9/95. Volúmen conocido aforado 20 litros en 35".

La altura del anillado alrededor del pozo es de 0,40 mts. pero ningún valor fué corregido a los efectos de un ajuste topográfico en las mediciones.

Se comenzó a trabajar con un nivel estático de 5,80 mts. en el pozo de bombeo y luego de 24 hs. la depresión fué solo de 0,60 mts. La recuperación del nivel luego de interrumpido el ensayo al pozo, dió resultados favorables pues a las 5 horas el nivel estático se había recuperado prácticamente a sus niveles iniciales.

La influencia con un pozo de observación (pozo n.4) ubicado a 180 mts. al oeste del pozo de bombeo n.5, a las 3,30 hs. del comienzo del ensayo de bombeo no manifestó influencia del mismo el mencionado pozo.

A las 7,30 hs. de bombeo se deprimió 0,05 mts. La depresión fué de 0,06 mts al final del ensayo. Al suspender el bombeo se recupera a los 50 minutos en un 99 %.

2. En primer lugar que el equilibrio hidráulico óptimo de la explotación de los pozos, esta por debajo de los 2 m<sup>3</sup>/horarios, es decir para que estos no se depriman o se sequen finalmente y exijan perforaciones más profundas, donde el agua está con evidencias más salada que en niveles superiores.

3. Las transmisibilidades determinadas del acuífero son bajas (66 m<sup>2</sup>/día), en consonancia con la litología del acuífero donde la fracción arena es limitada, reemplazada por limo, arcilla y sus mezclas correspondientes. Esto limita la cantidad de agua permeada por unidad de volúmen, porque la fracción limo más arcilla (acuicludo), genera un flujo impedido del agua. Además esta litología más procesos externos incorporan los elementos químicos nocivos.

4. Los análisis físicoquímicos de la Universidad Nacional de Río IV, limita a analizar 8 elementos. Se observan gráficos bidimensionales con parámetros Arsénico, Fluor, Cloruro y Bicarbonato que se incrementan por el aumento del número de horas de bombeo, uno de los índices hidrogeoquímicos definen presencia de aguas salinizadas. Los caudales de explotación de 2 m<sup>3</sup>/h probablemente generen con regímenes de explotación continuada incrementos salinos, en sus distintos componentes iónicos no solo en arsénico y fluor. Es lo ocurrido en la localidad cercana de Jovita, donde el agua salinizada se la trata dentro de un proceso integral por Ósmosis Inversa. El análisis posterior define correspondencia al sistema reductor eliminando concentraciones elevadas, más Arsénico y Fluor. Actualmente se desarrolla un sistema con doble red, con agua cruda y agua tratada, ósmosis inversa, este con dotaciones de 10 l/h/día.

#### **16\*\*\*ITALÓ (Gral. Roca)**

Esta localizadala localidad, al Este de Huinca Renancó unos 60 km sobre ruta P26, camino de tierra desde Pincén. A 34°47'27Sur y 63°46'47Oeste. Cota 143msnm. Contiene una población de 1.139 habitantes, con el censo del año 2001. Se determinó una zona para perforaciones, ubicada dentro de la llanura chaco pampeana, caracterizada por pendientes suaves y uniformes, con una dirección noroeste/sudeste. La zona cuenta con menor salinidad en un área de 10 km<sup>2</sup> con un espesor de acuífero de aproximadamente 3 metros. Dicho reservorio ubicado al este de la estancia María Luisa y al noreste de la población. Las calidades del agua esta fuera de los límites de potabilidad según las normas vigentes. Es necesario aplicar un tratamiento a la misma, para este caso a través de un sistema del tipo de la ósmosis inversa. Conforme al consumo, un caudal para abastecimiento futuro de 221 m<sup>3</sup>/día es suficiente. Para abastecer al sistema es necesario unas doce perforaciones de 4", a una profundidad somera de -12 a -14mbbp, ubicadas en una zona rural al norte de esta población. Los caudales por pozo suman 1m<sup>3</sup>/h, según el geólogo Juan Struch, teniendo en cuenta que ellos funcionan 20hs/día, aportando unos 200m<sup>3</sup>/día total. El tratamiento, según se observa en los análisis de agua, es para abatir por medio de ósmosis inversa el elemento fluor, mantener a niveles no superiores a los 1,5 mg/l. Además el sistema de tratamiento será positivo para tener niveles permitidos del anión nitrato, que probablemente coexista por contaminación en algún punto, debido a la poca profundidad del acuífero captado. Pozo1 Profundidad total: -17,40mbbp; nivel estático de -4,71mbbp; nivel dinámico -5,85mbbp con bombeo de 9,39hs.; caudal 3,4 m<sup>3</sup>/h. Recuperación es 1,10m 15 minutos.

Pozo2 Profundidad total: -12,22mbbp; nivel estático de -4,07mbbp; nivel dinámico de -4,85mbbp, bombeo de 8,5hs; caudal 2,20m<sup>3</sup>/h. Recuperación de 0,77m en 9 minutos.

Pozo3 Profundidad total: -10,50mbbp; nivel estático de 4,93mbbp; nivel dinámico -6,18mbbp; con bombeo de 405 minutos; caudal 2,20m<sup>3</sup>/h; recupera 1,20 m en 28 minutos.

Los ensayos tuvieron una duración entre 8 y 9 horas. Análisis físico/químico histórico 51962(-9mbbp).Residuo 6.893mg/l; Cloruro 2.230mg/l; Sulfato 1.636mg/l; Fluor sin datos; Arsénico 0,04mg/l. Otro análisis físico/químico histórico 51960 (-9,80mbbp). Residuo 4.272mg/l; Cloruro 830mg/l; Sulfato 522mg/l; Fluor 3mg/l; Arsénico 0,06mg/l; Nitrato 240mg/l.

#### **17\*\*\*JUAREZ CELMAN(Colón)**

Villa Pastora. Localizada a poco más de 3km hacia el norte de la ciudad capital sobre la ruta nacional 9. A 31°15'21Sur y 64°09'53Oeste. Cota 496msnm. Cuenta con una población de unos 1.000 habitantes. Juarez Celman localizada a 18 km al norte de Cordoba, contiene una población de 8.880 habitantes (censo 2001). Se destacan dos perforaciones y se conocen sus caudales y calidades, que alimentan sendos acueductos de diámetros de 200/190mm y diámetro 225mm. El sistema de abastecimiento se satisface con dos perforaciones profundas a saber: Un pozo 1 construido en 1950 a una profundidad de -210mbbp con nivel estático a -110mbbp y nivel dinámico a -130mbbp, con un caudal de 40m3/h. El pozo 2 que esta ubicado a unos 150metros de la otra y fué construida en el año 1994, a una profundidad de -250mbbp, con un nivel estático -95mbbp y un nivel dinámico -120mbbp, con caudal de 80m3/h. y un caudal específico de 3,2 m3/h/m, con electrobomba de 60 HP de potencia. Un perfil litológico dentro de una topografía similar a J. Celmán, en una perforación de Villa Retiro a 15 km de J.C.(31°19Sur y 64°08Oeste, cota 436msnm), muestra entre -27 y -30mbbp una arena gruesa cuarzo feldespática(Qz-Fd) gris clara con abundante tosca y gravilla. Entre -30 y -45mbbp la misma arena con rodados. Otro acuífero entre -60 y -90mbbp en arena gruesa Qz-Fd. Igual arena gruesa a fina a -113 a -128mbbp;-131mbbp a -140mbbp; -157 a -178mbbp arena media a gruesa; -181 a -189mbbp; -200 a -225mbbp y a -291 a -295mbbp. La oferta total de los pozos es de 120m3/h. La dotación de 250 l/h/d y el volumen de demanda futura puede ser de 3.250 m3/día. Con las perforaciones actuales explotando 18hs/día se obtienen 2.160 m3/día. Los análisis físico/químicos indican parámetros normales. Incluyendo el análisis bacteriológico. Así Residuos totales 453 y 660mg/l; Cloruro 83mg/l; Sulfato 85 mg/l; Ph 7,05; Arsénico 0,01mg/l; Nitrato 10 mg/l; Fluor 0,14 y 0,35 mg/l; Dureza 64 mg/l; Alcalinidad 210mg/l; Amoníaco <0,01mg/l. Un análisis físico/químico de la exOSN 53558 de un pozo semisurgente, da un residuo total de 428mg/l; Cloruro 30mg/l; Sulfato 34mg/l; Arsénico <0,04mg/l y Flúor 0,3mg/l. Otro análisis físico/químico exOSN 53559 de un pozo, determina un Residuo total de 268mg/l; Cloruro 10mg/l; Sulfato 12mg/l; Fluor 0,6mg/l y Arsénico con vestigios.

#### **18\*\*\*LA CUMBRE(Punilla)**

Al nornordoste de la Capital +- 95km entre Cruz Chica y y La Falda. A 30°58'49Sur y 64°29'31Oeste. Cota 1.141msnm. Cuenta con una población de 7.235 habitantes, conforme al censo de 2001. El caudal más cercano al área de la futura perforación, rinde según ensayo en Las Mesillas unos 25,4m3/hora. Con 24 horas de bombeo se deprime solo 1,62m y a los 900 minutos estabiliza en ese nivel. La profundidad de la obra es de -32,9mbbp, con un diámetro de un metro. Se corrobora la continuidad del sistema acuífero, a 250metros de distancia verificandose ninguna variación de niveles estáticos del otro pozo de observación (vivienda). Esto sumado a valores de transmisibilidad 382 m2/día, dan una medida de la capacidad del acuífero. El espesor saturado suma 12,6metros. La conductibilidad hidráulica es de 30m/día y la porosidad eficaz de 0,27.

En cuanto a las calidades del pozo Las Mesillas, estas indican bajas concentraciones químicas, como aguas potables. El rendimiento del pozo ensayado es de 609m3/día.

No se conoce como responde el acuífero, deprimiendo un 75% su columna de agua en el pozo. Con un caudal de 3.084m3/día, podría colapsar la bomba, sin agua. Con 4 metros de columna de agua, dato más conservador se obtendrían unos 1.504 m3/día. Ensayar la perforación por 48 horas, es un requisito para reconocer la capacidad de dicho acuífero, con mayor precisión.

#### **19\*\*\*LA FALDA(Punilla)**

Ubicada a +-15 km al sur de La Cumbre. A 31°05'11Sur y 64°29'40Oeste. Cota 969msnm.La población asciende a 15.112 habitantes, conforme al censo realizado en el 2001. Una perforación de exploración/explotación con estudios basados por los fundamentos de sondeos eléctricos verticales o S.E.V. donde se definen dos áreas, una en la zona de terraza alta y la otra en la terraza baja del curso superficial, donde existen mayores posibilidades de captar acuíferos profundos. Corresponde técnicamente, perforar un pozo de exploración para tomar posteriormente decisiones a seguir.



Es de destacar en toda la zona que se capta agua desde el freático, es decir a niveles someros. Por lo tanto no existen en las cercanías de la terraza baja, pozos para una interpolación estratigráfica que defina en un mismo relieve los pasos a seguir. Esta terraza baja (área de los SEV 4 y 5), es el lugar de emplazamiento del pozo de exploración, porque existen fondos de valles con carga de sedimentación correspondiente y sus potenciales napas de agua productivas. Estos valles de origen fluvial tienen terrazas altas y bajas y en el fondo de ellos, se depositan sedimentos de escasa a regular potencia. La zona esta ubicada en un piedemonte de la vertiente occidental de las Sierras Chicas, centro sur del valle de Punilla. Previo análisis de información secundaria existente y trabajos de fotointerpretación, se definen zonas para ejecutar S.E.V. con estudios de gabinete y campo para ajustar la geología, geomorfología, hidrogeología e hidrología, más fotogramas y campo. Las perforaciones del lugar niveles, profundidad, calidad y los SEV ejecutados, muestran en especial el SEV4, ejecutado en el fondo de valle fluvial, terrazas bajas, indica capas con baja resistividad, alta conductividad y presencia de sedimentos de buena permeabilidad. Se encuentra una capa de agua a una profundidad de -18/28mbbp, que indica un nivel freático, con conductividades de 550 umho/cm, se detecta otra capa a +-80/mbbp, con un grado de confinamiento antes del basamento cristalino precámbrico, piso hidrogeológico de la región.

#### **20\*\*\*LA POSTA(Rio Primero)**

Ubicada al noroeste de la provincia cerca de la ruta provincial sobre camino de tierra, hacia el norte de las localidades de Obispo Trejo y Cañada de Luque, a la altura de Chalacea, ruta P17. A 30°33'56Sur y 63°30'56Oeste. Cota 134msnm. Posee una población de 180 habitantes por registros del censo nacional de 2001. Se detalla la perforación de un pozo a una profundidad de -100mbbp. La oferta de agua de este pozo de explotación es del orden de 20m3/h, con una bomba y filtro ubicado a una profundidad de -80mbbp. La calidad del agua, es con presencia de excesos de Sulfatos y en Sólidos disueltos totales, pero al bajar el caudal de explotación estos elementos consecuentemente bajan su concentración. Los análisis físico/químicos muestran un registro de la primera etapa de extracción a caudales elevados. Esta demostrado que se está sobreexplotando el pozo, verificado por aumentos en la salinidad total de la calidad del agua.

#### **21\*\*\*LA QUEBRADA(Colón)**

Al noroeste de la ciudad de Río Ceballos(16.632 habitantes, censo 2001), a unos 25km al norte de la Capital. A 31°09'07Sur y 64°19'24Oeste. Cota 742msnm. La fuente es producto de la explotación de agua subterránea a través del subálveo desde el río Ceballos; se denomina como captación subálvea de las Sierras Chicas. Existen tres captaciones al subálveo. Con un caño filtro de 6 metros de longitud, se adopta una longitud mayor del dren, por seguridad. Las relaciones entre el ancho del Río Ceballos y la longitud del filtro(6m de longitud), que corresponde ejecutar, sumando el ancho del río sobrepasa determinada longitud de filtro a ambos lados de la ribera. Analizándose el subsuelo, se determina una permeabilidad de 10 m/d (0,42m/h) con un caudal de cálculo de 40 m3/hora para la producción. La longitud del dren se calcula por la formula igual :  $L = R \cdot Q \cdot 0,01614 / K \cdot (L_1^2 - L_2^2)$ . L es la longitud del dren; R es distancia entre línea central de trinchera y depresión cero(6m); K es permeabilidad de 10m/d; L<sub>1</sub> nivel del agua en el subálveo en la captación (3,75m) y L<sub>2</sub> nivel de bombeo(descenso 0,5m ) desde el nivel estático. La longitud del dren es de 2,60m, pero se adopta más, 6metros. Se toma un filtro de ranura 2,00mm con apertura de 2.446cm2/m. El área filtrante total es 14.676cm2..La velocidad igual a caudal/área filtrante, es 0,76cm/s menor a 3 cm/s, valor máximo, no generando arrastre de material fino, y consecuentemente pérdidas de carga. Se adopta pendiente en el conducto de 1cm/m, total de 6 cm.

#### **22\*\*\*LAS CALERAS(Calamuchita)**

Esta localidad esta ubicada al sur de la provincia a unos 15 km al oeste de la ciudad de Berrotarán, desde la ruta N36 hasta la ruta P23 y a 160km de Córdoba. A 32°23'20Sur y 64°31'23oeste. Cota 678msnm. Cuenta con una población actual de 350 habitantes y de 167 habitantes(censo de 2001). Químicamente presentan aguas de buena calidad. Con una perforación a -15mbbp de profundidad, explotando aguas freáticas. Considerando la ubicación de la perforación, su cota en el terreno es baja respecto al entorno, el problema contaminante de pozos de descarga domiciliaria pueden incidir a través del subsuelo. Normalmente la cota de cualquier perforación, tienen que definirse a un nivel topográfico superior al de los agentes contaminantes, causados por acciones antrópicas o no antrópicas.

Profundidades: -15mbbpozo. Tipo de capa: Freática. Caudales: 16/17 m<sup>3</sup>/hora. Después de varios sondeos se trata de relocalizar la fuente en margen derecha del río. No se puede ejecutar perforación por afloramiento de roca muy dura, característica en la región. Se cava hasta una profundidad de -2mbbp, se encuentra napa de agua con un tirante de 0,60m y un manto rocoso. Para verificar perfora con barrero, a un nivel de -5mbbpozo, la misma roca. Se decide la captación en el subálveo del Río Paso Cabral, en margen izquierda del río. Se perfora pozo hasta -10mbbp, con camisa de 8", filtros de 6". Se afora con un caudal de 1.500 l/h. Al definir al acuífero con los dos sondeos, se propone construir una batería con caños de hormigón armado permeables de 1 m de diámetro, que entregue caudales iguales a la demanda de 4.750 l/hora. Química del Agua: la conductibilidad eléctrica es de 990 uS/cm. El resto de los elementos tienen baja concentración iónica en el agua. Del punto de vista químico es un agua potable. Falta análisis bacteriológico.

### **23\*\*\*LAS PEÑAS(Total)**

Ubicada al norte de Villa María a unos 100km de Córdoba, por ruta N9. Entre Simbolar y Villa del Totoral al sur. La población(2001)es de 1.564 habitantes.

A 30°33'50Sur y 64°00'03Oeste. Cota 478msnm. Por experiencia en localidades, el consumo medio es de 175 l/h/d. Con referencia a la fuente de agua la misma es de naturaleza superficial, con captación desde el arroyo Macha. Se menciona un caudal disponible de 35m<sup>3</sup>/h, pero el potencial de la fuente origen se podría definir según que cuenca se trate. La demanda es de 41m<sup>3</sup>/hora. El río Macha es el curso más importante de la cuenca, llamada sistema del río Macha. La misma integra una superficie de 140 km<sup>2</sup> con un módulo de cuenca entre 0,25 y 0,30 m<sup>3</sup>/s. La cuenca de este río, se ubica en el Departamento El Totoral a unos 105km. al norte de la ciudad de Córdoba. Es un río del tipo torrencial. Y según los estudios de la demanda, los cálculos indican un uso de 0,01149 m<sup>3</sup>/s en un futuro. A pesar del uso intensivo que recibe el agua de la cuenca, los valores para consumo son relativamente bajos, frente a la oferta. Los análisis físico/químicos del agua subterránea, dan una conductividad de 1.400uS/cm y Sólidos totales hasta 1.190mg/l; Dureza hasta 490mg/l (algo elevada); Sulfato 143 y Cloruro 142mg/l, dentro de las normas de potabilidad. Se recomienda análisis de agrotóxicos en las aguas subterráneas y superficiales de la región.

### **24\*\*\*LAS TAPIAS(San Javier)**

Ubicada cerca de la ruta Nacional 38 desde Chamental(La Rioja), desvío en Paso Viejo por camino de tierra, 18km hacia el Este antes de Dominguito. A 30°43'49Sur y 65°08'08Oeste. Cota 413msnm. La población es de 1.300 habitantes, al censo de 2001. Las fuentes superficiales, destacan al arroyo Las Tapias como fuente de agua. El uso de la fuente superficial es a través de este Arroyo, que participa en un 90%, captado por las tomas de Las Tapias y Toma del Silencio. El otro aporte es el Arroyo Chuchiras con el 10% restante. Se indica una contribución actual de los ríos que suman caudales totales del orden de los 13.306 m<sup>3</sup>/día. La demanda es de alrededor 2.385 m<sup>3</sup>/día. Los análisis físico/químicos son normales. Faltan análisis bacteriológicos. Los caudales de los arroyos en estiaje tomados al final de la sequía en 2004.

Arroyo toma El Silencio caudal medio instantáneo: 0,10 m<sup>3</sup>/s

Arroyo toma Las Tapias caudal medio instantáneo: 0,12 m<sup>3</sup>/s

Arroyo toma Chuchiras caudal medio instantáneo 0,35 m<sup>3</sup>/s

Análisis físico/químicos de agua cruda de estos arroyos. En dos de tres (Arroyo Chuchiras) muestras se observa una baja salinidad (mineralización débil) y en el límite inferior del nivel de Fluoruros 0,7 mg/l.

### **25\*\*\*LOS CONDORES(Calamuchita)**

Esta ubicada por la ruta P36, desde la ciudad de Córdoba al Sur de la localidad de Almafuerte, al sudeste del embalse del Río Tercero. Coordenadas 32°19'01Sur y 64°16'32Oeste.Cota 535msnm. Tiene una población de 2.720 habitantes según el censo de 2001. Es un área al pie de la sierra de Los Cóndores, vertiente oriental. La geología definida básicamente por la presencia de una roca granítica. El acuífero se presenta en un granito alterado diaclasado con unos 16 metros de potencia. Los caudales se midieron en este acuífero libre con un aforo de algo menos a 10 m<sup>3</sup>/hora. La química del agua presenta cloruros por caolinización de los feldespatos y la eliminación del cloruro de sodio, por reacciones químicas.

#### **26\*\*\*LOS HOYOS(Río Seco)**

La localidad esta a unos 16 km al noreste de Villa María por ruta de tierra, dentro de la cuenca del río Sali/Dulce. A 32°17'02Sur y 63°05'42Oeste. Cota 179msnm. Tiene una población de 221 habitantes con el censo del año 2001. Esta en la región hidrogeológica de la llanura pampeana, subregión septentrional, en un sector norte, en una extensión de la llanura ondulada. Los acuíferos presentan buenos caudales y sus calidades físico/químicas son aceptables. Se está utilizando el agua que proviene de una perforación a una profundidad de -60mbbp, con caudal suficiente que sostiene la demanda. Respecto a los análisis sobre la calidad físico-química de sus aguas, tienen parámetros normales con una certificación de sus caudales que se extraen de 25 m3/hora. Análisis físico/químicos históricos ex OSN 55285. Pozo semisurgente DPH. Residuos salinos 488mg/litro; Alcalinidad 243mg/l; Cloruro 14; Sulfato 28mg/l; Fluor 1mg/l; Arsénico <0,04 mg/litro.

#### **27\*\*\*LOS LEONES(Marcos Juárez)**

Localizada al noroeste a unos 55 km de Cruz del Eje y muy próximo a las Salinas Grandes. A 30°18'55Sur y 65°07'24Oeste. Cota 216msnm. Este paraje posee una población de unos 80 habitantes (censo 2001). Los registros cercanos muestran la existencia de dos molinos de viento, con profundidades entre -25 y -45 metros bajo boca de pozo. Datos aportados, con profundidades de perforaciones según otros perfiles hidrogeológicos específicos para esta localidad, con -26 mbbp para la profundidad de la obra de agua. Caudales 7,2 m3/h. Caudal específico: 14,40 m3/h/m. Los acuíferos estan entre -12,20 y -14,70mbbp y entre -18,50 y -23,50mbbp en una litología de arenas medias a finas. Nivel estático -14mbbp. Depresiones 0,50m.

#### **28\*\*\*LOS REARTES(Calamuchita)**

La locación El Vergel esta muy próxima a Los Reartes. Esta está ubicada a unos 14 km de Villa General Belgrano, hacia el Norte. A 31°54'15Sur y 64°35'28Oeste. Cota 864msnm y cuenta con una población de 493 habitantes al censo 2001. Correlacionando cuencas conocidas hacia una desconocida (Los Reartes), se arriba a resultados de caudales medios por métodos hidrológicos. Reconocidos los caudales medios se los homologa con los de la cuenca problema y por medio de su superficie se determina su caudal promedio en unos 1,76 m3/s. El ajuste hacia un caudal seguro da valores bajos (usando curvas de duración de caudales relativos) para un tiempo dado de explotación. El análisis físico/químico del Río Los Reartes muestra: Cloruro 1mg/l; Amoníaco 0,05mg/l; Dureza total 54mg/l; Fluoruros 0,56mg/l; Nitratos 0,80mg/l; Nitritos 0,008mg/l; Sulfatos 6,4mg/l; Alcalinidad total 86mg/l; Ph 8,05; Conductividad 158 us/cm; Color 1,5 ; Turbiedad 0,6.

#### **29\*\*\*MARULL(San Justo)**

Esta ubicada al este de la Capital Cordobesa a unos 160 km, entre las localidades Balnearia (ruta P17) y La Para (ruta P7). A 30°59'50Sur y 62°49'30Oeste. Cota 92msnm. Contiene una población de 1.765 habitantes según el censo de 2001. Existen dos perforaciones. La perforación n1 que tiene una profundidad de -192mbbp, con una bomba instalada a -26mbbp con caudales 35m3/h, y 10HP de potencia con calidades químicas potables. Este pozo alimenta a un tanque. La 2da. Perforación n2, ubicada en la manzana 54 con una profundidad de -110mbbp, pero su calidad se ve alterada por las concentraciones de Sulfatos. A un nivel de -40mbbp se ubica una electrobomba con 10HP. El pozo 3 a -110mbbp tiene Un residuo de 412mg/l, Conductividad 650umho/cm, Cloruro 75 y Sulfato 115mg/l. La localización esta área hidrogeológicamente favorable, esta hacia el oeste, ligada a la localidad de La Para. La secuencia estudiada define en sus niveles superiores primero la formación pampeana, espesores de 70/80 m de potencia y hacia abajo arenas identificadas como Formación Puelches, de gran espesor en Córdoba, entre 20m y 80m de potencia. Existe mayor diámetro de arena donde hay espesores menores según un informe. La mejor calidad química esta en las arenas de esta Formación. La formación del Pampeano contiene una elevada concentración de Flúor y Arsénico. Análisis Físico/Químicos históricos. Pozo semisurgente exOSN54983. Residuo salino 1120mg/litro.; alcalinidad 196; Cloruro 356mg/l; Sulfatos 226mg/l; Fluor 0,5mg/l; Arsénico 0,06mg/l; ph 7,8. Análisis en pozo semisurgente exOSN54984. Residuo 960mg/l; Alcalinidad 200mg/l; Cloruro 282mg/l; Sulfato 189mg/l; Fluor 0,5mg/l; Arsénico 0,04mg/l; ph 7,6. Ph Neutro, el equilibrio acido/básico da un Ph 7. Pozo municipal con conductividad 2.390us/cm; As 0,034 ; Fluor 0,5/0,1mg/l; Sulfato 310mg/l y Cloruro 423mg/l con Sodio 400mg/l.

### **30\*\*\*MELO(Pte Roque Saenz Peña)**

Esta localidad cercana a Laboulaye, a unos 30 km hacia el Sur por ruta P4. A 34°20'56Sur y 63°26'28Oeste. Cota 142msnm. Con una población de 970 habitantes según el censo del año 2001. Tiene sus recursos subterráneos salinizados. Así la perforación a -60mbbp (primera napa?), con caudales de 18 m3/hora, presenta una conductividad elevada en 7.060 uS/cm y Sólidos disueltos totales de 5.960 mg/l; Cloruro 1.200mg/l; Sulfato 1.980mg/l; Fluor 2,0 mg/l y Arsénico 0,15mg/l. A mayor profundidad se encuentra una mayor concentración salina.

### **31\*\*\*MENDIOLAZA(Colón)**

Esta localizada al Oeste de la ciudad Capital a unos 20km. A 31°15'56Sur y 64°18'08Oeste. Cota 537msnm. Cuenta una población de unos 4.024 habitantes (2001). La captación a través de una fuente que provee el subálveo del arroyo Saldán, que atraviesa esta localidad de Mendiolaza. En una segunda perforación se ejecuta un pozo de gran diámetro en la margen derecha del arroyo mencionado cerca de un camino que asciende a loteos de la zona. La captación esta a 9,50m del arroyo y en aforo expeditivo se determinó caudales entre 20 y 25 m3/hora. Su nivel estático es de -1,50mbbp. No se aprecian variaciones de nivel en el arroyo ni en la extracción ni en recuperación del pozo. Existe estabilidad de los niveles dinámicos cuando el pozo extrae caudales de 25 m3/h y responde este frente al bombeo. Caudal medio son 32m3/hora. Los análisis físico/químico del pozo tiene parámetros debajo de la norma, es un agua de mineralización débil. Existe contaminación bacteriológica. Con control bacteriostático.

### **32\*\*\*MINA CLAVERO(San Alberto)**

Camino a altas cumbres, ruta provincial 15, a 2km al sudeste de Cura Brochero. A 31°42'52Sur y 65°00'05Oeste. Cota 915msnm. Contiene una población al censo de 2001 de 6.855 habitantes. Esta enclavada en las Sierras Pampeanas, integrada por bloques Precámbricos con fallamiento en bloque y diaclasado. Se capta agua subterránea desde el subálveo por medio de dos pozos (granulometría de arenas), del río MINA CLAVERO. Ambos estan ubicados en un meandro del río. La profundidad es de -23mbbp. Nivel estático -2mbbp y caudales de extracción de 51 y 72 m3/hora respectivamente. Hacia el norte cruzando el río Mina Clavero esta la ciudad de Cura Brochero, que presenta también fuentes subterráneas. Perforaciones a -68mbbp, a mayor profundidad con caudales de 70/90m3/hora y más. Estan ubicados en un acuífero conformado por escombros de falda cuaternarios, muy potentes debido a fallamientos de sus bloques. Existe en el perfil del pozo, tres filtros, lo que hace a la existencia de acuíferos de tipo semiconfinado, con basamento hidrogeológico al fin del pozo. La calidad del agua es potable.

### **33\*\*\*MONTE BUEY(Marcos Juárez)**

Por ruta P158 desde la ciudad de Río Cuarto y ruta P11, entre las localidades de Justiniano Posse y Saladillo. A 32°55'02Sur y 62°27'20Oeste. Cota 113msnm. Contiene a 5.497 habitantes al año 2001. El acuífero es libre. Formación Pampeano. La perforación está a -50mbbp. Los caudales son de 65 m3/h. El nivel dinámico de -15mbbp. Las depresiones son 2,86 metros a 10 minutos y a 220 minutos de bombeo de 0,04metros. La transmisividad de 250m2/d y coeficiente de almacenamiento de  $6 \times 10^{-2}$ , la permeabilidad es de 3,5 m/día. Se estima un espesor de loess en la zona de unos 80 metros de potencia. Luego se continúan 35metros de arenas (Puelche?) y finalmente arcillas verdes.

### **34\*\*\*MONTE DEL ROSARIO(Rio Primero)**

A unos 105 km de la Capital hacia el noreste por ruta P19 y de Río Primero, por camino secundario unos 45 km. A 30°58'58Sur y 63°36'05Oeste. Cota 190msnm. Cuenta con 230 habitantes al 2001. La perforación avalada por los estudios geológicos. La vieja perforación se encuentra sobreexplotada con niveles de salinidad altos incluyendo el nivel de arsénico. Los datos que se pueden analizar, son una perforación con una profundidad de -80mbbp, y un caudal medio diario, con un valor equivalente a 46 m3/hora. Con demandas individuales de 200 l/h/d para 230 habitantes. La bomba sumergible tiene una capacidad de extracción de 3,50 m3/h con una altura manométrica de 80 mca.

### 35\*\*\*NUÑEZ DEL PRADO(Colón)

A unos 44 km al noreste de la ciudad Capital entre Colonia Tirolesa/Holandesa y Tinoco. A 31°09'42Sur y 63°57'15Oeste. Cota 372msnm. Habitantes actuales unos 60. La única alternativa posible es una perforación para cubrir la demanda necesaria. No existen en las cercanías otro tipo de fuentes.

Localidades cercanas según el siguiente cuadro:

Localidades cercanas según el siguiente cuadro:

Áreas	Prof m	A Nuñez	Calidad química
La Puerta	-255,90	8km al norte	Potable
3 Esquinas	-210,00	8km al este	Potable
Rangel	-210/-230	18km al este	Potable
Montecristi	>100	16km al sur	Potable

Zona con relieve prácticamente con suave pendiente, como este caso de la llanura pampeana Cordobesa. Existe una perforación profunda para captar agua de calidad. Se conoce información secundaria (hidrogeológica), y también a través de perforaciones localizadas en radios cercanos a los 8, 16 y 18 km del futuro pozo, usando criterios de interpolación de perfiles de cada pozo relevado. La tabla dibujada arriba, indica que el agua es potable, pero sin registros de análisis químicos, que certifiquen dicha calidad.

### 36\*\*\*OBISPO TREJO(Río Primero)

La localidad se encuentra ubicada en la zona este de la provincia entre las localidades de La Puerta y Chalanés y dista 130 km de la ciudad capital. Se arriba desde allí por la ruta N19, luego por ruta P10 y finalmente por ruta P17. A 30°46'41Sur y 63°24'36Oeste. Cota 100msnm. La población actual es de 2.000 habitantes estables y los turistas unos 500 temporales. La fuente es una captación subterránea donde se extrae por bomba electrosumergible el recurso. Se prevee realizar un segundo pozo que capte 77,12 m<sup>3</sup>/h. Las calidades físicoquímicas corresponden al pozo que se explota actualmente, están dentro de los límites a un nivel superior. La conductividad esta en 2140us/cm. Turbiedad UNT 1. Cloruro 218mg/l y Sulfato 315mg/l; Fluor 0,75mg/l y Arsénico 0,025mg/l; Nitrato 35mg/l; Ph 6,8; SDT 1500 mg/l. El Nitrito sobre el nivel de 0,10mg/l del CAA con valores de 0.11mg/l. Un estudio de fuentes de la localidad que comprende estudios geoeléctricos de SEV muestran en niveles inferiores buenas posibilidades para encontrar agua potable a profundidades de alrededor de +-200/240mbbp. Se tiene información regional que en la zona tanto de Chalacea a +-10 km al oeste, se obtiene agua entre -180 y -200mbbp incluyendo a Obispo Trejo cercana a la primera localidad.

### 37\*\*\*PAMPAYASTA SUD(Tercero Arriba)

A unos 47 km de Río Tercero, en dirección al Este por la ruta P2. A 32°15'10Sur y 63°39'06Oeste. Cota 281msnm. La población cuenta con 1.200 habitantes(2001). La fuente son perforaciones a unos -40mbbp, y otra a -70mbbp. Esta en la primera napa, adolece el agua aptitud negativa, en su calidad y cantidad. Los análisis de agua muestran una baja salinidad, con 270 uS/cm de conductividad. Los demás parámetros analizados están en niveles bajos, que los límites máximos permitidos, sin contaminación por nitratos. La demanda, será de 376 m<sup>3</sup>/día, con 1.560 habitantes y dotaciones de 200 l/h/día. Tres perforaciones de agua al subsuelo a distintas profundidades brindan agua de consumo. Los análisis físico/químicos presentados se corresponden con un agua que es de calidad potable, aunque hiposalina.

Perforación 1: Ensayo realizado. Profundidad del pozo -72mbbp. Nivel Estático: -2,5mbbp, Nivel Dinámico: -5mbbp; Depresión: -2,5 mbbp; Caudal: 90 m<sup>3</sup>/h y Caudal Específico: 36 m<sup>3</sup>/h/m. Diámetro del pozo 4".

Registros de la perforación 2: Ensayo realizado: diámetro 3"; Profundidad: -50mbbp; nivel estático -4mbbp; nivel dinámico a -6mbbp; Depresión: -2mbbp; Caudal: 17 m<sup>3</sup>/h y Caudal Específico: 8,5 m<sup>3</sup>/h/m. Los caudales son representativos frente a las necesidades.

### 38\*\*\*PARAJE LA TRAVESIA(San Javier)

Al sudoeste de la ciudad capital por ruta RN105 y RP1, entre las localidades de Paz al Sur y Yacanto al Norte. A 32°07'58Sur y 65°03'15Oeste. Cota 699msnm. Contiene una población de 235 habitantes al censo del 2001.

Para aprovisionamiento de agua potable, existe una captación de aguas que escurren por los arroyos de La Irma y de la Quebrada de Los Ojos de Agua, su transporte es por un canal abierto, hasta una planta de tratamiento. En el trayecto del canal se suman los caudales de la vertiente de Las Higueras, vertiente de La Parra y vertiente del Saucesito. Se posibilita la distribución de agua para riego en el trayecto del canal mencionado. Estos cursos con el basamento aflorante, poseen caudal permanente pero muy variable. Después de un período de 8 meses (sin lluvia), se afora el arroyo de la Quebrada con un caudal de 50 m<sup>3</sup>/h y Ojos de Agua con otros 40 m<sup>3</sup>/hora. Cuando aparecen sedimentos como depósitos de pedemonte, el agua se infiltra y desaparece y reaparece aguas abajo del curso. La calidad físico/química del agua es de 150 mg/l con Residuos sólidos. Ph 7,33; Fluoruro de 0,1 mg/l, Dureza total de 51 mg/l. Conviene tratar bacteriológicamente el agua.

#### **39\*\*\*PASCANAS(Unión)**

Al sur de la Provincia. Sobre Ruta Provincial 11 entre Chazón al Oeste(ruta P4) y Laborde hacia el Este. Cercana a laguna Palo Blanco. A 33°07'31Sur y 63°02'52Oeste. Cota 135msnm. Según el censo de 2001 se registran 2.567 habitantes, en esta localidad. Profundidad de la perforación -250mbbp; Caudal de extracción 10 m<sup>3</sup>/h; Tipo de acuífero semisurgente; Calidades del agua subterránea: Sulfato muy elevado 1.000 mg/l. Análisis físico químico histórico ex OSN49224(-7mbbp somero) Residuo 2.258mg/l; Cloruro 560mg/l; Sulfato 374mg/l; Fluor 2,6 y Arsénico 0,15mg/l. Otro análisis físico químico histórico exOSN49225 (-245mbbp surgente).Residuo 2.330mg/l; Cloruro 300mg/l; Sulfato 1.008mg/l; Fluor 0,6mg/l; Arsénico 0,12 mg/l. Análisis físico químico histórico exOSN49226(-60mbbp semi surgente).Residuo 2.278mg/l; Cloruro 316mg/l; Sulfato 990mg/l; Fluor 0,7mg/l y Arsénico 0,15mg/l. Corresponde adoptar sistemas de tratamiento, por ejemplo del tipo de Ósmosis Inversa.

#### **40\*\*\*PIEDRITA BLANCA(Minas)**

Esta localidad esta ubicada cercano al pie del flanco Occidental de la Sierra de Guasapampa. Hacia el sur a unos 15km de Serrezuela. Desde aquí por la ruta N38 se comunica con la ciudad de El Chamental en la provincia de La Rioja (+95km). A 30°46'58Sur y 65°25'27Oeste. Cota 252msnm. La población muy escasa, menos de 100 habitantes. Se observa una perforación a una profundidad de -35mbbp, con un molino, solo se extrae hasta 1.600 l/hora. El funcionamiento promedio para la zona según el índice de vientos en estos equipos es de unas 5 horas/día. Representa un total de 8.000 l/día para el rendimiento del molino. La fuente con los datos mencionados, coexiste con dos pozos a -30 y -45mbbp., que captan niveles freáticos y con bombas de mayor capacidad se obtienen mayores caudales, unos 5.000 l/h., se desconocen depresiones del pozo. Se consideran que caudales de 2.000 l/h son factibles de obtener. Zonas cercanas hacia el sector este, con características geomorfológicas semejantes, se comportan con caudales similares y contienen aguas de buena calidad físico/química, aunque a mayor profundidad. Datos de perforaciones de las localidades de Serrezuela, Tuclame y Guanaco Muerto a 15 km, 18km y 50km de distancia respectivamente, contienen aguas de buena calidad fisicoquímica a profundidades entre los -58mbbp y los -90mbbp. Aunque la localidad de El Chacho(dto Minas) con 183 habitantes al 2001, distante a 21 km hacia el oeste de Piedrita Blanca, contiene aguas de mala calidad fisicoquímica, según pozo perforado por la provincia a una profundidad de -185mbbp, se extrae agua salada y otro pozo que se explota también a -34mbbp de profundidad, con agua salobre. Esta localidad alejada del pie de las sierras mencionadas arriba, está ubicada en el llano cercana al paraje Monte Grande y a 25km del cruce con la ruta N38 a Chamental en la provincia de la Rioja.

#### **41\*\*\*POZO NUEVO(Sobremonte)**

Esta localidad esta ubicada en el Departamento Sobremonte, al norte, en el límite con Santiago del Estero a unos 215 km. de la Ciudad de Córdoba. A 29°34'43Sur y 64°06'05Oeste. Cota 413msnm. Con una población de 181 habitantes según el censo de 2001. La población actual es de 285 habitantes (2005). Actualmente toman agua de un pozo a -30mbbp en un diámetro de 8 ", con una bomba de 10HP. La perforación se explota con caudales de alrededor 15 m<sup>3</sup>/hora. No se le aplica ningún tratamiento al agua extraída. En un futuro se abastece a 467 habitantes, con una dotación adoptada de unos 200 l/h/d. Los caudales medio diarios totales necesarios son de 70 m<sup>3</sup>/día.

#### **42\*\*\*PUESTO DEL GALLO(Cruz del Eje)**

Esta ubicada muy cerca de la localidad de Media Naranja(entre Palo Parado y Alto de los Quebrachos)unos 17 km al noroeste de Cruz del Eje. A coordenadas 30°36'40Sur y 64°57'57Oeste. Cota 376msnm. La cañería de impulsión que es de PVC de 63mm de diámetro, proviene desde Media Naranja, donde existen 2 perforaciones de -93mbbp, con tres acuíferos y un caudal final de 15 m3/hora, con buenas calidades físico/químicas.

#### **43\*\*\*PUESTO SAN MARTIN(Sobremonte)**

El puesto está ubicado al noroeste de Cordoba en el Departamento de Sobremonte, entre las localidades de Pozo Nuevo y Loma Blanca. A 29°36'38Sur y 64°08'50Oeste.Cota 370msnm. La población es menor a 100 habitantes(censo 2001). Existe una perforación de un molino a -8mbbp con agua de mala calidad. El agua de consumo se exporta. Un informe técnico desarrollado por los Geólogos Juan O. Dominguez y Francisco R. Figueroa, indica por la geoelectrica practicada, a -100mbbp por valores de resistividad aparente, la ausencia de basamento cristalino y buenas condiciones del terreno. A -10mbbp, la curva isofreática inflexiona, indicando linea de saturación o capa freática. Desde alli hasta los -60mbbp, una resistividad de 6 y 8 ohms/m. De alli, hacia abajo existen mejores posibilidades de captación. Por ello se indica una perforación a +-100m de profundidad.

#### **44\*\*\*SALSIPUEDES(Colón)**

Se encuentra a 34km al norte por ruta E53, antes de El Manzano desde la ciudad Capital y 22 km del aeropuerto Pajas Blancas. A 31°09'00Sur y 64°18'57Oeste. Cota 749msnm. Contiene a una población de 6.411 habitantes al año 2001. Perforación somera a -12mbbp, muy próxima al río Salsipuedes(subálveo). Con un caudal de 85 m3/h y caudal específico de 51 m3/h/m. Los niveles estáticos son -2,56mbbp y -4,23mbbp y depresiones de 1,67metros. Pozo de rápida recuperación. En solo 5 minutos de corte de bomba un 100% se recuperan los niveles iniciales de explotación. Residuos salinos totales de 800 mg/litro. La población capta agua superficial desde el río Agua de Oro y Salsipuedes.

#### **45\*\*\*SAN AGUSTIN(Calamuchita)**

Al noroeste de Río Tercero, y este de Villa Gral. Belgrano. Por ruta P36 a 80 km de la Capital en dirección al sur. A 31°58'35Sur y 64°22'19Oeste. Cota 547msnm. Según censo de 2001 contiene una población de 2.870 habitantes. Datos de la profundidad que integra la fuente subterránea con dos pozos, está a -60mbbp. El caudal de extracción es de 103.600 m3 con 6 meses de bombeo, con una potencia de bomba 15HP. Con una explotación de 24 horas/día, el caudal promedio suma 24 m3/hora. Con una explotación racional de 12 horas/día se obtendrían unos 47 m3/h. Los datos de parámetros y calidades del agua, se observan dentro de los límites permitidos; la Turbiedad es alta, posiblemente por un bajo nivel de desarrollo del pozo. Análisis físico/químicos exOSN 56459 de un Pozo semisurgente. Residuo salino 1.368mg/l; Alcalinidad 250mg/l; Cloruro 93g/l; Sulfato 159mg/l; Fluor 0,5mg/l; Arsénico <0,04; Ph 7,4. Otro análisis físico/químico exOSN 56460. Residuo salino 1.226mg/l; Cloruro 90mg/l; Sulfato 31mg/l; Fluor 0,5mg/l y Arsénico <0,04 mg/l.

#### **46\*\*\*SAN ANTONIO(Cruz del Eje)**

Esta ubicada a unos 42 km al noroeste de Cruz del Eje, entre Los Leones al norte y San Pedro al Sur, cerca de las Salinas Grandes. A 30°26'25Sur y 65°05'31Oeste. Cota 276msnm. La cantidad de habitantes es muy reducida. La fuente para San Antonio, subterránea, data de una perforación de la ex DPH(1965), a una profundidad de -38,70mbbp, explotándose la segunda napa que presenta buena calidad, con Dureza sobre los límites admisibles. Tiene un caudal específico de 3.000 l/h/m. El nivel estático a -34mbbp. El espesor de la capa productiva es de 1,70m. Se pueden extraer 1.440 l/h con un nivel dinámico a los -34,40mbbp. Los análisis físico/químicos, verifican la calidad dentro de los límites permitidos. Conductividad 2.070 uS/cm; Sólidos disueltos totales 1.570mg/l; Cloruro 336; Dureza total 680; Alcalinidad total 196 mg/litro.

#### **47\*\*\*SAN CARLOS MINAS(Minas)**

La localidad esta al Sur de Cruz del Eje y Villa de Soto, por ruta provincial 15. A 31°10'35Sur y 65°05'06Oeste. Cota 756msnm. Una población según el censo 2001 de 1.215 habitantes. El caudal medio diario a 20 años es de 313 m3/día.

El acuífero se capta a través de una perforación, ubicada en la margen derecha del arroyo Noguinet. Su perfil muestra un acuífero freático y otro semilibre a una profundidad -18 mbbp. Contiene dos filtros entre -3,50mbbp y -6,50mbbp y un segundo entre -13,30mbbp y -18,00mbbp. Dada la característica de la fuente poca profundida, con un nivel freático y otro semilibre, la vulnerabilidad del mismo es muy grande y el riesgo potencial también. No se conocen perímetros de protección. La vulnerabilidad de la calidad del agua en la perforación a -15mbbp debe también controlarse. El diámetro de esta perforación es de 8" con -15mbbp mencionado, con una potencia de bomba de 7,5 HP; nivel estático -5,5mbbp; depresiones 0,95m; caudales 21,4 m3/hora y caudal específico: 22,5 m3/h/m. Con 14,5 horas/bombeo, se cubre una demanda impuesta. Los análisis físico/químicos históricos exOSN 55663. Residuo salino 316mg/l; Alcalinidad 240mg/l; Cloruro 8mg/l; Sulfato 16mg/l; Fluor 1mg/l y Arsénico con vestigios.

#### **48\*\*\*SAN FRANCISCO DEL CHAÑAR(Sobremonte)**

Esta localidad se encuentra en la Sierra de Ambargasta, en la ruta provincial 18, conexión con la RN9, cercano al límite con Santiago del Estero. A 29°47'17Sur y 63°56'37Oeste. Cota 689msnm. Cuenta con una población al 2001 de 2.067 habitantes. Las necesidades de la población son, un caudal de 866 m3/día. Las perforaciones existentes, que están ubicadas sobre la ruta P18, a unos 7km al sur de esta localidad, permite observar un rendimiento en cada pozo de 20 m3/h, a una profundidad de -20mbbp. Análisis físico/químico exOSN 54444. Pozo. Residuo total 844mg/l; Alcalinidad 344mg/l; Cloruro 52mg/l; Sulfato 164mg/l; Fluor 2,8mg/l y Arsénico 0,08.

#### **49\*\*\*SAN MARCOS SIERRA(Cruz del Eje)**

Esta ubicada al sudeste y a 30km de la cabecera del departamento Cruz del Eje y 150km de Córdoba. A 30°46'54Sur y 64°38'13Oeste. Cota 640msnm. Contiene 916 habitantes al censo del 2001. Profundidad perforación: -31,50mbbp; niveles estáticos -7mbbp. Capas de interés entre -16,5 y -18,6mbbp y entre -24,8 y -28mbbp. Los caudales están entre 4 y 12 m3/hora, según se reconozca al pozo 1, 2 y 3. El acuífero está en conglomerados, arenas finas y rodados el primer acuífero, en un conglomerado con arcilla y rodados con algo de grava el segundo. Los pozos están emplazados cerca del río que recorre a San Marcos Sierra. Los análisis físico/químicos detectan aguas con Sulfatos 33 mg/l; Magnesio 17 mg/l; Dureza total 210 mg/l; Fluor 1,13 mg/l; Arsénico 0,02mg/l; Alcalinidad total 81mg/l y Ph 7,70. Es un agua subterránea de mediana mineralización. El caudal del pozo muestreado rinde unos 15m3/hora. Respecto a los cursos superficiales en la zona, se tiene al río Quilpo, con caudales mínimos dados durante agosto de 0,70 m3/s. Para el río San Marcos, para el mismo mes con 0,52 m3/s de caudal

#### **50\*\*\*SAN VICENTE (San Alberto)**

Esta población está ubicada a unos 28 km de Villa Dolores. A 31°51'09Sur y 65°25'48Oeste. Cota 398msnm. La población es de 692 habitantes, según el censo de 2001. El sistema de captación es por perforación de 6" y una profundidad de 60metros, con una bomba de extracción con potencia de motor de 10HP. Distribuye por una red agua a sus habitantes. La perforación actual cubre a la demanda. Un nuevo pozo con un caudal cercano a los 25m3/h, con 12 horas de explotación, cubre las necesidades. La permeabilidad del manto filtrante es de 3 m/s, una profundidad de la perforación a -90mbbp extrae agua por medio de una electrobomba sumergible de 6", con caudales de unos 12 m3/h. Análisis físico/químico, ex OSN55649. En pozo somero. Un Residuo total 564mg/l; Alcalinidad 130mg/l; Cloruro 50mg/l; Sulfato 138mg/l; Fluor 0,3mg/l; Arsénico <0,04mg/l; Ph 8,3.

#### **51\*\*\*SANTA ROSA DEL RIO PRIMERO(Río Primero)**

Por rutas N19 y P10 desde la ciudad capital Córdoba. A 31°09'08Sur y 63°24'05Oeste. Cota 170msnm. Con una población de 6.788 habitantes al 2001. La profundidad de la perforación es de -33mbbp. Los caudales son de 58 m3/hora con un caudal específico de 27,5m3/h/m. Los niveles estáticos son -3,56 mbbp y los dinámicos -5,67mbbp. La transmisividad de 4.320m2/d. Bombeando 48 hs se deprime 2,16metros. En 150 minutos recupera sus niveles originales un 100%. El residuo salino total es de 520 mg/l. Observar la relación favorable entre transmisividad, depresión y recuperación de los niveles de la perforación durante la explotación.



#### **52\*\*\* SERREZUELA I (Cruz del Eje)**

La Escuela Dalmacio V. Sarfield, esta a 12 km al norte, de la localidad de Serrezuela (Dto Cruz del Eje) se arriba por ruta N38 desde Córdoba. A 30°32'38Sur y 65°22'18Oeste, cota 248msnm. Suman en total unos 37 habitantes en viviendas vecinas. El agua que consumen es de aljibe, en mal estado de conservación. Detrás de una escuela existe un pozo de 1,50 m Ø por +22mbbp, con agua salada. Se necesitan unos 7.400 l/día al año 2005 y 12.400 l/d al año 2025 como caudal diario. Existen registros a +/- 30km hacia el este del punto carenciado con los datos hidráulicos de un pozo: Profundidad -95mbbp; cota: +300msnm; nivel estático -260m; caudales 220m<sup>3</sup>/h; caudal específico 7m<sup>3</sup>/h/m; calidad del agua: Es apta. La cercanía de la salina puede interpretarse como una interferencia.

Análisis físico/químico exOSN 53857. Pozo DPH Residuo total 910mg/l; Alcalinidad 320mg/l; Cloruro 130mg/l; Sulfato 204mg/l; Fluor 0,6mg/l; Arsénico <0,04; Nitrato 15mg/l; Ph 8. Análisis físico/químico exOSN 53858. Pozo FFCC Residuo total 570mg/l; Alcalinidad 238mg/l; Cloruro 52mg/l; Sulfato 148mg/l; Fluor 0,4mg/l; Arsénico 0,04 mg/l.

#### **53\*\*\*SERREZUELA II(Cruz del Eje)**

Esta localidad ubicada al noroeste del Dto. Cruz del Eje, a 70 km de Cruz del Eje y a 220 km de la capital de la provincia. A 30°38'20Sur y 65°23'11Oeste con cota de 281msnm. Con una población de 2.291 habitantes al año 2001. Consta de una perforación. La captación (1993-DIPAS), tiene una profundidad de -112,54mbbp con filtros entre las profundidades de -63mbbp/-69mbbp; -90mbbp/-95mbbp y -101mbbp/-110mbbp. Gravilla entre -50 y -110mbbp. Niveles estáticos -50mbbp. Caudal de extracción 50m<sup>3</sup>/hora. El rendimiento del acuífero se acerca a 100 m<sup>3</sup>/hora. Las calidades físico/químicas del agua dan STD(sólidos disueltos totales)1.217/1.441 mg/l, y una conductividad de 1.622/1.901 uS/cm. Se ejecuta una perforación para alcanzar los parámetros de diseño y al mismo tiempo no sobreexplotar al acuífero con el viejo pozo. Explotando 10/12 horas por pozo se llega a los caudales mencionados. Se recomienda siempre ubicar al pozo en una topografía elevada, porque la carga contaminante de la población (nitratos básicamente) según características del perfil litológico y la topografía, se infiltra a capas acuíferas inferiores o infrayacentes. De hecho se tiene una concentración de Nitrato (35 mg/l), incipiente, aunque está señalando un camino hacia la contaminación. Los puntos topográficos donde se asigna área de perforaciones son a una cota de +102,80metros. La perforación antigua esta a cota de +94,50metros y un matadero a cota +94,30metros. Los análisis de calidad del agua presentados, están dentro de los límites de calidad. El pozo de profundidad -100mbbp, tiene contaminación de Amonio. Se aprecia una mayor potencia del recurso subterráneo hacia el Este de la localidad por el estudio que define un área explotable de buena calidad, ubicada cerca de la ciudad. Según un análisis físico/químico se tiene 26 mg/l de nitratos. Análisis físico/químicos ex OSN 53857. Pozo DPH Residuo total 910mg/l; Alcalinidad 320mg/l; Cloruro 130mg/l; Sulfato 204mg/l; Fluor 0,6mg/l; Arsénico <0,04; Nitrato 15mg/l; Ph 8. Otro análisis físico/químico ex OSN 53858. Pozo FFCC, Residuo total 570mg/l; Alcalinidad 238mg/l; Cloruro 52mg/l; Sulfato 148mg/l; Fluor 0,4mg/l; Arsénico vestigios.

#### **54\*\*\*SINSACATE (El Totoral)**

Esta ubicada la localidad a unos 56km de Córdoba y 8 km de Jesús María al sur por ruta N9. Sus coordenadas son 64° 5' 45"Oeste y 30° 57' 17"Sur. Cota 5435msnm. El abastecimiento es a través de una cooperativa por la explotación del recurso subterráneo regional, a través de una perforación a una profundidad de -25mbbp con un equipo de una potencia de 25HP. Esta captación se ubica a unos 2,6km de distancia al norte de esta localidad. En una zona con menor vulnerabilidad a contaminaciones antrópicas. Se define aproximadamente un modelo conceptual con los parámetros conocidos. Las calidades del agua son potables considerando los elementos analizados. La demanda de agua aumentó a una tasa de 1 a 4 entre 1991 y 2007. El perfil litológico definido es el siguiente: Entre -00.00/-10.00m: arenas gruesas gravillosas c/escaso limo, algo consolidadas. Entre -10.00/-15.00m: arenas finas y algo de limo calcáreo(tosca). Entre -15.00/-21.00m: Arenas gruesas, abundantes rodados de granitos y gneises. Entre -21.00/-28m: Roca granítica porfiroide biotítica gris rosado alterado, con grietas rellenas de calcáreos. Entre -28.00/-41.00m: Se presenta una roca granítica porfiroide rosada descompuesta. Se podría encontrar granito alterado hasta unos +/-200mbbp. El acuífero esta a un nivel entre -10.00 y -21.00m. Los parámetros hidráulicos del pozo son lo que continúa: nivel estático: -11,40m; nivel dinámico: -13,40m; Depresión: 2m; Tiempo bombeo 540 min; Profundidad bomba: 19,60m; Caudal 45 m<sup>3</sup>/h; Caudal específico: 22,5 m<sup>3</sup>/h/m. Cota sobre nivel del mar. 545 msnm.

El perfil eléctrico del potencial espontáneo (SP) marca una curva pronunciada hacia la izquierda entre -8m y -18m. Después de -20mbbp basamento granítico. Los análisis de agua de consumo de la localidad muestran una Conductividad 890  $\mu\text{ohm/cm}$ , Sólidos totales 834 y 570mg/l; Fluor 0,6 mg/l; Nitrato 5 mg/l; Arsénico 0,02mg/l; Cloruro 53 mg/l; Alcalinidad total 350mg/l; Dureza 490 y 290mg/l, otro 400 mg/l(año 2007), Ph 7,9. Existe una correlación entre los perfiles eléctricos y los registros de perforación realizados en el mismos año(1997), registrando caudales específicos positivos para una explotación. Los analisis según los elementos analizados estan dentro de parámetros normales.

#### **55\*\*\*TANTI(Punilla)**

Est localidad esta al noroeste a unos 14km de la ciudad de Villa Carlos Paz. A 31°21'18Sur y 64°35'47Oeste. Cota 860msnm. La población total de 4.579 habitantes, censo de 2001. Según se describe la fuente de captación para un sector muy reducido del égido(500 habitantes), consiste en una toma en el arroyo CRISTAL. Específicamente un caño perforado dentro del subálveo, que previo filtrado se brinda al consumo. Por cañería de diámetro 100mm, el agua es conducida desde la captación a una cámara de inspección, luego a diámetro 160mm hasta una cisterna de 3m ancho, 10m largo por 2,2m de profundidad. Un volumen de +-60 m3. Datos provinciales definen caudales medios mensuales para los meses de julio y agosto con un valor de 0,02 m3/s. Datos que se corresponden con el arroyo CRISTAL, cuya agua desemboca en el río Los Chorrillos, y a su vez este en el lago San Roque. Como dato favorable a la demanda la época de estiaje no coincide con la época de mayor demanda que es en verano, por ser esta una villa turística.

La calidad del agua utilizada, presenta un elevado color UC de 26 unidades sobre 15. Es un agua de muy baja salinidad con 75 mg/l de sólidos totales y Cloruro 8 mg/l. No se determina Nitrato, Nitrito y Arsénico. Presenta contaminación bacteriológica. Lo que genera ineptitud para el consumo en ese momento. La demanda sería de un caudal medio diario de 7,34 m3/h a futuro y el máximo diario de 10,28 m3/h. La nueva toma consiste en caños filtros de PVC ranurados Ø 200mm con ranuras de 1mm ubicados en la parte inferior de filtros dinámicos a gravedad de grava que se ejecutan según proyecto dentro de zanjas excavadas en el lecho del arroyo.

#### **56\*\*\* TOSNO(Minas)**

Esta localidad se encuentra a 215 km de Córdoba Capital. Se llega por camino de tierra desde Serrezuela, a 45 km. Desde la ruta P15 a la altura de la Higuera, La Aguada, R. Huasi y C. del Coro hacia el norte. A 30°57'56Sur y 65°17'06Oeste. Cota 931msnm. Cuenta con 298 habitantes y unos 200 turistas en época estival(2006). La fuente actual y única alternativa es un pozo excavado a -12mbbp, en zona de escombros de falda y basamento diaclasado pero el caudal es insuficiente en el verano. La posibilidad de tener mayor caudal, es perforando un pozo en las cercanías del viejo pozo a una profundidad aproximada a -50mbbp con un caudal similar al actual de 5,4m3/h. Posiblemente un basamento diaclasado registre caudales similares a esos valores. Por encontrarse la localidad en zona montañosa correspondiente a las Sierras de Guasapampa, no se conoce la profundidad del basamento hidrogeológico. Un estudio posibilitará una perforación conforme a interpretación técnica descartando o no la profundidad definida arriba.

#### **57\*\*\*TRAVESIA(San Javier)**

Esta localidad(La Travesía) se encuentra a unos 190 km. de la ciudad de Córdoba en el Dto. San Javier. A 32°08'21Sur y 65°03'40Oeste. Cota 685msnm. Contiene 235 habitantes actualmente, según el censo del año 2001. Tienen un abastecimiento de agua potable desde una captación directa en un arroyo aguas arriba de la población, confluencia de los cursos Ojo de Agua y La Quebrada. Desde la toma la oferta tiene caudales de unos 120m3/hora. Se afora al curso en un período de estiaje, en un tramo de canal revestido confirmando los caudales informados precedentemente de 120 m3/hora. En cuanto los análisis físico/químicos, se cumplen con las exigencias del Código Alimentario Argentino. Los Sólidos disueltos totales son de 150 mg/l, determinando un agua de baja salinidad.

#### **58\*\*\*TRES ARBOLES(Cruz del Eje)**

Esta ubicada en la ruta provincial 15, próxima al Embalse Pichanas, entre La Higuera al sudoeste y Villa del Soto al norte. A 30°55'12Sur y 65°03'00Oeste. Cota 569msnm. Población limitada, menos de 40 habitantes.

La zona esta representada hidrogeológicamente por acuíferos freáticos. Si bien las calidades originales (naturales) del agua son buenas, falta incorporar análisis físicoquímicos completos y conocer también la aptitud del agua en cuanto a caudales. En Villa del Soto y Pichanas, tiene agua potable con buenos caudales.

#### **59\*\*\*UCACHA (Juárez Celman)**

Esta localidad esta en la ruta P11 al Oeste de Corral Bustos. Hacia el sur de la provincia. A 33°02'00Sur y 63°30'40Oeste. Cota 196msnm. Población 4747, según censo del año 2001. En lo correspondiente a la fuente de agua y su captación subterránea, se conoce la capacidad de extracción de un pozo de unos 90m<sup>3</sup>/hora. Existen 3 pozos en la zona norte de esta población, dos de ellos con una capacidad de 90m<sup>3</sup>/h y un tercero con caudales de 30 m<sup>3</sup>/hora. En la parte sur, otras dos perforaciones una con caudales de 90 m<sup>3</sup>/h y la otra es surgente, sin registros de caudales. Un estudio de las perforaciones localizadas dentro del perímetro de la población indica que el pozo n1 tiene una profundidad de -300mbbp y rinde unos 120m<sup>3</sup>/h con un nivel estático a -1,35mbbp. Nivel dinámico a -14mbbp. Depresión es de 12,68m. El caudal o rendimiento característico es de 9,46 m<sup>3</sup>/h/m/d. El pozo n2 se desconoce su profundidad y tiene un caudal estabilizado de 80m<sup>3</sup>/h, aunque se extrajo 120m<sup>3</sup>/h, su nivel estático es de -1,30mbbp, un nivel dinámico de -6,76mbbp, una depresión de 5,46mbbp y un rendimiento específico de 21,98m<sup>3</sup>/h/m/d. El pozo n3 se estima una profundidad total de unos -320mbbp y se extraen de el unos 25 m<sup>3</sup>/h. El nivel estatico es de -1,90mbbp. Se desconocen los demás parámetros. Los analisis físico quimicos de sendos pozos son: Residuo salino a 105°C 1255/840/1405mg/l; Ph 7,5/7,6/7,4; Cloruro 118/60/120mg/l; Sulfato 425/170/350mg/l; Fluoruro 0,5/0,5/0,7mg/l; Nitrato 14/7/32mg/l; Arsénico x/0,07/0,08mg/l; Sodio 336/192/360mg/l; Magnesio 2,9/3,4/11,6mg/l; Calcio 44/18/41mg/l; Alcalinidad 242/208/380mg/l; Bicarbonato 295/254/464mg/l. Es de destacar que los pozos ubicados dentro de la ciudad tienen más Nitrato que el ubicado en el borde sur de la misma destacandose el efecto antrópico de los dos primeros. Análisis físico/químico exOSN 55527(Pozo). Residuo total 800mg/l; Alcalinidad 197mg/l; Cloruro 103mg/l; Sulfato 40mg/l; Fluor 0,3mg/l; Arsénico<0,04mg/l; Nitrato 3mg/l; Ph 7,6. Otros análisis físico/químicos ex OSN 55528 tienen, Residuos totales 500mg/l; Cloruro 48mg/l; Sulfato 100mg/l; Fluor 0,6mg/l; Arsénico<0,04 mg/l; Ph 7,9.

#### **60\*\*\*UNQUILLO(Unquillo)**

A unos 28km al Norte de la Capital, pasando la localidad de Villa Allende antes de Río Ceballos. A 31°13'39Sur y 64°19'04Oeste. Cota 630msnm. Tiene una población de 15.369 habitantes según censo de 2001. La información primaria y secundaria relativa a la fuente es la siguiente: Una evaluación preliminar del pozo Arrieta, da cuenta de un pozo calzado en ladrillo, de gran diámetro de 2,50 m y unos -15 m en profundidad. Su ubicación está en la margen izquierda del arroyo Ensenada, fecha observación seco. Sus parámetros son: Profundidad -14,70mbbp; diámetro 2,50m; nivel estático -5,76mbbp; nivel dinámico -10,5m; caudal máximo: 29,75 m<sup>3</sup>/h y caudal de ensayo: 20 m<sup>3</sup>/h; caudal de extracción 16m<sup>3</sup>/h; caudal específico: 4,2 m<sup>3</sup>/h/m. La transmisibilidad es de 67 m<sup>2</sup>/día; la permeabilidad de 0,0052 m/día. Espesor del acuífero es 8,94metros. A 40minutos del bombeo dejo de drenar el pozo desde el flujo que se corresponde con el arroyo Ensenada. El aporte principal desde dirección noroeste es constante y de unos 20 m<sup>3</sup>/hora.

La salinidad también constante con 440 mg/l de residuos totales. Nitrato 7,6 mg/l. Agua clasificada como de mineralización débil. Se observa problemas en los filtros del pozo, generado por ingresos de arena al aumentar el caudal en el ensayo escalonado. El pozo de Arrieta, según el ensayo recomienda caudales de 20 m<sup>3</sup>/hora. Es un pozo muy corto, freático, con vulnerabilidad a la contaminación antrópica. Se recomienda, una zona de protección alrededor del pozo, aunque los parámetros indican poco riesgo actual. Es un acuífero libre que trabaja desde un medio fracturado similar a como lo hacen algunos manantiales. La explotación máxima para equilibrio es 20m<sup>3</sup>/hora. La transmisibilidad de 67m<sup>2</sup>/día con un caudal de 21,7m<sup>3</sup>/hora, el nivel estático esta a -8,09mbbp y la depresión a 2,34mbbp. Análisis de calidad físico/química exOSN 5515. Residuo salino total 380mg/litro; Alcalidad 256mg/l; Cloruro 23mg/l; Sulfato 8mg/l; Fluor 0,6mg/l; Arsénico 0,04mg/l; otros análisis de agua ex OSN5510. Residuo 504mg/l; Cloruro 37mg/l; Sulfato 18mg/l; Fluor 0,8mg/l; Arsénico vestigios; Ph 7,3.

**61\*\*\*VALLE HERMOSO(Punilla)**

Ubicada próxima a la ciudad de La Falda, hacia el Oeste de la Sierra Chica de Córdoba. A 31°06'52Sur y 64°28'40Oeste. Cota 921msnm. Cuenta con una población de 5.460 habitantes al año 2001. El agua se capta desde el dique La Falda, hasta una planta ubicada a 1.300metros aguas abajo del dique, por medio de una cañería de PVC clase 6, de 0,315metros de diámetro y más 1.100 metros de longitud. La demanda es para 21.541 habitantes incluyendo población turística con un caudal de 3.969 m3/día. Es un agua con baja concentración salina, pero sin anomalías físico/químicas en lo analizado.

**62\*\*\*VICUÑA MC KENNA(Río Cuarto)**

Se accede por la ruta N7 entre las localidades de General Soler y Pretor Freyre. A 33°54'57Sur y 64°23'40Oeste. Cota 241mssnm. Cuenta con una población de 8.994 habitantes al censo del 2001. Se trata de un acuífero de tipo freático con una profundidad estimada de -16mbbp, con un caudal de 7,2m3/hora. Los niveles estáticos son de -2mbbp. Un espesor de acuífero saturado, de 14 metros de potencia. presenta un radio de interferencia de 43,30metros. La transmisividad es de 150 m2/día y un coeficiente de almacenamiento de  $6 \times 10^{-2}$ . La permeabilidad es 12,5 m/día. La bomba debe instalarse a una profundidad de -7mbbp.

**63\*\*\*VILLA ASCASUBI(Tercero Arriba)**

La localidad se encuentra sobre la ruta P29 en conexión con rutaN9 a Córdoba(125km al Norte) por Oncativo y 26 km al Este de Río Tercero que se accede por ruta P2. A 32°09'30Sur y 63°53'45Oeste. Cota 335msnm. Tiene una población de 2.700 habitantes (2007). Se perfora a -100mbbp, para caudal de electrobomba de unos 22 m3/h y 5,5 HP. Los análisis físicoquímicos de agua de la planta municipal (pozo) muestran una Conductividad eléctrica de 460 uS/cm; Sólidos disueltos totales: 293 mg/l; Ph 7,5; Arsénico <0,01mg/l; Alcalinidad total 163mg/l; Fluoruros 0,40 mg/l; Nitrato 21 mg/l; Nitrito 0,004mg/l. Villa Ascasubi se encuentra en la margen izquierda del Río III y en ese mismo eje aunque a 60 km al Este se ubica la ciudad de Villa María, con recursos hídricos subterráneos ya conocidos y abundantes. A 50 km también hacia el este y en el mismo eje de Villa Ascasubi, se tienen registros con caudales de hasta 140m3/h a profundidades de -104mbbp. Al norte de esta Villa tambien a distancias semejantes(50km) en el eje del Río II se tiene registros a -113mbbp de caudales de más de 70m3/h con bajos residuos salinos según normas de potabilidad. Con lo cual se reconoce que se puede explotar a caudales mayores que los mencionados más arriba.

**64\*\*VILLA DE TOTOTAL(Total)**

Se encuentra al norte de la provincia, por ruta P17 y al oeste de la ruta N9, entre Villa Gutierrez y Santa María al este. Por ruta N9 desde la capital Cordoba al sur. A 30°42'27Sur y 64°03'49Oeste. Cota 546msnm. Se define a la fuente como subterránea, con una perforación ubicada al Oeste de la población(unos 10.000 habitantes). De hecho existe una perforación a 5 km de la población. Se extraen unos 240m3/h con una producción diaria de 5.760m3, brinda agua de buena calidad y caudal suficiente. La profundidad del pozo es de -18mbbp. Sus niveles estaticos son de -5mbbp y dinamicos de -8mbbp. La depresión es de 3m, con un índice de productividad de unos 80m3/h/m/día para ese caudal suministrado por la fuente.

El agua es de buena calidad. Así Fluor 0,6mg/l; Nitrato 7mg/l; Arsénico 0,002mg/l; Cloruro 31mg/l; Sulfato 30mg/l; Alcalinidad total 298mg/l; Dureza 170mg/l; Sólidos totales 450mg/l; Conductividad 610umhos/cm; Ph 7,8.El CAA, físicoquímicamente define a un agua potable. Las condiciones naturales de generar tanto caudal la perforación se debe a la descarga de agua del valle Nicolas Avellaneda, ver por el sector de la ruta N60.

**65\*\*\*VILLA DEL PRADO(Santa María)**

Esta ubicada en el Departamento de Santa María, cerca de la ciudad de Alta Gracia por ruta P5(km 23). A 31°35'31Sur y 64°20'59Oeste. Cota 572msnm. Posee 1.353 habitantes según censo de 2008. Se tienen pocos registros hidrogeológicos de la zona que esta localizada al oriente de la Sierra Chica. Datos de técnicos dan una perforación, del que se extraen 14 m3/hora, para el abastecimiento. Se perfora a una profundidad aproximada a los -100mbbp.

#### **66\*\*\*VILLA GIARDINO(Punilla)**

Esta localidad esta muy próxima a la ciudad de La Falda, hacia el Norte. A 31°02'38Sur y 64°30'04Oeste. Cota 1053msnm. Posee 4.679 habitantes al año 2001.

Barrios La Granja y La Higuera. Síntesis de fuentes que convergen en la zona:

a)Dique San Juan/La Gruta: Los caudales básicos como los aportados por el arroyo en estiaje más la capacidad del dique y el caudal de estiaje a una cisterna suman unos 10,290m3/hora, representan la fuente de este sistema.

b)Barrio La Granja: Existe una perforación de 6" de -84mbbp. Bomba a -66mbbp; nivel dinámico -59,80m; nivel estático -58,48m y un caudal de 7,34m3/h.

c)Barrio La Higuera: Pozo a cielo abierto a una profundidad de -84mbbp, con una perforación a -12mbbp. Faltan datos de parámetros hidráulicos.

d)Tanque de Piedra (La Georgina). Tiene perforación de -86mbbp con 5", con bomba de 5HP a -76mbbp; nivel estático a -63,60mbbp; nivel dinámico a -64,70mbbp, con caudales de 9m3/h.

e)Balcón de Punilla: Tiene pozo excavado, a -35mbbp con una potencia de bomba 5HP, con nivel estático -14,10m; nivel dinámico de -14,70m y caudales de 12 m3/h.

f)La Sala(Oliva): Este sistema tiene un pozo de -46mbbp, bomba de 5HP ubicada a -36mbbp. Nivel estático de -58,48m y nivel dinámico -59,80m y caudales de 12,7m3/h.

g)Sistema Villa Gloria: Existe una perforación a orillas del arroyo La Higuera con fondo a -42mbbp, con bomba de 15HP a -32mbbp; nivel estático de -3m; nivel dinámico -10,10m y caudales 48m3/h.

h)Cooperativa: La captación de vertientes, es por medio de una galería filtrante casi superficial que con dos bombas ubicadas a -3m captan el agua. Nivel estático de -2m y nivel dinámico de -2m, con un caudal de 18m3/h.

i)La Cañada: es un pozo excavado de -40 mbbp con bomba a -36mbbp de 5 HP con caudales de 24 m3/h.

j)Vertientes de THEA: Captaciones de vertientes por medio de galerías filtrantes que derivan en un pozo a cielo abierto de -5mbbp, que con dos bombas captan caudales de 12 m3/h a un nivel dinámico de -2,73m y nivel estático de -2,03metros.

k)Santa Cecilia: Es un pozo excavado calzado de -47mbbp de 1,50 d. con bomba de 5HP ubicada a -45mbbp con extracciones de 10,2m3/h y nivel estático -30m y nivel dinámico de -33,15m.

l)Dique Portecello: Se capta agua desde el río Grande de Punilla, en confluencia de los arroyos La Higuera y Los Quimbaletes. Presenta el vaso del dique un entarquinamiento (colmado de sedimentos). Falta reconocer los caudales de salida que aporta el dique en períodos de estiaje.

#### **67\*\*\*VILLA GRAL BELGRANO(Calamuchita)**

Se accede desde la ciudad de Córdoba por ruta P5, con una distancia de 90 km a dicha localidad. A 31°58'43Sur y 64°33'10Oeste. Cota 739msnm. La población es de 5888 habitantes, según el censo de 2001. El sistema de agua tiene actualmente una captación subterránea a través del subálveo del río Los Reartes a unos 5km de la ciudad. Abastece a esta población y a la comuna de Los Reartes, quien compra el agua en block a la cooperativa de aguas de Villa Gral Belgrano. La toma consiste en tres drenes de hormigón poroso de 0,40m de diámetro. Actualmente compensa a la demanda con dos perforaciones que entregan en total unos 100 m3/h cada una, que alimentan barrios del sector noreste. El caudal necesario a la fecha (2007) para ambas localidades suma unos 319m3/hora. Para el cálculo de longitud de los drenes se usa la fórmula  $L = R \times Q \times 0,01614 / K \times (H^2 - h^2)$ . Donde L es la longitud en metros; Q caudal a extraer en m3/h; R radio de influencia del cono de depresión; K permeabilidad en m/d; H es la carga hidráulica total y h es la carga remanente.

Teniendo en cuenta un trabajo científico publicado por la revista de la AGA v 59 n1 ene/mar 2004, "Geoquímica de ríos de montaña en las Sierras Pampeanas: II. El río Los Reartes, sierra de Comenchingones, provincia de Córdoba" autores: Andrea I. Pasquini<sup>1</sup>, Karina L. Lecomte<sup>1,2</sup> y Pedro J. Depetris<sup>1,2</sup>. <sup>1</sup>Centro de Investigaciones Geoquímicas y Procesos de la Superficie (CIGES), Universidad Nacional de Córdoba. <sup>2</sup>Conicet. "La cuenca hídrica del río Los Reartes se extiende entre 64°33'02" y 64°56'O y 31°52'42" y 31°59'58" S. Tiene una superficie de 248 km2 y 56km de longitud del cauce principal. Altitud máxima es de 2.400msnm y la mínima de 670msnm; las pendientes medias decrecen progresivamente, con valores del 20% en las nacientes hasta inferiores al 6% en las áreas bajas.

El río Los Reartes es el más caudaloso de la subcuenca hidrográfica de Los Molinos, originada en el embalse homónimo y perteneciente a la cuenca del río Xanaes. El caudal medio se estima entre 2,5/3 m<sup>3</sup>/seg. Los caudales máximos modelados sobre la línea de ribera alcanzan 450 m<sup>3</sup>/seg. La salinidad con valores de Sólidos Totales Disueltos (SDT) 60 a 130mg/l". Otros elementos como color 1,5; Turbiedad 0,6, Conductividad 158 uS/cm; Ph 8,05; Amoníaco 0,05mg/l; Arsénico no dosable; Cloruro 1mg/l; Dureza Total 54mg/l; Fluoruro 0,56mg/l; Nitrato 0,80mg/l; Nitrito 0,008mg/l; Sulfato 6,40mg/l; Alcalinidad total y de Bicarbonato 86mg/l.

#### **68\*\*\*VILLA LAS ROSAS(San Javier)**

Paraje de El Buen Retiro. Ubicada en la localidad de Villa Las Rosas, en el Departamento de San Javier al Oeste de la provincia sobre el faldeo occidental de las Sierras Grandes(Cumbres de Achala). Se accede desde Córdoba por la ruta N20 de las Altas Cumbres a Mina Clavero, luego hacia el sur a Los Pozos A 31°56'47Sur y 65°03'14Oeste. Cota 737msnm. La Villa tiene una población de unos 4.100 habitantes, con una altura sobre el nivel del mar sobre los 700metros. La fuente de provisión es subterránea, en una cuenca con espesores de sedimentos potentes y con agua de calidad. El estudio de base fue realizado por un Convenio Argentino-Alemán para esta cuenca, determinó que en esta zona un espesor total saturado mayor a 50m, con acuíferos de grava y arena con más de 20metros de espesor. Cuenta con una perforación a -110mbbp, de 8", con bomba sumergible de 7,5HP, con un caudal específico de 10m<sup>3</sup>/h/m y una salinidad menor a 1.000 mg/litro. Análisis físic/quím exOSN 53984/85/86. Pozos 1era napa. Residuo salino total 136mg/l; Cloruro 2mg/l; Sulfato 13mg/l; Fluor 0,6mg/l; Arsénico vestigios; Ph 7,9.

#### **69\*\*\*VILLA MARIA I(Gral San Martín)**

La localidad está ubicada sobre la margen izquierda del río Tercero. Sobre la ruta 9 al sudeste de la ciudad capital de la provincia. A 32°24'36Sur y 63°14'52Oeste. Cota 204msnm. Cuenta con una población de 72.162 habitantes al año 2001. Se reconoce parte de las reservas subterráneas en Villa María en un área determinada de la cuenca del río Tercero. Los caudales de algunos pozos presentes oscilan entre 90 y 97m<sup>3</sup>/h, con caudales específicos de 4,5 a 5,5 m<sup>3</sup>/h/m.

Los caudales de algunos pozos oscilan entre 90 y 97m<sup>3</sup>/h, con caudales específicos de 4,5 a 5,5 m<sup>3</sup>/h/m. El nivel dinámico del pozo ensayado es de -39,51mbbp con una recuperación en 60 minutos, de casi el 100%. El caudal de bombeo fué de 84 m<sup>3</sup>/h por 16 hs/bombeo. La Transmisividad es buena con 184 m<sup>3</sup>/h/m. Con caudales de explotación de 150 m<sup>3</sup>/hora, la depresión no debe sobrepasar de 20 metros

Existe una zona de mayor desarrollo para la explotación subterránea del recurso, ubicada en la margen izquierda del Río Tercero denominada Yucat, con unas 5 perforaciones ejecutadas. Estos pozos tienen profundidades entre -140mbbp y -180mbbp. Cada pozo tiene un caudal de 335m<sup>3</sup>/h. Datos del pozo ensayado que responden al acuífero explotado son: Transmisividad: 630 m<sup>2</sup>/d; permeabilidad: 21 m/d; coeficiente de almacenamiento: 10-3 (semiconfinado); rendimiento específico es de 15,89 m<sup>3</sup>/h/m. Un ensayo de bombeo con 17 horas de duración, demostró una tendencia a estabilizar las depresiones. El nivel dinámico máximo es -25,01mbbp, según los ensayos de bombeo. Tener presente las áreas de explotaciones nuevas en la margen derecha del Río Tercero previo estudio y parte de la zona en la margen izquierda zona no explotada, entre Villa María y la zona del Yucat. La recuperación con pozo de bombeo, es de 87%; 96 y 98%, en los pozos de observación. A unos 320metros de distancia entre pozo de observación y pozo de bombeo las depresiones máximas son de 0,15metros.

#### **70\*\*\*VILLA MARIA II.Yucat I/II(Gral San Martín)**

En una zona conocida como Yucat II. A 32°25'02Sur y 63°18'08Oeste. Cota 212msnm. al oeste de la ciudad de Villa María, donde existen 5 perforaciones profundas. Se realizan ensayos de caudal en algunas perforaciones. Las depresiones se miden en función a estos ensayos de bombeo. Se testea el pozo denominado PB12 usado como de bombeo para determinar los parámetros básicos. Al pozo 11 y al pozo 14 se los usa para medir niveles del ensayo dentro del mismo. Las distancias son desde el pozo de observación po2 al pozo de observación po11 de 320 metros. Desde el pb12 al po14 existe una distancia de 275metros. Del pozo de bombeo Pb12 se partió con un nivel estático de -3,93mbbp.

A 180 minutos de bombeo, comienza a entrar en régimen, es decir las depresiones disminuyen mucho, con niveles del agua en el pozo a -24,90mbbp. Se estabiliza este nivel a los 540 minutos a un nivel de -24,96mbbp. Sin embargo a los 1.080 minutos baja este nivel a -25,01mbbp. Con una variación de 0,2%. El registro esta dado por un caudal de bombeo desarrollado durante un ensayo de 335 m3/horarios. El pozo de observación po11 a 320metros de distancia del PB12, modifica su nivel estático en 0,15metros, en porcentaje es un 4,45%, luego de 1.080 minutos de bombeo a caudales del orden de 335m3/hora. El pozo de observación po14 a 275m del PB12, modifica su nivel estático un 0,945metro, ó 20,5%. En el ensayo de recuperación: Se detiene la bomba y se pasa de un nivel de -25,01mbbp (con 1.080 minutos de ensayo) a los -8,2mbbp (a 1 minuto de cortado el motor de bombeo). A 165 minutos de parada, el nivel esta a -4,55mbbp en estabilización, se pone en marcha el po14 (por explotación) y su nivel desciende a -5,03mbbp. Los pozos de observación po11 con niveles a 0,02metros del estático inicial del pozo, en 240 minutos de recuperación y el po14 a -4,775 mbbp sobre un estático inicial de-4,6mbbp, en un mismo tiempo de recuperación, a solo 0,175metros del nivel estático original. En base al análisis de este ensayo se pueden explotar caudales de 300 m3/hora, aproximadamente. Existiendo una oferta de caudales buena. Se sugiere usar caudales de seguridad, lo que implica aumentar un número a las perforaciones de explotación. Descensos de los niveles piezométricos generados por la batería, son de unos -27mbbp. Sin embargo al conectarse a batería el pozo 14, su dinámico llega inicialmente a -34,77mbbp. El pozo de bombeo, casi estabiliza en 18 horas con 0,2% de variación respecto a un nivel anterior. Conviene ejecutar caudales con un techo máximo de 300 m3/h y menores para mantener márgenes de seguridad, en dichos caudales. La recuperación de los pozos ensayados se verifican en tiempos cortos, confirmando su transmisibilidad que es de unos 630m2/día. Los pozos de observación tienen alguna interferencia. Por eso se recomiendan distancias entre los ejes de las perforaciones, a unos 500 metros entre sí, mínimo. Un descenso importante se da en un pozo de observación P14 con un nivel dinámico de -34,77mbbp. Las perforaciones estan a profundidades entre los -140 y -180 mbbp.

#### **71\*\*\*VILLA MARIA III(Gral San Martín)**

Zona denominada Playas. A 32°24'36Sur y 63°14'52Oeste. Cota 204msnm. La fuente de agua es subterránea, con una batería instalada en el establecimiento Las Acacias. La batería contiene unas siete perforaciones de donde se extrae el agua para ser consumida por la población. Un refuerzo de 8 pozos distribuidos en la ciudad complementa la oferta. El acuífero esta ubicado entre -130 y -150 mbbp. Los caudales de explotación son de 50m3/hora. La calidad del agua está dentro de los parámetros normales de potabilidad. Una perforación en Bo Industrial (acuífero en arena media entre -122mbbp y -130mbbp), un análisis inicial muestra un Residuo Salino de 370mg/l; Sodio 70mg/l; Cloruro 14mg/l; Sulfato 10mg/l; Nitrato 0,5mg/l; Conductividad 405; As 0,03mg/l; Alcal 190mg/l; Dureza 74mg/l; Mg 3,4mg/l y un Ph 7,3.

#### **72\*\*\*VILLA QUILINO(Ischilín)**

Ubicada sobre ruta N60(al sur se une con la N9 a Córdoba)al noroeste de la Provincia y al norte de localidad de Dean Funes. A 30°12'55Sur y 64°29'37Oeste. Cota 405msnm. La localidad de Quilino cuenta con 3.644 habitantes al año 2001. Las perforaciones estan ubicadas en la zona denominada de Perro Muerto. Estas perforaciones tienen caudales para abastecer a las localidades de Villa Quilino, Quilino, San José de las Salinas y Lucio V. Mansilla. La fuente está formada por dos perforaciones ubicadas en un paraje denominado como Perro Muerto a 8 km al sudoeste de Quilino y están separadas entre sí a una distancia de 270metros. Las profundidades son de -102mbbp y -105mbbp. Una perforación nueva a profundidades de -102mbbp; con diámetro 6" hasta -30mbbp y de 11" hasta -97mbbp; nivel estático de -12mbbp y nivel dinámico de-15,80mbbp, con caudales de 206m3/h. El nivel dinámico baja a -17,80mbbp si se la explota a un caudal de 300 m3/hora. La bomba de explotación se la explota 20 horas/día.a razon de 250 m3/hora. Existe una 2da perforación(vieja, 60años) que esta a una profundidad de -105mbbp. Niveles estáticos -12mbbp con caudales de 180 m3/hora. Análisis físico/químicos exOSN (1942)54017, exFFCC. Residuo 790mg/litro; Alcalinidad 271mg/l; Cloruro 105mg/l; Sulfato 166mg/l; Fluor 0,6mg/l; Arsénico <0,04. Análisis físico/químicos actuales en Quilino de un pozo con un Ph 7,2; conductividad 824 uS/cm; Turbiedad 0,07; Dureza total 251; Alcalinidad total 262mg/l; Cloruro 65mg/l; Nitrato 13,4 mg/l; Sulfato 240 mg/l; Flúor 0,5 mg/litro.

### **73\*\*\*VILLA SARMIENTO(Gral Roca)**

Esta localidad está a orillas del río Quinto a unos 27 km (camino de tierra) de la ruta nacional 7, entre Vicuña McKenna y Justo Daract hacia el oeste. A 34°07'22Sur y 64°43'20Oeste. Cota 283msnm. Cuenta con una población de 322 habitantes al año 2001. La población proyectada de 698 habitantes será con dotaciones entre 150 y 200 l/h/día.. La fuente de provisión actual es por intermedio de una captación subterránea, cuyos análisis físico/químicos dan aguas con un alto contenido en Arsénico, Fluor e Hierro total. En uno de ellos se observa también un incremento en los Sólidos Totales Disueltos(STD). Se va a utilizar una perforación a -35mbbpozo, con un rendimiento de 9m3/h. La altura manométrica de la bomba es Hm=13metros. Los caudales medios diarios futuros de 105 m3/día. Existe una planta de tratamiento de Osmosis Inversa, para filtrar unos 3m3/h de agua, como resultado se tiene unos 2 m3/h de agua tratada y 1m3/h de agua de rechazo o concentrado. Tener en cuenta las concentraciones de Hierro total, Sílice y sedimentos que justifican un pretratamiento para la Osmosis Inversa. Verificar los caudales de la nueva perforación, aunque se reconoce que fuera del eje del río Quinto, hacia el sur los caudales son inferiores a 9 m3/hora.

### **74\*\*\*VILLA SARMIENTO (San Alberto)**

A 150 km de la ciudad Capital. Población aledaña a Villa Dolores. Es una localidad serrana que se extiende a la vera del río Panaholma, de aguas mesotermiales en el Valle de Traslasierra, enclavado entre cordones montañosos de Achala y Pocho, a 276 msnm. Está próxima a Villa Dolores, San Pedro y Villa de las Rosas. A 31°55'57Sur y 65°11'18Oeste. Cota 518msnm. Cuenta con una población de 4.109 habitantes al año 2001 Un caudal medio futuro sería de 1.619m3/día. La fuente de captación, consiste en un caño de 150mm que llega desde una planta de tratamiento, ubicada en Villa Dolores. Se envía análisis físico químico planta Villa Dolores, con Sólidos totales disueltos de 137,1 mg/l; Nitrato 2,3 mg/l; Sulfato 19,2 mg/l; Cloruro 6 mg/l. La perforación ejecutada, a una profundidad de -120mbbp, con un caudal de 37m3/h, surte agua al égido urbano Los análisis físico/químicos, con parámetros normales y bajo Fluor 0,55 sobre 1,5 mg/l. Pozo con análisis físico/químicos con valores de conductividad de 590 uS/cm; Sólidos Totales Disueltos 525 mg/l; Nitrato 20mg/l; Nitrito 0.05mg/l; Sulfato 3mg/l; Sodio 80 mg/litro.

### **75\*\*\*VILLA TULUMBA(Tulumba)**

Esta localidad esta situada sobre la ruta P16 entre Dean Funes y San José de la Dormida a unos 150km de la ciudad de Córdoba. Posee una población de 1.161 habitantes, al censo de 2001 y unos 1600 habitantes al 2004. La toma es paralela al arroyo SUNCHO, por medio de una galería filtrante de 150m de longitud. Este tiene caudal todo el año, aunque se vió afectado en un estiaje algún año, posee los caudales subterráneos del subálveo, que cubren la demanda del proyecto a 20 años. El almacenamiento del agua es por medio de un pozo de 8m de profundidad y 5 m de diámetro, denominado pozo de bombeo. De allí se pasa a una cisterna elevada a una cota de unos -50/60m sobre el nivel anterior y a unos 1800m de distancia del arroyo, para su posterior distribución a red. La fuente de agua que es de naturaleza superficial, con captación desde el arroyo SUNCHO a través del subálveo. Este arroyo tiene un ancho de valle de unos 20/30m, pero el curso solo tiene 2 metros de ancho. Su longitud se estima en más de 12km. Sus caudales de estiaje no se los conoce, solo un año tuvo una seca. El caudal disponible a la demanda es de 35m3/h, equivale al potencial de la fuente origen. Análisis físico/químicos históricos 54.430 exOSN. Residuo seco 364mg/l; Alcalinidad 260mg/l; Cloruro 8mg/l; Sulfato 22mg/l; Fluor 1mg/l; Arsénico <0,04 mg/l.



**76\*\*\*VILLA YACANTO(Calamuchita)**

Esta ubicada sobre ruta provincial 1 (comunica con ruta provincial 148), al oeste del cerro Champaquí. Al sur de San Javier y al norte de Luyaba. A 32°07'23Sur y 64°45'05Oeste. Cota 1.166msnm. Contiene una población de 370 habitantes al año 2001. Con referencia a la fuente de agua se define que la obra de toma se instala en un cierre en el Río Yacanto, aprovechando un muro en el ex balneario municipal. El caudal que se extrae es de un caudal aproximado de 34 m3/hora. Se definen dos fuentes de captación, para estas cuencas locales. Una es el Río Divisadero y la otra el Río Yacanto. Se aforan estos cursos y las respuestas son, para el arroyo Divisadero, 17,16 l/s y para el río Yacanto, 44,31 l/s. Estos ríos se aforan durante el período de estiaje. El arroyo tiene calidades comprometidas. El río Yacanto, necesita corrección bacteriológica en sus aguas. Los análisis físico/químicos, están dentro de parámetros de calidad. Un primer análisis de arsénico registra valores sobre dichas normas.

Luego se corrige en posterior análisis a valores de la norma.. Análisis físico/químicos ex OSN 53900. Río Yacanto. Residuo total 126mg/litro; Cloruro vestigios; Sulfato 5mg/l; Fluor 0,3mg/l; Arsénico <0,04 mg/l. Otro análisis exOSN 53899 en pozo en 1era napa.. Residuo salino 195mg/l; Cloruro 2mg/l; Sulfato 8mg/l; Fluor 0,3mg/l; Arsénico <0,04 mg/l.

# CORRIENTES

Región hidrogeológica 14) Está comprendida dentro de la región denominadas Entre Ríos y Corrientes.

## **1\*\*\*CARLOS PELLEGRINI(San Martín)**

La Colonia Pellegrini se encuentra entre la ruta P40, 120 km al noreste de la ciudad de Mercedes, entre los parajes Buena Vista al norte y Estancia Cerro Verde, al sur. Al sudeste del Estero del Iberá. A 28°32'06Sur y 57°09'43 Oeste. Cota 67msnm.

Cuenta con una población de 880 habitantes al censo de 2001. La situación actual (2003) revela que la fuente de agua cruda es el Estero del Iberá. Se trata de un agua con baja concentración de coloides, bajo Ph, baja alcalinidad y alta concentración de algas. Originalmente se usaban sistemas de potabilización de filtros lentos. Posteriormente a través de un módulo portátil de potabilización del agua.

El caudal es de 25,89 l/s a futuro con dotaciones de 140/250 l/h/día. Los análisis físico/químicos presentan una muy baja mineralización. La demanda habitacional por consumo es de unos 220/230 m3/día. Un cambio de alternativa de agua superficial a subterránea, es debido a problemas de una contaminación local en la laguna Iberá. Una perforación efectuada en el campo de un establecimiento en la localidad, determina los siguientes parámetros. Profundidades -84mbbp; diámetro de camisa 6"; nivel estático.: -0,82mbbp; caudal específico: 82 m3/h/m; capacidad electrobomba de 5 HP para caudales de 45 m3/h (12,5 l/s). Nivel dinámico.: -1,37mbbp. Calidad del agua esta dentro de las normas de calidad. Nitrato y nitrito <4,4 y <0,01 mg/l.; Cloruro 310 mg/l; Sulfato 107 mg/l; Hierro total y Manganeseo 0,17 y 0,10 mg/l; Flúor 0,62 mg/l; Alcalinidad total y Dureza 220 y 230 mg/l; Calcio y Magnesio 60 y 19 mg/l, Ph y Turbiedad 7,4 y 0,97 NTU. El perfil litológico se puede desarrollar como sigue: Entre -0.00 y -1.00mbbp, suelo vegetal negro; entre -1.00 y -10.00mbbp arcilloso; entre -10.00 y -15.00mbbp arena fina con una napa incipiente, luego le siguen una arena gruesa (entre -68mbbp y -80mbbp) y a continuación una arcilla, -80mbbp y -90mbbp. Se capta agua con un filtro de acero inoxidable de 0,50mm de ranura, entre -83mbbp y -86mbbp.. Otros datos dan a una profundidad mayor a -85/90mbbp hasta una arcilla, luego se pasa a una arena fina compacta con agua de mejor calidad y cantidad, en niveles superiores, se la extrae. Los antecedentes indican captaciones en una arena gruesa con hierro?. Análisis físico/químicos detectan parámetros normales. Caudales del orden de 45 m3/h, con una depresión de -0,55mbbp. El caudal específico es elevado con unos 81,81 m3/h/metro.

## **2\*\*\*COLONIA TATACUÁ (Concepción)**

Esta colonia esta ubicada sobre la ruta N118 que empalma con la ruta N12 a Corrientes en Saladas hacia el Oeste. Este pueblo es cercano a Tabay(al Este). A 28°21'39Sur y 58°20'06Oeste. Cota 78msnm. La cantidad de habitantes de la población es de unos 200 habitantes (2007). La provisión de agua potable a través de una perforación que esta en el área de los Esteros del Iberá. El caudal medio diario para futuro próximo es de 14,80 m3/día o 0,62 m3/hora. Se realiza una perforación entre -80mbbp y -100mbbp. Para la zona es conveniente un mínimo de -100 mbbp, para obtener caudales a más profundidad será factible mayores caudales. Los análisis físicoquímicos muestran un agua hiposalina, contemplada como potable, según los elementos analizados. Los caudales a extraer son menores a 2 m3/hora a una profundidad no menos de -50mbbp. Analizando un perfil de pozo, consignando sus datos son los que siguen. La obra para la colonia de Tatacuá. Verificados con ensayos de bombeo los caudales del pozo. Tiene un rendimiento de 1.500 l/h, la Hm 100mca con una profundidad de pozo de -50mbbp. El ensayo da en la primera hora: 2.050 l/h; 2da hora: 1.970 l/h y 3era hora: 1.900 l/hora.

### **3\*\*\*COLONIA VILLA LIBERTAD(Monte Caseros)**

La localidad (Libertad) esta ubicada a 27 km. al noroeste de Monte Caseros. Contiene 1.438 habitantes según el censo de 2001. A 30°03'01Sur y 57°49'19Oeste.

Cota 86msnm. Requerimientos para la captación de agua, estan dados por una perforación de 4" de diámetro, con caudales de 4m<sup>3</sup>/h, a una profundidad de unos -60 mbbp. Otra perforación a una profundidad de -46mbbp, con una litología hasta los -30mbbp de limo y arena con grava y entre -30mbbp y -46mbbp, se detecta un basalto fisurado. Los caudales son de 7,1m<sup>3</sup>/h con una bomba de 2 HP de potencia ubicada a una profundidad de -27,50mbbp, sus niveles estáticos son -21,25mbbp y los dinámicos de -22,31mbbp. La transmisibilidad es del orden de 208 m<sup>2</sup>/día, con un bombeo de 18 horas al día. Esta perforación deriva su producción a un tanque de 10.000 litros para un sector de la población de 500 habitantes.

### **4\*\*\*CORRIENTES(Capital)**

Capital de la provincia, ruta Nacional 11 desde Buenos Aires. A 27°29'10Sur y 58°49'38Oeste. Cota 61msnm. Cuenta con una población de 314.546 habitantes, según el censo de 2001. Datos básicos que se corresponde a barrios de la ciudad capital, tienen caudales superficiales en el punto de empalme con caudales mínimos de 4 m<sup>3</sup>/h, presiones mínimas disponibles de 6 mca y presiones medias de 8 mca. Los análisis físico/químicos y bacteriológicos del agua a captar, estan dentro de parámetros normales. La fuente de agua superficial está en el río Paraná, donde las relaciones de la oferta es muy elevada, frente a las demandas solicitadas. La fisicoquímica del agua del Río Paraná contiene un residuo de 57mg/l; Ph 7,6; Turbiedad 40; Color 25; Dureza total 25mg/l; Cloruro 1mg/l y Sulfato 5mg/l; Nitrato 1mg/l; Amoníaco 0,05mg/l; Sílice 14 mg/l; Flúor 0,4mg/l; Arsénico <0,04mg/l; Vanadio <0,01mg/l. Dato: Anuario de la Dirección de Laboratorios Obras Sanitarias de la Nación (OSN) Buenos Aires 1946.

### **5\*\*\*CURUZU CUATIA I (Curuzú Cuatiá)**

Esta ciudad esta ubicada en ruta provincial 119 y cruce con la ruta Provincial 126. A 29°47'21Sur y 58°02'48Oeste. Cota 73msnm. La población es de 36.390 habitantes, al censo de 2001. Se indican distintas locaciones, que están ubicados a 7km. y 12 km. de la población. La fuente de captación en la región son de naturaleza subterránea. Perforado en un basalto, hasta +-110mbbp con caudales estimados a los 3 m<sup>3</sup>/hora.

Las aguas subterráneas en basalto son de buena calidad y una baja salinidad, que responden al modelo de cuenca hidrogeológica basáltica del Noreste Argentino. La demanda es de 30 m<sup>3</sup>/día, no conociéndose exactamente cuanto producirá el pozo al alumbrarlo, aunque la producción comienza con niveles de >1.000 l/h.

Debido a este tipo de perforación en una zona extensa de roca basáltica, los indicaciones que se tienen se encuentran en las proximidades de la ciudad, donde a profundidades similares se localizan caudales como los mencionados. Registros de perforaciones con caudales de 15 m<sup>3</sup>/h a una profundidad de -75mbbp en un caso y de 12 m<sup>3</sup>/h con -60mbbp en otro.

Análisis físico/químico OSN 45669. Pozo semisurgente en 2da napa. Residuo seco 1.000mg/l; Alcalinidad 433mg/l; Cloruro 120mg/l; Sulfato 20mg/l; Arsénico 0,01mg/l.

### **6\*\*\*CURUZU CUATIA II (Curuzú Cuatiá)**

Esta ciudad esta ubicada en ruta provincial 119 y cruce con la ruta Provincial 126. A 29°47'21Sur y 58°02'48Oeste. Cota 73msnm.

La población es de 36.390 habitantes, al censo de 2001. La ejecución define un pozo de 4" de diámetro a una profundidad de -60 mbbp, con caudales de 4 m<sup>3</sup>/h.

Las perforaciones son de una escuela y de Vialidad Nacional. El perfil de la perforación indica un relleno no consolidado de unos 12metros de potencia, un espesor de basalto masivo desde -12 a -90mbbp y en la parte inferior entre -90m a -97mbbp, un basalto fisurado, que es el acuífero explotable. El pozo de la escuela tiene caudales de 2,88m<sup>3</sup>/h y una profundidad final de -38mbbp, nivel estático de -9,50mbbp y nivel dinámico de -27,69mbbp, el caudal de bombeo es para ensayos de 450 minutos. La transmisibilidad del acuífero es baja <5m<sup>2</sup>/día. Análisis químicos dan parámetros normales. Conductividad de 559 umhos/cm.

Análisis físico/químicos históricos OSN 45667.FFCC. Residuo seco 444 mg/litro; Alcalinidad 398mg/l; Cloruro 13mg/l; Sulfato 10mg/l; Fluor 0,1mg/l; Arsénico con vestigios.

### 7\*\*\*EMPEDRADO(Empedrado)

Por la ruta 12 desde la ciudad capital de Corrientes en la dirección al Sur. A 27°56'46Sur y 58°48'02Oeste. Cota 69 msnm. Cuenta con 14.721 habitantes con el censo de 2001. Existen pozos perforados. Se incluyendo datos técnicos que avalan los caudales disponibles de 50m3/hora.con aforos y niveles hidráulicos. Según el cuadro de más abajo, se puede calcular el caudal específico que es igual al cociente entre el caudal y un valor a determinar por iteración, todo igual a la depresión conocida (nivel dinámico menos nivel estático). Con referencia a los análisis físico/químicos de las perforaciones, las mismas tienen parámetros normales en el nivel de calidades físico/químicas.

Pozos	caudales(m3/h)	Profundidad(m)	Diámetro(“)	N.Estático(m)	N.Dinámico
6	40	65	8	23,40	36,00
9	20	62	6	21,90	25,50
10	20	60	6	23,50	28,50
11	14	50	4	16,80	29,50
13	50	65	8	23,80	32,00
15	55	68	8	16,50	30,00

### 8\*\*\*FELIPE YOFRE (Mercedes)

Por ruta PN123 próxima a Mercedes hacia el Este. A la ciudad de Corrientes se accede por las rutas nacionales 123/27 y N12. A 29°06'07Sur y 58°20'33Oeste. Cota 74msnm. Posee una población de 1.947 habitantes según censo del año 2001. El Paraje Capitán Mini: Ubicado al norte a unos 5 km de Felipe Yofré. Se describen parámetros básicos de la captación: Los caudales de bomba son de 4m3/hora a una profundidad de -60mbbp. Se menciona un pozo semisurgente existente en la zona. La existencia de un pozo del FFCC en la Estación Yofre, permite conocer las calidades del agua subterránea en el lugar, dentro de los parámetros de potabilidad, no así su calidad bacteriológica. Estudios de fuentes de Rubén Lena, determinan dentro de las características hidrogeológicas, una profundidad de captación en la zona oscilando entre los -80 y -150mbp y caudales entre 2,5 y 3,5 m3/hora, estos registros para una profundidad de -100mbbpozo.

### 9\*\*\*MBURUCUYÁ(Mburucuyá)

Su acceso es por ruta Nacional 12 desde Corrientes, luego rutas secundarias 10 a 116 6. También por ruta N12 y ruta P13 desde Saladas. A 28°02'35Sur y 58°13'33Oeste. Cota 79msnm. Contiene una población de 9.012 habitantes al año 2001(censo).

Un primer sector, muestra un perfil hidrológico con una arena, entre los -19mbbp y los -32mbbp, de una textura uniforme de 1,5mm de diámetro. A partir de los -32mbbp y hacia abajo, sigue una arcilla que condiciona al acuífero al confinamiento. Esta perforación puede rendir un caudal máximo de 20m3/h (bomba instalada a -17mbbp). Los niveles estáticos están entre -2,5 y -3,5mbbp y sus niveles dinámicos en -8,10mbbp. Un ensayo de bombeo permite definir la efectividad del pozo. Los datos del test incluyen a los niveles estáticos -3,50mbbp; nivel dinámico-8,10mbbp; caudales: 0,131m3/minutos (+8m3/hora) en un tiempo de bombeo de 60 minutos. La transmisibilidad es de 310m2/día. La curva caudales/depresiones, permiten diseñar una explotación de caudales entre los 25 y 30 m3/hora. Con estos datos se cumplimenta una demanda actual y futura. La fuente de captación actual, que es el pozo a -32mbbp, permite extracciones para cubrir demandas necesarias. La calidad físico/química del agua se encuentra, dentro de los parámetros analizados en los límites de la potabilidad. Ph < 7, ácido. Una electrobomba sumergible, con una potencia de 2HP y HM = 30m, caudales explotación = 10 m3/hora. Otra perforación, en un segundo sector, el perfil hidrológico en la zona se muestra una arena, con una textura uniforme, 1,5mm de diámetro de grano, entre una profundidad de -19mbbp y los -28 mbbp. Desde -28mbbpozo, hacia abajo, se presenta una arcilla confinante. La perforación se explota a un caudal de 3,5m3/h (bomba 1,5HP a -20mbbp). Los niveles estáticos son, -6mbbp (julio) y -7,4mbbp (noviembre), variación estacional. Los datos del ensayo de bombeo son los siguientes: nivel estático: -7,65mbbp; nivel dinámico:-8,34mbbp; caudal de bombeo 0,063m3/min(+4m3/h), duración del ensayo 180 minutos. La transmisibilidad 557m2/día (litología arena). La permeabilidad de 0,001 m/s, (K = Transmisibilidad / Espesor filtrante), define al estrato arenoso que es la capa productora.

Análisis físico/químico OSN 4692. Pozo surgente (-28mbbp).Residuo total 420mg/l; Alcalinidad 20mg/l; Cloruro 116mg/l; Sulfato 7mg/l; Fluor 0,1mg/l; Arsénico, vestigios; Ph 5,7(ácido).

#### **10\*\*\*MONTE CASEROS(Monte Caseros)**

Por ruta Nacional 14, luego ruta provincial P129. Próximo al Río Uruguay. A 30°15'35Sur y 57°38'47Oeste. Cota 51msnm. La localidad cuenta con 24.641 habitantes al 2001(censo). El paraje Dario Casco(km 9), ubicado en las cercanías de la ciudad. La perforación analizada muestra un perfil litológico, que evidencia a -15mbbp unos sedimentos limo arenosos con intercalaciones de grava, luego entre -15 y -20mbbp aparece basalto fisurado y hacia abajo se continúa un basalto masivo. Actualmente entre los -15 y -20mbbp, se encuentra un relleno de detritus. Con lo cual los parámetros hidráulicos, no representan la fuente en ese punto.

Caudal ensayado de 900 l/hora; nivel estático -8,65mbbp, recupera el nivel estático en 90 minutos. Nivel dinámico > -13,70 mbbpozo. El diseño, impone una profundidad de -25mbbp. Un filtro ranura continua en Acero Inoxidable, ubicado entre -17 y -23 mbbpozo, con una camisa de 6" y cañería de conducción de 4" de diámetro.

El agua apta químicamente para consumo, según consenso. Estos análisis corresponden a Colonia Libertad a 27km en línea con Monte Caseros: La conductimetría del agua de la formación es de baja concentración salina, con 740 uS/cm, poco más de 0,5g/l de sales totales. Se interpreta la recarga del pozo una recarga vertical directa, con un transito corto hacia el sedimento, esto reflejado por la conductibilidad del agua. Los valores de los otros elementos se interpretan como de baja concentración.

Análisis físico/químico a 9km del lugar de explotación muestran aguas de buena calidad. Análisis n35123 OSN(Monte Caseros). Residuos totales 930mg/l; Cloruro 161mg/l; Sulfato 31mg/l; Flúor 0,3mg/l; Arsénico vestigios; Ph 6,9 y Anuario Dirección Laboratorios 1946 OSN, análisis n12821(todas las napas): Ph 7,2; Residuo 642mg/l; Dureza 437mg/l; Cloruro 93mg/l; Sulfato 27mg/l; Nitrato 80mg/l(valor elevado); Flúor 0,8mg/l; Arsénico 0,04mg/l; Hierro total 0,20mg/l; Alcalinidad 238mg/l.

#### **11\*\*\*PARADA ACUÑA(Monte Caseros)**

Se localiza este paraje denominado como Acuña, por ruta P25, entre la Estación Libertad y Curuzú Cuatiá. A 29°54'32Sur y 57°57'29Oeste.Cota 73msnm. Presenta unos 207 habitantes según el censo de 2001.Existe una perforación a una profundidad de -35mbbp, con caudales de 8 m3/h. Niveles estáticos a -9,50mbbp.El perfil litológico muestra entre la superficie del terreno y los -15mbbp una arcilla poco arenosa; entre -15mbbp y hasta -30mbbp una arena poco arcillosa; entre -30mbbp y hasta -33mbbp, una arena gruesa color castaño amarillo claro; pasando los -33mbbp masivamente se define una roca basáltica. Los análisis físico/químicos del agua, dan un residuo salino total de 428 mg/l.

#### **12\*\*\*PARAJE POÑI(Sauce)**

Paraje POÑI departamento de Sauce A Sauce se accede por ruta P126 desde Curuzú Cuatiá. A 30°05'14Sur y 58°47'20Oeste. Cota 70msnm. La población de Sauce cuenta con 6.564 habitantes al año 2001. El paraje Poñi esta a 30°07'35Sur y 58°49'09Oeste, con cota 69msnm, se encuentra a 5 km hacia el sudoeste de Sauce y cuenta con una población escolar y total de alrededor 145 habitantes a la fecha de la evaluación(2007).

La ejecución de un pozo de 4" de diámetro a una profundidad de -60mbpozo, rinde caudales de 4 m3/hora. El análisis físico/químico de dos pozos ubicados en la localidad de Sauce, tienen parámetros químicos normales, con residuos de 905mg/l. El elemento Sodio 260mg/l, sobre los 200 mg/l de la OMS. El análisis bacteriológico indica aguas no aptas en el momento de la toma. Se define a continuación un perfil litológico: Suelo y reciente u Holoceno entre -00mbbp y -9.00mbbp, litología limos y material orgánico.

1)Formación Hernandarias/Yupci -9.00mbbp/-22.00mbbp. Arcilla masiva, con lentes de limo. Formación hidrogeológica del tipo Acuícludo. Es decir tiene agua en su interior pero no la transmite.

2)Formación Ituzaingo: -22.00mbbp/-37.00mbbp. Con arcilla y limo (Acuitardo ó semipermeable) hasta arena fina a muy fina arcillosa con clastos silíceos subangulosos (acuífero ó conductor).

3)Formación Fray Bentos: -37.00mbbp/-60.00mbbp. Arena fina a muy fina, limo, hasta arcilloso limo arenoso muy fino(acuitardo con niveles acuíferos). Los filtros se emplazan entre -28.00mbbp/-31.00mbbp y -55.00mbbp/-58.00mbbp. Los parámetros del pozo son: niveles estáticos -12,85mbbp.; niveles dinámicos -18,59mbbp; caudal de bombeo: 4,5m3/h; Tiempo bombeo 160 minutos; transmisividad: 141m2/día. Permeabilidad 0,004 m/s (sedimento arenoso). Con un caudal de bombeo de 7 m3/h se deprime el pozo a 10 metros en 14 horas de bombeo. Los análisis físico/químicos dan resultados de residuos totales de 2.262mg/l, con 506 mg/l y 532 mg/l de Cloruro y Sulfato respectivamente. Además presenta Hierro 10mg/l sobre 2mg/l según normas. Valores fuera de normas. El caudal de explotación según ensayo de bombeo con parámetros de equilibrio de 6m3/hora en un tiempo de bombeo de 13 horas al día. La explotación con controles de calidad por análisis seriados, es lo que se establece en casos donde existe una salinidad total y elemento Sodio algo elevado. Análisis físico/químicos históricos OSN 33673 (Sauce). Residuo seco 1.000mg/l; Alcalinidad 525mg/l; Cloruro 67mg/l; Sulfato 227mg/l; Flúor 0,5mg/l; Arsénico con vestigios.

### **13\*\*\*PEDRO R. FERNANDEZ(San Roque)**

Por ruta Nacional 12 desde la ciudad de Corrientes a San Roque luego por ruta secundaria hacia el sur unos 25 km, antes de la ruta N123. A 28°44'47Sur y 58°39'15Oeste. Cota 73msnm. Esta localidad cuenta con 2.058 habitantes censada al año 2001. Como registro de perforaciones, para interpolación de datos e información según tipo de cuencas se trate, se toma en referencia a la Colonia 2 de Abril, (60 habitantes), muy próxima a esta localidad. La captación de agua es a través de un pozo de 4" de diámetro a una profundidad de -45 y -60 mbbp. El detalle incluye tipo de fuente, profundidad del pozo, niveles estáticos y dinámicos, caudales de explotación y perfil del pozo, como datos de mínima. Existe una perforación con caudales de 4,3m3/h, con bomba de 1,5HP, a una profundidad de -13mbbp. Nivel estático de -7mbbp. Profundidad total de la perforación es de -30mbbp. El perfil hidrológico hasta -10mbbp un limo arcillo arenoso rojizo; entre -10 y -17mbbp una arena suelta rojiza. Entre -17 y -19mbbp un limoarcilloso con tosca gris. Finalmente entre -19 y -30mbbp, se estima a mayor profundidad sigue una arena blanca amarillenta mediana gruesa. Actualmente el servicio se explota 14 horas por día, a caudales de 4,38 m3/h, equivalente a 60,2m3/día. Se realiza un test de acuífero por el método de Theis. Los datos aportados son: Nivel estático: -7,10m. Nivel dinámico -11,15m. Caudal bombeo 0,073 m3/minutos(4,38 m3/h), con duración de 60minutos. La transmisividad es de 274m2/día. Los elementos físico/químicos analizados están dentro de los parámetros de norma. El Ph 6, algo ácido debajo del neutro Ph7.

### **14\*\*\*PERUGORRÍA(Curuzú Cuatía)**

Se accede por ruta Nacional 12 desde Goya, luego ruta P24. A 29°20'25Sur y 58°36'34Oeste. Cota 63msnm. Contiene 5.685 habitantes, según el censo de 2001. La fuente es subterránea. El caudal disponible en el punto de toma es de 12m3/h en promedio. La localidad cuenta con tres perforaciones a saber: a) Pozo 1 a -50mbbp y un caudal de 14,8 m3/h; b) Pozo 2 a -49mbbp y un caudal de 10m3/h. c) Pozo 3 con un caudal de 38m3/h a -90mbbp. Los pozos 1 y 2 están próximos entre sí a solo 1 metro de distancia entre ambos, fueron construidos a inicios de los años 1970.

Se usa la perforación 3, por problemas en los restantes dos pozos. Un perfil litológico parcial en un cuarto pozo es el siguiente: Suelo vegetal arcillo limoso//arcillas varicolores, a -30mbbp arena fina y entre -70mbbp y/o 90-mbbp un basalto alterado. La físico/química del agua cumple con las normas del Código Alimentario Argentino (Ph 6,8; Turbidez NTU 0,40; Alcalinidad 310mg/l; Nitrato 7mg/l; Nitrito 0,02mg/l; Sulfato 150mg/l; Cloruro 12 mg/l; Hierro y Manganeseo 0,06 y 0,01mg/l). Los análisis físico/químicos exOSN 56203 (1era napa freática) son: Residuo total 1.040mg/litro; Cloruro 170mg/l; Sulfato 26mg/litro; Fluor 0,4mg/l; Arsénico 0,06mg/l; Ph 7,3.

### **15\*\*\*SAN CARLOS I(Ituzaingó)**

Su acceso mas cercano es desde Posadas(Misiones) por ruta PN105, siguiendo ruta N14 hasta El Centinela, luego por ruta secundaria unos 10km al noroeste. A 27°44'37Sur y 55°53'59Oeste. Cota 213msnm. Contiene una población de 3.350 habitantes al censo del año 2001. Existen tres perforaciones en explotación. Los datos de dos de ellas son: a) Perforación N° 2, profundidad -158mbbp, ubicación de la bomba -130mbbp, nivel estático -109mbbp y un nivel dinámico a -153mbbp.

Perforación N° 3, una profundidad de -60mbbp, ubicación de la bomba -30mbbp, un nivel estático a -23mbbp y un nivel dinámico -51mbbp. La demanda total sería de unos 420.000 litros por día a esa fecha. Se describen los requerimientos básicos para la captación de agua, con la ejecución de un pozo de 4" de diámetro a una profundidad entre -45mbbp y -60 mbbp, con caudales de unos 4 m<sup>3</sup>/hora. Se conoce la existencia de los pozos mencionados arriba, con un caudal de 14 m<sup>3</sup>/h. Con un perfil hidrogeológico que muestra un relleno no consolidado de 20 metros de espesor con un basalto alterado con 10m de potencia, a -30mbbp se tiene un basalto masivo con fisuras hasta los -120mbbp. En la localidad se explotan 8 pozos con un caudal de extracción total de unos 230 m<sup>3</sup>/día. Gran parte de la población se abastece con estas perforaciones., más de 1.400 personas. Los análisis físico/químicos están con las normas del Código alimentario Argentino. Según un perfil esquemático, se pueden determinar algunas perforaciones en la provincia, algunas no localizadas.

P4 Corrientes: nivel estático a -15mbbp; nivel dinámico a -35mbbp; ubicación de bomba a -98mbbp y fondo del pozo -103mbbp. Los caudales son de 13 m<sup>3</sup>/hora.

P1 Moreno: nivel dinámico -85mbbp; bomba a -108,9mbbp; fondo del pozo a -132mbbp. Caudales 3m<sup>3</sup>/hora.

P2 Yapecuy: nivel estático -25mbbp; fondo del pozo -120 mbbp. Caudales de 2,5 m<sup>3</sup>/hora.

P6 Est.Sanitaria: nivel estático -35mbbp; la bomba esta a -70mbbp; fondo del pozo -80mbbp. Caudales 2,7 m<sup>3</sup>/h.

P3 Yapecuy: nivel estático a -17mbbp; nivel dinámico a -41mbbp; la bomba ubicada a -46mbbp; el fondo del pozo está a -53mbbp. Los caudales son de 3,5 m<sup>3</sup>/hora.

P5 Camping: nivel estático -58mbbp; la bomba esta a -90mbbp; el fondo a -120mbbp. Caudales 1,5 m<sup>3</sup>/hora.

P7 Villa Conde: fondo del pozo a -80mbbp. Los caudales 0,8 m<sup>3</sup>/hora.

#### **16\*\*\*SAN COSME(San Cosme)**

Por ruta Nacional 12 desde Corrientes, en dirección al este a 35km. A 27°22'20Sur y 58°30'35Oeste. Cota 67msnm. La localidad contiene 4.429 habitantes al censo de 2001. Datos del Paraje de Ensenada Grande, entre San Cosme y Ramada Paso por ruta N12.

Se describe una perforación de 4" de diámetro, a una profundidad estimada en -60 mbbp con caudales de 4 m<sup>3</sup>/h. Un análisis físico/químico de otro pozo ubicado en esta localidad contiene parámetros químicos normales, con bajos residuos salinos con 178 mg/l. A nivel de los análisis bacteriológicos se detectan aguas aptas.

Otra perforación de explotación llega hasta una profundidad de -39mbbp. La interpretación estratigráfica es la siguiente: relleno actual -0mbbp/-2mbbp; sedimentos recientes -2mbbp/-6mbbp; Fm Ituzaingo Superior -6mbbp/-18mbbp; Fm Ituzaingo Inferior -18mbbp/-39mbbp. Nivel estático a -7,07mbbp un nivel dinámico a -8,80mbbp; los caudales son de 3,6m<sup>3</sup>/h y la transmisibilidad de 132m<sup>2</sup>/día. Los ensayos definen que la depresión no debe ser mayor a los 14metros; con un caudal de explotación de 8m<sup>3</sup>/h, no superando los 10m<sup>3</sup>/hora se puede equilibrar la explotación de la perforación. La calidad físico/química es aceptable a las normas de calidad vigentes. Análisis físico/químicos históricos OSN 48649 de San Cosme, en un Pozo somero. Residuo total 504mg/l; Cloruro 37mg/l; Fluor 0,5; Arsénico, vestigios.

#### **17\*\*\*SANTA LUCIA(Lavalle)**

Se llega a esta localidad por la ruta nacional 12 desde la ciudad de Corrientes y luego por ruta provincial 27, al sur de la ciudad de Bella Vista y Cruz de los Milagros.

A 28°59'13Sur y 59°06'10Oeste. Cota 54msnm. La población es de 8.860 habitantes al año 2001. La fuente subterránea es una alternativa. Se reconocen datos técnicos de las perforaciones. Con caudales y caudales característicos, niveles (estáticos, dinámicos) y profundidades del pozo más tipo de acuífero. Se puede calcular el índice de productividad, caudal específico o característico de la siguiente manera. Conociendo un caudal y su depresión en el pozo, dividiendo ese caudal por el valor de su depresión (por cada metro), el resultado del cociente será igual al valor del dato de ese índice de productividad buscado en esa perforación. Se expresa en volumen/tiempo/metro.

Datos perforaciones:

P1 caudal 90 m<sup>3</sup>/h. Profundidad -60mbbp Ne -9,90mbbp Nd -41mbbp.

P2 caudal 60 m<sup>3</sup>/h. Profundidad -60mbbp Ne -8,93mbbp Nd -38mbbp.

P3 caudal 47m<sup>3</sup>/h. Profundidad -47mbbp Ne -12,24mbbp Nd -17,4mbbp.

Los análisis físico/químicos y bacteriológicos están dentro de límites normales. El ph es algo bajo, 6. Los análisis físico/químico históricos OSN 34229 (1era napa). Residuos salinos totales 270mg/l; Cloruro 14mg/l; Sulfato 15mg/l; Fluor vestigios; Arsénico < 0,04mg/litro.

#### **18\*\*\*SAUCE(Sauce)**

Ruta P126 desde Curuzú Cuatiá. A 30°05'14Sur y 58°47'20Oeste. Cota 70msnm. La población de Sauce cuenta con 6.564 habitantes al año 2001. El Bo. *El Eucaliptal*, dentro de la localidad de Sauce, al sur. Presenta una perforación de 4" de diámetro a una profundidad estimada en -60 mbbpozo, con caudales de 4 m3/h. Análisis físico/químico se corresponden a dos pozos de Sauce, con parámetros normales. Residuos totales de 882/905mg/l. El elemento Sodio algo elevado 260mg/l (Organización Mundial de la Salud 200mg/l). El análisis bacteriológico indica aguas no aptas y aptas con corrección bacteriológica. Un perfil de perforaciones del Paraje barrio El Eucaliptal, muestra una profundidad total a -58.00mbbp; nivel dinámico -30.00mbbp; nivel estático -11.20mbbp; una electrobomba sumergible a -36.00mbbp. Caudal 3,6m3/h; transmisibilidad 5,20m2/día. Un acuífero entre -48.00mbbp y -60.00mbbp, con litología de limo fino a grueso con clastos de arena fina. En función del ensayo de bombeo, se miden depresiones en función de un tiempo de bombeo y con los parámetros hidráulicos del pozo, se establecen niveles de caudales de extracción. Así surge un caudal máximo de 3m3/h con un bombeo máximo de 6 horas. El análisis físico/químico presenta sodio elevado con 442 mg/l sobre 200 mg/l. Se considera factible un uso restringido previa cloración. Análisis físico/químicos históricos OSN33675. Residuo total 1.076mg/litro; Cloruro 95mg/l; Sulfato 260mg/l; Fluor 0,5mg/l; Arsénico, vestigios.

#### **19\*\*\*TABEPICUÁ(Paso de Los Libres)**

Su acceso es por ruta n14 desde la ciudad de Pasos de Los Libres, ó desvío desde Yapeyú por la ruta P155. A 29°30'24Sur y 56°58'28Oeste. Cota 66msnm. El censo de 2001 indica 698 habitantes para la población rural. La perforación presente allí tiene un caudal de bomba de 4m3/h, con una profundidad estimada en los -60mbbp. El perfil de la perforación presenta hasta -20mbbp un relleno no consolidado, luego hasta -115mbbp un basalto fisurado y continúa un basalto masivo. La perforación se explota con un caudal de 6m3/h con 8 horas de bombeo por electrosumergible ubicada a -21mbbp. El caudal específico es de 0,85m3/h/m. El nivel estático es de -11mbbp. El nivel dinámico es de -18mbbp y la transmisibilidad de 20m2/día. Los análisis de la calidad físico/química del agua, indican que se está dentro de los parámetros de normas de calidad

#### **20\*\*\*YAPEYU(San Martín)**

Se accede por ruta Nacional 14 desde Paso de Los Libres en el sur sobre la costa del río Uruguay, margen derecha. A 29°28'11Sur y 56°49'09Oeste. Cota 64msnm. La población según el censo de 2001, registra unos 2.124 habitantes.

La fuente subterránea se usa como un recurso de alternativa. Los caudales en las perforaciones son de unos 50 m3/hora. Los análisis físico/químicos y bacteriológicos de los pozos, están dentro de los parámetros normales (Ph algo ácido). Los datos que se adjuntan de las perforaciones son los siguientes:

Pozo1: caudal: 50 m3/h; profundidad: -65mbbp, diámetro:10"; niveles estáticos: -23,40mbbp y niveles dinámicos :-36,00mbbp. Caudal específico 4m3/h/m. Pozo2: Caudal:30m3/h, profundidad: -68mbbp; diámetro: 10"; niveles estáticos: -21,90mbbp y niveles dinámicos: -25,50mbbp y caudal específico es de 8,5 m3/h/m.



# ENTRE RÍOS

Esta provincia esta contenida en la denominada Región Hidrogeológica (14), Entre Ríos y Corrientes.

## 1\*\*\*CEIBAS(Islas del Ibicuy)

Se accede desde ruta N12 desde Zárate (BuenosAires), luego Brazo Largo (Entre Ríos) y cruce ruta 14. A 33°29'54Sur y 58°48'06Oeste. Cota 5msnm. Cuenta con 1.360 habitantes según el censo del año 2001. La localidad tiene aguas subterráneas con un contenido salino tal que la hace inapta para consumo humano. Se perfora en un área cercana al paraje denominado Perdices, a unos 25 km.hacia el Norte de esta localidad Ceibas, por ruta N14 hacia la ciudad de Gualguaychú. Los análisis físico/químicos de la perforación próxima a Perdices (Puesto policial), indican un agua dentro de parámetros normales de salinidad para un agua de bebida. Los protocolos de análisis físico/químico que se corresponden con la localidad de CEIBAS indican un agua salobre, que verifica la necesidad de trazar un acueducto para importar agua desde una zona que provea agua potable. Registros de analisis fisico/químico en función a tiempos de extracción durante un ensayo de bombeo en el pozo n1 en Perdices.

Análisis del agua	anal1(hora cero)	anal2(hora +3,40)	ana3(hora +13,45)
Ph	8,61	7,7	8,23
Color	2,0	2,0	2,0
Aspecto	límpido	límpido	límpido
Sedimentos	no	no	no
Turbiedad	1,7	1,7	1,7
Nitrito(N02)	<0,05	<0,05	<0,05
Amonio(NH4)	<0,05	<0,05	<0,05
Cloruro	20	19	19
Alca total(C03Ca)	455	450	455
Dure total(C03Ca)	265	265	265
Hierro total	<0,1	<0,1	<0,1
Conductividad (mmhos/cm)	582	590	586
Residuo total	471	484	475

Datos de perforaciones en la localidad de Ceibas, a una profundidad de -28mbbp en una Escuela n26, registran calidades no potables; otra escuela n12 (-12mbbp) límite de potabilidad; pozo familiar(-12mbbp)sobre el límite de potabilidad, pero mejor calidad que la primera. Una laguna natural (materia orgánica en exceso) y pozo (-13mbbp)familiar, no son potables. Los análisis de tres pozos en Ceibas, muestran una salinidad elevada por las características químicas del agua y sobreexplotación en un acuífero libre. El perfil hidrogeológico de la región permite definir capas con salinidades en el fondo del perfil. El acuífero que se capta esta sobreyacente al agua salada y por sobre bombeo genera finalmente agua de una concentración superior al acuífero, en el pozo que se explota. Una filtración vertical ascendente esta reconocida desde hace mucho tiempo, en acuíferos de la llanura Chaco Pampeana, estudiada inicialmente por autores desde un comienzo, como Gollan y Lachaga. El perfil de la locación de Perdices, comienza aproximadamente: con una capa superior de arcilla con material calcáreo subordinado. Se continúa, cantos rodados (sin determinar tamaño de grano) con limos y arcillas. Finalmente el acuífero, que está en una arena productora, con 12metros de potencia. La profundidad final no se conoce, pero por referencias a -40 mbbp con filtro de 8" y 10 metros de longitud, más 2 metros con un tapón de fondo. El pozo 2 ubicado a unos 300/350metros del pozo 1, tiene características similares. Se realiza un ensayo de bombeo para tener definidos los parámetros y conocer la respuesta del acuífero a extracciones prolongadas. Finalmente la ejecución del ensayo se ratifica través de las 12 horas de bombeo.

La duración efectiva del mismo es de 8 horas de bombeo, más 5 horas en recuperación, hacia el estado de equilibrio del pozo. Así queda una relación entre oferta y demanda del pozo y lo que egresa compense con la recarga. Conservándose el pozo productor a través del tiempo de la explotación. El caudal de explotación no genera impacto negativo al acuífero, según sus caudales de extracción. Después de un ensayo de 8,30 hs de depresión se llegó a un nivel dinámico de -27,51mbbp, estable. La profundidad total de la explotación se determina en unos -45mbbp a un caudal máximo de 42m3/h. Se establece 36m3/h para una explotación equilibrada, sin problemas. La recuperación, casi 100% en 8 hs de bombeo y 5 de recuperación. El pozo testigo (futuro pozo 2 de explotación) ubicado a 410 m de distancia del pozo p1 se deprime 0,87metros durante 8,30 hs de bombeo recuperando en 8,26 hs un 98% sus niveles con un caudal de pozo de bombeo de 42m3/h, sobre un caudal de explotación diario que debe oscilar a valores menores como ser 36 y 39 m3/h aproximadamente. Se recomienda explotar los pozos alternativamente bombeandolos unas 6 horas cada uno, a un caudal que no supere 36 m3/hora, establecidos por la formula de oferta hidráulica del pozo con la demanda. Por otro lado, los análisis físico/químicos permiten conocer si hay estabilidad en la calidad del agua, durante la explotación, en esta zona de Las Perdices. Un análisis físico/químico, al comienzo, al medio del ensayo y al final del mismo, definen las calidades según el cuadro de más arriba. Estos análisis físico/químicos estan dentro de parámetros normales.

### **2\*\*\*CHAJARI(Federación)**

Se accede por ruta N14 a 330 km de Paraná ciudad Capital y a 500km de Buenos Aires. A 30°44'51Sur y 57°59'52Oeste. Cota 62msnm. La población es de 30.000 habitantes. La fuente de abastecimiento poblacional es subterránea por medio de perforaciones hasta unos -40mbbp. Según perfil geológico e hidráulico de los pozos del perforista, se tiene entre -7/-13mbbp una greda y arcilla; entre -13/-19mbbp arcilla con piedra; -19/-25mbbp, una arcilla y canto rodado; -25/-31mbbp canto rodado y arena; -31/-37mbbp canto rodado y arena gruesa; -37/-43mbbp arena gruesa y arcilla azul. Se capta hasta los -38mbbp, con 10 m de filtros. El nivel estático es de -12,50mbbp, los caudales 90m3/hora hasta 100m3/h y más. Los elementos analizados solo muestran: Color 2; Turbiedad 0,9; Ph 7,6/6,8; Alcalinidad total 250mg/l; Nitritos <0,05; Amoníaco < 0,10. Se considera agua apta para consumo.

### **3\*\*\*COLON(Colón)**

Por ruta Nacional 14 al Norte de la ciudad de Concepción del Uruguay. Frente a Paysandú República O. del Uruguay. A 32°13'16Sur y 58°08'37Oeste. Cota 21msnm. La ciudad contiene unos 19.288 habitantes según el censo de 2001; tiene por fuente recursos superficiales que provienen del río URUGUAY. Desde allí por medio de una planta potabilizadora con capacidad para sostener a la demanda con unos 700 m3/hora, se distribuye por medio de dos tanques reserva hacia la red de distribución. Por supuesto la fuente del río se considera frente a esta demanda, prácticamente ilimitada. No obstante existen acuíferos como la Fm Ituzaingó que son sedimentos arenosos fluviodeltaicos de edad plioleistocena, con afloramiento en el río Uruguay. El agua es de buena calidad con Residuo Seco de 500mg/l. Existe en Colón el uso de agua desde un acuífero confinado surgente para balneoterapia, interviniendo el acuífero Guaraní. Datos perforación: -1.502mbbp, caudal 135m3/h, presión de boca 2,1kg/cm2 y Conductividad 1180 uS/cm.

### **4\*\*\*CONCEPCION DEL URUGUAY(Concepción del Uruguay)**

Esta localizada sobre margen derecha del riacho Itapé, afluente del río Uruguay a 300 km de la ciudad de Paraná, Capital de la provincia, por ruta P39 y ruta N12 y 300km de la ciudad de Buenos Aires. A 32°28'46Sur y 58°14'22Oeste. Cota -16msnm. El censo de 2001 registra 65.000 habitantes. El abastecimiento de agua potable es por medio de agua superficial a través de una planta de tratamiento con una oferta de hasta 22.000 m3/d. La demanda del sistema de agua necesaria es de un 68% más a la de 22.000m3/d. Los caudales mínimos medios diarios del río Uruguay, oscilan alrededor de los 200m3/s, por ejemplo para la estación Paso de Los Libres(Corrientes), cercana al límite con la provincia de Entre Ríos. La relación entre los caudales del río y el necesario para la oferta de la planta, presentan una gran diferencia de magnitud. Considerando los análisis físicoquímicos históricos de Obras Sanitarias de la Nación(OSN), del río Uruguay a la altura de la ciudad se tiene: Color 56;

Turbiedad 100; Ph 7,8; Residuo a (105°C) 84mg/l; Dureza 25mg/l; Alcalinidad 30mg/l; Cloruro Sulfato 3 y 9mg/l respectivamente. Nitrato 1mg/l; Sílice 14mg/l; Calcio y Magnesio 8 y 2mg/l; Sodio y Potasio 7mg/l; Fluor 0,4mg/l y Arsénico menor 0,04mg/l hasta 0,01mg/l.

### 5\*\*\*DIAMANTE(Diamante)

Localizada de la ciudad de Paraná a unos 55km hacia el sur, por ruta provincial 11 sobre a orillas del río Paraná. A 32°04'08Sur y 60°38'42Oeste. Cota 53msnm.

Esta localidad tiene una población de 19.545 habitantes, según censo del año 2001. Corresponde una explotación desde una fuente subterránea, aunque la sobreexplotación de este recurso genera una salinización del acuífero, usado como fuente. El fundamento está en extraer menos agua(descarga) que la ingresada al acuífero (recarga). El proceso hidrogeoquímico de la salinización lleva un lapso de tiempo en materializarse; el reemplazo de pozos es una solución siempre que existan áreas disponibles de explotación posibles en el distrito determinado.

La alternativa como el uso de un acuífero profundo como el acuífero Guaraní, están condicionadas a la calidad. Las perforaciones de María Grande y La Paz dan 99.000 y 90.000 miligramos litro cada una, de residuo total salino. Las perforaciones de exploración son costosas por la profundidad, sin conocerse el beneficio, hasta perforar. Se estima que el flanco oeste de la provincia tendría prácticamente aguas subterráneas salobres. En la provincia se reconocen pocas perforaciones con agua dulce del acuífero Guaraní. Hasta 2004, estaba la perforación correspondiente a la ciudad de Federación.

El recurso hídrico subterráneo específicamente en Diamante, presenta caudales de 50 a 80 m3/hora, a una profundidad de -80/-100mbbp. El acuífero productor es la formación Paraná. Son arenas blanquecinas con algunos fósiles y formaciones calcáreas de origen marino. El piso del acuífero contiene arcillas pardo verdosas. El agua que demanda esta población de Diamante, es desde una fuente subterránea, por medio de 7 perforaciones. La provisión actual comienza en el año 1969 con tres perforaciones y caudales de 50 m3/hora de promedio por pozo. Actualmente existe un incremento de la salinización por la Dureza en el agua, pero es de destacar que los promedios de extracción en la explotación, después de más de 36 años, son de unos 100 m3/hora. Se aprecia una sobreexplotación, produciéndose así incrementos salinos.

Diamante respecto a los análisis físico/químicos históricos (1942) OSN 5010, en pozos semisurgentes muestran buena calidad físico/química. Un Residuo salino a 105° con concentraciones de 998mg/l. Alcalinidad de 540mg/l; Cloruro 55mg/l; Sulfato 48mg/l; Fluor 0,8mg/l; Arsénico vestigios y un Ph 7,7.

Con referencia a las localidades mencionadas abajo, en esta provincia con aguas de buena calidad físico/química aunque presencia de Arsénico en otras localidades limitan la calidad, demostrado por análisis físico/químicos históricos de la OSN 1942/1946, con datos básicos en las distintas cuencas que se encuentran las fuentes.

Estos son, con abreviaturas valorando los elementos químicos en miligramos por litro:

- 1)Hernandarias: Pozo semisurgente(51592);Res 450;Cl 11; S04 62; F 0,2; As: V; Ph 7,5.
- 2)Pueblo Brugo:Pozo semisurgente(52591); Res 540; Alcal 310; Cl 28; S04 76; F 0,5;As: V.
- 3)Cerrito: Residuos sólidos 796 mg/l; Alca 380; Cl 81; S04 120; N03 1; Fe total 0,3mg/litro.
- 4)Aldea Santa María: No hay registros de datos específicos.
- 5)María Grande:P.semisurgente 2da napa, (52251).Res592; Cl 5; S04 55; F 0,8; As 0,08; Ph 7,6,4
- 6)El Pingo: (15666) Ph 7,7; Res 600;Cl 17; S04 68; As 0,06; F 0,8; Dure 135; Alca 380; N03 1mg/l.
- 7)Hasenkamp: Pozo semisurgente, usina(52314). Res 630; Cl 7; S04 43; F 0,8; As 0,06; Ph 7,5.
- 8)Sosa: Pozo semisurgente, finca FFCC(11114). Res 648; Cl 26; S04 14; F 0,5; As 0,04; Ph 7,7.
- 9)Tabossi: Pozo semisurgente, escuela(52255). Res 660; Alcal 505; Cl 3; S04 65; F 0,4; As 0,04;
- 10)Viale: Pozo semisurgente(52260). Res 644; Alcal 460; Cl 10; S04 39; F 0,4; As 0,04; Ph 6,9.
- 11)Segui: P. semisurgente(52256). Res 714; Alcal 393; Cl 23; S04 103; F 0,7; As 0,04; Ph 7,4.
- 12)Crespo: Est. FFCC, P. semisurgente(46054).Res 812; Alcal 500; Cl 72; S04 135; F 0,4; As 0,01; Ph 7,5.
- 13)Aranguren: Pozo semisurgente(53735).Res 844; Alcal 420; Cl 108; S04 150; F 0,6; As 0,04; Ph 7,8.
- 14)General Ramirez: Pozo semisurgente,(48131); Res 572; Alcal 408; Cl 12; S04 32; F 0,6; As 0,04; Ph 7,4
- 15)Camps: No hay registro. P.surg. Interpol. con Crespo(a 9km)y Gral Ramirez (a7km), agua buena calidad.
- 16)General Racedo: Pozo semisurgente(11123); Res 760; Alcal 442; Cl 22; S04 121; F 0,5; As 0,04; Ph 7,6.
- 17)Libertador San Martín: Residuo 1160; Alca 497; Cl 159; S04 305; Mn 0,4; Fe total 0,15; N03 6.
- 18)Aldea Valle María: pozo 1er napa(52575); Res 1380; Alcal 388; Cl 288; S04 376; F 0,2; As: v;
- 19)Aldea Protestante: Pozo semisurgente(10340).Res 1000; Alca432; Cl 88; S04 43; F 0,9; As 0,04; Ph 7,5.
- 20)Ströbel:Estación FFCC. Pozo semisurg(10342).Res 912; Alca 462; Cl 90; S04 68; F 1,6; As 0,12; Ph 7,2
- 21)Puíggari(pozo somero)Anál.11120. Res 555; alca 402;Cl 14; S04 16; F 1,7; as 0,08; N03 30.
- 22)Puíggari (pozo somero). Análisis 11121.Res 612; alca 395; Cl 32; S04 20; F 1,3; As 0,06; N03 78.
- 23)Aldea Salto (Pozo semisurg).Análisis 10334. Res 720; alca 452; Cl 14; S04 95; F 0,5; As <0,04; Ph 7,3.
- 24)Pueblo Bellocq(Pozo semisurg).Análisis 11488; Res 755; alca 480; Cl 15; S04 124; F 0,7; As 0,16; Ph 8,2
- 25)Aldea San Rafael,Pozo semisurg. Anál 11129.Res 1450;alca 412; Cl208; S04 348; F 0,6; As <0,04; Ph 7,6
- 26)Bovril(Pozo semisurgente) Anal.exOSN52324.Res 1220;alca 478;Cl 146;S04 302;F 0,6; As <0,04; Ph 7,5.

27)Alcaraz.Análisis 52312. Pozo semisurg; Res 1600;alca 406;Cl 248;S04 447;F 0,6;As 0,06; y un Ph 7,8.

28)Aldea Brasileira(Pozo) 52573: Res 670; alca 484; Cl 7; S04 24; F 1,5; As 0,1; Ph7,6.

29)Aldea Maria Luisa(Pozo) 11220.Res 672; alca 405; Cl40; S04 41; F 0,4; As 0,04; Ph 7,8.

30)Spatzenkutter(Pozo semisurg) 10336.Res 704; alca 494; Cl 15; S04 29; F 1,7; As 0,1; Ph 7,7.

Estas localidades tienen el abastecimiento desde una fuente subterránea, en general sus calidades no varían con los tiempos de explotación, encontrándose dentro de las normas de calidad del agua. Salvo casos puntuales con algún elemento específico, las sobreexplotaciones por mal manejo del recurso pueden ocasionar conos de interferencia entre los ejes de pozos y salinizaciones laterales desde el fondo, en casos que el perfil hidroquímico del acuífero responda a mayores concentraciones salinas en el fondo que en parte alta del mismo acuífero. El recurso subterráneo en promedio registra caudales promedios entre 40 y 80 m<sup>3</sup>/h y 100m<sup>3</sup>/h a profundidades menores y de -90 a -110mbbpozo.

#### **6\*\*\*ESTACION CAMPS(Diamante)**

Esta ubicado este paraje cercano a la ruta N12 a unos 56km de Paraná, entre las localidades de Crespo(9km) y Gral.Ramirez(7km), por camino de tierra. A coordenadas 32°06'38Sur y 60°13'46Oeste. Es el punto geográfico más elevado en la provincia a una cota de 119msnm. Contiene una población actual (2008) de 120 habitantes. La fuente son pozos semisurgentes(dos). Se considera que los acuíferos productivos están entre -90 y -120mbbp con caudales hasta 100m<sup>3</sup>/h. No se conoce el equilibrio del sistema que podría estar por debajo de estos caudales. En cuanto a las calidades del recurso, se tiene sólo análisis referente a la Conductividad de 697uS/cm. Se considera un agua potable.

#### **7\*\*\*FEDERACIÓN(Federación)**

Esta nueva ciudad se encuentra emplazada a orillas del lago Salto Grande, es una nueva locación desde el año 1979. Su acceso es por la ruta Nacional 14 al Norte de la ciudad de Concordia. A 30°59'09Sur y 57°55'10Oeste. Cota 50msnm. Cuenta según el censo del año 2001 13.789 habitantes. La extracción del recurso se realiza por medio de perforaciones a profundidades que oscilan entre -40 y -50mbbp. Por el diagnóstico que se hace, se ejecutaron perforaciones en un pasado no lejano. Definida la oferta de agua subterránea a través de la totalidad de los pozos perforados para abastecimiento a la ciudad, ella es de 4000 m<sup>3</sup>/día. La locación está ubicada sobre un manto basáltico desde una profundidad mencionada de -40 a -50mbbpozo. Las perforaciones superan el número de 12 y son semisurgentes. Los caudales actuales según algunos pozos son (Pozo1:P1) P1: 21 m<sup>3</sup>/h, P2: 48m<sup>3</sup>/h, P3: 45m<sup>3</sup>/h, P4: 65m<sup>3</sup>/h, P5: fuera servicio, P6: fuera servicio, P7:50 m<sup>3</sup>/h, P8:29m<sup>3</sup>/h, P9:48 m<sup>3</sup>/h, P10: fuera servicio, P11: 65 m<sup>3</sup>/h, P12: 65 m<sup>3</sup>/h, P13: 25 m<sup>3</sup>/h, P14: 25 m<sup>3</sup>/h.La producción total suma 4.229 m<sup>3</sup>/día, los habitantes actuales (2004) son 14.004 habitantes con dotaciones medias de 302 litro/habitante/día. Análisis físico/químico histórico(53780): Estación ex ferrocarril Urquiza: Residuo seco 570mg/l; Alcalinidad 228mg/l; Cloruro 66mg/l; Sulfato 90mg/l; Fluor 1,5mg/l; Arsénico 0,04mg/l; Ph 8,3. En las Termas de Federación fluyen 450m<sup>3</sup>/h a una temperatura de 42,5° C, y una presión de casi 6 kg/cm<sup>2</sup>. Cristalina y caudalosa, el agua potable del complejo surge desde una profundidad de 1.268 metros del Acuífero Guaraní.

#### **8\*\*\*FEDERAL (Federal)**

La localidad de Federal está sobre la ruta nacional N27 que comunica con ruta N12, que conduce a Paraná, ciudad Capital. A 30°57'01Sur y 58°47'08Oeste. Cota 65msnm. Cuenta con 16.633 habitantes al año 2001. La perforación de agua potable responde a Colonia Federal, que es una localidad ubicada a 5km de la ciudad de Federal; como referencia se toman datos que se poseen de pozos existentes en la ciudad principal. Los perfiles de estos pozos indican como profundidad final de perforación unos -40 mbbpzo. Los análisis físico/químicos, dan un agua de buena calidad, dentro de los límites permitidos por las normas. Reconociendo la homogeneidad geomorfológica y geológica de la región y debido a que los puntos geográficos son muy cercanos, para este caso en particular, se puede extrapolar la información hidrogeológica de un área a otra, convalidar que la perforación responde a -40mbbp a igual cota topografía, con caudales de 6.000 litros hora. Análisis físico/químicos históricos OSN 52734: Un residuo salino total 778mg/l; Alcalinidad 392mg/l; Cloruro 72mg/l; Sulfato 12mg/l; Fluor 0,5mg/l; Arsénico 0,04mg/l; Ph 7,9.

### **9\*\*\*GUALEGUAY(Gualeguay)**

Se llega a esta ciudad desde Paraná Capital, por ruta P11. Es una población de unos 30.000 habitantes(2007). A coordenadas 33°08'11Sur y 59°19'10Oeste. Cota 15msnm. La fuente subterránea se sustenta con una batería de pozos (19), que se explotan a profundidades que oscilan entre -35/-50mbbp dentro de la ciudad, lo que es proclive en estos pozos cortos una contaminación antrópica debido a pozos negros (bacterias y nitratos). Debajo de los +-45mbbp se tiene el Mioceno salado. Al sur de la ciudad se explotan (parque industrial) caudales de 25m3/hora profundidades de -35mbbp en pozos de 8". Dada la relación población (demanda) con la oferta comprometida para satisfacerla, se posibilita como mejor recurso el uso de agua superficial del río Gualeguay, atención a la contaminación antrópica(8km en Puerto Ruiz), más complicado el uso de agua del río Paraná con mejor calidad por la traza y distancia 36km.

### **10\*\*\*HERNÁNDEZ(Dto.Nogoyá)**

Esta localidad esta ubicada cerca de ruta N12 a 85 km de Paraná, antes de Nogoyá. A 32°20'14Sur y 60°01'34Oeste. Cota 96msnm. Cuenta con una población de 1801 habitantes según el censo de 2001. Se adjunta un perfil con características generales del sistema acuífero en la región, según se puede verificar por otras fuentes de información. Así indica un loess hasta los -24,50mbbp. Luego le sigue una formación impermeable entre -24,50 y -27mbbp. Entre -27mbbp y -48mbbp Una arena arcillosa que pasa a una arena media a media gruesa. Luego una arcilla azul entre -48mbbp y -71mbbp. Entre -71mbbp y -110mbbp. arena fina hasta una arena media. Se continúa con una arcilla rosada. El dibujo muestra un filtro de captación en el tramo de la arena media, a unos -80mbbp hasta el fondo, unos -110mbbp. La capa freática esta a los -8mbbp. El nivel piezométrico de la primera capa a los 16,00mbbp y el 2do nivel a los -32,50mbbp. No se indican caudales de oferta del pozo. Se puede estimar en unos 30m3/hora. El análisis de agua presentado a nivel físico/químico de los elementos analizados es potable según Anuario Dirección Laboratorios de OSN, 1946. Residuo 662mg/l; Dureza 132mg/l; Alcalinidad 402mg/l; Cloruro 30 y Sulfato 75mg/l; Plomo 0,6mg/l; Arsénico 0,04mg/l; Nitrato 1mg/l; Ph 8,2; Turbiedad 0,2 y Color 2.

### **11\*\*\*GRAL GALARZA(Gualeguay)**

Es una localidad emplazada al sur de la provincia a unos 190 km de su Capital Paraná por ruta N12. También cerca de Gualeguaychú(al sur) por acceso de tierra y enlace a la ruta N12. A 32°43'13Sur y 59°23'39Oeste. En Cota 53msnm. Cuenta con una población de 4.150 habitantes según el censo de 2001. Esta tiene servicios de agua y cloacas. El servicio de provisión de agua se realiza por medio de 4 perforaciones semisurgentes, presentando las calidades físico/químicas de sus aguas, una concentración en Nitrato, fuera de los valores normales de 45 mg/l, CAA.

El detalle de los pozos es el siguiente según lo aportado desde la Cooperativa:

Pozo 3. Profundidad -42mbbp. Caudal 18 m3/hora; Pozo 5. Profundidad -53,20mbbp. Caudal 42m3/h; Pozo 6. Profundidad -58mbbp. Caudal 42m3/h; Pozo 7. Profundidad -42mbbp. Caudal 42m3/h. Es de señalar que las perforaciones están todas ubicadas dentro del égido urbano. Si bien existe un servicio de redes cloacales, la presencia de nitratos en concentraciones elevadas, es debido a la existencia residual de dicho elemento en los antiguos pozos negros existentes en todo el égido urbano. Una investigación incluyó un censo de pozos, determinó una zona a una distancia entre 2,7 y 7 km de la población, hacia el Noreste el Este y el Estesudeste con bajas concentraciones en el elemento Nitrato(es el sector Este de la ruta N12 a la altura de la localidad). En el censo hidrogeológico el pozo orden n35 rinde un caudal de 40 m3/hora con una profundidad de -63mbbp. Su conductividad eléctrica es de 564 uS/cm. El acuífero esta en la Formación Ituzaingó, arenas fluviales plioleptocenas. Estudiado por autores como De Alba, Iriondo, Filli, Auge y otros. En base a información analizada, correspondiente a la Cooperativa local, datos de la D.H.P.y la Dirección Provincial de Obras Sanitarias de Entre Ríos (OSER), la zona ubicada al Este del radio urbano cruzando la ruta N12 es la que presenta mejor aptitud para captar al recurso, en los caudales determinados.

### **12\*\*LA PAZ(La Paz)**

La ciudad de La Paz está ubicada a 170 km de la ciudad de Paraná por ruta N12; a 462 km de la Ciudad de Buenos Aires. A 30°44'35Sur y 59°38'30Oeste. Cota 43msnm. Cuenta con una población de 24.716 habitantes registrado por el censo del año 2001. La fuente es un recurso subterráneo, alumbrada por 10 perforaciones a una profundidad de +80mbbp, con un caudal promedio de 50 m3/hora cada pozo. La demanda está en 180 l/h/d. La fuente subterránea que se explota con perforaciones, debido a una alta concentración de Dureza y Sodio, debería desarrollarse hacia nuevas áreas de captación. Los análisis de optimización responden bien en zonas de pozos perimetrales al égido, los que presentan parámetros normales de calidad. El agua de los pozos, sus calidades, en estas áreas tienen parámetros normales. Por tanto esta es una zona a analizar para un futuro desarrollo. La relación oferta/demanda del sistema está a nivel demanda con 62.794 habitantes que gastarían unos 13.187 m3/día. Explotando unos 10 pozos a 50 m3/h c/u, se producen 6.000m3/día con 12 horas de bombeo, se gastan 4.449 m3/día. Los análisis físico/químicos dentro de parámetros normales. Análisis físico/químicos históricos OSN 45593 en un pozo: Residuo salino total 640mg/l; Alcalinidad 421mg/l; Cloruro 16mg/l; Sulfato 130mg/l; Fluor 0,5mg/l; Arsénico vestigios; Ph 7,1. Análisis físico/químicos históricos 45840: Agua superficial. Río Paraná a la altura de la ciudad de La Paz. Residuo total 140mg/l; Alcalinidad 35mg/l; Cloruro 32mg/l; Sulfato 18mg/l; Fluor 0,5mg/l; Ph 7,3; Turbiedad 75; Color 35.

### **13\*\*\*LA PAZ. Parajes Las Toscas, Tiribí, Chañar, Loma Limpia, El Gato(La Paz)**

La ciudad de La Paz está a 170 km de la ciudad de Paraná por ruta N12 y 462 km de la Capital Federal. Cuenta con una población de 24.716 habitantes al año 2001. Los parajes cercanos a la misma están mencionados en número de cinco. Se abastece de agua a una población muy reducida de 80 habitantes, como es el paraje de Las Toscas, en el Departamento La Paz. Existen perforaciones con bomba de mano con bombeo por varillas, en un pozo entubado en PVC reforzado de 90mm con un filtro de acero inoxidable. La localización de las viviendas es a lo largo de unos 12 km. de recorrido. Cada pozo está a unos -30mbbp de profundidad. Es necesario mantenimiento y conservación de la calidad del agua, en relación a la ubicación de otros pozos estableciendo un área cercana a 30 metros de radio, como zona protegida para cada perforación. Existe un pozo, con una producción con un caudal mínimo de 5 m3/h. El perfil hidrogeológico responde a la localidad de Paraje Isletas. Faltan análisis físico/químicos y bacteriológico del agua de la localidad del TIRIBÍ. Debe contemplarse su desinfección, puesto que al extraer agua de una bomba manual hacia un recipiente, se puede contaminar con facilidad, al no contener bacteriostáticos el agua de consumo.

### **14\*\*\*LAS TOSCAS(La Paz)**

Por ruta provincial P1, al noreste(+75km) de la ciudad de La Paz se encuentra Las Toscas. Entre San Víctor y Montiel. A 30°29'16Sur y 59°05'17Oeste. Cota 60msnm. Sin datos censales al 2001 y al censo de 1990. Datos en el lugar estiman unos 80 habitantes( 2002). Captación con un pozo profundo. Paraje Tiribí: La población son 58 personas(2002), por medio de una captación profunda entubada en 90 mm con filtro de acero Johnson, se obtiene agua. En la zona se encuentran sistemas acuíferos ubicados entre -30 y -50 metros de profundidad. Con caudales de 5m3/h y superiores. Sin problemas de salinización. Paraje Chañar: El abastecimiento por medio de pozo profundo y someros. Suponiendo un acuífero a captar de agua freática, se clora el sistema para asegurar la calidad bacteriológica. Paraje Loma Limpia y El Gato: Se adopta un sistema de bombas manuales igual que las anteriores. Indica el peligro de contaminación por Nitratos de aguas freáticas que se van a captar. Balanceando la crítica posición de los pobladores frente al recurso hídrico y ninguna posibilidad de captación (solamente se toma agua cruda de bajos, charcos, cañadas), el recurso de bombeo de agua cruda desde -30mbbp presenta probabilidades de un recurso de calidad. Aplicar instrucciones y clorar el agua aportando agentes bacteriostáticos. Finalmente reducir el impacto de contaminación a la fuente con mitigación de acciones antrópicas circundantes.

### **15\*\*\*MACIA(Tala)**

Esta localidad dista 150km de la ciudad de Paraná y a 37 km de Rosario del Tala. Esta ubicada en el distrito Raices Sud al noroeste del Dto Tala. El censo de 2001 registra unos 5228 habitantes. A 32°10'21 Sur y 59°24'09Oeste. Cota 78msnm.

La Cooperativa, cuenta con 4 perforaciones a unos -60mbbp. Pero la calidad no resulta apta para consumo humano según parámetros de normas de análisis. Los análisis físicoquímicos muestran en general niveles elevados de residuos totales, cloruros(496mg/l) y sulfatos(840mg/l) Algo de dureza demostrado en un agua de red muestreada en un domicilio particular. Los caudales de explotación son de 25 m3/hora; se incrementan los residuos disueltos totales a través de solo 2 años de explotación. Lo que indica una inestabilidad en el sistema acuífero a través de la extracción, generando desequilibrio en dicho sistema. Una solución es captar con pozos explotándolos a menores caudales para preservar la aptitud de la misma fuente. Existe una zona favorable al NNE de dicha localidad a unos 4.000m de distancia, donde captaba antiguamente la ExOSN con pozos y acueducto de fibrocemento de 6", con contenidos salinos dentro de normas de potabilidad. La experiencia sostenida por la exOSN, importa para desarrollar pozos de explotación en la zona NNE, aunque se recomienda menores caudales de extracción para preservar la aptitud del recurso. En este campo existen dos perforaciones con caudales de 25m3/h cada uno. Desde allí pasa a una cisterna que deriva a un acueducto de 140mm, saliendo un caudal explotado de 50m3/h, durante todo el día hacia la población, hasta sendos tanques con 40 y 70m3 de capacidad. Análisis físicoquímicos de OSN, Anuario de la Dirección de Laboratorios(1946)Buenos Aires dan lo siguiente: según pozo y napa analizada dan diferente concentración de iones, así el pozo 1 a primera napa a -32mbbp, es no apropiada por exceso de Sulfato, Hierro y Manganeseo. Residuo 1695mg/l; Ph 7,7; Cloruro 36mg/l; Sulfato 902mg/l( a -40mbbp, Sulfato 118mg/l); Cloruro 36mg/l; Fluor 1mg/l; Arsénico <0,04mg/l; Hierro total 0,6mg/l. Maciá pozo3 napa III, Residuo salino1531mg/l; Ph 7,7; Cloruro 152mg/l; Sulfato 567mg/l; Fluor 1,1mg/l; Arsénico <0,04mg/l; Hierro total 0,1mg/l; Dureza 265mg/l;Alcalinidad bicarbonatada 367mg/l.

### **16\*\*\*MARIA GRANDE(Paraná)**

Por ruta P32, cruce desde el norte o desde el sur, por ruta 12 a la ciudad de Paraná. A 31°39'46Sur y 59°54'00Oeste. Cota 91msnm. Cuenta con 7.101 habitantes con el censo de 2001. Actualmente la fuente subterránea de la zona alimenta a unas 5 perforaciones. El caudal horario de extracción total es de 280m3/h, lo que define como promedio unos 56 m3/h por pozo. Otra perforación a una profundidad de -100 mbbp con caudales de 12m3/hora. No indica la procedencia de la fuente, se estima que se trata del mismo sistema. Las calidades son buenas con un STD(sólidos disueltos totales de 672mg/l. Nitrato/Nitrito/Amoníaco 0,05/0,01/0,05mg/l respectivamente, bajas concentraciones de Cloruro y Sulfato: 58/104 mg/l. Análisis físico/químico histórico OSN 52251. Pozo semisurgente. Residuo seco 592mg/l; Alcalinidad 413mg/l; Cloruro 5mg/l; Sulfato 55mg/l; Fluor 0,8mg/l; Arsénico 0,08mg/l; Ph 7,6; Nitrato 3,5mg/l. Arsénico a niveles altos para consumo. Las normas indican Arsénico 0,05mg/l para Argentina.

### **17\*\*\*ORO VERDE(Paraná)**

Por la ruta P11, a pocos kilómetros de la ciudad de Paraná hacia el Sur. A 31°49'31Sur y 60°31'04Oeste. Cota 83msnm. Cuenta con 2.403 habitantes al año 2001. Existe una perforación que esta ubicada entre los -110/-120 metros bajo boca pozo. Se explota a la obra con una caudal de aproximadamente 70 m3/h, que se usa para alimentar a parte de la población, junto con otro pozo. Como información de la calidad de las aguas se adjunta, un pozo de la localidad a una profundidad de -119metros, con aguas a un nivel de calidades físico-químicas excedido algo en Dureza y Hierro. Otro pozo explotado , con caudales de 7m3/h, con aguas de mejor calidad para consumo. El análisis físico/químico de dicha agua, esta también dentro de parámetros normales. Un tercer pozo en el área explotada, donde existen mejores calidades de agua. Con caudales de explotación de 60 m3/h. Los espesores del acuífero parecen demostrar identidad con ese caudal. Los caudales del pozo con valoresores, como 7 m3/h, genera concentraciones (menores) debajo de límites permisibles en Hierro y Dureza. Un manejo adecuado del recurso es explotar un pozo a 60m3/h y el otro a 10 m3/hora.

Como apoyo a la medida de profundidades de perforaciones necesarias, se documenta un trabajo de Toma, Duarte, Graizaro y Sione de Paraná(Entre Ríos), donde certifican perforaciones en la localidad y áreas aledañas a profundidades de -120mbbp y -130 mbbp, con calidades de potabilidad. Según los análisis aportados, corresponde perforar cercano al égido urbano actual.

#### **18\*\*\*OSVALDO MAGNASCO(Concordia)**

Esta ubicada al noroeste de la ciudad de Concordia, a una distancia de 15 km. A 31°18'50Sur y 58°03'10Oeste. Cota 40msnm. Contiene 892 habitantes, por el censo de 2001. El acuífero esta en una arena cuarzosa con granulometría media a grande. Hacia arriba, el acuífero esta aislado por una arcilla(acuífugo). Arcilla Punta Gorda?. Profundidad de la perforación es de -45mbbp. Los caudales 3,5 m<sup>3</sup>/h. Caudal específico 1,75 m<sup>3</sup>/h/m. No hay datos de transmisividad ni coeficiente de almacenamiento. Niveles estáticos -13mbbp y dinámicos -15 mbbp. Calidades físico/químicas a nivel de un Residuo total de 204 mg/l. Un agua de características de salinidad baja.

#### **19\*\*\*PARAJE PUERTO VÍBORAS (Paraná)**

Paraje cercano a Hernandarias a orillas del Río Paraná ruta P7, acceso ruta nacional 12, a la ciudad capital Paraná. Se analiza la aptitud del agua en el paraje Puerto Víboras cercano a Hernandarias 7 kms al sur. Esta localidad, está ubicada muy próxima a la de Santana cuenta muy pocos habitantes(menos de 100). A 31°16'12Sur y 60°00'31Oeste. Cota 59msnm. Se documenta una perforación a -93metros de profundidad.

Se perfora un pozo realizándose un ensayo de bombeo a 48 horas, con caudales a 48 m<sup>3</sup>/hora, que origina depresiones de 6 metros. Los análisis físico/químicos dan residuos secos entre 716 y 625mg/l, en análisis históricos y del año 1999. Las profundidades de los pozos, en el departamento de Paraná, están en promedio en los -98metros, según un estudio de aptitud del agua subterránea, en los Departamentos de Paraná; Diamante y Nagoya, de la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Paraná. Los residuos de dichas aguas están dentro de parámetros normales. La localidad de Hernandarias cercana a Puerto Víboras muestra un análisis histórico OSN 52592/93 de un Pozo semisurgente. Dos análisis: Residuo salino total 450/380mg/l; Alcalinidad 290/210mg/l; Cloruro 11/4mg/l; Sulfato 62/20; Flúor 0,2/0,3; Arsénico 0,05/0,05; Ph 7,5/7,3. Ph neutro esta en 7 (equilibrio entre soluciones ácidas y básicas).

#### **20\*\*\*PASO de LAS PIEDRAS(Paraná)**

Desde la ciudad capital de Paraná, por ruta nacional 12 a localidad de La Picada(27km al Este) y por ruta secundaria unos 26 km, hacia el ENEste. Contiene la población unos 266 habitantes según el censo de 2001. Teniendo en cuenta, aspectos básicos de la fuente de agua subterránea, los datos de la química del agua y sus caudales, los mismos están dentro de los parámetros de diseño normales para la zona. Estos valores son: una profundidad del pozo -65mbbp y un registro de caudales de 9 m<sup>3</sup>/hora. La electrobomba con caudales para extraer de 7,8 m<sup>3</sup>/hora. Los análisis físico/químicos dan agua de calidad apta. Con estos datos se puede facilitar un suministro de agua en calidad y cantidades adecuadas a la región. Interpolando se observa en: Racedo a 15km al Norte aguas con conductividades de 911uS/cm. En Espinillo 25 km al Sudoeste, conductividades de 2650uS/cm a -72mbbp. Tabossi a 20km al Sudeste en un semisurgente, Residuo 660; Alcalinidad 505; Cloruro 3mg/l; Sulfato 65mg/l; Fluor 0,4mg/l; Arsénico 0,04 y Sosa a 18km al Este-sudeste: Pozo semisurgente, finca FFCC(11114). Res 648; Cl 26; S04 14; F 0,5; As 0,04; Ph 7,7. Ver 5/localidad de Diamante.

#### **21\*\*\*SAN JAIME DE LA FRONTERA(Federación)**

La localidad está en el límite de la provincia de Corrientes se llega por ruta N127 hasta Paraná ciudad capital previo cruce en el Pingo a ruta N12. La población actual esta en unos 4.200 habitantes(censo 2001). A 30°19'58Sur y 58°19'05Oeste.Cota 78msnm.

Se conoce la existencia de tres pozos en la ciudad de la exOSN. Tienen profundidades de -82mbbp, donde se extrae agua con bombas de 15HP de potencia. Equivalentes a caudales de 35m<sup>3</sup>/h en cada una de dichas perforaciones. Los niveles estáticos a -12mbbp y los dinámicos muy cercanos a ND : -14mbbp. Se estima que se explota una 3ra. napa, por existir dos horizontes suprayacentes(-20mbbp; +a -42mbbp y en uso -80mbbp).



La calidad físico química del agua según análisis históricos de pozos del FFCC contiene aguas con 685mg/l de residuos salinos; Ph 7,7; Dureza 123mg/l; Alcalinidad 498mg/l; Cloruro y Sulfato 4 y 32mg/l respectivamente; Fluor 0,8mg/l y Nitrato 3mg/l; Arsénico 0,04mg/l. Registros actuales en un pozo de la exOSN a profundidades de -80mbbp, sus calidades indican conductividades de 585 umho/cm y un STD 526mg/l; Cloruro 23mg/l; Sulfato 25mg/l; Sodio 125mg/l; Calcio 57mg/l; Magnesio 3mg/l; Nitrato 5mg/l; Nitrito 0,05mg/l; Dureza total 25mg/l; Ph 7,05. El agua es apta para consumo humano según los parámetros analizados.

#### **22\*\*\*SAN JOSE DE FELICIANO(Feliciano)**

Se puede arribar por la ruta N12 desde Paraná, luego en Piloto Ávila por ruta provincial 1 hasta la localidad. A 30°23'01Sur y 58°45'05Oeste. Cota 66msnm. Su población según el censo del 2001 es de 11.107 habitantes. A la fecha(2007) explota unos cuatro pozos, que están ubicados en distintos puntos del núcleo urbano. Respecto a las perforaciones existentes se presentan a una profundidad de -150/-150/-180 y -180mbbp. Sus depresiones están a unos -14/-16,35/-16,50 y -16,50mbbp. Los caudales son similares. Así se tiene caudales de 60/50/60 y 60 m3/hora. Por medio de un aforo en uno de los pozos se aprecia una depresión de 16,35metros. Se obtiene un caudal específico de 3,63 m3/h/m para caudales de 60m3/hora. Los análisis físicoquímicos muestran aguas con residuos Sólidos Totales Disueltos de 1536 y 1145 mg/l para sendos pozos respectivamente. Nitrato 15 y 14 mg/l. Sulfato 260 y 250 mg/l. Cloruro 352 y 113 mg/l. Dureza total 236 y 146 mg/l. Ph 7,28 y 7,24. Según los elementos analizados resulta un agua apta en su calidad.

#### **23\*\*\*SANTA ELENA(La Paz)**

Ubicada en la margen izquierda del río Paraná. Tiene acceso desde la ciudad de Paraná por la ruta N12, distando de Buenos Aires unos 480km. Sus coordenadas son 30°56'44Sur y 59°47'14Oeste. Cota 65msnm. Tiene una población de 17.658 habitantes, según censo de 2001. La fuente de captación es superficial con aguas del río Paraná hacia una planta de tratamiento.

#### **24\*\*\*VILLA DEL ROSARIO(Federación)**

Esta ubicada por la ruta N14, desde Chajarí, por camino consolidado unos 12km hacia el sudeste. A 30°47'41Sur y 57°54'45Oeste. Cota 66msnm. Cuenta con una población de 3.488 habitantes, según censo del 2001. Como datos que permitan perforar pozos en esta localidad, le corresponde valorar extrapolaciones desde el ámbito hidrogeológico. Se debe considerar la localidad de Chajarí a 12 km de Villa del Rosario. Esta posee un sistema de abastecimiento subterráneo con una batería de pozos a profundidades entre -35mbbp y -50mbbp, con buenos caudales de explotación, 70/90 m3/h, según la perforación. Los niveles estáticos en -12 y -14mbbp. Un perfil litológico muestra entre -7/-19mbbp grava y arcilla; entre -19/-25mbbp arcilla y arena; entre -25/-37mbbp arena gruesa; entre -37/-43mbbp arena gruesa y arcilla azul; -43/-49mbbp arena y rodados; -49/-55mbbp arcilla azul y entre -55/-61mbbp arcilla azul, arcilla con rodados. La calidad del agua analizada por laboratorio Provincial, es apta para consumo humano, análisis parcial. Turbiedad 0,9; Ph 6,8; Alcalinidad total 100mg/l, Nitrito 0,05mg/l; Amoníaco(NH4<sup>+</sup>)0,10mg/l; Color 2. Considerando otros datos de la ciudad de Nueva Federación, para interceptar los registros de valor hidrogeológico, ubicada a 27km en línea al sur de Villa del Rosario. Cuenta con un abastecimiento subterráneo con una batería de 15 perforaciones para cubrir la demanda actual, con caudales promedio de 37m3/h a profundidades entre -50/-55mbbp, con buenas calidades físicoquímicas. Análisis físico/químico exFerrocaril Gral.Urquiza(exEstación Federación)contiene Residuo seco 570mg/l; Alcalinidad 228mg/l; Cloruro 66mg/l; Sulfato 90mg/l; Fluor 1,5mg/l; Arsénico 0,04mg/l y Ph 8,3. Es de destacar que actualmente se usa un pozo termal(-1260mbbp) para cubrir parcialmente la demanda de agua poblacional.

#### **25\*\*\*VILLAGUAY(Villaguay)**

Sobre la ruta provincial 130 y cruce con ruta P20 hasta ruta P18, a la ciudad de Paraná. A 31°51'44Sur y 59°01'44Oeste. Cota 51msnm. Contiene a 32.027 habitantes, según el censo de 2001. La oferta de agua, se realiza por medio de perforaciones semisurgentes distribuidas en la ciudad, con lo cual se abastece a gran parte de la población(85%).

Un perfil de pozo en la zona es el siguiente: Napa freática en acuífero Pampeano, hasta -22mbbp; arcilla limosa -22/-28mbbp, formación casi impermeable; -28mbbp/-60mbbp definiendo arenas finas/medianas/gruesas en orden descendente. Conforman el acuífero Puelche-Ituzaingó. Se presenta un parque con 15 perforaciones en uso, con caudales extremos entre los 120 m<sup>3</sup>/d y 15 m<sup>3</sup>/día, pasando por 40/50/60/100m<sup>3</sup>/hora, con consumos de energía en Kw/hora, entre 32 y 5. Los análisis físico/químicos de las aguas dan una conductividad de 640 uS/cm; Calcio 28mg/l; Sodio 165mg/l y Sólidos disueltos totales de 448mg/l. No tiene presencia de Nitrato(<0,1mg/l), Sulfato 35 mg/l, Ph 7,1. Es necesario realizar siempre descontaminaciones bacteriológicas del agua librada al consumo. Los análisis físico/químicos históricos exOSN 47512, en un pozo semisurgente en esta localidad muestran un Residuo salino 500mg/l; Alcalinidad 386mg/l; Cloruro 30mg/l; Sulfato 57mg/l; Fluor 0,8mg/l; Arsénico: vestigios; Ph 7,4. Otros análisis octubre 2007(Pozo 1 ex OSN 1940)tiene color 2; Turbiedad 0,5; Ph 7,1; Alcalinidad 42mg/l; Nitrito 0,05mg/l; Amonio 0,01mg/l. Perforistas de la zona indican agua óptima entre -40 y -60mbbp. A mayor profundidad mayor aumento de Sulfato. A profundidades de -40mbbp tiene Nitrito 0,01mg/l; Nitrato 0,1mg/l; Calcio 33mg/l ; Magnesio 5,7mg/l; hierro 0,1mg/l y Sulfato 25mg/l.

# FORMOSA

Las regiones hidrogeológicas son denominadas según el área como 4) Llanura Chaco Pampeana Árida y 5) Llanura Chaco Pampeana Húmeda.

## **1\*\*\*ARGENTINO ALEGRE(Pirané)**

Desde la ruta N81, en Pirané ruta P3 hasta Salado, luego ruta P21 a ruta P23, cercano a Colonia Potrero Norte(25°46'38Sur y 59°26'40Oeste, cota 90msnm). Tipo de acuífero libre/semilibre entre una profundidad de -6mbbp y -14,5mbbp. La litología es de arena fina a muy fina. La profundidad total de la perforación es de -14,5mbbp. El caudal es 1,5 m3/h. La transmisividad es de 15 m2/día y el coeficiente de almacenamiento de 0,10. La permeabilidad del acuífero es de 1,8 m/día. La calidad físico/química del agua según ex Obras Sanitarias de la Nación, es potable.

## **2\*\*\*EL POTRILLO-MOSCONI(Ramón Lista)**

El Potrillo está al Este de la localidad de General Enrique Mosconi (límite Provincia de Salta) al Norte de Palmar Largo y próximo al río Pilcomayo. A 23°09'33Sur y 62°00'21 Oeste. Cota 205msnm. El Potrillo tiene una población de 2.350 habitantes con el censo de 2001. Información secundaria permite reconocer los datos de rendimiento de pozos con caudales de 2,5 m3/hora. Con un caudal específico calculado de 0,62 m3/h/m. No se conocen ensayos de bombeo, curvas de depresión/tiempo y otros elementos que permitan tener más conocimiento del acuífero. Los parámetros químicos están dentro de niveles normales. La perforación de explotación según un perfil esta a una profundidad de -21mbbp; niveles estáticos -12 mbbp; filtro del sistema de captación entre +-18 y +-20 mbbp.

## **3\*\*\*ESTANISLAO del CAMPO(Patíño)**

Acceso por ruta 81, desde la ciudad capital Formosa entre las localidades de Ibarreta y Pozo del Tigre. A 25°03'21Sur y 60°05'25Oeste. Cota 114msnm. Tiene una población de 4.055 habitantes al año 2001(censo). La localización de la colonia Juan Alberdi y de la escuela, es 2 km antes de llegar a la población de E. del Campo. El agua que se obtiene de origen superficial es por medio de los llamados madrejones donde se colecta el agua. Las geoformas naturales están definidas con los cauces de ríos abandonados que han perdido capacidad de transporte principal. Se separan del curso principal formando geomorformas de meadialunas abandonadas. Estas son recargadas prioritariamente con agua (de lluvia) que se reduce por la acción del consumo por la vegetación herbácea y arbustiva. Una definición vulgar de meandro es la de cuerpos de agua formando brazos muertos del río original. Los trabajos que se realizan para explotar como recurso superficial son un reconocimiento del área, extensión, volumen del cuerpo y límites, detectar áreas potenciales y reales de contaminación de origen humano y animal y posibles tratamientos por presencia de sedimentos que generan la turbiedad del agua. Tratamiento con filtros lentos. Análisis físico/químico histórico de perforaciones de OSN56378. Pozo a balde (poco profundo). Residuo total 504mg/l; Alcalinidad 320mg/l; Cloruro 40mg/l; Sulfato 70mg/l; Fluor 0,5mg/l; Arsénico <0,04; Ph 7,9.

## **4\*\*\*ESTANISLAO DEL CAMPO/POZO DEL TIGRE(Patíño)**

Pozo del Tigre (3.948habitantes) entre Estanislao del Campo(4.055habitantes) y Las Lomitas(10.354habitantes). Se accede por ruta P81 desde la ciudad capital de Formosa. A 24°53'50Sur y 60°19'14Oeste. Cota 123msnm. La conducción de agua desde el río Bermejo a la zona de demanda, se puede realizar a través de sistemas de paleocauces desde el reservorio de laguna YEMA, o desde el bañado de La Estrella, que se corresponde con el área del río Pilcomayo.

El aumento de dificultades en el escurrimiento del río Bermejo, en su cuenca alta, se ve presente por los aportes irregulares de este, sumando positivamente la cuenca reguladora de YEMA, ubicada al norte del río y al Oeste de la zona de demanda. Analizando en detalle el paleocauce con la presencia diferencial de distintos tirantes de agua y de áreas mojadas, la ausencia parcial de agua en determinadas superficies del plano del paleocauce y albardones y la presencia de humedades diferenciales en los sedimentos limoarenoso fino/medio, (en general suelos francoarenosos), genera el crecimiento de volúmenes de especies vegetales, en corto tiempo, con lo cual las variaciones del coeficiente de rugosidad aumentan en el canal del paleocauce.

El valor de rugosidad de 0,0343 esta dado por un calculo para superficies naturales limpias, (en el caso de vegetaciones) valor difícil de mantener en corto tiempo en el cauce por incremento de costos de mantenimiento del paleocauce. Se adopta un valor superior al teórico, considerando mayor rugosidad en el fondo del canal natural, por ejemplo,  $n = 0,0552$  donde se parte a la fórmula de Chézy. Las ventajas de la reactivación de paleocauces se puede dar por lo siguiente:

1) Factor positivo de transmisibilidad y permeabilidad del terreno 2) Mejor pendiente del flujo 3) Saturación el subálveo y mejor fluencia como canal, evitando pérdidas por infiltración 4) Obras de movimientos de suelos pueden atenuarse 5) Los albardones laterales contienen al agua del canal 6) menos impacto antrópico hacia la naturaleza, se vuelve al mismo sistema hídrico que fue en el pasado. Pozo del Tigre: Análisis físico/químicos históricos exOSN 47126/27 y 47511/48566. Corresponde a aguas de perforaciones de: 1ra/2da/3ra/4ta napa, con RST ó residuos salinos totales de 3.456/29.408/57.136/63.400 mg/litro. Los parámetros son indicadores que a mayor profundidad se tiene mayor grado de salinidad en el agua subterránea. Con ello se observa la necesidad de captar recursos superficiales, disponibles en las cuencas correspondientes a los ríos Bermejo y/o Pilcomayo u otros.

#### **5\*\*\*FORMOSA(Formosa)**

Se accede a esta ciudad capital por la ruta N11 desde Resistencia ubicada hacia el sur. Hacia el norte la comunica con la ciudad de Clorinda. A 26°11'05 Sur y 58°11'10Oeste. Cota 63msnm. El censo de 2001 da una población de 209.187 habitantes. La fuente de captación es superficial, desde el curso del río Paraguay. Posee un acueducto con una longitud de 2.700m de agua cruda y 1200mm de diámetro, que desde la costa del mencionado río la transporta hasta una planta de tratamiento de agua. Esta nueva planta Eva Perón tiene una capacidad de producción de 147.000m<sup>3</sup>/día, para más de 200.000 personas, con una cobertura total proyectada por casi dos décadas.

La calidad del agua cruda del río Paraguay es: Residuo total 187mg/l; Turbiedad 58; Ph 7,4; Dureza total 22mg/l; Alcalinidad 30mg/l; Cloruro 38 y Sulfato 30mg/l; Nitrato 1mg/l; Flúor 0,3mg/l; Arsénico 0,04mg/l(promedio). Datos históricos. Anuario Dirección Laboratorios OSN año 1946.

#### **6\*\*\*HERRADURA(Lahisi)**

Se accede por la ruta nacional 11, desde la ciudad de Formosa, hacia el sur por un cruce con la ruta P1 en Tatané hacia el sur. A 26°29'21Sur y 58°18'48Oeste. Con cota de 60msnm. Contiene una población de 2.333 habitantes al año 2001(censo). Con referencia a la fuente de agua, se utiliza una laguna reducida con una superficie de 2 hectáreas, con una profundidad promedio de -3metros, según la topografía. Su origen esta definido por una dinámica fluvial dentro de los procesos de formación de las geoformas llamadas meandros que pueden evolucionar hacia lagunas, ligadas al propio curso de agua que las origina. Por falta de aporte continuo se seca, quedando este reducido; cuenta con sedimentos de granulometría diferencial(arena/limo/arcilla), con capacidad de almacenaje del recurso. El curso principal aquí es el riacho El Salado. Por origen este cuerpo tiene una circulación restringida, que origina problemas en la calidad del agua. Este sistema funciona por la recarga proveniente del agua de lluvia, agua de la napa freática y también por aguas superficiales que provienen de topografías más altas. La descarga es por vectores de evaporación e infiltración en menor parte.

Los problemas de calidad, sobre todo bacteriológica se incrementan cuando existe pobre circulación de agua en el reservorio natural hacia los depósitos de captación. Según los análisis del agua cruda, sin tratamiento, las mismas muestran presencia de colonias bacterias. El agua es potable previa corrección utilizando filtros rápidos a presión(arena) y clorado.

### **7\*\*\*LAGUNA GALLO(Pilagás)**

Por rutas P3 y P16 hasta ruta P81 hasta la ciudad de Formosa. A 25°15'58Sur y 58°44'34Oeste. Cota 85msnm. Cercana a esta localidad, está la escuela n108, Florentino Ameghino. La fuente subterránea esta representada por un acuífero libre y/o semilibre con arenas finas (con contenido de cuarzo, felsdepsato y turmalina). Los caudales son bajos del orden de 1,7m3/h, con caudales específicos de 0,35m3/h/m. El nivel estático de -3,5mbbp. El radio de interferencia generado por el pozo al explotarlo, con estos caudales es de 140 metros. Transmisividad de 50 m2/d y el coeficiente de almacenamiento de  $1 \times 10^{-2}$ . La permeabilidad del acuífero es de 10m/día. En cuanto a la calidad físico/química del agua, la misma presenta concentraciones de residuos totales del orden de los 2.700 mg/l. Según las normas, para Sólidos Totales Disueltos máximos son de 1.500 mg/l. Código Alimentario Argentino.

### **8\*\*\*LAGUNA NAICK-NECK(Pilcomayo)**

Los accesos son por la ruta 86 desde la ciudad de Clorinda. A 25°13'14Sur y 58°07'40Oeste. Cota 79msnm. Cuenta con 2.115 habitantes, al año 2001. La fuente de agua se desarrolla a través de un acuífero del tipo semiconfinado, según los datos de almacenamiento, porque no se posee perfil litológico para definirlo. La profundidad de la perforación es de -15mbbp. El caudal 2,60m3/h. Caudal específico o índice de productividad es 0,950 m3/h/m. La depresión de 2,70metros. Transmisividad 50 m2/día y el almacenamiento es:  $S = 0,003$ . La permeabilidad del acuífero es de 9 metros por día. No se conoce la calidad físico/química del agua de esta perforación.

### **9\*\*\*LAS LOMITAS(Patíño)**

Por la ruta provincial 81, desde Formosa, entre las localidades de Teniente Brown y Juan G.Bazán. A 24°42'09Sur y 60°35'45Oeste. Cota 132msnm. Cuenta con 10.354 habitantes al año 2001. Existe una Planta de tratamiento de agua potable, en la localidad. La captación de agua a la planta se realiza por un sistema de bombeo y canales, que proviene desde el norte del Bañado La Estrella, cuenca del río Pilcomayo, llega al arroyo El Madrejón y de allí a una represa. También desde el embalse Laguna Yema (río Bermejo), por un canal de 95 km que llega hasta proximidades de Las Lomitas, se deriva agua que finalmente la capta una planta de tratamiento. El sistema funciona desde el año 1985, sin problemas de oferta y calidad. Así se tienen caudales que ingresan para alimentar la demanda. Se poseen datos para una población de 4.700 habitantes que consumen 340 m3/día. Los caudales se consideran con una oferta consistente, si se considera al Bañado La Estrella desde la Laguna Yema. Los análisis físico/químicos, del agua cruda del madrejón, están dentro de los parámetros normativos. El tratamiento con una planta posibilita que baje el color de 150 a 15 (color 5). Se pueden detectar bacterias aeróbicas >100, el límite es <100. También en el campo físico/químico, se tiene una baja salinidad la fuente, con alrededor de 200 mg/l de SDT(sólidos disueltos totales). Análisis físico/químicos históricos exOSN 56375/76 de pozos con Residuos totales de 24.095mg/l; Cloruro 1.420mg/l; Sulfato 14.000mg/l; Arsénico 0,04mg/l; Ph 7,5. La única alternativa de captación es la superficial.

**10\*\*\*Localidades varias.** Se indican Parámetros de Transmisividad(T), Almacenamiento(S), Caudal Específico(Qe), Permeabilidad P

**9.1 Soldado Dávalos(Pilagás):** T 30 m2/d; S  $1,5$  a  $4 \times 10^{-3}$ ; Permeabilidad 3 m/d.

**9.2 Villa Real:** T 35 m2/d, S  $4 \times 10^{-3}$ ; P: 8 m/d; Caudal Específico 1,5 m3/h/m. A coordenadas 25°04'08Sur y 58°32'20Oeste. Cota 82msnm.

**9.3 Comandante Larrabure(Patíño):** T 35 m2/d; S  $3 \times 10^{-3}$ ; permeabilidad 5 m/d; índice de productividad ó Qe: 0,7m3/h/m. Calidades físico/químicas aceptables ?.

**9.4 San Martín 1(Patíño):** T 30 m2/d; S 0,05; permeabilidad 3 m/d; Acuífero libre. Calidad aceptable. Contiene 85 habitantes al año 2001.

**9.5 Pozo de Navagán(Patíño):** T 25 m2/d; S  $1 \times 10^{-2}$ ; permeabilidad 4 m/d; calidad química aceptable.

**9.6 Misión Tacaagle(Pilagás):** T 30 m2/d, S  $2 \times 10^{-3}$ ; permeabilidad 4 m/d; (Qe) caudal específico 0,9 m3/h/m. A coordenadas 24°58'33Sur y 58°49'21Oeste. Contiene 2.034 habitantes(2001).

### **11\*\*\*PIRANE(Pirané)**

Por la ruta P81 desde Formosa, desvío en ruta P3 cruzando Gran Guardia(ruta P16). A 25°43'39Sur y 59°06'39Oeste. Cota 86msnm. Cuenta con 19.124 habitantes, según el censo de 2001. El agua potabilizada se genera a partir de volúmenes represados, desde una fuente superficial. Dentro del análisis geomorfológico de la cuenca, se detalla la laguna o Estero de Pirané, con un fondo plano y aguas permanentes, que es utilizada como recarga de represas existentes. Con una altura de agua de 1,50 metros, en períodos de máxima bajante puede llegar hasta 0,50metro. No se tienen antecedentes locales que esta laguna se seque. La longitud de la misma llega hasta 8 km y su alimentación es realizada desde cauces definidos desde el sector noreste. La capacidad de almacenamiento es de unos 20 Hm3 con espesores de agua de 0,87metros.

La cuenca, si define con fotografías aéreas suman unas 32.000 Hectáreas, el espejo de agua en períodos normales tiene 2.300 Ha, según estudios del Centro Regional Agua Subterránea San Juan. En años muy secos se comprobó los volúmenes de la laguna son de 4 Hm3 y la altura de agua es de 0,17metros. Pirané cuenta con una vieja represa de 40.000m3 de capacidad (año 1985) y dos represas más proyectadas que alcanzan la capacidad. Parámetros básicos para los cálculos de los volúmenes de la oferta son las precipitaciones: Los datos de precipitaciones de estudio de fuentes, indican una precipitación media anual del período considerado de 1153mm de lluvias, con una mínima anual de 772mm y una máxima de 1784mm. La escorrentía que es de 0,20, que se considera medible en la zona. La infiltración: 300 mm/mes/Ha. El valor de la velocidad de filtración es bajo, debido al perfil del suelo (limos y arcillas subordinadas). La evaporación anual es de 1.534 mm, medida entre los años 1921 y 1951. Se considera que la capacidad del sistema hídrico puede alimentar a un sistema de represas. La captación en el año seco de 1967/1968, da un volumen acumulado de 45,31 Hm3. en la cuenca de aporte medida de 23.000Ha.

Para 1975/1976 otro año seco, se tiene en el reservorio natural de Pirané de 2.300 Hectáreas unos 3,43 Hm3/año, que es la fuente de agua a las represas. Con un coeficiente de escurrimiento de 0,20, para la zona.

En períodos de bajas precipitaciones, el Estero Pirané, aporta unos 3,40 Hm3/año, en su mayor parte se deriva a reservorios para disponer finalmente a una población. La solución final fue durante los años 2006 a 2007 se construyó una represa de grandes dimensiones que pueden almacenar más de 1.000.000 m3.

Las medidas de esta represa son de 930m x 370m x 3,20m. Análisis físico/químico histórico ex OSN 56503/56506. Residuo total 612/788mg/l; Cloruro 27/142mg/l; Sulfato 76/80mg/l; Fluor 0,7/1mg/l; Arsénico <0,04/0,04mg/l; Ph 7,6/7,8.

### **12\*\*\*POZO DE MAZA (Bermejo)**

Conocida también como Dr Luis de Gásperi. Por ruta N81 desde Formosa, desvío por ruta P39, desde la localidad de Ingeniero Juárez, unos 47 km a Pozo de Maza al Oeste del bañado la estrella y muy próximos Los Pocitos; vaca Perdida y Las Avispas. A 23°34'05Sur y 61°42'24Oeste. Cota 184msnm.

Cuenta Pozo de Maza con 510 habitantes al año 2001. Actualmente 852 + 1139 habitantes periféricos y La Rinconada, con 634 + 1085 habitantes periféricos.

Existe una perforación en la primera localidad, para adicionar caudales a otro pozo ya existente (perforación CFI/DRH/SPAP). Con respecto a Pozo de Maza, los datos de la perforación(DRH/SPAP/CFI) según perfil indica a: -0.00/-0.30mbbp.: suelo; -0,30/-3,60mbbp.: arcilla arenosa; -3,60/-14,5mbbp: arena gruesa color rojo; -14,5/-15,5mbbp: arcilla rojiza. Finalmente un acuífero en arena gruesa entre -15,50mbbp y -30,00mbbp. El ensayo de bombeo define caudales de 6.800 l/hora. Con un nivel estático de -13,15mbbp, un dinámico de -16.75mbbp, con depresiones de 3,6metros, caudales específicos de 1.900 l/h/m. Las calidades físico/químicas del agua del pozo de la escuela, estan con límites normales. Verificar Amoníaco. Los análisis físico/químicos dan los siguientes valores: Color 4; Turbiedad 7,4 expresados en unidades neferométricas de turbiedad (UNT); Residuo salino 1.831 mg/l; Dureza total 480 mg/l; Alcalinidad 177mg/l; Cloruro 418mg/l; Sulfato 336mg/l; Nitrato 5,6mg/litro; Amoníaco 1mg/l (0,20mg/l Código Alimentario Argentino); Hierro total 6mg/l; Arsénico no contiene; Calcio 92mg/l; Magnesio 61mg/l; Sodio 275mg/l; Potasio 39 mg/l. La Rinconada cuenta con un Pozo excavado, de 1,5 metros de diámetro y -3mbbp de profundidad, con prefiltro de arena/grava, con sistema de extracción a molino de viento.

### **13\*\*\*POZO del TIGRE/ESTANISLAO del CAMPO(Patíño)**

Estanislao del Campo(25°03'21Sur y 60°05'25Oeste. Cota 114msnm), está sobre la Ruta P81 desde Formosa, entre las localidades de Ibarreta y Pozo del Tigre (24°53'46Sur y 60°19'18Oeste. Cota 123msnm). Esta localidad cuenta con una población de 3.948 habitantes. Las fuentes para ambas localidades son de origen superficial, en parte por medio de un canal revestido a cielo abierto, desde Laguna Yema, al Oeste de ambas localidades mencionadas. En primer lugar se reconoce in situ las áreas que responden a las conducciones naturales y artificiales, estas últimas ejecutadas para transportar agua entre Pozo del Tigre y Estanislao del Campo. Se prueba la existencia de una comunicación entre ambas localidades, a través del riacho Guaycurú, depresiones naturales, canales desarrollados por la provincia, laguna Flores. Se reconoce un área, entre Pozo del Tigre y Las Lomitas, para verificar la geomorfología del lugar y las zonas deprimidas. Comprende una zona de paleocauces con y sin reactivación por obras. Los paleocauces ríos antiguos abandonados, donde solo quedan las herramientas del mismo, integrada por clastos formados por partículas de arenas, limos y arcillas, componentes sedimentológicos. La diferencia de permeabilidades entre el paleocauce y la estructura que los soporta, es fundamental para entender el problema. Son mucho más permeables los sedimentos del paleocauce, que su contenedor, posibilitando la función de roca almacén. El paleocauce como agente transmisor, receptor y de almacenamiento hídrico. La experiencia de reactivación en paleocauces es a través de la Dirección de Recursos Hídricos, como obra finalizada, desde un canal revertido con aguas de Laguna Yema a las Las Lomitas, de allí hasta Alte.Brown solo el cauce natural, falta un tramo de 30 km por un paleocauce, unos 15 km. por ruta hacia las localidades mencionadas arriba. La reactivación de paleocauces, comienza con una limpieza de masas vegetales, desde el eje del mismo hacia fuera en un ancho de 20 a 25 metros, para ambas márgenes. Aproximadamente 4 Hectáreas.por kilómetro. Luego el paleocauce con palas mecánicas, se limpia en un ancho total de 10 mts. y se rebaja unos 0,50 a 1 mts. en espesor promedio (canalización). La remoción, es de unos 2m<sup>3</sup>/m/lineal. La experiencia en el tramo terminado, tiene velocidades de recarga al paleocauce, desde el canal revestido hasta el punto de quiebre en Almirante Brown de 1 km.en 15 días. La fuente de agua, es el río Bermejo en este caso, que ingresa sus aguas en el punto llamado El Potrerito, desde allí por canal de sección 20x8metros, con una altura de agua de 4metros.. De allí por la reactivación del río Teuquito (sus paleocauces), unos 45 km.de distancia hasta el canal revestido de hormigón sobre geotextil, se llega a la localidad de Las Lomitas, con un módulo máximo de 0,3 m<sup>3</sup>/s.de agua. En la salida del vertedero de 400 mm., se vuelcan unos 0,02 m<sup>3</sup>/s(72 m<sup>3</sup>/h), existiendo aguas arriba del canal, un cierre de compuertas. La fuente permanente esta en Laguna Yema, resistiendo el estiaje del río Bermejo con 20m<sup>3</sup>/seg., existiendo capacidad en estiaje del embalse de unos 60Hm<sup>3</sup>. que equivale a 256 Hm<sup>3</sup> con volumen completo. La litología de los paleocauces, comprende limos arenosos finos y medios. En parte una granulometría hasta de arcilla impidiendo un sistema de aporte de agua para posteriormente extraerla (en este caso como suelos franco arenosos). El espesor oscila entre 1/2/3 metros de potencia y 10/15 metros de ancho. Las pendientes son de 1,165% y 1,120 %. En un pasado geológico ocupaban dimensiones mayores. Son los vulgarmente llamados “caños” de una granulometría que origina una permeabilidad superior al suelo que lo contiene. Sobre este manto arenoso discurre un cauce seco que en algunos tramos puede llegar a tener 90 metros de ancho por una solera de 16 mts por unos 4 metros de tirante. Cuando se produce un vuelco de agua desde Laguna Yema en Las Lomitas, punto de partida del paleocauce hasta Almirante Brown, 35 km. de recorrido en dos meses, para saturar el paleocauce y afloramiento de agua. Con estos datos de espacio y tiempo, se tiene una velocidad de 0,006751 m/seg.(7 mm por segundo). Sería la velocidad de escurrimiento antes de que aflore el agua. El dato de velocidad de escurrimiento es de 0,20 m/seg.(superior valor real), partiendo de caudales de aporte, del canal de Laguna Yemma de 0,3 m<sup>3</sup>/s. Considerando el ingreso de agua al paleocauce, se produce la saturación de arena en el mismo y aguas arriba del canal, a 300 metros.entra en régimen con un tirante de agua de 1 metro, por tanto a unos 300 m de ese punto, abajo, se esta saturando en litología un sedimento limo arenoso del paleocauce. Caudales superficiales I: Velocidades por secciones. Igual a 0,006751 m/seg x 5,00 m<sup>2</sup>, equivale 0,033 m<sup>3</sup>/seg., unos 121 m<sup>3</sup>/hora. Caudales subterráneos II: Pendiente x Sección x Permeabilidad. Será igual a 0,0016 x 18,50 m<sup>2</sup> x 0,324 m/h, equivale a 9,59 litros/hora. La permeabilidad por tabla Casagrande y Fadum, según granulometría es de  $9 \times 10^{-3}$  (0,009cm/s).

#### **14\*\*\*RIO MUERTO/GUADALCAZAR(Bermejo)**

La localidad de Río Muerto se accede por ruta P81, desde Formosa se cruza la ruta P39 a Pozo de Maza, luego camino Las Avispas(45 km al Este). A 23°36'33Sur y 61°19'00Oeste. Cota 173msnm. Cuenta con población rural y rural dispersa, totalizando unos 3.181 beneficiarios (censo 2001). La localidad de Río Muerto, cuenta con una perforación explotada con un molino de viento y en la otra localidad cercana de Guadalcázar existe una electrobomba impulsada con energía solar. La existencia de numerosos paleocauces en la provincia, hacen factible la alternativa de tener agua en esas estructuras, si bien presentan en general bajos caudales y salinidades dentro del límite de potabilidad en muchos casos. Existe una superficie equivalente a 616.000 Hectáreas, en el oeste de la provincia, que corresponden solo a paleocauces. En cuanto al bañado La Estrella, es una planicie de inundación donde van a desembocar los desbordes del río Pilcomayo. Proximalmente a estas unidades, el agua está a -1 metro de la superficie del terreno, aunque con bajos caudales en cuanto al rendimiento de los pozos de extracción. Respecto a Río Muerto, la ubicación del pozo para extracción de agua por molino, se considera aceptable. Respecto a Guadalcázar es una perforación profunda, la que generará aguas más salinas.

#### **15\*\*\*VILLA ESCOLAR(Laishi)**

Villa Escolar se vincula a 6 km al sudeste, por ruta provincial 9 con Gral. Lucio V. Mansilla. Mansilla está ubicada a 72 km de Formosa por ruta Nacional 11 en dirección al sudoeste, en la margen izquierda del Río Bermejo. A 26°37'23Sur y 58°40'20Oeste. Cota -65msnm. Contiene una población de 1.261 habitantes al año 2001. La localidad está ubicada en la provincia geológica de la Llanura Chaco Pampeana (Russo, 1979; Torra R. 1994/98/posteriori). Los acuíferos explotados en llanura chaqueña se desarrollan dentro de edades cuaternarias y terciarias (García, 1998). A continuación se aprecia un cuadro de perforaciones de sondeos, en casos que no superan los -32mbbp.

POZO	Profundidad	Filtros	Diámetro	Nivel estático	Caudal	Conductiv.
Coop1	s/d	s/d	6	3,45	s/d	2640
Coop2	28	15/18	4	4,83	s/d	550
Coop3	30,8	25/31	4	4,54	s/d	160
Coop4	s/d	22/31	s/d	s/d	s/d	s/d
López	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	903
Bermejo	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	1080
Unidades	metros	metros	pulgadas	metros	m3/hora	uS/cm

En la actualidad a Villa Escolar se la abastece por dos pozos.

El pozo C2, tiene dos acuíferos en arenas muy finas, color castaño claro. El primero entre -7,5 y -19,7mbbp y el segundo entre -25,5 y -32mbbp. Por ensayo de recuperación la transmisividad da 78,2 m2/día. La permeabilidad es 4,89 metro/día. El caudal resultante es de 5m3/hora. A nivel de cuenca los pozos someros tienen una variación muy grande en las concentraciones salinas a nivel vertical y horizontal y en función también del tiempo de explotación. Las perforaciones explotadas tienen variaciones de conductividad entre 160 y 2.640 uS/cm.

#### **ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS:**

Elementos	CAA(1993)	PzCoop1	PzCoop2	PzCoop3
Año	s/d	4/1997	6/1997	9/1999
TDS	1500	s/d	s/d	s/d
Sólidos Totales	s/d	1813	863	943
Alca(CO3H)	s/d	78	615	670
Dureza	400	160	450	74
Arsénico	s/d	s/d	s/d	V
Flúor	0,6/0,7	s/d	0,5	0,2
Cloruro	350	190	16	31
Sulfato	400	s/d	73	92
Sodio	200	s/d	s/d	s/d



#### **16\*\*\*VILLAFañE VICENTE My (Pirané)**

Mayor Villafañe, entre Colonia Esperanza y Las Cañitas, con acceso desde la ruta N11 desde Formosa en cruce Tatané, por ruta P1 hasta Colonia Esperanza. De allí al oeste unos 12 km por camino secundario. A 26°12'11Sur y 59°04'31Oeste. Cota 83msnm. Contiene una población de 3.720 habitantes al año 2001. Las posibilidades son tomar agua potable a través de una captación en aguas superficiales desde la laguna denominada San Carlos y su cuenca de aporte. La misma recibe también un aporte desde el Estero Rodríguez, ubicado al norte de esta laguna. Los análisis físico/químicos aportados indican aguas de buena calidad. físico/química. En base a los datos aportados se realiza un cálculo de balance semicuantitativo, que indica resultados favorables. La laguna contiene una superficie de 6 Has con un tirante promedio de 4,50m. El volumen de reserva existente generado es de 270.000 m3. Considerando un tiempo futuro de 10 años con dotaciones de 120 l/h/día, más una población de 5.244 habitantes, los volúmenes de agua para cubrir suman 229.687 m3/año. Por tanto la laguna sin recibir aportes cubre más de un año las necesidades de consumo para los habitantes. Las precipitaciones son del orden de 1.100 mm al año, la evaporación de 752 mm y la lluvia eficaz (lluvia menos evaporación real) es 348mm/año. Los escurrimientos, se calculan por el método de la Curva Número, en su oportunidad, da un valor medio de 30%. Con 195 Hectáreas aproximadamente para el aporte, se cubren las demandas.

#### **17\*\*\*VILLA GRAL GÜEMES(Patiño)**

Su acceso es por ruta provincial 81, cruce ruta secundaria 95 al Norte, por Comandante Fontana, hasta cruce ruta P20. A 24°45'Sur y 59°29'Oeste. Cota 107msnm. Contiene 3.310 habitantes al año 2001. Existe un problema de abastecimiento de agua, desde hace años en Villa General Güemes, compensado parcialmente con alternativas de uso de otras fuentes. Las necesidades planteadas son de 50 m3/h, para 20 horas de consumo, lo que suma un volumen de 365.000 m3/año. La represa en desarrollo tiene una capacidad de 400.000m3. Se debe verificar por un lado a) La evaporación e infiltración del volumen del agua de la represa a un valor de tiempo (mes, año). De esa forma se cuantifica la oferta de la represa.

# JUJUY

Regiones hidrogeológicas 1)Puna Hacia el Oeste y 2) Cordillera Oriental-Sierras Subandinas y sus valles Centro y 3) al Este Piedemonte y Llanura Chaco Salteña.

## **1\*\*\*ABRA PAMPA I(Cochinoca)**

Esta localizada al Norte de la ciudad capital sobre la ruta Nacional 9, entre Tres Cruces y Puesto del Marquez. A 22°43'14Sur y 65°41'41Oeste. Cota 3487msnm. El censo de 2001 definió 9.425 habitantes. Existe para abastecimiento de agua potable como fuente subterránea en esta localidad, una batería de tres pozos en un acuífero tipo freático a una profundidad entre -18 y -36mbbpozo. Los niveles estáticos oscilan entre-12 y -15 m.b.b.pozo. Las perforaciones se usan alternadamente con caudales de 16 m3/hora en sendos pozos. Análisis físico/químicos OSN 53476. Corresponde a pozo del ex ferrocarril General Belgrano. Con un Residuo total de 360mg/l; Alcalinidad 105mg/l; Cloruro 32mg/l; Sulfato 88mg/l; Flúor 0,2mg/l; Arsénico vestigios; Ph 7,8. Otro análisis OSN 11206(1946) Ph 7,6; Residuo 360mg/l; Dureza 165mg/l; Alcalinidad 103mg/l; Nitrato 6mg/l; Sulfato 80mg/l; Flúor 0,2mg/l; Cloruro 31mg/l.

## **2\*\*\*APARZO(Humahuaca)**

Su acceso es por ruta N9, a la ciudad de Humahuaca luego ruta N73 a Pucará y luego Aparzo, unos 24km de camino consolidado. A 23°03'28Sur y 65°12'48Oeste. Cota 4.033msnm. Los estudios considerados definen captar agua desde la Vega I, vertiente III, con caudales del orden de 0,21 l/s. A fines de verano se afora la vía de agua, dando caudales de 0,34 l/s, con lo que pueden satisfacer las necesidades básicas. Los análisis físico-químicos, indican solo una Vertiente, no especificando cual de ellas. Los factores favorables para la captación y el área de libre ocupación, son positivos para una oferta que proviene de los denominados "ojos de agua" (ó manantiales). Aquí es necesario verificar contaminaciones que pueden determinar los vectores biológicos de todo orden (antrópicos, animal). Los análisis presentados no muestran contaminaciones de ese origen. La demanda para 120 habitantes, es de unos 14.400 l/día. Los valores de oferta alcanzan y superan los 14m3/hora, los análisis físico/químicos están dentro de los límites permisibles. Así la Conductividad es de uS/cm 354; Sólidos disueltos170mg/l; Fluor <0,1mg/l; Arsénico < 0,01mg/l; Cobre <0,05ug/l; Plomo 0,05mg/l; Hierro total 0,10 mg/l; Sulfato 26mg/l; Cloruro 20 mg/l; Nitrito <0,005mg/l; Magnesio 11 mg/l; Calcio 25 mg/l, Dureza 106mg/l.

## **3\*\*\*BARRANCAS-ABDON CASTRO TOLAY(Cochinoca)**

Esta localidad se encuentra sobre la Ruta Provincial 75, a 42 km al sur de Casabindo y Tusaquilla, departamento de Cochinoca y al sudeste de la sierra de Hincahuasi, límite con Salta. A 23°20'35Sur y 66°05'19Oeste. Cota 3.598msnm. Cuenta con 229 habitantes al 2001. La zona es recorrida por el río Barrancas, afluente del río de las Burras, perteneciente a la cuenca interior de la laguna deGuayatayoc. Se posee una toma de captación en el río Barrancas, ubicada a 4,5 km al norte del pueblo. La construcción de una galería filtrante, con su parte superior a nivel del cauce y su base enterrada a 2 m de profundidad, posibilita la toma de aguas desde el subálveo de este río. El caudal calculado es igual a  $C \times A \times (2 \times G \times h)^{1/2}$ , donde C es coeficiente de ranura 0,50; h es la carga hidráulica media con 0,50 m y g es la aceleración de gravedad 9,81 y A es área de ranuras con 0,038 m2. El área que responde a las ranuras en el caño cribado, mide 0,02m de longitud x 0,0015 m de abertura x 40 ranuras por metro de caño x 32 m de caño igual a 0,038 m2. Todo esto da 0,006 m3/s o 6 l/s. Con dos caños se tiene 12 l/s. Con un diámetro adoptado por cálculo de 0,10m se pueden captar en total 10 l/s, en cuanto al cálculo del dren. Sobre características de la fuente superficial que es el río Barrancas, se aprecia un aforo donde aproximadamente sacan 5 l/s ó 432 m3/d de dicha fuente. El análisis físicoquímico se analiza en la Empresa Aguas de los Andes.

#### **4\*\*\*CAIMANCITO (Ledesma)**

Se accede por ruta N34 desde San Pedro entre localidades de Calilegua y Urundel. A 23°44'21Sur y 64°35'48Oeste. Cota 380msnm. Cuenta con 5.403 habitantes al año 2001(censo). Registro de un pozo de agua en Caimancito. Los datos que responden tanto a análisis químicos como a los parámetros hidráulicos, están dentro de límites normales. La transmisibilidad es baja, característico de la litología que no es una roca franco arenosa. Se estima que no existe en la zona otra perforación por lo tanto no existen interferencias entre pozos. Se explota aproximadamente un caudal de 40 m3/horarios. Sin exceder el número de horas de explotación del pozo, no superando 15 horas de bombeo, el acuífero recupera sus niveles estáticos originales en 8,50 horas. Análisis físico/químico: Conductividad 1.015 uS/cm; Sólidos disueltos 508mg/l; Fluór y Arsénico <0,1 y <0,01; Sulfato 91 y Cloruro 24mg/l; Dureza 190 mg/l; Ph 7,8.

#### **5\*\*\*CIANZO(Humahuaca)**

Desde la ruta N9 Humahuaca, por ruta P73, pasando por Pucará, Aparzo y Palca hasta la localidad de Ciano, a pocos kilómetros de la frontera con la provincia de Salta. A 23°12'37Sur y 65°02'52Oeste. Cota 4157msnm. Los datos que se registran del agua que circula por la acequia de la Quebrada Los Sauces(caudal 9 l/s) y su análisis químico son normales. La ubicación de un dren en la Quebrada de Los Sauces, con permeabilidades en el subálveo esta definida por materiales de buena granulometría. El dren tiene un rendimiento de unos 3 m3/hora. Los caudales indican para el subálveo del arroyo Los Sauces, valores de 0,44 l/s, con calidades físico/químicas dentro de parámetros normales. Así las Conductividades son 1.807 uS/cm; Sólidos Totales Disueltos 904 mg/l; Fluór y Arsénico menor a 0,10 y 0,01mg/l respectivamente; Sulfato 213 mg/l;Cloruro 258 mg/l;Dureza 480mg/l; Nitrito 0,05mg/l; Ph 8,1.

#### **6\*\*\*CIENEGUILLAS(Santa Catalina)**

Por ruta N9 hasta la Quiaca y ruta P5 a Toquero hasta Cieneguillas. A 22°06'02Sur y 65°52'02Oeste. Cota 3.684msnm. Al censo del 2001 cuenta con 268 habitantes. Existe para la provisión de agua, un pozo a 8 metros de profundidad con un nivel estático de -4 mbbp, ubicado en el área poblacional. Cada casa tiene pozo negro, existe además zanja conectada a una pequeña laguna a 15 metros del centro sanitario y la escuela, donde son vertidas las aguas servidas. Algunos pozos negros, según la pendiente topográfica, inciden sobre el pozo de agua, contribuyendo a su carga contaminante orgánica. Se construye nuevo pozo, con captación al acuífero freático, que no interfiere en el área de los pozos negros y laguna de vertido, por ubicación en una topografía favorable. Otro pozo, ubicado al noreste del pueblo en una cota mayor a la del poblado, con lo cual al aplicarse el principio primario de emplazamiento de perforaciones, se aleja un problema cual es la contaminación antrópica, que provoca el vuelco de efluentes en niveles topográficos al sudoeste del área de la perforación. La obra consiste en un pozo cavado a -10 mbbp y gran diámetro (2 m), con capacidad de extracción de la bomba de 6m3/hora. La población actual (361habitantes), demanda 36 m3/diarios y en ese tiempo de explotación. Los parámetros indican aguas de salinidad baja. La Conductividad es 406 uS/cm; Sólidos disueltos 203 mg/l; Sulfato 49,5mg/l y Cloruro 16 mg/l; Nitrito<0,005mg/l; Fluor y Arsénico 0,1 y 0,01 mg/l; Ph 8. Desde el terreno hidrogeológico, se tiene en cuenta la relación riesgo/vulnerabilidad del acuífero y las localizaciones de las obras, correspondiendo ubicar las perforaciones en cotas positivas para evitar todo riesgo de contaminación. A 27km en línea recta hacia el Este esta la ciudad de La Quiaca con aguas con Residuos salinos de 425mg/l, Fluor 1mg/l y Arsénico 0,04mg/l; Cloruro 51 y Sulfato 94mg/l.

#### **7\*\*\*CORAYA(Humahuaca)**

Desde Humahuaca en dirección al noroeste, a unos 15 km de esta localidad. Por ruta provincial P14. A 23°09'48Sur y 65°26'37Oeste. Cota 3.395msnm. Los análisis físico/químicos del agua del arroyo Coraya (11 l/s); arroyo Despensa (0,1 l/s) y Ojo de Agua (s/datos) dan como resultado aguas dentro de parámetros de potabilidad, la calidad físico-química del agua se estima como potable. Se definen las fuentes potenciales de captación como:

- a) Aguas del subálveo del arroyo Coraya.
- b) Aguas del subálveo del arroyo Despensa.

c) Toma en el Ojo de Agua.

Los análisis físico-químicos de los arroyos mencionados, tienen bajas concentraciones de residuos y elementos químicos. La captación en el subálveo del arroyo Coraya, con una oferta de alrededor de 0,2 l/s, facilita la entrega de agua.

#### **8\*\*\*EL CHORCAN(Humahuaca)**

Este paraje (también Chorcán), ubicado desde la ciudad de Humahuaca por ruta N9 luego ruta N73 a Palca de Aparzo, allí por ruta P22, también unos 13km en línea hacia el Noroeste en la sierra de Zenta(caída sur), cerca límite con Salta. A 23°00'05Sur y 65°10'02Oeste. Cota 4.521msnm. Cuenta con una población de 110 habitantes (1998). Actualmente la fuente de agua, esta desarrollada a través de un manantial (vega: depresión húmeda, llana y fértil con vegetación herbácea). La fuente más importante superficial, es la del arroyo Chorcán, ubicado aguas arriba de una escuela, con caudales aforados de 20 l/s a comienzos del mes de marzo. La fuente, definida por tres vertientes, ubicadas arriba de esta escuela, e integrada por vegas, donde el agua se alojada en los sedimentos, emergen en una carpeta de vegetación gramínea, llamada vega. La vertiente I es la más próxima a la escuela, con caudales de 0,09 l/s, que en época de estiaje se reduce más su caudal, es la que se usa actualmente. En una zona topográficamente más elevada se ubica la vertiente II con caudales de 0,16 l/s. La 3er vertiente, aporta muy bajos caudales. Considerando la hidrología subterránea se parte desde un basamento hidrogeológico definido por rocas de edad cámbrica, arriba sedimentos aterrazados del cuartario, con alta permeabilidad y ubicada en posiciones deprimidas, forman acuíferos libres laminares. La hidroquímica de las aguas da resultado favorable, dentro de límites de potabilidad, para las tres fuentes. El arroyo Chorcán afluente del Varas, con aguas Bicarbonatadas sódicas; la vertiente 2 es Bicarbonatada cálcica-magnésica y sódica. Como una alternativa se puede captar aguas desde el subálveo del arroyo Chorcán.

#### **9\*\*\*EL FUERTE(Santa Barbara)**

Desde San Pedro(ruta N34) por ruta P1 y ruta P6 entre Aguas Blancas y Sta Barbara(Sierra del Centinela). A 24°15'50Sur y 64°25'06Oeste. Cota 1.709msnm. Cuenta con 580 habitantes según el censo de 2001. La provisión actual de agua se realiza a través de una captación de agua en el álveo del arroyo Nogalar. Existe un análisis en la toma en zona de erosión que suma material sedimentario, lo que genera turbidez al agua. La toma es un dren a -2 metros de profundidad en la unión de los cursos de agua de dos vertientes. Se ubica en un mismo subálveo. Los datos de aforo avalan las vertientes como recurso hídrico, con una capacidad de unos 3,2 l/s. El dren aporta caudales en una ubicación en la profundidad mencionada arriba. Algunas calidades físico/químicas son: Color 4; Turbiedad expresada en unidades nefelométricas de turbidez 1,5 y un Ph 8,3 (alcalino).

#### **10\*\*\*FINCA BUENA ESPERANZA. El Angosto(Santa Catalina)**

El paraje La Finca B.E. ubicado en el distrito El Angosto a 3.556msnm, con cordenadas geográficas 21°53'19Sur y 66°12'42Oeste. Departamento de Santa Catalina, en el extremo norte de la provincia de Jujuy, límite con Bolivia. Desde la Quiaca a Santa Catalina(a 3.770msnm y 332 habitantes al 2001) por ruta P5 luego hacia el Oeste por camino secundario unos 30km. Cuenta con una población de 115 habitantes (2001) con gastos de agua de 10.000 litros por día. La Vertiente Hornillos a 21 km al sur del Molino y a unos 3.520msnm, afora caudales de 0,95 l/s. No se conoce si el aforo responde a un período de estiaje. La base de la vertiente esta en un mismo nivel topográfico del llamado río Grande de San Juan. (Los lugareños afirman que esta vertiente tiene características de permanente). Un sector apropiado para captación, es el Morrito ubicado en una vega, es depresión húmeda llana y fértil, con vegetación herbácea denominada Puca Abrita. El caudal que se capta es 0,32 l/s, según datos de la fuente. La vega Puca Abrita, esta compuesta por tres Vertientes: I, II y III. Se capta aquí, por medio de drenes transversales al escurrimiento, con drenes topo en dirección de la corriente. En total suman 23 metros la longitud de los drenes transversales y 9 metros los drenes topo. El caudal es de 11,52 m3/hora ó 0,32 l/s. Los análisis físico/químicos, están dentro de parámetros de normas de potabilidad con residuos salinos de 540 mg/litro, para la vertiente Hornillos y 443 mg/l para la vertiente Puca Abrita. El calculo de drenes topo dan los siguientes caudales: La vertiente I (norte)toma

con sus drenes 0,12 l/s. La vertiente II (central) toma unos 0,10 l/s. Final la vertiente III (sur) toma por drenes 0,10 l/s de agua.

#### **11\*\*\*HIPOLITO YRIGOYEN ó ITURBE(Humahuaca)**

Se accede por la ruta N9 de Humahuaca al Norte. Desde la localidad de Tres Cruces por ruta N9 hacia el noreste. Coordenadas 22°58'41Sur y 65°21'01Oeste. Cota 3.344msnm. El paraje de La Banda, está en las proximidades de la localidad de Hipólito Irigoyen (1.285 habitantes al 2001). La fuente es un curso de agua, captándose desde un subálveo, por medio de una galería filtrante. Los aforos que se ejecutaron dieron resultado en ese subálveo, tras sucesivas mediciones, en un tiempo de 20 segundos, volúmenes de 2250 cm<sup>3</sup> ó 7,5 litro/minuto. Se ejecutan 4 transectas en un corte transversal al subálveo, dando un volumen de 18 litros en 145 segundos medidos. La oferta es 10.725 litros/día ó 0,447 m<sup>3</sup>/hora. Este caudal llevado a la medida unitaria del metro cuadrado de sección, equivale a 11,80m<sup>3</sup>/día (suma de volúmenes unitarios, que abastece una dotación de 180 l/h/día, a la población). Si bien no se conoce la sección total del paleocauce, se estima mayor área de aporte total con varios metros cuadrados de sección. Las calidades físico/químicas del agua, están dentro de parámetros normales, aunque se trata de un agua de contenido hiposalino. Tanto cantidades como calidades de agua se consideran aceptables.

#### **12\*\*\*HUACHICHOCANA(Tumbaya)**

Por ruta N9 desde San Salvador de Jujuy hasta el acceso a Purmamarca, cerca del camino a la Cuesta de Lipán, luego una ruta secundaria a la localidad. Coordenadas 23°43'35Sur y 65°36'06Oeste. Cota 3150msnm. Es una población de altura, con solo 45 habitantes(2001) La provisión se realiza a través de agua superficial, que proviene desde una acequia del río Huasamayo. Se capta agua por medio de un dren (caño perforado de PVC), de 26m de largo, a una profundidad de -2metros., Dicho sistema está instalado en una vertiente cercana al río Huasamayo. El origen de esta vertiente se produce por la intersección de areniscas paleozoicas impermeables y sedimentos modernos permeables, provenientes de un cono aluvial, con un escurrimiento hídrico, que se da en un plano entre las dos litologías. El caudal estimado es de 1.500 m<sup>3</sup>/día (caudal río más la vertiente). Los análisis físico/químicos indican aguas de calidades potables. Los caudales suman 8,1 l/s incluyendo todos los "ojos de agua" que se originan en el contacto entre rocas (esquistos/pizarras) precámbricas y depósitos aterrazados modernos. Es una vertiente de tipo lineal, que se encuentra sobre la margen izquierda del río Huasamayo. Los aforos ejecutados en la zona dan valores de 5,66 l/s con pocas lluvias. El estiaje esta entre los meses de octubre y noviembre con mermas de un 30%. Se deduce del aforo unos caudales de 3,96 l/s. La toma capta 2 l/s que es el caudal mínimo a obtener. Con una demanda de 80 habitantes y 200 litros de consumo total por habitante, es necesario caudales de unos 19,44m<sup>3</sup>/día. Las calidades químicas indican agua apta para consumo humano. Aguas con parámetros dentro de lo normal. Conductividades 1.407 mg/l, Residuos 704 mg/l; Sulfatos 320 mg/l; Cloruros 182mg/l, Sodio 109 mg/l y Calcio 90,5 mg/l.

#### **13\*\*\*HUANCAR(Susques)**

El paraje de Huancar, esta ubicado en la puna oriental jujeña, al norte de la provincia, en línea a 22 km al Sudsudeste de Susques; la convergencia del río Pastos Chicos y la población hace que este se denomine Río Huancar en el sitio. A 23°36'20Sur y 66°25'58Oeste. Cota 3.744msnm. La población es muy reducida. El arroyo donde se capta el recurso, tiene mejores calidades que las del río Huancar y esta ubicada a unos 2.000/2.500metros de la población. Este río tiene caudales suficientes para ejecutar una toma de agua, pero contiene elevadas concentraciones de arsénico, debido a manifestaciones de vulcanismo en la zona del nacimiento de dicho curso; las acciones del vulcanismo es por las proximidades del volcán TUZGLE. Calidades de agua del río con presencia de Arsénico por acciones efusivas del aparato volcánico, según Beatriz Coira, de la Universidad Nacional de Jujuy e Instituto de Geología y Minería, quien verifica la ubicación del volcán TUZGLE(5.800msnm), respecto a la localidad de Huancar, hacia el norte en una cota aproximada a los 3.700msnm. La convergencia del río Pastos Chicos(río Huancar, en la localidad homónima), hacia el pueblo y las nacientes del mismo río en un campo geotérmico del volcán, generan altas concentraciones salinas, incluyendo al mencionado arsénico, característico de aparatos

volcánicos de la cadena pacífica al norte del paralelo de los 33° (Santiago de Chile/Mendoza).

Los análisis presentan Conductividades de 1.857 uS/cm y Sólidos disueltos 928 mg/l; Sulfato 49,5 y Cloruro 256 mg/l; Dureza 306 mg/l; Sódio 167 mg/l; Ph 8,9.

#### **14\*\*\*HUMAHUACA(Humahuaca)**

Se arriba a esta ciudad de la Quebrada de Humahuaca por medio de la ruta N9, desde San Salvador de Jujuy. A 23°12'11Sur y 65°20'44Oeste. Cota 2.945msnm.

Cuenta con una población de 11.362 habitantes según el censo del año 2001. En la zona del río Grande de Jujuy, se encuentra un punto de toma llamado Casa Encantada: Los caudales son los siguientes: a) población: 10.282 habitantes. b) dotación adoptada de 300 l/h/d. c) Caudal medio diario es de 128.525 m<sup>3</sup>/h = 35,70 l/s. Nuevos drenes a mayor profundidad en Casa Encantada en el subálveo del Río Grande, aumentan la oferta con un caudal a explotar de 26,84 l/s. Un estudio del subálveo para determinar caudales por medio de 4 pozos de exploración en el cauce del río para apreciar el comportamiento hidrogeológico del subálveo es básico. Los datos de caudales con 12 horas de explotación son de 12,50 l/s; según ensayo de recuperación (en Pozo 1, con nivel freático a 0,14 m de superficie), se capta un caudal de 2,2 l/s (permeabilidad alta) con una longitud de dren de 1,50m. El caudal específico del pozo es aproximadamente de 1,47 l/s/m. En época de estiaje, los caudales son 8 l/s por gravedad en Peñas Blancas y 23 l/s por bombeo en Casa Encantada. Caudales superficiales en estiaje están entre 25 y 50 l/s en períodos de lluvias se multiplican a 280 y 400 l/s. Se realiza un pozo de exploración en la terraza aluvial del río a una profundidad de -2,5 metros. Se ensaya a caudal constante de 2,2 l/s (7.920 l/h), sin modificación del nivel estático a -1,7mbbp. El ensayo granulométrico de un tramo del perfil, se presenta según las curvas de Breddin, número 3 y 4. Ello responde a una permeabilidad de 65 y 43m/día. El ensayo se ejecuta en acuíferos de comportamiento libre en la terraza aluvial del Río Grande(subálveo). Una oferta de 42,84 l/s brinda por gravedad desde vertientes en lo que se denomina como Peña Blanca con un caudal de 8 l/s. El caudal a extraer desde Casa Encantada es de 8 l/s. El caudal a complementar es igual a 26,84 l/s. Para calcular el caudal en el subálveo del Río Grande se realizan ensayos de bombeo y un análisis granulométrico e interpretación por la fórmula de Verdín. Luego con estos datos se aplica la fórmula de FORHEIMER ó BENITEZ. Se utiliza la primera fórmula, donde  $Q = K (H_1^2 - H_2^2) / 2L = Q = 1,52$  l/s por metro de dren, caudal calculado. El caudal específico en el ensayo de caudales del sondeo da 2,2 l/s (caudal específico, igual a caudal/depresión), como la depresión que tiende a cero, el caudal es igual al caudal específico, por un factor de seguridad se usa un valor menor como 1,47 l/s.

Por metro de dren se podrá extraer valores similares a 1,0 l/s, con 30 metros de dren surge que se extraerá unos 30 l/s. Donde  $H_1^2$  es el espesor de sedimento en el subálveo, desde el filtro al lecho del río. Donde  $H_2^2$  es la medida del diámetro filtro o diámetro de filtro más espesor de prefiltro c/ clastos líticos + arenas. Finalmente L es la distancia desde el filtro al borde del curso. También se aplica la fórmula nombrada en 2do término, con la siguiente expresión:  $Q = \Pi K (H_1^2 - H_2^2) / \ln r_i/r$ . Donde  $r_i = 3000 \times (H-h) \times \sqrt{K}$ . Se coincide llevando (factor seguridad) la permeabilidad a  $K = 28$  m/día, menor a lo calculado por ensayo. El análisis físico/químico de las aguas del río Grande, captadas en el establecimiento de Casa Encantada, con Sólidos totales disueltos de 445 mg/l; Conductividad: 894 uS/cm; Sulfato 194mg/l; Cloruro 40mg/l; Flúor <0.10mg/l. Conforme al análisis presentado sus parámetros analizados, son normales, con bajo nivel de fluor.

#### **15\*\*\*JUIRI(Humahuaca)**

Paraje, que está en el departamento de Humahuaca, a 143 km al norte de S.S.de Jujuy. Por ruta N9 desde Humahuaca, luego al noreste por ruta P73, hasta Siquiza, que está aledaña a Juiri. Coordenadas aproximadas 23°12'34Sur y 65°14'41Oeste. Cota 3.488msnm. Los caudales del arroyo Juiri (5 l/s) y la vertiente (0,7 l/s), ubicada a 700 m. al sur de la toma sobre el mismo arroyo Juiri. Tiene permeabilidades del terreno para captaciones subsuperficial buenas, del orden de 79 y 40 m/día, respectivamente. Las calidades físico/químicas del agua están dentro de los límites normales para agua de bebida. Los caudales de demanda están en los 30 m<sup>3</sup>/día unos 0,32 l/s; se estima que en períodos de estiaje, el subálveo permanezca en competencia con el río por lo escaso del recurso.

#### **16\*\*\*LEON-LOZANO(Manuel Belgrano)**

Por ruta N9, a 30 km, desde Jujuy al Norte, se encuentran las localidades de Yala Lozano(819hab.2001). A 24°04'41Sur y 65°24'21Oeste y cota 1.542msnm y León(210hab.2001) a 24°02'13Sur y 65°25'56Oeste, cota 1641msnm.

Con una población de 431habitantes, con el censo de 2001, la alimentación se hace a través de un sistema de dren ubicado paralelo al río León . Por medio de una Galería filtrante. Los cálculos que se corresponden, son los caudales del río León. Se analiza una permeabilidad,  $K_p = 28$  m/día, en función a la granulometría de los materiales del subálveo de este río. El caudal está por supuesto en función a la permeabilidad. Se emplea una fórmula de caudales donde se introduce las longitud del dren diseñado y la distancia del dren al curso principal, entre otros parámetros. Los análisis químicos se igualan a los niveles normales de potabilidad. Sólo se tienen datos de Color 4; Turbiedad 2; Ph 8,8 (alcalino).

#### **17\*\*\*LOTE DON EMILIO(San Pedro)**

Se llega desde S. S de Jujuy por ruta P66, hasta el Aeropuerto y luego por Ruta N34, margen Este hasta el lote. Zona de Barro Negro: A 24°18'28Sur y 64°55'26Oeste. Cota 705msnm. El paraje Lote Don Emilio tiene 482 habitantes, al censo de 2001. Se toma agua superficial desde un canal de riego que proviene del Río Grande, hasta una planta de tratamiento. El canal de riego contiene agua permanente, con turbidez y sedimentos en períodos de lluvia, con un caudal de 15 l/s en estiaje baja hasta los 6 l/s. La posibilidad de utilizar fuente subterránea es por una relación económica entre el agua de la fuente y la que proviene de la planta. La oferta de agua subterránea en la zona, que esta a -30mbbp, es con bajos caudales.

A -75mbbp y -83mbbp también existen dos perforaciones, aunque no se conocen sus caudales de explotación. Otros datos en zonas aledañas al lote Don Emilio, corresponderían al área del Palmar. Son pozos en uso actualmente, pero no se definieron tampoco los caudales de extracción.

a)Pozo en el Acherál, corresponde a un colegio a una profundidad de -120mbbp

b)Pozo en finca El Malbar(Tesano Pintos) a una profundidad de -110 mbbp.

c)Pozo en Barro Negro (Ingenio Río Grande) a una profundidad de -110mbbp.

#### **18\*\*\*LOTE PALOS BLANCOS(San Pedro)**

Desde Jujuy por ruta N66, hasta el Aeropuerto(Perico), luego por Ruta P34, margen Oeste hasta el lote. Coordenadas aproximadas 24°16'26Sur y 64°55'38Oeste. Cota 676msnm. La localidad contiene a 218 habitantes al año 2001. Toma de agua superficial desde el cauce del Río Grande y por desviación hacia canales de riego se arriba hasta una planta de potabilización. Aumentando la oferta con una alternativa por medio de una captación en el subálveo de este río, se permite un abastecimiento de agua a toda la población por simple gravedad. El aforo realizado para el álveo del Río Grande arroja caudales permanentes de 2,6 l/s. Frente a una demanda a largo plazo de 1,5 l/s, para una población de 200 habitantes, se conforma dicha oferta. La captación será en un tramo de una longitud de caño de 30metros, con diámetros de 160mm y empaque de gravas a -3metros de profundidad. Los análisis físico/químicos de sus elementos físico/químicos analizados, están dentro de los parámetros de las normas. Conductividad 448 uS/cm; Sólidos disueltos 220 mg/l; Cloruro 14 mg/l; Dureza 170 mg/l; Ph 8,1.

#### **19\*\*\*PARAJE YURAJ (Yavi)**

A 308 km al norte de S.S.Jujuy. Ruta Nacional 9 hasta La Quiaca. Luego RP5 al Oeste camino a Santa Catalina, unos 15km desde La Quiaca. A 22°06'46Sur y 65°43'45Oeste.Cota 3.543msnm. Se capta del subálveo desde un tributario del río La Quiaca (río La Frontera). Los parámetros hidráulicos se determinan por medio de ensayos de bombeo a través de un pozo y dos piezómetros, cuando el río entra en estiaje, casi sin agua en su cauce. Los métodos aplicados son los de Jacob; Theiss; Thim y Recuperación. Los caudales de ensayo son dos:

1)Q1:26m3/hora.(600minutos/ensayo).Valores medios:a)Transmisibilidad: 5.194m2/día. b)Permeabilidad: 1.298 m/día; c)Almacenamiento: 0,0125(acuífero libre).

2) Q2: 42 m3/hora.(720 minutos de ensayo).Valores medios: Transmisibilidad: 4.269 m2/día;Permeabilidad: 1.067 m2/día y almacenamiento:0,0265. (acuífero libre).

La recuperación del acuífero es del 99,9% en 30 minutos con recuperación hacia su nivel estático.

Por el método de la curva acumulativa de Bredin, la permeabilidad toma un valor de 600m/día, en un acuífero libre, con una potencia de 3,5 metros y una porosidad efectiva superior a la calculada por la prueba de bombeo, se deduce que los valores inferiores son debido al efecto de empaque en los clastos que son predominantemente planos y alargados, limitantes de la capacidad de almacenamiento, para conformar una porosidad efectiva. Se aplica fórmula de Felmann para cálculo de caudales en un dren de 50 metros de largo, en el río La Quiaca.

#### **20\*\*\*PUEBLO VIEJO(Cochinoca)**

A 256 km de San Salvador de Jujuy. Ruta Nacional 9 a Abra Pampa. Luego la ruta P71 a Cochinoca(22°44'41"Sur y 65°53'47"Oeste. Cota 3.634msnm). Desde allí a 15 km al Noroeste por mismo camino. Coordenadas 22°42'18"Sur y 65°57'47"Oeste. Cota 3.568msnm. Cuenta con 64 habitantes al 2001. El sistema de bombeo, se realiza a través de un pozo existente, con una bomba de 2 HP de potencia. Otra bomba mayor impulsa un caudal de 18 m<sup>3</sup>/día con una altura manométrica de 77 metros. Esta perforación tiene una profundidad de -52,60mbbp, con niveles freáticos de -12,60mbbp y una débil depresión que es la respuesta del acuífero al caudal extraído. Con bajos caudales de extracción, la respuesta es satisfactoria para cubrir las necesidades en la zona. El caudal de bombeo 18m<sup>3</sup>/día supera al caudal necesario para gasto futuro de 15m<sup>3</sup>/día. La conductividad (microsiemens/centímetros) es uS/cm 1007. Las calidades físico/químicas del agua están dentro de límites que exigen normas en uso. Un pozo cavado en la escuela 334, tiene una conductividad de 380 uS/cm; Sulfato 46mg/l y Cloruro 28 mg/l.

#### **21\*\*\*PUMAHUASI(Yavi)**

Esta localidad está ubicada en la ruta N22 a 22 km al sur de la ciudad de La Quiaca a una altura de 3640msnm. Las coordenadas geográficas son: Latitud Sur 22° 17". Longitud Oeste 65° 41". Cuenta con una población al 2001 de 190 habitantes. El caudal medio es menos de 48m<sup>3</sup>/día. Se usa para consumo humano. La fuente actual es un pozo excavado-perforado de -21mbbp, con mejoras. Calzado con cemento los 4 m superiores con 1,30m de Ø hasta lo 9,5m y encamisado los últimos 8,5m con un Ø de 0,30m y caó camisa de 150mm. El nivel freático está a -8mbbp. El perfil geológico define un paquete arcillo limoso con algo de arenas y gravas. Su recuperación es lenta por la permeabilidad, transmisibilidad y obturación del prefiltro. Conforme a características climáticas, topográficas y morfoestructurales en la zona, solo definen fuentes con aptitud en aguas subterráneas. Las superficiales se ubican en las laderas orientales del Cordón de Escaya a 8 km al oeste del pueblo. Se analizan dos fuentes, una un pozo excavado del ferrocarril sin calzar a 15 m de la ruta N9 y a 150m al norte de la escuela cerca de las vías del FFCC. Ubicado en el centro de las viviendas. Gran riesgo antrópico. Por semejanza al perfil anterior, se considera un comportamiento de recuperación lenta. La otra alternativa es una vertiente de la Quebrada de Escaya, está frente oriental del Cordón de Escaya a 8,5km con rumbo 310° del pueblo de Pumahuasi. Se origina "en lutitas ordovicicas fracturadas, definiéndose vegas con turba con una superficie de derrame que circula por angosto cauce por una quebrada pronunciada y se insume al salir del frente de montaña porque la cobertura moderna casi no existe, si aumenta su espesor al descender por el flanco de la sierra en dirección al centro de la cuenca". Su aforo ofreció unos 0,18 l/s. Se perfora un pozo como refuerzo del actual, más profundo y alejado de la pluma contaminante de los pozos negros del pueblo. Se localiza el pozo a más de 100m del existente a una profundidad de -50mbbp, con 0,30m de Ø con caño camisa de 150mm, con bomba electrosumergible para un caudal de 88m<sup>3</sup>/d (3,66m<sup>3</sup>/h). y una altura manométrica ó Hm: 62m. Por antecedentes una perforación en La Curva que tiene una profundidad superior a los -30mbbp. Otro es en el mismo valle a 30 km al sur, aguas abajo del pueblo en el denominado Puesto del Marquez, una perforación a +-40mbbp con una mejor aptitud que el pozo que se explota actualmente. Los análisis fisicoquímicos pertenecen al agua del pozo existente, presentando sus elementos analizados parámetros normales. Así la conductividad es de 532 mg/l; Ph 8,2; Color NTU <4 sobre 15; Turbiedad 1; Dureza total 126mg/l; Calcio 32mg/l; Magnesio 11mg/l; Alcalinidad(bicarbonato)112mg/l; Cloruro 52mg/l; Sulfato 75mg/l; Nitrito <0,005; Hierro total<0,10mg/l; Plomo <0,05mg/l; Cobre <0,05mg/l; SDT 261mg/l.



## **22\*\*\*PURMAMARCA(Tumbaya)**

A 64 km de la capital provincial y 3km de la ruta N9 y cruce con ruta N52. Chalala esta en las cercanías(3km) de Purmamarca (2.370msnm). A coordenadas 23°44'02Sur y 65°30'59Oeste y cota 2.430msnm. los habitantes con el censo de 2001 suman 2089. Su Iglesia consagrada a Santa Rosa de Lima, data de 1648. Vecino a ella se encuentra el Algarrobo Histórico de unos 1.000 años de edad, donde descansaron las tropas del Gral M. Belgrano. Las fuentes de abastecimiento a nivel de agua superficial se pueden definir como de carácter exorreico. El río Purmamarca colector principal, nace de la unión de las quebradas de Potrerillos, Puerta de Potrero y Huachichocana. Desagua en el río Grande. De carácter permanente cuenta con muchos tributarios permanentes y temporarios. Contiene un subálveo muy desarrollado, donde en algunos sectores el agua se insume. Su caudal depende de lluvias estivales y subordinariamente deshuelos. Las geoformas del río son desde meandroso hasta anastomosado. La fuente subterránea esta en función de las morfoestructuras y litologías de la región. El acuífero libre se desarrolla en los fondos de valle. Presenta un escaso desarrollo areal y el espesor aumenta aguas abajo. Existen muchas vertientes en la zona como: *La Vertiente El Sauce*, por ejemplo se encuentra a 6 km aguas arriba de Chalala. Aflorando en un piso de un depósito fluvial aterrazado. Está integrada por ojos de agua en una superficie de 7 m de largo por 2 m de ancho. En este sector se instaló la toma para las localidades de La Ciénaga; Patatal y Quisquiri. Los caudales aforados en 1997 y 2006 son de 28 l/s en el rebase del dren y 1,1 l/s en el rebase de la cámara de carga. Se estima el caudal para las tres localidades mencionadas de 1 l/s. El aspecto del agua es límpido sin turbidez. El afloramiento se debe al contacto entre el nivel freático que provienen de la margen oeste y norte de la Quebrada de Purmamarca y la superficie topográfica. Esta en una zona de fallas con sedimentos impermeables del ordovícico, que aflora a la misma altura en la margen opuesta de esta quebrada, pudiendo cumplir función de dique, elevando el nivel del freático. *La Vertiente del Canal*, sobre terraza aluvial del río Purmamarca, con un caudal de 0,67 l/s. *La Vertiente del Centro* con un caudal de 0,34 l/s. *La vertiente Purmamarca*, en la margen izquierda del río Purmamarca a la altura a Chalala, con un caudal de 4 l/s rebase del canal de la toma y 39,8 l/s como caudal sobrante lateral de vertiente. Finalmente la Vertiente María. A 80 m de la escuela La Ciénaga. El caudal permanente es de 0,03 l/s. Los análisis físico/químicos de las vertientes El Sauce, Purmamarca y María están dentro de los límites de calidad de agua potable. Recomienda para dar agua a la localidad de Chalala captar parcialmente la Vertiente El Sauce y como solución inmediata usar el excedente de la vertiente Purmamarca y por bombeo hasta la locación. Los análisis físico/químicos de la vertiente Central, se presentan con una conductimetría de 771 uS/cm; Sulfato 102mg/l; Cloruro 70 mg/l. La vertiente María con Sulfato 233 mg/l y Cloruro 184 mg/l; Sodio 129 mg/l; Arsénico 0,01 y Flúor 0,1 mg/l. La vertiente El Sauce con conductimetría de 756 uS/cm; Sulfato 106 y Cloruro 68 mg/l; Arsénico 0,01 y Flúor 0,1 mg/l, Dureza Total 210 mg/l.

## **23\*\*\*RINCONADA(Rinconada)**

Desde Abra Pampa, por ruta provincial 7 (a 62km), pasando por el Arbolito Nuevo y Ciénaga Grande. Sobre la vertiente oriental de la Sierra de San José. A coordenadas 22°26'25Sur y 66°10'02Oeste. Cota 3.914msnm. La población cuenta con 1.352 habitantes al año 2001. La provisión actual de agua es por una toma en el arroyo Salviayoc y del pozo Lagunita. Se capta por medio de una toma filtrante (2 drenes transversales), en el subálveo del arroyo. Con 12 m de longitud y -2,30 metros de profundidad respecto al cauce del arroyo. Por sequía se ven disminuidos los caudales tanto superficiales como subterráneos. Los caudales proyectados son de 107 m<sup>3</sup>/día. Se dispone un dren de unos 45 metros, ubicado longitudinalmente al escurrimiento del arroyo Salviayoc, a unos tres metros de profundidad. Así se capta un mayor caudal al ingreso del sistema de captación. La fuente principal, es el subálveo del arroyo SALVIAYOC, también el pozo Lagunita puede utilizarse en una extrema sequía. El Arroyo de la Quebrada Salviayoc, está ubicado a 400m al sur de la población. Es un curso intermitente, el más grande de la zona. Su cuenca hídrica tiene una superficie reducida de 2,3 km<sup>2</sup>. El lecho del arroyo esta formado por material clástico de granulometría heterogénea Y su ancho oscila entre 6 y 12 metros. Lateralmente se

definen terrazas fluviales y conos aluviales modernos, con paredes verticales no consolidadas, que limitan al curso fluvial.

A unos 200 y 300 metros aguas arriba de la toma de agua, el lecho se encuentra a -0,50m de la superficie de agua. A 600m aguas arriba de la actual captación se observa circulación de agua superficial y subálvea, por endicamiento de afloramientos de rumbo perpendicular al arroyo. Noviembre en estiaje, se aforó un caudal superficial con 0,031 l/s; en período de lluvias 0,5 l/s.

El ensayo granulométrico del subálveo entregó los siguientes parámetros:

Litología	GravaFina/ limo grueso	Arena Media/ muy fina	GravaFina muy gruesa
Profund(m)	0,0/0,3	0,3/0,6	0,9/1,2
Clase	4/5	5	4/5
Permeabili dad (m)	43/8	8	43/8

Se realizan ensayos de bombeo en pozos excavados, a 1) - 1,26mbbp, 0,78m de diámetro con 0,10m agua y 2) -1,65mbbp, 1,30m diámetro, 0,90m agua, con una K= 12,7 m/día (recuperación Thies). La permeabilidad en acuífero libre se midió por el método de Ernest & Weterhof, para pozos con acuífero parcialmente perforados, Pozo 1 K = 5,2 m/d y Pozo 2: 0,84m/d ía (dato muy bajo). Se utiliza la fórmula de Forkheimer, donde:  $Q = \frac{1}{2} K (H^2_1 - H^2_2)/L$ , la altura máxima del agua sobre dren es de 2metros, la altura mínima del agua sobre el dren es de 0,5m; la permeabilidad es de 15 m/d y la distancia al curso de agua es de 0,50m. La oferta es de 2,34 m<sup>3</sup>/h x dren, con una K = 15 m/d. Se obtiene un caudal de 0,81m<sup>3</sup>/h x metro dren, si la permeabilidad es como la del pozo 1 de 5,2 m/d, (datos conservadores), obtenida por el método de E. & W. La demanda necesaria es de 4,5m/hora. Análisis físicoquímico: color 4; turbiedad 2,9 y Ph 7,8.

#### **24\*\*\*SAN PEDRO de JUJUY(San Pedro)**

Esta importante localidad de la provincia esta ubicada al Este de la Capital, entre las poblaciones de Mendieta y Arrayatal en ruta N34. Desde La Mendieta se accede a la Capital por ruta provincial P56. A 24°14'11Sur y 64°52'41Oeste. Cota 633msnm. La población según el censo de 2001 es de unos 57.018 habitantes. Las fuentes de agua provienen del Río Grande, del arroyo La Urbana, de una Vertiente denominada como La Urbana que aporta agua a la planta de tratamiento y desde perforaciones. En la actualidad el río Grande se lo utiliza, aunque sus aguas presentsan una elevada turbidez, tratándose con una laguna de presedimentación. Las perforaciones se las utilizada en casos críticos y escasos. Son tres los pozos perforados a una profundidad de -100mbbp con caudales de hasta 180/180/144 m<sup>3</sup>/h respectivamente. Los análisis físico/químicos del agua del establecimiento de potabilización, La Urbana presentan parámetros normales, aunque marcan bajos residuos salinos totales. Estos son: Color 0,9 y >>Ph 7 vertiente; Turbiedad del río UNT 368 y Ph 8,6; Dureza 144mg/l; Calcio 390mg/l; Magnesio 11mg/l; Alcalinidad 8,6mg/l; Cloruros 18mg/l; Nitritos 0,20mg/l; Potasio 7,13mg/l; Sólidos disueltos 156mg/l; Hierro total <0,10mg/l; Plomo y Cobre<0,05mg/l.

#### **25\*\*\*SANTA ROSA(Cochinoca)**

La población de Santa Rosa, esta localizada al Norte de la ciudad capital sobre la ruta nacional 40 o ruta N9, entre Tres Cruces y Puesto del Marquez. A unos 20 km hacia el noroeste de la ciudad de Abra Pampa. A 22°35'38Sur y 65°50'49Oeste. Cota 3.698msnm. La cantidad de 63 habitantes(2001) que habita Santa Rosa, genera un remanente de agua para riego desde un arroyo, que alimenta un área limitada a cultivos de zona desértica, usando recursos limitados.Faltan definir los caudales en períodos de estiaje (menor caudal). Si bien se reconocen caudales bajos, suficientes para cubrir a la población, faltan datos. El protocolo de análisis físico/químico da resultados de un agua de baja salinidad, dentro de parámetros normales de potabilidad. Sólidos totales disueltos 231 mg/l y conductividades correspondientes a 466 uS/cm.

#### **26\*\*\*SANTUARIO TRES POZOS(Cochinoca)**

A 159km al noroeste de San Salvador de Jujuy. Por ruta nacional 9 hasta Purmamarca, luego ruta N52 conectando las Salinas Grandes cerca del paraje Saladillo, a la localidad. Coordenadas aproximadas 23°38'56Sur y 65°48'22Oeste. Cota 3.504msnm. Posee 164 habitantes según el censo del año 2001. Existe planta compacta para tratamiento de la calidad del agua (la zona es Puna), que provee un recurso hídrico potable. Actualmente el abastecimiento es por medio de un pozo (bombea 6 hs/día con caudales de 3,66 m<sup>3</sup>/h o 1,02 l/s), activada por bomba solar a un tanque de 4.000 litros de capacidad. Los análisis efectuados determinaron alta concentración de arsénico. Las fuentes en esta localidad son dos: una superficial representada por el río Las Burras, seco en estiaje, posee gran cantidad de material aluvional (dominan arenas), que genera zonas de infiltración hacia aguas potencialmente subterráneas. La otra fuente es subterránea, con un escurrimiento noroeste al sudeste, con la napa freática a un nivel de los -2mbbp. No hay ensayos de bombeo ejecutados, solamente relevamiento de pozos en la zona. La geofísica muestra tres capas de arenas con niveles freáticos a -1,60/-2,00mbbp. Respecto a caudales se podría extraer unos 0,26 l/s.(22 m<sup>3</sup>/d). Existen análisis del agua de pozo en esta localidad. Donde la conductividad es de 1.099 mS/cm<sup>2</sup>, el Sólido disuelto total de 548mg/l. Cloruro 200 mg/l y Sulfato 200 mg/l. No presenta Nitrito (< 0.05). Dureza total 196 mg/l. Se afora un caudal de 22 m<sup>3</sup>/día en un pozo existente. Los análisis físico/químicos están dentro de parámetros normales.

#### **27\*\*\*SIQUIZA /RonqueMesada/ Juiry(Humahuaca)**

Esta ubicada a 143 km de San Salvador de Jujuy hacia el Norte. Por ruta Nacional 9 y ruta provincial 73.Hacia el Noreste de Humahuaca. Coordenadas aproximadas 23°9'41Sur y 65°17'31Oeste. Cota 3.195msnm. La fuente presente es de naturaleza superficial. Los caudales son del orden de 8,5 l/s en el arroyo y de 0,4 l/s en la vertiente. Con una captación subsuperficial, o subálvea desde el arroyo se cubren necesidades de unos 0,56 l/s. En cuanto a los análisis físico/químicos, los mismos están dentro de parámetros normales. La granulometría donde se desarrolla este subálveo y la vertiente, están comprendidas dentro de arenas y gravas, con lo que se asegura la difusión del agua en estos sedimentos. Existen dos alternativas de fuentes, con posibilidades de captar agua, en ambas. La zona de la vertiente significa un refuerzo a las posibilidades de captación. La obra de toma esta desarrollada en un dren, para posibilitar su captación desde el subálveo del río.

#### **28\*\*\*TERMAS DE REYES(San Salvador de Jujuy)**

La localidad ubicada al oeste de la ciudad capital de Jujuy, a unos 25km de camino. Coordenadas 24°10'65Sur y 65°29'13Oeste. Cota 1.751msnm. Se capta agua en esta localidad de Termas de Reyes, para abastecimiento a una planta potabilizadora (Alto de Reyes). Actualmente se toma en el río Guerrero con una toma superficial por un sistema usado que consiste en una cámara de rejillas, un desarenador y finalmente un acueducto de conducción de hormigón. En época de estiaje, el río Reyes capta agua a través de una toma superficial, a la altura de la ruta nacional 9. La toma de agua esta en una posición desfavorable, si se considera el crecimiento poblacional de Villa Jardín de Reyes, que genera acciones antrópicas contaminantes. Igualmente en períodos de lluvias, el río Guerrero arrastra gran cantidad de material fino, sedimentos, originando problemas por la alta turbiedad a sus aguas. Los caudales históricos en los ríos Termas y Guerrero (por unión originan el río Reyes) en época de estiaje, la sumatoria de sus caudales sirven para cubrir con déficit una demanda de unos 3000m<sup>3</sup>/h. Captando agua desde el subálveo, por medio drenes subterráneos tipo topo, se aumenta la oferta. La zona para los drenes podría ser la confluencia entre los ríos Termas y Guerrero. Los caudales de los ríos de la subcuenca son un registro del río Reyes(antes del río Guerrero), en el período 1945/1968, con un caudal mínimo medio diario de 0,350 m<sup>3</sup>/s ó 1260 m<sup>3</sup>/hora. Río Reyes(en Termas de Reyes), años 1945/1961, caudal mínimo medio diario 0,600 m<sup>3</sup>/s ó 2.160 m<sup>3</sup>/hora. Río Yala, años 1953/1968, caudal mínimo medio diario 0,200 m<sup>3</sup>/s ó 720 m<sup>3</sup>/hora. Río Yala en Los Nogales. Período 1999/2000 caudal medio anual, valor < 0,750m<sup>3</sup>/s ó 2.700 m<sup>3</sup>/h. En septiembre de 1998, un caudal medio anual de 0,229 m<sup>3</sup>/s ó 824,4 m<sup>3</sup>/h. El río Reyes, es el curso más importante de la región. Tiene carácter de permanente y toma agua de tributarios también permanentes, como los ríos Termas y Guerrero. Tiene un álveo de 5 metros y un caudal superficial (agosto 2004) de 0,58 m<sup>3</sup>/s, en la zona del puente de hierro (tipo Bayley). Al igual que sus tributarios luego de periodo de lluvias de verano, su caudal

aumenta 10 veces, pero eleva su turbidez. El arroyo es torrencioso con alta energía (por horas) llevando herramientas clásticas de hasta 50 cm de diámetro.

a) Permeabilidad subálveo del río Reyes (promedio curvas de Breddín) es de 25 m/día.

b) Un ensayo de bombeo en el tramo superior del río REYES (margen izquierda) da una permeabilidad de  $K = 19$  m/d, por método de Theis y por Logan 22 m/día. El ensayo en la margen derecha da una permeabilidad de  $K = 21$  m/d (Ernst & Weterhof), para una litología de arena media a fina.

c) Se calcula un caudal en un dren, por la fórmula de caudales, donde  $Q = K (H_2 - h_2)/2L$ , la permeabilidad en base a análisis granulométricos es de 28 m/d. La altura columna agua ( $H_1$ ) nivel estático de 2,8 m y  $h_2$ : altura columna agua (nivel mínimo con dren funcionando) 0,4 m;  $L$  = distancia a fuente (arroyo): 1 m, 5 m, 10 m. Se analizan alternativas de caudales dadas por las distancias diferenciales hacia el arroyo y distintas longitudes dados a los drenes de 500, 1000 y 1500 metros.

Las calidades físico/químicas del agua, se clasifican, según Piper, como bicarbonatadas cálcico magnésicas. Un estudio geoeléctrico para los drenes de la Toma de agua, detecta una capa productiva a -2 mbbp con un espesor de 8/9 metros. Otro sondeo eléctrico vertical, presenta mejores porosidades y permeabilidades.

Cálculo de caudales con una Permeabilidad  $= K =$  constante.

M(mts)	Q(m <sup>3</sup> /h)	K(m/d)
500	2240	28
1000	4480	28
1500	6720	28

Se aprecia parte del río Guerrero y del río Reyes, con una granulometría desde la superficie del álveo, caudales estimados y área de captación. La capa de interés se encuentra a partir de dos metros de profundidad con unos 8 o 9 metros de espesor. Se considera positivo el desarrollo de captaciones al encontrarse agua de recarga en el sistema del subálveo. Los análisis físico-químicos del río Reyes, según parámetros examinados dan valores de conductividad de 252 uS/cm. Sólidos totales disueltos 124 mg/l; Sulfato. 48 mg/l; Cloruro 8 mg/l; Nitrito 0.005 mg/l; Calcio 38,4 mg/l y Ph: 8,9.

### 29\*\*\*TUMBAYA GRANDE(Tumbaya)

Se debe acceder por la ruta nacional 9 al Norte de San Salvador de Jujuy y de la localidad de León. Está entre Volcán al sur y Purmamarca al norte. A 23°51'26" Sur y 65°28'03" Oeste. Cota 2.103 msnm. Tumbaya tiene una población de 884 habitantes en el censo de 2001. El caudal superficial corresponde a un río (Tumbaya?) indicado con un aforo de 10 l/s ó 864 m<sup>3</sup>/día. Análisis físico/químico de una Vertiente, OSN 53225. Residuo seco 485 mg/l; Alcalinidad 237 mg/l; Cloruro 48 mg/l; Sulfato 107 mg/l; Fluor 0,3 mg/l; Arsénico <0,04 mg/l; Ph 7,4.

### 30\*\*\*UQUIA(Humahuaca)

Esta localidad está ubicada sobre ruta N9 entre Humahuaca al norte y Chuculesca al sur. Datos del 2001 suman 525 habitantes. Coordenadas 23°18'13" Sur y 65°21'24" Oeste. Cota 2.835 msnm. La población total sumando al turismo es de 2.600 habitantes. La fuente de captación es por medio de drenes en una zona de manantiales (terreno aluvional), ubicada a 2 km del pueblo, en dirección noreste, margen izquierda del Río Grande de Jujuy. Verificando el área se puede participar ampliando el mismo manantial o en otro, en el mismo sector u otro sector manifestado por otros manantiales, pues la zona tiene diversidad de ellos. Se estima la misma capacidad en unos 5 m<sup>3</sup>/hora, medidos desde una cámara de carga. La calidad del agua de la fuente (manantial), supone potable según análisis. Así contiene una conductividad de 553 uS/cm; Turbiedad 2 UTN; Color 2; Ph 6,85; Residuo 536 mg/l; Dureza 220 mg/l; Cloruro 28 y Sulfato 95 mg/l; Nitrato 5 mg/l; Nitrito 0,02 mg/l; Cobre 0,28 mg/l; Flúor 0,36 mg/l; Boro 0,47 mg/l (límite 0,50); Arsénico <0,05 mg/l.

### 31\*\*\*VICUÑAYOC(Humahuaca)

Esta localidad está ubicada a 201 km al Norte de San Salvador de Jujuy. Desde Tres Cruces 17 km por el trayecto Tres cruces-El Aguilar, o desde la localidad de Humahuaca por ruta 14, hasta El Aguilar y al Norte por camino secundario unos 30 km. A coordenadas 23°02'33" Sur y 65°37'57" Oeste. Cota 3.889 msnm.. Esta ubicada en una llamada Quebrada. Las lluvias registradas son escasas de 25 mm/año. Sobre 103 habitantes con un consumo de 120 l/h/d y 50 l/h/d para escuela, el caudal promedio por día, es de casi 10 m<sup>3</sup>/día (0,1157 l/s). La locación posee un pozo de agua potable,

excavado sobre las terrazas del río Vicuñaayoc. También se capta desde el subálveo del arroyo Vicuñaayoc, a +- 900 metros aguas arriba de la toma actual de captación.

A través de un conducto de material de pvc con 160mm de diámetro y 15 metros de longitud, paralelo al eje del río, a una profundidad de -3,50m, con prefiltro de gravas de diámetro 13,5mm, se captura el agua.

### **32\*\*\*VILLAMONTE(Santa Barbara)**

A 145 km al este de S.S.de Jujuy. Por ruta Nacional 66 hasta aeropuerto, luego ruta nacional 34 a empalme ruta P1 y ruta P6 pasando por El Fuerte hasta la localidad antes de Palma Solá, en zona de Yungas. A 24°11'06Sur y 64°24'00Oeste.Cota 1.223msnm. La captación se realiza desde dos vertientes. Consiste en capturas por medio de drenes de p.v.c., con diámetros de 160 mm y longitudes de 12 metros en el arroyo Los Rastrojos y otro dren de 6 metros de longitud, en una vertiente inferior. Se tiene en cuenta el impacto antrópico en las áreas de captaciones, tanto humano como de animales regionales. Una descripción sobre caudales superficiales en períodos de sequía del arroyo Los Rastrojos, da valores de 38 l/s. Por otro lado los análisis granulométricos de muestras sedimentarias de un pozo ubicado en la planicie aluvial de dicho arroyo, da resultados de permeabilidades del orden de  $K = 43$  m/d. Otros valores dentro del álveo del arroyo con permeabilidad  $K = 503$  m/día, en otro lugar de la planicie aluvial, los valores fueron de una  $K = 73$  m/día. Se llega con 12m de dren y una  $K = 110$  m/d a caudales de 1,34 l/s. Análisis físico/químico de este arroyo Los Rastrojos: Color 5; Turbiedad 2,8; Ph 7,2; Dureza total 295mg/l; Alcalinidad en bicarbonato 190mg/l; Cloruro 11mg/l; Sulfato 144mg/l; Carbonato ácido 230mg/l; Nitrato 6,2mg/l; Amonio 0,01mg/l; Fluor < 0,1; Arsénico <0,01mg/l; Hierro < 0,1mg/l; Cobre < 0,05mg/l; Sodio 49mg/l; Potasio 1,9mg/l; Calcio 31mg/l; Magnesio 48mg/l.

### **33\*\*\*YAVI(Yavi)**

Desde la ciudad de la Quiaca, por la ruta provincial 5 al Este esta la localidad de YAVI cabecera del Departamento homónimo. Esta localidad ubicada a 300 km al norte de San Salvador de Jujuy. Coordenadas 22°07'43Sur y 65°27'49Oeste. Cota 3.443msnm, y posee 1.310 habitantes, al año 2001, según el censo realizado. El sistema de agua consiste en una toma precaria, ubicada en una vertiente, al sur de dicha localidad sobre la margen este del río YAVI. Desde la fuente, una conducción por un canal a cielo abierto (sin revestir) hasta un filtro antes de llegar a una cámara de carga. De allí se bombea a una cisterna de unos 30 m<sup>3</sup>, que finalmente se distribuye. La zona de captación se protege, para que no desarrolle un mallín, donde la materia orgánica se descompone por el exceso de agua. Esta zona contiene dos drenes perpendiculares y transversales a la pendiente del terreno, para facilitar la captación del recurso hídrico. La fuente de captación es entonces una zona tipo mallín con una superficie total de unos 600m<sup>2</sup> (20mx30m), con una profundidad máxima de -0,50 metros. El caudal medido en la salida del sistema, una acequia, determina 2,3 l/s; a la altura de la vertiente el río Yavi es de carácter permanente y de morfología meandroso, su caudal es de 5 l/s. Es necesario una captación segura, para prevenir el impacto de las ones de contaminación hacia la población, incluyendo a de animales regionales. Se destaca que las únicas fuentes reconocibles son la vertiente y el río Yavi. La protección de esta vertiente, es posible realizarla con alambrados perimetrales y un buen diseño del dren de captación con un diseño en forma de "V", con sendos brazos de 15m de largo y diámetro de 160mm, a -1,20m de profundidad. La conducción se genera porque la topografía favorable, permite un sistema por gravedad. Los análisis físico/químicos, según un estudio de las aguas para la localidad de referencia, indican los siguientes parámetros: Color 4 y Turbiedad 3,90 UNT; Ph 8,2 y Conductimetría 350 uS/cm; Dureza total 64mg/l; Alcalinidad bicarbonato 50mg/l, Cloruro 30mg/ l / Sulfato 62mg/l; Nitrato 3,8mg/l / Sodio 31mg/l; Nitrito 0,005 mg/l/Potasio 19mg/l; Flúor 0,1mg/l / Calcio 18 mg/l; Arsénico 0,01mg/l/ Magnesio 5mg/l.

# LA PAMPA

Regiones hidrogeológicas denominadas como 4) Llanura Chaco Pampeana Árida y 13) Patagonia Extraandina, hacia el extremo Oeste de la provincia.

## **1\*\*\*CASA DE PIEDRA/PUELCHES(Curacó)**

Desde capital de la provincia Santa Rosa, se accede por la ruta N35 y N152 hasta Puelches. Dista de Buenos Aires 794km. La localidad de Puelches esta alimentada por agua superficial que proviene de un acueducto construido en 1974/1978, A coordenadas 38°08'57Sur y 65°54'50Oeste. Cota 232msnm. Este acueducto inicia su recorrido en el lago del Embalse Casa de Piedra, coordenadas 38°09'42Sur y 67°09'24Oeste y cota 282msnm, a 119 km de distancia, ruta N152 al oeste de la localidad de Puelches(540 habitantes al 2001). Este dique almacena agua proveniente del río Colorado. Otra alternativa de fuente era a partir de manantiales llamados vertederos de Puelen, donde paralelo a ruta P20, se desplaza un acueducto llamado Puelen/Chacharramendi, con un caudal de 14 l/s. Con calidades químicas dentro de los límites de potabilidad. Finalmente derivaciones desde la localidad de La Reforma, hacia Puelches (81 km de distancia), posibilitó una entrega desde el acueducto hacia la localidad de Puelches para consumo humano (216m3/d). El total de la conducción es de 864m3/d. Si se considera la fuente subterránea como alternativa válida, es necesario tener en cuenta parámetros de caudales y calidades químicas para adoptar un sistema de tratamiento específico, es necesario parámetros físicoquímicos dentro de normas de calidad y así determinar las características del sistema. Tener en cuenta las aguas salinas en Puelches, según se describe en la Hoja geológica 3966-II Puelches. Boletín 216, donde Patricia Espejo y Silva Nieto, hacen referencia en el capítulo aguas subterráneas de la región a los niveles freáticos que se encuentran entre -2 y -15mbbp con altas concentraciones de Cloruro, Sulfato, Flúor y Arsénico con salinidades que oscilan entre 1 y 14 gramos por litro. Los espesores reducidos de la cubierta sedimentaria en la localidad de Puelches afectan la capacidad de la fuente respecto al caudal. Por tanto la aptitud es negativa aquí.

## **2\*\*\*INTENDENTE ALVEAR(Chapaleufú)**

Sobre la ruta P1 con General Pico hacia el Sur, entre las localidades de Larroudé y Trebolares se encuentra esta ciudad. A coordenadas 35°14'09Sur y 63°35'40Oeste. Cota 128msnm, que contiene 6.930 habitantes, según censo del año 2001.

La profundidad de la fuente subterránea captada es a una profundidad de -20mbbp. Los caudales oscilan entre 27 y 32 m3/hora. La transmisibilidad del acuífero oscila entre 565 y 695 m2/día. Su coeficiente de almacenamiento es  $1 \times 10^{-3}$  a  $1 \times 10^{-4}$  (0,003 y 0,0004). El tipo de acuífero reconocido es semiconfinado, según el perfil litológico y confinado y semiconfinado determinado por ensayo en la perforación. Los niveles hidráulicos del pozo son: Nivel estático: -6,31mbbp/-4,03mbbp. Nivel dinámico: -11,30/-10 mbbp. Caudal específico es de 7,4/4,5m3/h/m. Los datos se registran por medio de un ensayo de bombeo a un tiempo de 1.440 minutos equivalente a un día ininterrumpido de bombeo. La físico/química del agua da los siguientes parámetros: Un Residuo total de 600 mg/l, que se incrementa con el bombeo. El elemento Arsénico es elevado en la zona, esta sobre el límite según las normas de agua potable que es 0,05 mg/l; Fluor contiene entre 1,6 y 1,8 mg/l. El perfil litológico muestra tres niveles de capas, que de arriba hacia abajo son una arena, arena limosa y un limo arenoso.

## **3\*\*\*QUEMU QUEMU(Quemú Quemú)**

Se encuentra al sudeste de la ciudad de General Pico por ruta provincial P1. A 36°03'25Sur y 63°34'27Oeste. Cota 120msnm. Cuenta con 3.851 habitantes, al año 2001. El agua potable para el consumo se explota desde un acuífero a profundidades someras, que ocupa una superficie aproximada de 216 km2, solo se lo explota en un sector limitado a 5 km2 por su definida aptitud y muy cerca de la localidad de la referencia. La exploración por este sector definió los siguientes parámetros hidráulicos.

Una transmisibilidad de 100m<sup>2</sup>/día a los -18mbbp y otra transmisibilidad de 200m<sup>2</sup>/d a los -26mbbp. El almacenamiento para -18mbbp, es igual a  $S = 5 \times 10^{-2}$ , sea un acuífero de naturaleza libre.

Se trata de un acuífero freático (con drenaje diferido) común en la zona. La batería de pozos de explotación tienen las siguientes características: La totalidad de pozos oscila en unas 12 perforaciones. La profundidad oscila entre -22mbbp y -24mbbp; los filtros están entre -12/-18,5mbbp y 17,5/23,5mbbp; niveles estáticos: entre -1,96mbbp y -6,40mbbp; niveles dinámicos entre -10.54mbbp y -17.20mbbp; depresiones: entre 6.82m y 12.35m; caudales y horas de bombeo: 12m<sup>3</sup>/h con 12 horas/día; el caudal diario de extracción es 1.296 m<sup>3</sup>/día.

a) Una superficie seleccionada de 5km<sup>2</sup>, con espesores saturados de 20 metros tiene un almacenamiento de  $S = 0,05$  coeficiente de almacén ensayado, aproximadamente unos 25.000.000 m<sup>3</sup>/agua como reserva total. b) Infiltración o recarga de 50mm,  $\pm 10\%$  de precipitación media anual, aproximadamente. En General Pico, al norte de esta localidad, cuenta con pozos semisurgentes (análisis químico n13016 OSN 1946), con Color 2; Turbiedad 0,1; Ph 8,1; Res 556; Dureza 142; Alca 363; Cloruro 34; Nitrato 23; Sulfato 18; Flúor 1,8 y Arsénico 0,04. Todo en miligramos por litro) la lluvia media es 563mm/año. La Estación Meteorológica está a 35km al noroeste de Quemú Quemú.

c) Superficie de captación de 25.000.000m<sup>2</sup> con infiltraciones de 50mm (precipitación eficaz), con ofertas de 1.250.000 m<sup>3</sup>/año, como reservas renovables para el sistema.

Por ejemplo con una demanda de 3.588 habitantes (200 l/h/día) el gasto puede ser de 261.924 m<sup>3</sup>/año de agua. Una recarga menor eficaz, de 10 mm/anuales alimentaría un sistema similar con menor capacidad. Así 25.000.000m<sup>2</sup> de superficie captada con infiltraciones semejantes, equivalen a 250.000 m<sup>3</sup>/año. Sus aguas tienen una salinidad media, promedio unos 500 mg/l de residuos salinos. El arsénico está en algunos casos, con valores límites y otros permitidos por normas, registrando aguas de la región caracterizadas por presencia de Flúor y Arsénico. El cálculo se inicia a partir de una infiltración eficaz. Se utilizaron dos métodos. El balance de masas de Cloruros (Custodio y Llamas, 1993) y el de Estimación de Infiltración Eficaz, con mediciones periódicas del nivel freático. Los dos métodos dan datos similares.

#### **4\*\*\*SANTA ROSA(Capital)**

Es la capital de la provincia, ubicada entre ruta N35 y la ruta N5 entre Anguil y Toay, que lleva hasta la ciudad de Luján (Bs.As.) cercana a la Capital Federal. A coordenadas 36°36'28Sur y 64°15'33Oeste. Cota 181msnm, con una población según censo 2001 de 94.758 habitantes. El abastecimiento de agua potable es por medio de un sistema mixto, se provee de agua superficial por medio de una planta de tratamiento convencional, en Pichi Mahuida (río Colorado) a coordenadas 38°49'47Sur y 64°55'50Oeste. Cota 121msnm. El agua subterránea es provista por una batería de pozos (79) a una profundidad que oscila entre -40 y -80mbbp, sus niveles estáticos pueden llegar a -40/45mbbp en zonas de mayor explotación, su ubicación es siguiendo la geometría de la ruta N5, captándose del acuífero Uriburu-Anquil-Santa Rosa. Los caudales de extracción en períodos de verano oscilan en 1.000/1.200m<sup>3</sup>/h, sumadas las dos fuentes. La gran mayoría de la población tiene asistencia de agua potable por red. La calidad en registros históricos de los pozos es según OSN (1946) como sigue: Residuos que varían entre 460 a 1.810mg/l; Ph 8,2 a 8,7; Dureza 40 a 182mg/l; 24 a 260mg/l; Nitrato entre 1 y 92mg/l; Sulfato 16 a 318mg/l; Flúor 1,2 a 1,5mg/l; Vanadio 0,010 a 0,20mg/l; Arsénico 0,04mg/l.

#### **5\*\*\*VEINTICINCO DE MAYO(Puelén)**

Esta ubicada accediendo por ruta N152 de Padre Buodo que viene de Santa Rosa, capital provincial por ruta N35. Luego ruta P20 desde el Carancho y en Colonia El Sauzal P34. A 37°46'15Sur y 67°43'09Oeste. Cota 350msnm. Contiene una población al censo de 2001 de 5.953 habitantes. Se tienen registros de transmisibilidad y almacenamiento en un acuífero libre, en pozos de explotación. A saber: Pozo1. La transmisibilidad es de 590m<sup>2</sup>/d y el coeficiente de almacenamiento de 5,36%. Pozo2. La transmisibilidad es de 329 m<sup>2</sup>/d y el coeficiente de almacenamiento es 1,30%. Pozo4. La transmisibilidad es de 340 m<sup>2</sup>/d y el coeficiente de almacenamiento de 9%. Pozo5. La transmisibilidad es de 264 m<sup>2</sup>/d y el coeficiente de almacenamiento de 1,1%. Pozo6. La transmisibilidad es de 307m<sup>2</sup>/d y el coeficiente de almacenamiento de 7%. Pozo7. La transmisibilidad es de 254 m<sup>2</sup>/d y el coeficiente de almacenamiento de 9,3%. El método usado para el ensayo es el de Jacob. Datos, según Emilio Ruiz (1980).

# LA RIOJA

Regiones hidrogeológicas denominadas desde el oeste a este, como 9) Precordillera/Cordillera Frontal/Cordillera Principal y sus Valles. 11) Llanos Riojanos y salinas asociadas y 7) Sierras Pampeanas y sus Valles.

## **1\*\*\*AIMOGASTA(Arauco)**

Esta ubicada al pie de la Sierra de Velazco, borde oriental. Por rutas P1/P9 y N60. La ruta P1 conduce a La Rioja como la ruta P9. A 28°33'14Sur y 66°49'00Oeste. Cota 849msnm. Contiene una población de 10.418 habitantes, con el censo de 2001. Un módulo de ósmosis inversa es una solución a la reducción de flúor existente, para tratar aguas desde la fuente al sistema de potabilización. Los volúmenes de agua parecen suficientes para desarrollar este tipo de obra de saneamiento. Pero en cuanto a sus calidades, comprometidas por la presencia original de Flúor en cantidades superiores a 2,5 mg/l, debe contemplarse una planta de tratamiento para los elementos que aparecen en concentraciones altas. Análisis físicoquímico histórico OSN(1942) n51302, en la Vertiente Los Barros: Residuo salino total 360mg/litro; Alcalinidad 139mg/l; Cloruro 40mg/l; Sulfato 78mg/l; Fluor 1mg/l; Ph 7,9. Otro análisis OSN pozo II napa(1946) n748: Ph 7,4; Residuo 731mg/l; Dureza 350 mg/l; Alca 296mg/l; Cloruro 70mg/l; Sulfato 838mg/l; Nitrato 2mg/l; Flúor 2,4 mg/l; Arsénico 0,04mg/l; Hierro total 3mg/l.

## **3\*\*\*ÁNGULOS(Famatina)**

Esta ubicada entre los ríos Durazno y Blanco, por ruta P11 cercana a la ruta N40. A 12 Km . de este pueblo Ángulos, esta Campana. Chilecito esta a 85km al sur. Tiene una población de unos 137habitantes(2008). A coordenadas 26°39'26sur y 67°39'08oeste. Cota 1.858msnm. La oferta de agua es superficial a traves de los ríos mencionados arriba. El subálveo de estos ríos aptos para un desarrollo de captaciones de agua. No se conocen sus caudales. El pueblo fundado en 1.555, por el Capitán don Francisco de Ángulos, quién vino de Chile atraído por las minas de oro del lugar. Una antigua iglesia, reformada, guarda la imagen del Niño de Hualco, de sólo 4 cm de alto, quizá la más pequeña de las imágenes veneradas. Una tradicional peregrinación lo transporta hacia Famatina, en el mes de diciembre. En épocas prehispánicas hubo en el lugar un importante asentamiento diaguita, donde se explotaba la minería. Era llamado Cabaibil o Pueblo del Mirador, nombre que refería al relieve que allí se muestra como un anfiteatro. Yacimientos de oro asociados a plata, hierro y zinc. El mayor auge se registró en la década del 30. En 1927 se extraía oro de "chiflones" (excavaciones verticales) con barrenos, martillos manuales, dinamita, luego molerlo, lavarlo, fundirlo en pequeños hornos. En 1934, la empresa Cerris introdujo una estructura minera incluyendo un trapiche (molino hidráulico) y un proceso de purificación con mercurio. Luego la actividad decayó hasta casi desaparecer. Hoy, la población vive básicamente de la cría de ovejas, cabras, vacunos, etc(informe de Turismo: La Rioja).

## **2\*\*\*ANTINACO(Famatina)**

Esta localizada la localidad cerca de la ruta N40 (13km) que conduce hacia el sur hasta Chilecito. Sus coordenadas son 28°49'16Sur y 67°18'55Oeste. Cota 1.176msnm. La cantidad de habitantes es de 88 al 2001. Las Sierras de Famatina y Velazco tienen una activa participación en el recurso hídrico subterráneo por sus copiosas nevadas(Básicamente el Famatina). Sus aguas son de buena calidad en el valle Antinaco-Los Colorados (ver concentración de Sulfatos), aunque en la región sur sus aguas tienen mayor concentración salina, por ejemplo en Anguinan hay residuo salino de 3.200mg/l en la napa más superficial, napas más profundas tienen mejora en su calidad, pero alto valor de Fluor. Este poblado esta en en centro del valle, con agua de



buena calidad. La población se alimenta de vertientes de la sierra y de un pozo de unos -130mbbp, con niveles estáticos de -55mbbm, con aguas de calidad aceptable, aunque no se registran análisis químicos.

#### **4\*\*\*CAMPANAS(Famatina)**

A San Blas de Los Sauces desde La Rioja Capital rutas P9 ó P1, sigue por ruta N40 hasta Pituil, luego 30km hacia el Oeste a Campanas, con casonas del siglo XVIII. A 28°33'08Sur y 67°37'33Oeste. Cota 1.645msnm. Contiene 9.911 habitantes determinados por censo de 2001. El objetivo es un aprovechamiento integral del río Campanas con caudales de 270 l/s, por medio de una reconstrucción parcial del azud, ubicado entre el centro del cauce y una de las margenes del río. Con encauzamiento del río hacia su margen derecha. El mismo sufrió la destrucción por una creciente. Este río aporta las aguas de deshielo del relieve del Famatina. A la fecha del registro, la planta abastece a las localidades de Campana, Santo Domingo, La Banda, Buena Vista y la Cañada, con unas 435 conexiones. El agua buena en calidad, llega a la planta desde una toma al subálveo con un caudal de 18 l/s. El cálculo del consumo, con una población de 2.413 habitantes adoptándose caudales de 850 m<sup>3</sup>/día ó 35 m<sup>3</sup>/hora.

Datos aportados por ex Agua y Energía de la Nación, sobre el río Campanas, por aforos del período 1937/1946, indican crecidas estivales muy marcadas. La grilla define períodos de estiaje y no estiaje, aforados con velocímetro y vertedero. Estos registros indican una continuidad durante los meses del año, incluyendo en estiaje, donde los caudales bajan un +33%. Por lo tanto el río es de carácter permanente. El promedio de una década de aforos define valores de caudales iguales a 236,66 l/s, el mes de menor cuantía es noviembre, con 145 l/s que equivalen a 12.528 m<sup>3</sup>/día ó 522m<sup>3</sup>/h. Los análisis físico/químico de las aguas del río, corresponden a una planta potabilizadora y son: Conductividad 427 uS/cm; Sólidos disueltos totales 218 mg/l; Calcio 71 mg/l; Arsénico 0,02 mg/l; Flúor 0,7 mg/l; Cloruro 57 mg/l; Sulfato 120 mg/l; Nitrato y Nitrito no contienen a la fecha de la toma de la muestra.

#### **5\*\*\*CHAMICAL(Chamical)**

Por la ruta N38 desde Serrezuela, Cordoba. Desde el norte por la ruta N38, desde Patquía a La Rioja. A coordenadas 30°21'40Sur y 66°19'01Oeste. Cota 473msnm. Cuenta con una población de 11.831 habitantes según censo de 2001. Esta ubicada en la región hidrogeológica de los llanos riojanos y salinas asociadas. Las fuentes superficiales son la Vertiente La Huerta, en la quebrada del mismo nombre. El objeto es establecer las posibilidades de instalar obras de captación subsuperficiales, en la Quebrada La Huerta como complemento a los sistemas de captación en uso, obras de captación en La Bolsa y La Agüita y la represa de aguas superficiales en las cercanías de la localidad: 1) Las calidades de las aguas son buenas, tanto en la del subálveo como en el campo superficial, según análisis efectuados. La conductividad es inferior a los 419 us/cm. 2) Las permeabilidades de los subálveos, por diferentes métodos, dan parámetros aproximados a los 400 m<sup>3</sup>/día. 3) Los caudales, en el área de la nueva captación, oscilan en los 50 l/s. 4) Las características del río facilita la inclusión de drenes, con influencia desde el subálveo, que posibilita la captación. El mismo se emplaza en un área donde la permeabilidad es media a alta. 5) El río La Huerta, tiene un carácter permanente con variaciones estacionales y caudales no menores a 80 l/s, según se estudio. Con caudales de 40/50 l/s, se tiene asegurada la saturación del subálveo, que es el volumen sedimentario, sujeto a la captación. El análisis tiene por finalidad el estudio piloto en áreas donde las fuentes tienen características comunes, por tanto el análisis de una de ellas es representativo del resto de similares manifestaciones hídricas en la región. Se realiza un reconocimiento en el lugar de la vertiente de La Huerta, ubicada en el faldeo oriental de la Sierra de Los Llanos, a unos 20 km al sur de la localidad de Chamical, hasta el punto donde se encuentra la obra de Toma, de caños filtros. Con aforos expeditivos usando parámetros de mínima, dan caudales de 150 l/s. Se verifican las calidades químicas del agua con un conductivímetro de campo, con resultados favorables, con valores de unos 220 microsiemens (bajos residuos totales). La fuente se considera como apta para uso humano. Hay que reconocer que en esta Sierra existen varias vertientes (Polco, La Aguadita, La Huerta y La Aguita) que tienen un comportamiento semejante unas a otras, para el caso de Polco, existe un canal abierto de aducción desde la fuente, con desarrollos de flora que interfiere en su momento al funcionamiento de una planta de tratamiento.

#### **6\*\*\*CHAÑAR(General Belgrano)**

Por ruta N38, a unos 40 km al sudeste de El Chamental. De esta localidad por misma ruta a la ciudad de La Rioja. A 30°32'28Sur y 65°57'39Oeste. Cota 328msnm. Cuenta una población de unos 968 habitantes en año 2001. El censo 2001, suma las poblaciones en Chañar 979 habitantes y 115 para Castro Barros, un total de 1.094 habitantes. El abastecimiento se produce captando desde un canal maestro en Olta que trae agua desde el dique homónimo, hacia una zona de regadío. El agua se potabiliza en una Planta que está en la localidad de Chañar, la misma abastece también a la localidad de Castro Barros. Desde el análisis físico/químico, el agua es apta para consumo de la población. La capacidad de conducción del canal que trae agua desde el dique de Olta es de unos 300 l/s, ó 25.900m<sup>3</sup> por día. Para una población mayor que consuma por ejemplo 432 m<sup>3</sup>/día, la fuente satisface en calidades y caudales superlativamente.

#### **7\*\*\*CHAÑARMUYO(Fámatima)**

Esta pequeña población esta ubicada al norte de la provincia, a 88km de Chilecito. Cerca de ruta N40, desvío el oeste en Pitul, 13km. Es un primitivo asentamiento Diaguita. Actualmente se desarrolla actividad vitivinícola. La población son 241 habitantes (2001). Coordenadas 28°36'03Sur y 67°34'07Oeste. Cota 1.857msnm. A 5km del pueblo esta el dique Chañarmuyo de 8 Hm<sup>3</sup>, ubicado lateralmente al río Chañarmuyo, se usa actualmente para riego(60l/s). En el pasado se usaban a la represa para consumo humano, hoy día existe una perforación(según datos 140m<sup>3</sup>/h) para dicho consumo con parámetros que estarían dentro de lo potable.

#### **8\*\*\*CHEPES(Rosario Vera Peñaloza)**

Esta localizada en la región de los llanos del sur al sur de la provincia; se sale hacia el norte por rutas P29/P28/P27 a Patquía y ruta N38 hasta la ciudad Capital La Rioja, distante 241km. Coordenadas 31°20'37Sur y 66°35'17Oeste. Cota 650msnm. Contiene una población según censo 2001 de 9.781 habitantes. Tiene una fuente de agua mixta, tomando agua superficial (vertientes) y subterránea en San Carlos. Los caudales sumaban ambas fuentes en su oportunidad, 1,4Hm<sup>3</sup>/año. La hidráulica de pozo freático con Fluor y Sulfato, contiene un nivel estático a -15,40m; Nivel dinámico 16,35m; Depresión 1,14m; Caudal medio de 3,5m<sup>3</sup>/h y un Caudal Específico de 34m<sup>3</sup>/h/m/d. En la zona de San Carlos se encuentra agua entre los -14mbbp hasta los -300mbbp. La mejor agua estaría en las capas 6 y 7. Perfil litológico: Hasta -8mbbp limoso y arena fina muy subordinada; -8 a -14mbbp, arena muy fina limoarcillosa; -14 a -21,50mbbp un 1er acuífero a-14,30mbbp. Nivel estático -14,30mbbp. Entre -21,50 y -31mbbp arenisca y arcilla calcarea; -31mbbp a -53mbbp un 2do acuífero confinado en arenisca y arcilla calcárea; sigue -53 a -62,50mbbp, con Idem anterior.El filtro cruza entre -31mbbp hasta los 62,50mbbp.

#### **9\*\*\*CHUQUIS(Castro Barros)**

Esta localizada desde Aimogasta por ruta P1 al sudoeste, misma ruta conduce al sur a la ciudad de La Rioja. A 28°53'27Sur y 66°58'25Oeste. Cota 1.377msnm. Sus primeros habitantes pertenecieron a la región andina de los Diaguitas. Contiene una población de unos 250 habitantes(2001) La fuente de provisión es por vertientes y río. Se denomina a esta fuente superficial. El río es de la Quebrada Grande. La vertiente se denomina, vertiente de Los Morales, con caudales de 1 l/s, pero la captación superficial de la quebrada del Tigre es de 6 l/s. Otra vertiente puede llegar a 2 o 3 l/s. Las aguas de vertientes de esta región denominada de la Costa, tienen todas una buena calidad físico/química. Los análisis físico/químico con Turbiedad NTU Residuos totales de 178 mg/l; Fluoruro 0,7 mg/l; Arsénico <0,01 mg/l; Nitrato 4 mg/l; Cloruro 2 mg/l y Sulfato 24 mg/l.

#### **10\*\*\*EL PORTEZUELO(Gral Juan F.Quiroga)**

Confluencia de las rutas provinciales P28 y P29, entre Atilas-Malanzan y El Potrero-Illisca; 171 km de la ciudad de La Rioja en las Sierras Pampeanas. A 30°50'13Sur y 66°42'08Oeste. Cota 808msnm. Tiene una población de 894 habitantes al año 2001. Cercano a la localidad se tiene al dique El Portezuelo. Actualmente la fuente es una captación aportada desde el río Salado, en épocas de sequía su caudal disminuye prácticamente a cero. Como nueva fuente de provisión se tiene presente al río Las Cañas, de régimen permanente, con caudales de estiaje de 5 l/s. Existen varias

perforaciones, en la localidad. Camino a Atilas se tiene un pozo con una profundidad de unos -100mbbp y unos 5m<sup>3</sup>/h. NE >-10mbbp.

#### **11\*\*\*FAMATINA(Famatina)**

Desde la Rioja (225km) por rutas N38; N74; RN40 hasta la ruta N11 a la localidad, pasando el Júmela. Esta ubicada al norte de la provincia en estribaciones de las Sierras Pampeanas. A coordenadas 28°55'01sur y 67°31'06Oeste. Cota 1.575msnm. La población es de 2.492habitantes al 2001.

La alimentación del sistema de agua, es mixto: por vertientes desde El Manzanito, perforaciones en caso de sequía desde unos -100mbbp y una captación en subálveo. La calidad de las aguas según análisis es buena. Corresponde asegurar la oferta de agua para una demanda futura. Por tanto se debe tener la seguridad que el recurso agua este presente en las fuentes que se desarrollan en la cuenca vertiente. Faltan aportes de datos específicos de caudales y calidades químicas de las aguas.

#### **12\*\*\*GUANDACOL(Coronel Felipe Varela)**

Por ruta nacional N40, al Sur de las localidades de Famatina, El Jumeal y Plaza Vieja. Entre el Jumeal y San Nicolás. A 29°00'06Sur y 67°29'54Oeste. Cota 1.291msnm.

La población es de 2.651 habitantes al año 2001. La provisión del recurso esta desarrollada desde el río Guandacol o La Troya, a 22 km de distancia de la planta potabilizadora y también por medio de una fuente desde el río Los Nacimientos. La fuente, superficial de los rios Guandacol o La Troya, tiene caudales de estiaje de 80 a 120 l/s y Los Nacimientos con caudales de estiaje de 180 l/s. Este último río tiene elevada turbidez en determinado período del año. Los análisis físico/químicos que le corresponden a La Troya son: Conductividad 800 uS/cm; Sólidos disueltos totales 430 mg/l; Bicarbonato 280 mg/l; Cloruro 100 mg/l; Sulfato 67 mg/l; Nitrato no contiene; Flúor 0,4 mg/l; Arsénico 0,01 mg/l. Con referencia a un pozo que trabaja en las cercanías como acción complementaria, al sistema, produce unos 300m<sup>3</sup>/día, no se conoce su régimen de bombeo ni las calidades químicas de sus aguas.

#### **13\*\*\*HUACO-SANAGASTA(Sanagasta)**

Se realizó un reconocimiento de toda el área y zonas de captación de la cuenca Huaco-Sanagasta, a coordenadas 29°11'02Sur y 67°03'11Oeste y cota a 1.197msnm. Realizándose aforos expeditivos (0,300 m<sup>3</sup>/s) en el río Tambillo (río Real Viejo)cuyas aguas se insumen totalmente en el subálveo, a pocos kilómetros, a la altura del cruce con la ruta que atraviesa el Bolsón de Huaco. Luego el río Huaco(sumados los caudales del Tambillo y el río Peñas) con aforos expeditivos dan caudales cercanos a 0,900 m<sup>3</sup>/s. A la altura del dique Los Indios se estiman caudales de un metro cúbico por segundo o mayores?, también por mediciones instantáneas. Hay que considerar, que estos aforos estan registrados en un período húmedo con buenas precipitaciones, este es el único factor de recarga de la cuenca. En este punto hay que destacar el papel que juegan las cabeceras de cuenca donde se produce el fenómeno de recarga de los afluentes (dos) del río Huaco, donde las medias precipitables son superiores a los 310mm/anuales de lluvia, promedio en la zona de los Llanos de La Rioja y otros sectores de Huaco-Sanagasta. Con ello se tendría asegurado un proceso de recarga desde la cabecera de la cuenca. Conforme a esto se puede tener valores máximos en los ingresos de unos 23 hm<sup>3</sup>/año, o su equivalente a 0,750m<sup>3</sup>/s. Los datos de la exSecretaria de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable (exSubsecretaria de R.Hídricos), Tomo I, Estudios realizados(1)1998, da como ingresos en la cuenca unos 19 Hm<sup>3</sup>/año. El manejo de esta es muy complicado como para trabajar con explotaciones al límite de los valores de recarga. En años húmedos (mucho lluvia), se aprovecha al dique Los Sauces con los excesos. La ficha original del dique (1933), que data antes de la creación de la ExAgua y Energía Eléctrica de la Nación, indica una cota original de 844msnm, con un recurso de unos 21 hm<sup>3</sup>, es que a dique lleno si se sacan 0,250 m<sup>3</sup>/s, quedan unos dos tercios de agua en el vaso del dique; lo que ocurre es un grado de entarquinamiento(cargado con sedimentos), que tiene ese dique, comprometiendo su capacidad. Considerando un egreso cero del dique, según datos están saliendo unos 8 Hm<sup>3</sup>/año, podría extraerse como un plus para años secos (alcanzaría para un año problemático) los mencionados 0,250m<sup>3</sup>/s. Manejo de cuencas: Para lograr ello (explotar al límite de capacidad el reservorio y excedentes del dique), hay que tener un manejo de cuencas a tiempo real con control total de los parámetros en cuanto a niveles de pozos, del dique, del

subálveo, de los caudales superficiales y subterráneos, las precipitaciones de cuenca de llanura y de las cabeceras de cuenca en zona de montaña, todo llevado como un sistema funcional ajustado a un intervalo de tiempo.

El manejo de cuenca es complejo debido a:

1.1 Fluctuaciones en el caudal de la recarga tanto superficial como subterránea.

1.2 A las localizaciones en la cuenca.

2 La toma de salida en Sanagasta, con toma de riego para consumo poblacional.

2.1 Los caudales de salida para la población de la ciudad de La Rioja.

2.2 Las pérdidas del dique.

3. Las pérdidas por evapotranspiración y por evaporación.

Teniendo en cuenta años con precipitaciones medias de unos 310mm/año, trabajando con caudal de seguridad de la cuenca extrajendo menos de los valores que ingresan como recarga: Equivalente a 0,571m<sup>3</sup>/s, con monitoreos a través del tiempo.

Considerando la explotación subterránea del cono del Gran La Rioja, con 22 l/s por pozo a través de explotación de 12 pozos se extraera un total del acuífero: 0,264 m<sup>3</sup>/s.

Sumados los caudales que se extraerán de la cuenca Huaco-Sanagasta, más el cono del Gran La Rioja, se arriba a valores de 0,835 m<sup>3</sup>/s, como oferta de los dos sistemas.

Teniendo un esquema de demanda, por ejemplo para poblaciones de 170.000 habitantes servidos, con dotaciones por habitante de 300 litros/día, se determina unos 0,590 m<sup>3</sup>/s de gasto total, usando cálculos de oferta. Con este esquema de captaciones de los

Sistemas Huaco/Sanagasta y gran cono aluvial de La Rioja, queda agua que se toma para riego y consumo para la localidad de Sanagasta. Las pérdidas consideradas para el dique son de aproximadamente 8 hm<sup>3</sup>/año, deberían ser aprovechadas para uso de agua potable y/o para los años secos. Igualmente considerando excesos de recarga

producidos en la cuenca, en años húmedos se superan los 19Hm<sup>3</sup>/año, que es una recarga de cuenca en valores promedio. En definitiva un conocimiento directo de los caudales que se aportan a la cuenca Huaco-Sanagasta y sus calidades, sirve para tener un modelo conceptual de aplicaciones en las decisiones finales. Las precipitaciones que se producen en las montañas (recarga inicial) o cabeceras de cuenca son abundantes y se suman inicialmente a las precipitaciones medias de la zona de los llanos, con lo cual quedan aseguradas recargas en los cursos hídricos regionales, siempre que existan precipitaciones. Los valores de extracción deben estar por debajo de esta oferta, como se menciona más arriba para no romper un equilibrio hídrico.

#### **14\*\*\*LA RIOJA CAPITAL I(Capital)**

Se accede por la ruta N38 desde la ciudad de Córdoba. A coordenadas 29°24'46Sur y 66°51'21Oeste. Cota 514msnm. Contiene una población de 146.411 habitantes según censo de 2001. En zona periférica a la ciudad capital, se perfora a una profundidad de -305mbbp, en la cuenca subterránea del cono aluvial del río de La Rioja. Los filtros se encuentran a -250mbbp, porque el nivel estático del agua en el sector se encuentra muy profundo debido a las explotaciones a unos -195,00mbbp. El caudal específico es de 15m<sup>3</sup>/h/m. El nivel dinámico de -202,90mbbp con un caudal de 119m<sup>3</sup>/hora. La altura manométrica será de 227,90m con una pérdida de carga de 25m. Las demandas de agua a la capital por suministro subterráneo, fueron incrementándose por la población. Así en 1969 el consumo es de 6,77 Hm<sup>3</sup>/año; en 1974 de 8,59 Hm<sup>3</sup>/año; en 1991 de 22Hm<sup>3</sup>/año. Se reconocen gastos de equipos de bombeo, reposición, gasto energético elevado, por las grandes profundidades desde donde se extrae el agua. La sustentabilidad del recurso, a través del balance hidrológico del acuífero en la zona del cono aluvial, debe ser en un equilibrio, para no tener incidencia los factores negativos a través de los tiempos de explotación. Las elevadas extracciones contra una menor recarga esta verificado por un descenso de sus niveles dinámicos en pozos del sistema. Otra perforación da profundidad final de -305mbbp, con niveles estáticos de -195mbbp y niveles dinámicos de -202,90mbbp, caudales de 119m<sup>3</sup>/hora y caudales específicos de 15m<sup>3</sup>/h/m.

#### **15\*\*\*LA RIOJA. CAPITAL II(Capital)**

Se accede por ruta N38 desde la ciudad de Córdoba. Contiene una población de 146.411 habitantes, censo de 2001. El dique Los Sauces (volumen 6 a 8 millones de m<sup>3</sup>), localizado al Oeste de la ciudad capital, por ruta provincial P1; sus coordenadas 29°23'15Sur y 66°58'32Oeste. Cota 849msnm. El volumen de agua a utilizar desde el

embalse del dique Los Sauces es 1.260 m<sup>3</sup>/h que comprenden un transporte desde el embalse a la planta de tratamiento. Los análisis físico/químicos del agua que proviene del dique Los Sauces, registran valores dentro de parámetros de las normas. El Fluor supera los 1,2 mg/l, (C.A.A. 1,5mg y USEPA de 2 a 4mg/l), a veces los 2 mg/l. (STD) Sólidos Totales en promedio 600 mg/l., en 6 años de muestreo. En períodos, la Turbidez es de 6 NTU sobre 5 NTU por normas. Nitrato y Nitrito bajos. El volumen diario es 30.618 m<sup>3</sup>/d de la planta. Indicado como capacidad de producción de la planta. Se puede tratar caudales superiores a los 357 l/s, caudal superior a lo que se descarga por el embalse, por lo que las condiciones de escurrimiento superficial en el lugar se mantendrán. Los análisis físico/químicos de agua, muestran una variación en las concentraciones del ión Fluor, dentro de la norma, gran parte del año. La Turbiedad prácticamente es normal.

#### **16\*\*\*LA RIOJA. CAPITAL III(Capital)**

Se accede por la ruta N38 desde la ciudad de Córdoba. Contiene una población de 146.411 habitantes según censo de 2001. En un estudio de impacto ambiental, específico al abastecimiento de agua potable, indica que las redes cubren prácticamente un 94% en la ciudad. El servicio tiene deficiencias por aumento de la demanda, cubiertas por el empleo de fuentes superficiales, reemplazando solo parcialmente por medio de acueductos la fuente subterránea, a la que se le exige por explotación, aumentando sus niveles dinámicos con la correlación de incremento de la energía eléctrica. Para no sobreexplotar la fuente subterránea se reemplaza en parte hacia una fuente superficial, desafectando parcialmente a las perforaciones. Ellas tienen una profundidad promedio de -280mbbp y sus niveles dinámicos mayores a los -200mbbp, con lo que se aumentan los costos operativos. La fuente de provisión a través del subálveo del río Sanagasta, coordenadas en vertientes de 29°21'38Sur y 66°59'36Oeste. Cota 872msnm. Comprende distintas obras este sistema hídrico a saber:

- \*Obras de captación por drenes en el río Sanagasta.

- \*Obras de captación por galería filtrante en ese río Sanagasta.

- \*Obras de captación por perforaciones ubicadas paralelas al cauce.

La obra de conducción por acueducto tiene un diámetro de 800mm, con una longitud final de 6.500m. El caudal total a captar como mínimo de 750 l/s. En una cámara partidora nacen dos secciones con un total de 500 l/s (175l/s y 325l/s), los otros 250l/s se usa para alimentar y optimizar un conducto de 400mm que alimenta el sector centro de la ciudad. El desnivel desde la fuente hasta la ciudad es de unos 280metros. La conducción es por gravedad, hasta los puntos de distribución afectados en los barrios involucrados. El volumen del embalse y su capacidad física, es de 6 a 8 millones de m<sup>3</sup>, es el llamado embalse del dique Los Sauces.

#### **17\*\*\*LA RIOJA CAPITAL IV(Capital)**

Se accede por la ruta N38 desde la ciudad de Córdoba. A coordenadas 29°24'46Sur y 66°51'21Oeste. Cota 514msnm. Contiene una población de 146.411 habitantes según el censo del 2001. Las fuentes subterráneas generan un costo en lo referente a consumo de energía en aquellas perforaciones que cubren un 70 % de la demanda, unos 32 pozos, con el resto es superficial. Otras fuentes son las subálveas del Río Sanagasta. Con caudales del orden de 130 m<sup>3</sup>/hora. Existen en el río otro tipo de obras, como por ejemplo Galerías Filtrantes y Drenes Horizontales. Los caudales máximos con mayor recarga hasta nula en períodos de estiaje, son aguas superficiales del Río Los Sauces, derivan sus aguas a una planta para aumentar su capacidad a unos 250 l/s. En base a lo conocido se optimizaron las captaciones mixtas en la cuenca del río Huaco-Sanagasta, para un caudal mínimo de 500 l/s. Están ubicadas a partir de unos 20km al noroeste de la ciudad de La Rioja, en la Sierra de Velazco.

#### **18\*\*\*LA RIOJA. Localidades al Este(Capital)**

Se accede a la ciudad Capital por la ruta N38 desde la ciudad de Córdoba. Contiene una población de 146.411 habitantes según censo de 2001. Zona rural. Al este del área de la capital. La locación en San Bernardo, paraje La Rosilla, en coordenadas 29°25'40Sur y 66°02'41Oeste y cota 309msnm, 5km al noroeste de San Bernardo. Se alumbran caudales de 8 m<sup>3</sup>/h y calidades químicas aceptables. Obras Sanitarias de la Nación (1947) perfora en San Bernardo hasta -115mbbp y en San Miguel (a -61,45mbbp) con resultados negativos en la calidad (fuera ruta P5). En la primera Residuos con 31 gr/l y en San Miguel residuos con 93 gr/l. A 20km al noroeste de San Bernardo, una

perforación indica niveles estáticos a -31mbbp y caudales de 12m<sup>3</sup>/hora, agua de calidad apta para ganadería y riego. Estudios por parte de la provincia sobre la ruta P5, referidos a la hidroquímica de las perforaciones ejecutadas por la zona y su entorno, dan respuesta sobre las calidades del agua.

Mejores calidades a mayor profundidad. Lo que hace pensar en recargas diferenciales de los acuíferos. Como antecedente está la perforación de El Quebracho de la ex DNGM (1943), con tres acuíferos, con buena calidad el tercero para explotaciones. Reperforando al pozo, con tecnología moderna, se comprueba por perfiles eléctricoslo siguiente: capas a -11/-62mbbp arenas y gravas, con baja resistividad y potenciales negativos con agua salobre y -68/-110mbbp arcillas y arenas con potenciales espontáneos positivos, saturadas con agua de calidad. En 1993 la ex DGAS en Jesús María, a 76 km de La Rioja, sobre ruta P5, perfora y encuentra agua salinizada entre -14/-53mbbp y a partir de los -72,5mbbp aparecen acuíferos de buena calidad. 1) Se adjunta al proyecto perfiles perforaciones de Jesús Maria n1, Fluor 2,5 mg/l y Arsénico 0,08mg/l, Sólidos totales 834 mg/litro. 2) Perforación San Guillermo tres capas de agua entre -24/-27mbbp; -34,50/-39.60mbbp y -71.30/-74.50mbbp. con nivel piezométrico -18mbbp. Residuo total 724mg/l; Arsénico 0,2 mg/l y 2,5 mg/l de Flúor. 3) Perforación San Antonio, Residuo total de 864 mg/l, Arsénico 0,13 mg/l y Flúor 1,8 mg/l. 4) Perforación San Lorenzo n1, con segundo acuífero, aguas aptas respecto a la napa superior y caudales bajos de 3.290 l/hora. Las localidades están sobre ruta P5 antes de ruta N60. No se localiza San Miguel en el área.

#### CUADRO CON LOCALIDADES AL ESTE DE LA RIOJA CON PERFORACIONES

Localidades(5)	Lugares	Profundidad	Caudal	Calidad
San Bernardo	120kmSE Capital	-200mbbp	15m <sup>3</sup> /h	s/d
San Isidro	75kmE Capital	-110mbbp	10m <sup>3</sup> /h	s/d
San Guillermo	60kmE Capital	-110mbbp	10m <sup>3</sup> /h	s/d
San Antonio	45kmE Capital	-150mbbp	10m <sup>3</sup> /h	s/d
San Lorenzo	55kmE Capital	s/d	s/d	s/d

#### 19\*\*\*LAS PADERCITAS(Capital)

Esta ubicada la localidad sobre ruta P1, unos 8 km al Oeste de la ciudad Capital. A 29°23'18Sur y 66°58'11Oeste. Cota 806msnm. La fuente de abastecimiento, son las fuentes de captación actuales tanto a) superficiales desde un canal de riego, como b) subálvea y finalmente c) subterránea. La a) se capta desde un canal desde dos lugares. En el primero se deriva desde una zona alta hacia un filtro dinámico y un segundo punto por una compuerta de riego para detener agua cruda captada por un filtro lento. La b) consiste en drenes en el lecho del Río Grande, pero ubicada a profundidad no correcta, para un normal funcionamiento. c) Hay tres pozos dos de ellos no funcionan, la tercera perforación en funcionamiento, ubicada detrás de defensas del Río Grande, funcionando en época opuesta al estiaje del río. La fuente b y c, no cuentan con sistemas de potabilización. Por trabajos de optimización realizados, se mejoró la producción de agua de 67 m<sup>3</sup>/h a 90 m<sup>3</sup>/h, es decir 23 m<sup>3</sup>/h en el área de la planta de tratamiento. Se realizan obras en una perforación (reemplazo bomba de 30 a 70 m<sup>3</sup>/h, de 7,5 a 15HP). Se definen tres ambientes hidrológicos distintos en la cuenca de aporte: a) El primero es una cuenca colectora que incluye el área de cultivo en Sanagasta. b) Cuenca transitoria en el centro entre Los Nacimientos y La Pollera de La Gitana y c) Hacia el sur una cuenca colectora que finaliza al sur del embalse. Las subcuencas están interconectadas entre sí y prácticamente la cuenca superior, la que recibe aportes continuos. El caudal medio anual superficial, subsuperficial y subterráneo en la toma de Sanagasta y desembocadura al bolsón (parte alta cuenca) se informa de unos 1112 l/s, se considera un valor muy elevado. El caudal medio anual que puede captarse en la cuenca, es de 0,666m<sup>3</sup>/s, superficial más subterráneo. La cuestión es que las tres

subcuencas, interconectadas entre si, con la subcuenca central de aportes menores y transitorios le sigue una parte distal sin aportes donde esta el dique. Con una demanda de hasta 500 l/h/día para la población de Sanagasta, con 7.424 habitantes futuros y gasto de 52,59 l/s. Los análisis físico/químicos, en sólidos y conductividad están dentro de parámetros normales. Analizados los valores de caudales en los puntos de aforo se debe tomar en cuenta, los datos en estiaje del río y sus aportes al subálveo más las captaciones subterráneas al mismo, en ese período. Los caudales superficiales en estiaje para el azud del Dique de Los Indios con valores aforados de 278 l/s y 436 l/s más un caudal del subálveo. El caudal aforado en la toma de Sanagasta (arriba del dique) es de 274 l/s. Con información analizada por el CFI (1973), sumando los caudales se tiene: 1) Caudal superficial de estiaje Dique Los Indios: 300 l/s; 2) Caudal subálveo 250 l/s.; 3) Caudal subterráneo: 180 l/s. Un total de 730 l/s en la oferta. Los datos que aportan la mayoría de los estudios convergen con la capacidad de la cuenca a valores de unos 666 l/s. Los análisis físico/químicos que provienen del dique Los Sauces, registran valores en general dentro de los parámetros de diseño. El Fluor supera los 1,2 mg/l (normas 1,5mg USEPA de 2 a 4 mg/l), a veces llega a 2 mg/l. Sólidos totales en promedio 600 mg/l, en 6 años de muestreo. En cortos períodos Turbidez 6 NTU sobre 5 NTU. Nitrato y Nitrito bajos.

#### **20\*\*MILAGRO(General Ocampo)**

Al sur de la provincia, ruta N79 desde El Chamical a ruta P31, desde Villa Santa Rita de Catuna, luego cruce a ruta P32. A 31°00'07Sur y 65°59'35Oeste. Cota 376msnm. Esta población de 3.400 habitantes( censo 2001) cuenta con servicio de agua potable con unas 860 conexiones. La fuente esta definida por una represa homónima al río Anzulón, con obras de captación. En la zona precipitan 357 mm/año, el río tiene caudales de estiaje con módulos de 120 l/seg. La planta potabilizadora ubicada a 38 km de la represa. Esta agua llega a una planta potencialmente contaminada por población de animales regionales y suelos colorados con altos sulfatos. Esta represa está con problemas de caudales. Existe otra fuente en el río Los Retamos, aunque sin conocerse el caudal del subálveo y su calidad. La demanda media cubre con un caudal de 1.300 m3/día. Otro registro de fuentes da lo siguiente. La fuente de agua suministrada actualmente esta dado por medio de un acueducto en La Totorita con 3 perforaciones profundas y su acueducto correspondiente. Ella está ubicada a 20 km de la localidad de referencia. Además llega agua superficial desde La Aguadita de Ambil a unos 15 km del lugar del proyecto. La Secretaria del Agua provee información tipo Pública sobre perforaciones en el Departamento General Ocampo. Así define al pozo n4 como perforación de planta potabilizadora Milagro, PM2bis, ubicado en el predio de esa planta de agua. Tiene una perforación a una profundidad de -126mbbp, un nivel del agua a -23,90mbbp y un caudal de 8,30 m3/h. Se informa que el agua es de mala calidad fisicoquímica para el consumo humano.

#### **21\*\*\*OLTA(Gral Belgrano)**

Se arriba desde de capital La Rioja por ruta N38 hasta Chamical, desde allí al sur por la ruta N79. A coordenadas 30°37'47Sur y 66°15'52Oeste. Cota 521msnm. Esta ubicada al este de la sierra de los llanos riojanos; tiene una población al 2001 de 4.052 habitantes. Se abastece de fuentes superficiales a través del dique de Olta ubicado a 7km al oeste de la ciudad cabecera con una capacidad total de casi 10Hm3. Con un 50% de su volumen igualmente suministra agua para su uso.

#### **22\*\*PATQUÍA(Independencia)**

La localidad esta ubicada sobre ruta P150 en la intersección de las rutas P38, P74 y P27, a unos 80 km al sur de la ciudad de la Rioja. A 30°02'43Sur y 66°53'05Oeste. Cota 436msnm. El censo realizado en el año 2001 da una población de 1.593 habitantes. Considerando caudales a futuro, unos 629,5m3/d o 7,29 l/s, la fuente de agua actual esta integrada por dos vertientes, llamadas del Tudcum y Los Mogotes. Desde un comienzo el abastecimiento se realizó por medio de las vertientes de Tudcum y dos perforaciones (década 1970). Estos pozos están conectados a un acueducto muy antiguo, deteriorado. Entre las vertientes captadas y la planta de tratamiento existen desniveles de más de 100m, donde las presiones son consecuentemente elevadas.

Las calidades del agua de las fuentes son: A) Vertiente de Tudcum, tiene parámetros dentro de lo potable. B) El agua de Los Mogotes tiene sulfatos > 500mg/l y fluoruros 4,80mg/l. C) El agua de las perforaciones actuales, con valores dentro de normas de

calidad. D) Vertiente Las Higueritas(bajo caudal a 5 km de distancia), valores bajo los límites de potabilidad. Las mezclas, si se dan las condiciones, son soluciones para mantener calidades en las ofertas de agua: Para el caso, un 20% de agua de Los Mogotes más un 80% de agua del Tudcun.

Se puede continuar captando desde la vertiente Tudcun, más perforaciones ubicadas en el piquete 98 y 99 (pozos fuera de servicio hace 20 años). Las vertientes en estiaje tienen un caudal de 7,5 l/s. Los análisis físico/químicos de OSN n55978 en pozo surgente contienen parámetros como: Residuos totales 1.844mg/litro; Alcalinidad 84mg/l; Cloruro 350mg/l; Sulfato 759mg/l; Fluor 1,3mg/l; Arsénico 0,12mg/l; Ph 8,6.

### **23\*\*\*SAN BLAS(San Blas de Los Sauces)**

Su acceso es por la ruta P1 desde la Capital Provincial hasta Aimogasta. Desde allí hasta Salicas y San Blas, Los robles, Las Talas (RN40). A 28°23'39Sur y 67°04'58Oeste. Cota 1004msnm. Contiene 4.048 habitantes al año 2001. La fuente es subterránea, captando agua desde el subálveo del río homónimo a esta localidad. Posee el área del valle del cauce, una extensión en su ancho que permitir ubicar alrededor de 15 perforaciones para explotación. Los caudales, captando todas las perforaciones suman unos 150 m3/hora. En promedio 10 m3/h por perforación.

Profundidad estimada: unos -30mbbpozo.

Espesor máximo acuífero freático: entre 10 y 15 metros.

Tomando como recarga a precipitaciones,300mm/año/registro30años, con menor intensidad en el año entre los meses de mayo a agosto. Los caudales de las vertientes son inferiores a la media en esos meses de estiaje.

Caudales superficiales de Vertientes son permanentes.

Río Tuyubil: 6/7 l/seg. A unos15 a 20 km. Desde el balneario.

Andolucas: en estiaje entre 20/45 l/seg. A 0 km del balneario.

Amuschinga: 6/7 l/seg. A 7 km. del balneario.

En primer lugar se considera los recursos superficiales más importantes que escurren sobre la cuenca del río Los Sauces. Se pueden identificar principalmente tres vertientes que desarrollan su escurrimiento al río:

#### **1)Recursos Superficiales:**

Vertientes: a) La primera hacia el norte de esta subcuenca que se denomina río Tuyubil, con una vertiente todo el año, los caudales mínimos son de 6-7 l/s. Esta ubicada a unos 17 km del balneario de Andolucas.

b) Luego se tiene a la vertiente Amuschinga, a 7 km. del balneario. Su caudal mínimo es de unos 6-7 l/s.

c)Vertiente de Andolucas, con caudales de estiaje (agosto de 1998) superiores a 20 l/s. Otros aforos dan caudales de 40 l/s. En total suman caudales a 2.938m3/día.

Recarga por precipitaciones: Recarga del acuífero por agua de lluvia: Se calcula en base a registros de series de 30 años (unos 300 mm/año), la precipitación eficaz (un mínimo de 10% sobre el total precipitado), más la superficie del reservorio, en este caso es el río Los Sauces. Para su cálculo se llega a registros de 616 m3/día unos 224.000 m3/año, de agua superficial.

2) Recursos subterráneos: Suman unos 3Hm3 de reserva total con una S = 0,04 (coeficiente de almacenamiento) para el acuífero. Estas reservas varían año a año, según las condiciones hidrológicas y pluviales. Dotaciones de 300 l/h/d sobre 10.000 habitantes dan consumos de 1.095.000 m3/año. En Recursos Superficiales: vertientes+recarga lluvia suman: 1.000.000 + 224.000 = 1.224.000 m3/año. En recursos Subterráneos: Reservas totales: considerando volumen definido por las dimensiones de la cuenca(largo x ancho x espesor x almacenamiento: 25 km x 0,3 km x 0,010km x 0,04 = 0.0030 km3 (3.000.000 m3 de agua). Para pasar al recurso explotable se asigna al factor tiempo. Para el caso, no debe sobrepasarse la extracción a la recarga del acuífero, caudal medio natural equiparado con el caudal que fluye de manantiales y ríos de la cuenca. Para este caso visto in situ, en períodos de estiaje, el río no lleva caudales, por tanto el caudal de explotación no puede superar el valor de los manantiales, que aplicando un factor de seguridad, se baja a límites menores a 1.000.000 m3/año. Es evidente que el aporte por escurrimiento superficial representado por las vertientes tienen un valor de carga importante en este sistema, si bien con cifras aproximadas, es lo que ocurre, usando para este caso un modelo conceptual. Las recargas por precipitaciones sobre la cuenca tienen un valor relativo al volumen respecto a las vertientes que vuelcan a la misma por sus niveles, alta evaporación y evapotranspiración, pero son trascendentes en el sistema de equilibrio. La infiltración es



favorablemente influida por la naturaleza samítica del sedimentos que conforma este paleocauce del río. Una demanda al consumo, se utilizan las aguas para volcarlas al riego (cultivos locales de duraznos; olivos; hortalizas) con lo cual parte disponible existente se gasta en ese uso y no como consumo directo poblacional.

#### **24\*\*\*SAN RAMON(Facundo Quiroga)**

Esta localidad está ubicada a +-77km al sur de Patquía, por ruta P27. A 30°36'17Sur y 66°55'57Oeste. Cota 587msnm. La población cuenta con más de 200 habitantes (censo 2001). La provisión de agua se compensa importando agua desde Tama(30°30'32Sur y 66°32'06Oeste.Cota 657msnm). Existe una captación desde una vertiente llamada La Deidad, con caudales disponibles de 15 l/s, con una distribución de 2 l/s a San Ramón y de allí 1,2 l/s, a Tama.

#### **25\*\*\*VILLA SANAGASTA(Sanagasta)**

Villa Sanagasta se encuentra sobre la ruta P1, distando de la Capital de La Rioja unos 20km, pasando por Las Padercitas y Dique Los Sauces. A coordenadas 29°16'54Sur y 67°01'13Oeste. Cota 1.025msnm. Contiene 2.165 habitantes al año 2001(censo). Las fuentes de captación presentes son tres a) Superficial desde un canal de riego; b) Subálvea y c) Subterránea. La fuente superficial, desde un canal captándose en dos lugares. El primero deriva desde una zona alta a un filtro dinámico, el segundo punto con una compuerta de riego para detener el agua cruda, que se capta en un filtro lento. La subálvea, son drenes (caños crivados) en el lecho del Río Grande, que procede de la cuenca del Huaco, no está a profundidad correcta, para un normal funcionamiento. La subterránea, es por medio de tres pozos, ubicados detrás de defensas del Río Grande, funcionando en época opuestas al estiaje del río. Hay tres ambientes hidrológicos distintos en la cuenca de aporte: a) El primero es una cuenca colectora que incluye un área de cultivo en Sanagasta. b) Cuenca transitoria en el centro entre Los Nacimientos y La Pollera de La Gitana y c) Al sur Cuenca Colectora que finaliza al sur del embalse. Las subcuencas están interconectadas entre sí y prácticamente la cuenca superior, es la que recibe aportes continuos. El caudal medio anual superficial, subsuperficial y subterráneo en la toma de Sanagasta y desembocadura al bolsón suman aportes. La toma de Sanagasta aforada, tiene unos 274 l/s. Pero el caudal medio anual que puede captarse en toda la cuenca es superior como de 0,666m<sup>3</sup>/s, tanto superficial más subterráneo. Las tres subcuencas, interconectadas entre sí, con la subcuenca central de aportes menores transitorios, sigue la parte distal sin aportes desde el dique. El abastecimiento de agua para incrementar el consumo actual a la localidad es de 52,59 l/s. Los análisis del agua(salida estanque): Sólido 206mg/l y Conductividad 448 umho/cm, Cloruro 24mg/l y Sulfato 45mg/l, Nitrato 5mg/l, Nitrito 0,1mg/l, , Ph 7,4Fluoruro 0,4mg/l, Arsénico 0,01mg/l, Calcio 15mg/l, Magnesio 7mg/l, Potasio 8mg/l, Sodio 23mg/l, Bicarbonato 61mg/l y Alcalinidad 100mg/l, aunque un agua hiposalina, es apta para consumo humano. Analizados los valores de caudales en puntos de aforo se toma en cuenta, valores de estiaje del río y aportes al subálveo y captaciones subterráneas al mismo, en el mismo período de tiempo. Los caudales superficiales en estiaje para el azud de Dique de Los Indios con aforos de 278 l/s y 436 l/s y un caudal del subálveo, si tomamos estos parámetros aforados, debería ser menor a 474 l/s. Resumen: 1) Caudal superficial de estiaje Dique Los Indios: 300 l/s; 2)Caudal subálveo 250 l/s; 3) Caudal subterráneo: 180 l/s. Total: 730 l/s.

#### **26\*\*\*VILLA UNION(Coronel FelipeVarela)**

Sobre ruta provincial 26 y ruta Nacional 40. A 29°18'49Sur y 68°13'30Oeste. Cota 1.154msnm. Contiene 483 habitantes al año 2001. El abastecimiento actual de agua se produce por el embalse lateral de Villa Unión (85%) y por los pozos de El Molle y Bracachini (15%). El caudal del embalse es insuficiente, si bien los pozos explotados tienen una buena calidad, aunque sus caudales resultan bajos frente a las demandas. Como probables fuentes de provisión, la zona de vertientes de Don Cosme y Tres Cerros (a 22 km) y el río Chanquía (a 5,5 km). Estudios por Víctor Sanchez, analiza la posibilidad de perforación al norte de Villa Unión. Considera la zona como favorable por el espesor de los acuíferos productores. El estudio hidrogeológico, define área con la ubicación a una profundidad de -100mbbp, para la localidad de El Molle, al norte de la misma, donde espesores acuíferos en esta área, son 117 y 280m de potencia. Estudios de geofísica ratifican espesores productivos con perfiles geoeléctricos. Existe planta de tratamiento y perforaciones en El Molle 1 y 2, al norte de la ciudad con caudales de 60 y 30m<sup>3</sup>/h, distanciados entre ejes de pozos en unos 150 metros,

presentando interferencias, lo que corresponde separación de ellos. Análisis físico/químicos histórico OSN 51420. Como ejemplo la vertiente La Ramadita. Residuo salino 1.200mg/l; Alcalinidad 96mg/l; Cloruro 105mg/l; Sulfato 561mg/l; Fluor 0,5mg/l; Arsénico vestigios; Ph 7,3.

## MENDOZA

Regiones hidrogeológicas se corresponden a la 4 Llanura Chaco Pampeana al este, límite con San Luis. La región 9, Precordillera Frontal y Principal y sus valles. La región 10, área central y norte de la provincia, Pie de Monte y Llanura Cuyana. Hacia el sur la región Patagonia Extraandina.

### **1\*\*\*CARRIL SAN PEDRO(San Martín)**

Ubicada la zona a 7 km, al oeste de la Ciudad de San Martín y 2 km al norte de la localidad de Palmira (20.889 habitantes en 2001) y a 1,5km de la ruta N7. Sus coordenadas son 33°03'01Sur y 68°32'46Oeste. Cota 665msnm. La hidrogeología definida por el Centro Regional de Agua Subterránea, como zona Hidrogeológica Norte, esta integrada por acuíferos confinados, semiconfinados y libres. En presencia de dos conos aluviales del río Mendoza de edades diferenciales, sobre un basamento hidrogeológico granular con un paleorelieve irregular, condicionante del potencial hidráulico y la piezometría de los acuíferos, por la variación del espesor de las capas sedimentarias. Las fuentes alternativas, están limitadas al agua subterránea, las precipitaciones escasas con 200mm y alta evapotranspiración, limitan a las aguas superficiales, que pueden tener problemas antrópicos contaminantes, incluyendo los períodos de sequía y limpieza del canal (monda). La solución puede darse con perforaciones profundas de unos +-150mbbp. Información técnica del pozo a saber:

- 1) Tres niveles de acuíferos: -65/-98mbbp; -102/-113mbbp y -127/-151mbbp.
- 2) Los filtros se enfrentan entre -106/-113mbbp y entre -127/-145mbbp.
- 3) Los análisis físico/químicos registran una conductividad en uS/cm 797; Sólidos totales disueltos 537 mg/l; pH 6,65; Sodio 66,70mg/l; Cloruro 67mg/l; Sulfato 202mg/l; Dureza total en CO<sub>3</sub>Ca, 255mg/l.
- 4) Se presenta copia perfil geoeléctrico con curvas Potencial Espontáneo, Gamma y Resistividad. Donde las curvas marcan un contraste entre alta conductividad y baja resistividad y la presencia de un acuífero conductor.

### **2\*\*\*COLONIA LAS ROSAS (Tunuyán)**

En el Municipio de Tunuyán. Por la ruta N40 al sur de la ciudad capital, con un desvío hacia el oeste. A 33°36'06Sur y 69°06'01Oeste. Cota 921msnm. Unos 420 habitantes (2001). Se capta agua de acequias de riego con potenciales enfermedades de origen hídrico, según datos epidemiológicos analizados. Existe en la zona una buena capacidad de almacenamiento subterráneo. Las perforaciones en la zona, tienen una capacidad de extracción con caudales de unos 110 m<sup>3</sup>/h. Sus aguas presentan una surgencia natural, por acuíferos surgentes a una profundidad de -240mbbp. Los filtros de captación del acuífero esta entre -209mbbp hasta los -239mbbp. El agua según análisis físico/químicos determina parámetros permitidos por las normas de calidad. Se reconoce la buena calidad, potable del agua subterránea en esta región de la provincia.

### **3\*\*\*EL ALGARROBAL(Las Heras)**

Al norte de la ciudad capital, por ruta N40, cerca del aeropuerto El Plumerillo. A 32°48'55Sur y 68°45'51Oeste. Cota 689msnm. Contiene unos 6.000 habitantes(2001). La fuente esta con perforaciones profundas, con electrobombas a 45 HP y caudales de

140 m<sup>3</sup>/h a) Un pozo de 6" de diámetro a -116,50mbbp, filtro de 12,31m de longitud, con bajo rendimiento y mala calidad.

b) Otra perforación de 10"/8" de diámetro a una profundidad de -229,86mbbp con 20 metros de longitud de filtro.

Un estudio en la región de la cuenca Mendoza Norte permite apreciar en un perfil 3 niveles de acuíferos entre los -20/-100mbbp; los -100 y -150mbbp y -150 y -250mbbp. Las mejores calidades están registradas en un 3er acuífero. Entre los años 2001 y 2004 en una explotación los análisis registran una baja la conductividad con 2.475 uS/cm a 2.250 uS/cm. La dureza de 696 hasta 664 mg/l. Sulfato 774 a 713 mg/l. Nitrato variaciones en 4 años: 30/20/29 y 32 mg/l, un 1% cerca de incremento del ión.

Datos de otro pozo profundo con una profundidad de -240mbbp, se registró un perfilaje eléctrico (Potencial espontáneo y Resistividad) apreciándose su capacidad por la potencia de las formaciones acuíferas y no acuíferas. Se perfora hasta los -240mbbp. Ensayo de bombeo con una electrobomba de 50HP de capacidad instalada a una profundidad de -48mbbp. El caudal de bombeo estabiliza en 125 m<sup>3</sup>/h a los 30 minutos del inicio del bombeo. Nivel estático -17,20mbbp; nivel dinámico a -33,45mbbp; a los 120 minutos de bombeo se estabiliza su nivel dinámico. Caudal Específico: 7,69 m<sup>3</sup>/h/m; Caudal de producción 70 m<sup>3</sup>/h, con potencia de bomba de 40HP. La extensión de los filtros, están ubicados entre -148/163mbbp y entre -185/200mbbp (análisis curva de resistividad). El tapón de fondo de -200/-203mbbp. Los parámetros de potabilidad son: conductividad 905 uS/cm, Nitrato 1,5 mg/l. Análisis histórico OSN físico/químicos n50416 en un pozo semisurgente son: Residuo total 1.240mg/l; Alcalinidad 218; Cloruro 107; Sulfato 520; Fluor 0,4; Arsénico con vestigios; Dureza 425; Ph 7,4 es un potencial que mide iones hidrógeno (relación ácido base), donde un Ph 7 es un valor de equilibrio de una solución o la neutralidad entre lo ácido y lo básico de sus elementos.

#### **4\*\*\*EUGENIO BUSTOS (San Carlos)**

Por ruta N40 al sur de la ciudad capital, entre La Consulta, San Carlos y Tres Esquinas. A 33°46'44Sur y 69°03'55Oeste. Cota 974msnm. Contiene una población de 3.973 habitantes al año 2001. Las conclusiones del análisis hidrogeológico realizado, definen dos zonas a conocer: La primera ubicada al norte de una Terminal de omnibus, información secundaria y de campo, reconoce que antes de los -100mbbp existe un área de buena porosidad, lo que presupone índices de productividad, de buenos a muy buenos. En cuanto a la calidad química tiene bajos porcentajes de Sodio y Cloruro, porque es un agua de buena aptitud para riego. Para desarrollar una perforación para uso comunitario se recomienda perforar hasta los -140mbbp, y así eliminar la contaminación bacteriológica potencial mejorando sus niveles de calidad del agua. Una segunda zona está ubicada a unos 2.000 metros al oeste de la ruta N40, por la altura de Los Indios. Es muy similar la geología de ambas áreas. Al noreste, un mayor espesor y a -40mbbp está la zona de saturación, con su nivel estático. Hasta -100mbbp, Sulfato elevado y Conductividad alta. Se aconseja explorar más profundo, a partir de los -110/120mbbp. La perforación a una profundidad de -170mbbp con un diámetro de 8". Los caudales de extracción para una electrobomba con un caudal de 30 m<sup>3</sup>/h, incluyendo longitud de caño filtro de 30metros, con depresiones de 6,42metros.

#### **5\*\*\*FRAY LUIS BELTRAN (Maipu)**

Acceso por ruta N7, desde la ciudad de San Martín. A unos 25 km de la ciudad Capital. A 33°46'44Sur y 69°03'55Oeste. Cota 974msnm. Una población de 1.200 habitantes al año 2001(censo). La fuente de abastecimiento es una perforación a una profundidad de -201mbp., con caudales de 70 m<sup>3</sup>/hora, que presenta dos capas productoras, separadas por una arcilla aislante de color pardo. Una depresión para ese caudal de 4 metros con un índice de producción de 17,5m<sup>3</sup>/h/m. El nivel piezométrico (estático en acuíferos confinados) de la capa productora ubicada entre -163mbbp y -188mbbp es de -1mbbp. Se tiene una semisurgencia alta en la perforación. El nivel dinámico está a -5mbbp. Esto posibilita que la bomba tenga una corta HM (altura manométrica), y gaste menos energía. Se verifica por cotas topográficas y niveles del pozo, para seleccionar la bomba, considerando que el nivel de marcha está a -5 mbbp. Un ejemplo: El filtro de la bomba a -10m, un colchón de agua de 6 metros con una altura manométrica de bomba de 20metros, la Hm total es de 20m (en el pozo 10m +10m para subida a tanque y cañería distribución). Las calidades físico/químicas dentro de parámetros normales, muestran un residuo salino de 610mg/l; Conductividad 861; Ph

693;Cloruro71mg/l; Sulfato 202mg/l; Magnesio 23mg/l; Calcio 102mg/l; Bicarbonato 170mg/l. La bomba tiene una potencia de 10HP.

#### **6\*\*\*GENERAL ALVEAR(General Alvear)**

A General Alvear se accede por rutas P169 y P143 desde San Rafael. A 34°58'26Sur y 67°41'08Oeste. Cota 475msnm. Contiene unos 44.147 habitantes al año 2001. Las localidades que integran el Gran Gral.Alvear son:

- a. Unión Vecinal El Ceibo (Bowen) y la Escandinava: Dos perfiles hidrogeológicos, permiten definir perforaciones en Bowen; se encuentra una capa de arena gruesa a fina (entre -50/-67mbbp), con caudales de 150 m<sup>3</sup>/h, con depresiones de -5mbbp. Otro perfil, entre -75 y-81mbbp, con caudales de 150m<sup>3</sup>/h y depresiones de -6mbbp. Con tres perfiles, que definen entre -120mbbp y -164mbbp, caudales de 250m<sup>3</sup>/h, depresiones de 10mbbp; índice de producción de 25m<sup>3</sup>/h/m; calidades con residuos dentro de parámetros normales, Residuos entre 800 y 1.710mg/l. La conductividad 1.926 uScm y Residuo seco 1.470; Sodio 291mg/l; Sulfato 581 mg/l y cloruro277.
- b. Localidad El Juncalito: La localidad cuenta con 133habitantes.. Un caudal medio diario de gasto 1,11 m<sup>3</sup>/hora. Un análisis físico/químico de agua de pozo a una profundidad total de -220mbbp, que responde a la ciudad de Alvear. Presenta residuos elevados y Sulfatos 500 sobre 400 mg/l, según normas de calidad. La calidad de la fuente en general es buena. La perforación posee una bomba de extracción con una capacidad de 300 m<sup>3</sup>/h.
- c. Localidad San Pedro del Atuel (Carmensa): La población es de 147h(2001), el caudal medio, de 2,38m<sup>3</sup>/h para una dotación de 200 l/h/d. Tienen agua potable en la zona,que devienen de una planta potabilizadora. El agua tiene una conductividad 1.906 uS/cm y un Residuo seco de 1.444 mg/l; Sulfato 591 m g/l y Cloruro 248 mg/l.
- d. Localidad Alvear Oeste: para 200 habitantes. El agua se obtiene desde la localidad de La Marzolina. La cual abastece a Alvear Oeste. El caudal diario es de 1,59 m<sup>3</sup>/h. Las calidades presentan una conductividad de 2.059 uS/cm, un Residuo salino de 1.637 mg/l, Sulfato 670 y Cloruro 312 mg/l.

#### **7\*\*\*GUSTAVO ANDRE(Lavalle)**

Ing. Gustavo Andre. Se accede por la ruta P34 desde la ciudad de Lavalle, luego de la localidad de Costa de Araujo. A coordenadas 32°41'59Sur y 68°19'03Oeste. Cota 596msnm. Cuenta con 324 habitantes al año 2001. Se observa una perforación con caudales de 117 m<sup>3</sup>/h. Los análisis físico/químicos están prácticamente dentro de parámetros normales, con Residuos salinos arriba de los 1500 mg/l. En general en la cuenca, cuando aumenta la profundidad del pozo, mejora la calidad del agua. Sus caudales son buenos frente a las depresiones y al índice de productividad, también favorable (7/10 m<sup>3</sup>/h/m). La sobreexplotación, produce incremento de iones, ejemplo Sulfato. Un pozo a -180mbbp, con Amonio 0,14mg/l (1,5mg/l OMS) y Nitrito 0,02mg/l (0,1mg/l CAA), ambos debajo de las normas de calidad. La región del llamado desierto Lavallino, presenta anomalías en la calidad del agua subterránea, por aumento de Sulfato en el agua que se extrae. El INA de Mendoza en la zona de Gustavo André, no indican concentraciones del elemento arsénico sobre el límite de las normas. Como registro de una perforación ubicada en la zona, a una profundidad de -70mbbp, con análisis físico/químicos con concentraciones de Arsénico de 0,03 mg/l. Otro pozo a 2.000 metros hacia el norte del emplazamiento nuevo a -260mbbp con 0,04 mg/l de Arsénico, presenta una conductividad de 1.330 uS/cm. Otras dos perforaciones contienen Arsénico 0,07 y 0,09 mg/l a profundidades variables como es a -127 y -300 mbbp. Bocanegra, Bocanegra, Alvarez (Arsénico en aguas subterráneas: su impacto en la salud Mar del Plata 2002)), hace referencia a pozos más profundos, con mejor calidad química, incluyendo el elemento Arsénico. En la zona se perfora a una profundidad de unos -300/350mbbp para evaluar la concentración de arsénico. Registros de otro pozo a -300mbbp contiene Arsénico 0,07mg/l, hacia el norte..Hacia el sur las calidades según estudios a la profundidad de -300/-350mbbp, no se ha perforado, posiblemente exista agua sujeta a explotación. En el mismo departamento Lavalle, una perforación de O.S.Mendoza en Villa Tubumalla, cercana a Gustavo André, presenta agua potable. Otra perforación ubicada en Ruta 33 y El Carmen, perforó a -297,50mbbp con 40m de filtros. Entre -220,65/235,71mbbp.Entre-238,71/-248,06mbbp.Entre-257mbbp/-259mbbp.Luego a -265mbbp/-268mbbp. Finalmente

entre -279,49 y 289,47mbbp. Caudales 114m<sup>3</sup>/h sus niveles dinámicos son -77,35mbbp con una depresión de 73,35mbbp. El nivel estático está a -4mbbp. Las sales totales 737 mg/l. Conductividad 1097 us/cm; Turbiedad UNT 1,2; Dureza total 358mg/l; Sodio 88mg/l; RAS 2,41; Cloruro 135mg/l; Sulfato 324mg/l; Nitrato 1,5mg/l; Calcio 122mg/l; Magnesio 13mg/l; Boro 0,3mg/l; Arsénico 0,039mg/l, se uso el método de generación de hidruros/espectrofotometría absorción atómica y Ph 7,7.

#### **8\*\*\*LA PAZ (La Paz)**

Por la ruta Nacional 7, entre Desaguadero y La Dormida. A 33°27'27Sur y 67°32'50Oeste. Cota 505msnm Con 7.059 habitantes al año 2001. La fuente es una perforación ubicada en un extremo de un campo. La misma tiene una profundidad de -87mbbp. En su oportunidad se realizó un ensayo con compresor, estableciéndose un caudal superior a los 200 m<sup>3</sup>/hora, aunque las necesidades son inferiores a ese caudal. Al parar el equipo bombeo de la electrobomba, sus niveles se estabilizan en -5,60mbbp (nivel estático). En cuanto a la calidad físico/química de sus aguas, presentan niveles de Sulfato elevado, 750 mg/l y algo sobre los niveles permitidos, de Dureza y elemento Sodio. Con el Sulfato se detecta su asimilación a niveles sobre la norma.

#### **9\*\*\*MAIPU I (Maipú)**

Desde laCapital Mendoza por ruta a unos 17km hacia el sudeste. A coordenadas 32°58'04Sur y 68°46'51Oeste. Cota 799msnm. Son 89.433 habitantes al año 2001. La fuente es subterránea, con una perforación se alcanza una profundidad de -300mbbp hasta el horizonte productor. Si bien esta área esta cubierta por un servicio desde la ciudad de Mendoza, con lo que se abastecen determinados radios, en verano existe un déficit respecto a la presencia de agua potable. Se desprenden datos técnicos básicos para la perforación, como el caudal de 100 m<sup>3</sup>/h y la profundidad total de -300mbbp.

#### **10\*\*\*MAIPU II(Maipú)**

Esta ubicada la ciudad de Maipú a unos 12 km, al sur la Capital, desde Godoy Cruz. A coordenadas 32°58'04Sur y 68°46'51Oeste. Cota 799msnm.

La fuente es de naturaleza subterránea. Los parámetros de 14 perforaciones indican profundidades y caudales, estas profundidades son variables según cada pozo.

Por tanto esta fuente subterránea indica acuíferos a explotar a una profundidad entre-120/-140mbbp, con caudales entre 64 y 100m<sup>3</sup>/h. Existen más pozos en una disposición espacial de batería.

#### **11\*\*\*NORTE(Santa Rosa)**

Santa Rosa, esta ubicada a 84km al este de la ciudad de Mendoza. A 33°15'06Sur y 68°08'52Oeste.Cota 609msnm. Muy próximo a esta población (1.929hab.2001) cabecera del Departamento homónimo, se encuentra Norte. Siendo su acceso por ruta N7. Existe una perforación profunda para abastecer una población escolar y lugareña. Los datos existentes para Mendoza referencian perforaciones entre -200 y -300 mbbp, para posibilitar encontrar agua con valores salinos con menos residuos sólidos.Una comunicación con los autores de un estudio, Alvarez y Martinis, destacaron las características químicas de las aguas. Si se captan a niveles superiores, más arriba, las aguas presentan mayores salinidades y acciones antrópicas comprobadas, aunque a más de -300mbbp los incrementos salinos y de Arsénico y Fluor pueden llegar a complicar también la calidad en los acuíferos en esta área.

#### **12\*\*\* PUESTO LIMA(Capital)**

A 10 km al Oeste de la ciudad Capital. A coordenadas aproximadas de 32°53'59Sur y 68°56'26Oeste. Cota 1.047msnm. La toma de agua se realiza desde la Colonia Papagayos, ubicada a unos 10 km de la capital mendocina, en ambiente de piedemonte(ciudad de Mendoza) de la cordillera. La fuente de agua es un manantial, no se tiene ningún análisis físico/químico para determinar características originales del agua de la fuente. Aunque se infiere su potabilidad. Se indica que el abastecimiento se hará en forma alternada con la Colonia Papagayos, explotando la fuente unas 12horas/día. El caudal estimado es de 7,50 m<sup>3</sup>/hora.

#### **13\*\*\*SAN PEDRO (Lavalle)**

Acceso por Ruta P34 y ruta N142, al noreste desde la ciudad capital, a unos 40km.

Los elementos químicos analizados, están dentro de niveles objetables según las normas de agua. Esto en referencia a los elementos Manganeseo y Sulfato. Aunque dichos niveles no son muy elevados. Los perfiles geológicos y análisis físico/químicos de perforaciones cercanas, muestran para esta zona de Costa de Araujo (Departamento Lavalle) a 32°46'11Sur y 68°23'24Oeste, cota 610msnm, lo siguiente:

Una profundidad de -205mbbp, con caudales de 250 m<sup>3</sup>/h, depresiones 10mbbp, niveles estáticos a -12mbbp. Con una capa explotable en arena fina a mediana. Con Residuos totales de 940mg/l. y conductividades de 1.178 uS/cm. Otro pozo en Costa de Araujo a -130mbbp, con caudales de 180m<sup>3</sup>/h; niveles estáticos a -7mbbp; depresión -24mbbp, índice de producción 7,50m<sup>3</sup>/h/m; con una capa en explotación entre los -105mbbp y -130mbbp, en una litología de arena fina a gruesa con intercalaciones de grava fina, que termina en una arcilla roja. Un análisis de agua de un pozo en la Unión Vecinal Bo.Shameauta, contienen parámetros normales salvo Sulfato 500 sobre 400 mg/l. Los rendimientos de las perforaciones son buenos. Se estima que a mayores profundidades (-300 mbbp) se encuentra agua con una mejor calidad. Según estudios en la zona se encuentra un espesor aluvional de 600 metros con potencias de aproximadamente 580 metros, saturados de agua, que incluye acuíferos confinados. La isoconductividad a una profundidad de -200 y -300mbbp, es de 1.200 uS/cm. Los valores en Arsénico oscilan entre 0.01 y 0.07 mg/l. Valor guía actual del Código Alimentario Argentino es 0.05mg/l

#### **14\*\*\*SAN RAFAEL(San Rafael)**

Distrito Malvinas. Por ruta P143, desde Pareditas con conexión ruta N40 a Mendoza. A 34°36'54Sur y 68°21'29Oeste. Cota 720msnm. San Rafael contiene una población de 106.386 habitantes al año 2001. El Distrito Malvinas, tiene una población de 250 habitantes(2001), se estiman dotaciones de 150 litro/habitante/día. Un caudal de la perforación, con una potencia de 10HP de la bomba, se corresponde para una extracción de 20 m<sup>3</sup>/hora. Los análisis químicos del agua del pozo a una profundidad de -48mbbp, contienen conductividades algo elevadas, 2.700/2.500 uS/cm. Por contener elevada Dureza, Sulfato y Sodio en su límite superior. El Sulfato junto al Magnesio si este esta en proporción equivalente, define la sal de Epson perfil purgante al agua, sobre todo en organismos sin hábito de consumo.

#### **15\*\*\*SANTA MARIA/RODEO del MEDIO(Maipú)**

Ubicada a unos 14 km al Este de la ciudad de Maipú.

Los análisis constan de dos perfiles de perforaciones para riego, que se corresponden a la localidad de La Primavera(32°55'32Sur y 66°39'51Oeste. Cota 659msnm), cercana a esta localidad Sta.María. Se define una napa acuífera que granulométricamente esta integrada por una grava mediana y una arena gruesa a -118mbbp; las calidades físico químicas integradas a las normas de potabilidad. Otra perforación a -111mbbp tiene un acuífero en una grava media a gruesa. Contienen caudales de 60 y 100m<sup>3</sup>/h y Residuos salinos entre 845 y 695 mg/l, respectivamente, buena aptitud para el recurso. Más datos hidráulicos de la perforación y análisis físico/químicos con una conductividad eléctrica de 896 uS/cm. Sales totales de 628 mg/l; Sodio 41mg/l; desde la parte físico/química esta agua es apta para consumo humano. El pozo perforado de carácter de exploración tiene una profundidad de -282,50mbbp. Pero un perfilaje eléctrico registra poca potencia a mayores profundidades de -200mbbp. Se entuba hasta -200mbbp. Datos de niveles estáticos 0,00m (casi surgente); nivel dinámico -17mbbp; Caudales 125 m<sup>3</sup>/h. Con una profundidad de bomba a -35mbbp. Los filtros están ubicados entre -105/-120mbbp; -128/-138mbbp; -147/-152mbbp y -186/-196mbbp.

#### **16\*\*\*SANTA ROSA(Santa Rosa)**

El acceso es por la ruta nacional 7, entre Las Catitas y San Martín. Contiene 1.929 habitantes al año 2001. La fuente subterránea esta determinada por una perforación, que se ubica en el establecimiento La Cieneguita a 25km al norte de la Villa Las Catitas(33°17'27Sur y 66°02'47Oeste. Cota590msnm), Departamento Santa Rosa. Perforación a una profundidad de -398mbbp, con caudales de 20.m<sup>3</sup>/hora. Existen aproximadamente unas 10 perforaciones profundas distribuidas en toda esta zona del del Departamento, denominadas como área desértica sur y área norte. Los análisis físico/químicos y bacteriológicos, presentados indican aguas aptas según normas de la provincia de Mendoza.

**17\*\*\*TRES ESQUINAS(Junín)**

Se accede por la ruta nacional N40 al sur de la ciudad capital, luego por ruta P16 y ruta P61, entre Junín y Medrano; población reducida, a coordenadas 33°09'22Sur y 66°32'59Oeste. Cota 688msnm. Se registra una perforación a una profundidad de -80 mbbp., con niveles estáticos a -18mbbp. Se evalúan los caudales a extraer, unos 170 m3/hora. Se describe la existencia de pozos de riego en el entorno de esta localidad, con características físicas semejantes (caudales, calidades) a la perforación mencionada arriba, registros con análisis físico/químicos definen un agua potable a una profundidad equivalente, que en este caso es de -68mbbp. El residuo seco del agua es de 405 mg/l. Químicamente el agua es de buena calidad. Del punto de vista físico presenta turbiedad despues de la extracción de la muestra. Desde el análisis regional se considera a esta zona llamada de la cuenca central, como conteniendo aguas de mayor calidad físico/química de la provincia y buenos caudales, usados fundamentalmente para riego de viñedos más el consumo humano.

**18\*\*\*TUNUYAN(Tunuyán)**

A la localidad se accede por ruta N40 desde la ciudad de Mendoza ubicada al norte a 80km. Con 42.125 habitantes(2008). A coordenadas 33°34'13Sur y 69°01'24Oeste. Cota 872msnm. Datos históricos (1946) de OSN responden a análisis fisicoquímicos de pozos semisurgentes(dos) en esta localidad. Los caudales específicos de los pozos confinados, surgentes o semisurgentes son buenos, del orden de los 30m3/h/m/d. Las profundidades estan en -250mbbp; Los niveles de acuíferos superficiales ó libres son igualmente de buena calidad y se encuentran a -80mbbp. Los valores promedios de calidad química de los primeros niveles son los siguientes: Color 3; Turbiedad 0,1;Ph 8,2; residuo(105°C) 279; Dureza total 115mg/l; Alcalinidad 62mg/l; Cloruro11mg/l; Sulfato 107mg/l; Amoníaco 0,05mg/l; Sílice 39mg/l; Calcio 4mg/l; Sodio y Potasio 34mg/l, Flúor 0,9mg/l; Arsénico 0,04mg/l.

# MISIONES

Corresponde a la región Hidrogeológica 15, denominada Misiones.

## **1\*\*\*ALBA POSSE(25 de Mayo)**

Desde Posadas por rutas N12 y P6 a Sierra de Oro hasta P8 a la localidad, a orillas del Río Uruguay. Con 1.000 habitantes(2006). A 27°33'56Sur y 54°41'00Oeste. Cota 145msnm. Constituye un paso internacional hacia Brasil. Una potencia de bomba para extraer un caudal de unos 3m3/hora; además del componente electromecánico permite que la red de distribución, tratamiento y un depósito con tanque elevado con capacidad de 15m3 distribuya agua a la localidad. Las profundidades a captar en la zona, están entre los niveles de -120 y -180mbbp, con escasos caudales del orden de los 1.000 l/hora. Otro pozo a -80mbbp con NE -27mbbp y ND -70mbbp tiene un caudal de 3.500l/hora.

## **2\*\*\*ALBERDI (Oberá)**

Desde Posadas por rutas N12 y N103 y N14 hasta la localidad (Colonia Alberdi), en Cerros del Chapá. Al sur Gral Alvear y Oberá, al norte Gral Roca. A 27°21'34Sur y 55°13'57Oeste. Cota 366msnm. Contiene 562 habitantes al año 2001. Actualmente la población se abastece desde una vertiente, ubicada a 500 metros de Alberdi. Se menciona como resultado negativo (sin caudal) una serie de perforaciones; en la zona que no se captó a profundidad suficiente; debe perforarse a profundidades superiores a -100mbbp. Es necesario para tener agua aquí con caudales bajos, perforar a través de las distintas capas de basalto hasta los -230mbbp con posibilidad de obtener registros de caudales entre 2.000 y 3.000 litros/hora(información Carlos Guidice).

## **3\*\*\*ALDEA GUAPOY(Puerto Libertad)**

Esta ubicada en la provincia hacia el sector noreste, cerca de la frontera con Paraguay por ruta N12, kilómetro 1600, unos 14 km al norte de Wanda, a la altura de Libertad. A coordenadas 25°51'50Sur y 54°33'18Oeste. Cota 217msnm. Contiene una población de unos 100 habitantes(2006). El abastecimiento de agua es por medios subterráneos. Se contruyó una perforación a una profundidad de -96mbbp con un motor de 1HP, lo que se estima una baja extracción, entre 2 y 3m3/hora. No se tiene análisis químicos del agua pero responde a las características generales de los pozos de la provincia, es decir con una baja salinidad.

## **4\*\*\*ALICIA ALTA,Colonia Aurora.(25 de Mayo)**

Por rutas N12/P7/N14 y en el cruce El 44 a ruta P221 hasta cercanías del río Uruguay, desde Posadas. A 27°22'40Sur y 54°21'08Oeste. cota 233msnm. Población unos 160 habitantes (2008).Fuente subterránea con perforación profunda hasta los -170mbbpozo. Por información secundaria, se reconoce el sector este (Río Uruguay) de la provincia con sondeos a mayores profundidades. Las calidades en este tipo de acuíferos en capas basálticas, son de bajas mineralizaciones porque son productos en su mayoría de aguas pluviales por infiltración a través de fracturas en mantos de basalto, que se encuentran en la región del Noreste Argentino. Los períodos de mínima precipitaciones, favorecería un aumento de los Sólidos disueltos totales. Se reconocen pozos a -



100mbbp con caudales bajos de hasta 1m<sup>3</sup>/hora. Se conoce en la zona muy bajos caudales (valores de 1.000 litro/hora a profundidades de -100/-120mbbp).

#### **5\*\*\*ALMAFUERTE(Lean N. Alem)**

Desde Posadas por ruta N12 y P207, desde Bonpland cerca a L.N.Alem. A 27°30'31Sur y 55°24'00Oeste. Cota 356msnm. Contiene una población de 209 habitantes al año 2001. Las perforaciones existentes, no definen bien sus caudales, pero existe disminución de caudal, actualmente en uno de los pozos se llega a obtener 5m<sup>3</sup>/h. Existen antecedentes con información secundaria que reconoce perforaciones a -100mbbp, donde se obtuvieron caudales entre 3 y 4m<sup>3</sup>/h en un pozo. Un registro de perforaciones con bajos caudales muestran: En 1998 dos perforaciones a -140mbbp( no indican caudales), y una tercera a -150mbbp, con caudal cero. Al año 1999 otra perforación con caudal pero no se define su extracción. Actualmente el pozo municipal suministra 5.000l/día con su caudal en baja. Las últimas perforaciones con dos pozos a una profundidad de -60mbbp y caudales entre los 1.800 y 2.000 l/h. Una tercera perforación hasta la profundidad de -70mbbp, con caudales entre los 3.000/3.500 l/hora.

#### **6\*\*\*APOSTOLES (Apóstoles)**

Su acceso es por la ruta N105 y P1, desde Posadas. A 27°54'47Sur y 55°45'43Oeste. Cota 147msnm. Apóstoles cuenta con 22.395 habitantes al año 2001. El objetivo es proveer de agua a una zona ubicada en la periferia urbana de Apóstoles con solo 330 habitantes, por medio de una perforación en el lugar que permite conocer la profundidad del lumbramiento, el mismo está entre -130 y -140mbbp con caudales aproximados a los 2 m<sup>3</sup>/hora.

#### **7\*\*\*AZARA(Apóstoles)**

Por las rutas N105 y P201 por Apostoles desde la ciudad de Capital Posadas. A coordenadas 28°03'38Sur y 55°40'39Oeste. Cota 127msnm. Cuenta con 2.391 habitantes registrados al año 2001. Se registra una perforación a una profundidad de -170mbbp con bombas electrosomergibles para la extracción. Una información sobre una captación que se perfora a diámetro de 4,5" con un filtro de longitud de 3,50metros, hasta los -170 mbbp, se baja bomba de impulsión para 5m<sup>3</sup>/h con una altura manométrica de 170m. Los acuíferos en Misiones pueden superar 4 a 8 m<sup>3</sup>/h ó algo más en la zona de San Ignacio. En esta localidad los caudales oscilan entre 3 y 5 m/h. a profundidades entre los -100mbbp a -160 mbbp. Otro pozo a -96mbbp con un NE -14mbbp y un ND a -45mbbp tiene un caudal de 1m<sup>3</sup>/h.

#### **8\*\*\*CAÁ-YARI(L.N.Alem)**

Esta ubicada desde Posadas por ruta N12 a P103 y ruta P225 entre Colonia Finlandesa y Colonia Yabebiry. Con coordenadas 27°29'06Sur y 55°17'56Oeste. Cota 196msnm. Contiene una población de 990habitantes (2001). Fuente subterránea con perforación a una profundidad de -85msnm, el encamizado es de 0m a -10m, caudal de 3,5m/h y se extrae con electrobomba de 2HP. Agua de buena calidad.

#### **9\*\*\*CAÁ-GUAZÚ/ARROYO del MEDIO(Leandro N. Alem)**

Esta ubicada en las proximidades de la localidad de Leandro N. Alem. A 27°41'53Sur y 55°24'14Oeste. Cota 165msnm. Arroyo del Medio, cuenta con 156 habitantes (censo 2001). Los datos que se pueden obtener, muestran los siguientes parámetros: Profundidad total de la perforación -126mbbp; Nivel estático -74mbbp; Caudal bombeo 2.100 litros/hora y diámetro 4 ½". Con respecto al análisis del agua de la perforación, un exámen bacteriológico positivo por bacterias coliformes totales, con un cloro residual en el sistema de 0,27 mg/l. Ph y Turbiedad en valores normales. Neutraliza por acción bacteriostática. Agua de buena calidad físico/química. La contaminación es desde capas superiores. "En la academia militar norteamericana de West Point se estudian solo dos hechos militares sudamericanos, de centenares que han habido por éstos lugares: Uno es el cruce de los Andes, realizado por el brigadier General Don José de San Martín, modelo de planificación exacto. El otro es la batalla de Caaguazú,

en la que un ejercito novato, chicos de guerra en infantería, derrota a otro de armas, muy profesional”, esto sucedió en estos predios.

#### **10\*\*\*CABURE-I km 9 (General Manuel Belgrano)**

Su acceso es por las rutas N12 y N101 desde Puerto Iguazú.

Este Paraje cercano a la localidad de Cmte Andresito Guacurarí esta en las coordenadas geográficas 25°40'54Sur y 54°08'25Oeste y cota 290msnm. La población de referencia es de 350 habitantes (censo 2001). Las calidades en este tipo de acuíferos ubicados en capas basálticas generadas por derrames desde fisuras, son de baja mineralización, porque tienen su origen en la recarga de aguas pluviales de infiltración. Los datos de perforaciones cercanas a la futura captación (interpolación) determinan profundidades entre los -100mbbp y -120 mbbp, con caudales de bombeo de unos 3m3/h. Las capas de agua ubicadas entre -88mbbp y -108mbbp. Faltan datos de análisis físico/químicos. Otra perforación a -87mbbp, con niveles estáticos -38mbbp; caudales de 3.000 l/hora. Esta ubicado entre rutas P19 y N101 a 25°43'16Sur y 54°04'53Oeste. Cota 329msnm. Los análisis físico/químicos determinan aguas hiposalinas (conductividad uS/cm 144; Sólidos totales disueltos 72 mg/l; Dureza 70 mg/l). Análisis de Nitrato y Nitrito: Se registra para Nitrito: < 0,05mg/l y Nitrato < 10 mg/l. Todo dentro de las normas de potabilidad del agua.

#### **11\*\*\*CAMPO RAMON(Oberá)**

Se arriba a esta localidad por la ruta P103 desde Oberá que une también a Alba Posse.

A coordenadas 27°27'23Sur y 55°01'20Oeste. Cota 335msnm. Cuenta con 1.477habitantes al 2001. Cercano esta el Paraje La Novena, con fuente subterránea por pozo a -45msnm con un caudal de 3m3/h y encamizado hasta los -25mbbp. Aguas de buena calidad.

#### **12\*\*\*CERRO AZUL(L.N.Alem)**

Desde Posadas por rutas 12 y 3, corta ruta 14. Está a 80km de la ciudad Capital. A 27°38'00Sur y 55°29'51Oeste. Cota 265msnm. Cuenta con unos 2.412 habitantes al año 2001. Colonia Bernardino Rivadavia, lote 52. Con una población escolar de unas 73 personas a la fecha de los datos, para un consumo permanente. Actualmente se toma agua de la primera napa, con todas las consecuencias de una contaminación potencial y/o real. Con referencia a la oferta, se envían análisis físico/químicos de la calidad, y se dan registros de aforos de la fuente subterránea de 3.000 l/hora. Datos que se corresponden a la escuela n429 Cerro Azul. Se desconoce la distancia de esta a la escuela de Colonia Rivadavia (n139). Información secundaria indica profundidades de -120mbbp, con caudal aproximadamente de 2 a 3 m3/hora. La provisión de agua potable para la localidad cabecera, Cerro Azul provee agua a cerca de 3.500 habitantes de unos 5.300 (2007) que viven en zonas periurbanas. Un pozo a -93mbbp tiene un NE a -35mbbp y un ND a -70mbbp rinde un caudal de 5m3/h. La población que se provee con agua desde pozos someros a -5 y -10mbbp, contienen un alto grado de contaminación de la napa freática, generado por pozos absorbentes conteniendo líquidos cloacales. La fuente es el arroyo Mártires con una planta potabilizadora. La geología regional define a la provincia con más de 90% de su superficie recubierta por capas continuas y gruesas (10 a 20m potencia individual) de meláfiro (rocas eruptivas volcánicas) de la formación Serra Peral. Estos mantos totalizan casi 1000m de potencia, resultado de efusiones de lava por fisura, del período Jurásico(+/- 165 millones de años), más arenas depositadas en intervalos eruptivos. Las lavas tienen estructura petrográfica de tres tipos: olivinbasaltos, basaltos y andesitas. En zonas el basalto contiene gran cantidad de vidrio volcánico, que al enfriarse la lava quedan cavidades amigdaloides formando cristales. En estas amígdalas hay ópalo, calcedonia, cuarzo, calcita, que se explotan comercialmente (semipreciosas). Existen fracturas en el sistema de rumbo este oeste. Debido a efectos de enfriamiento más levantamiento epirogénico en la región. Existe una perforación profunda a -532mbbp, con agua casi potable. El caudal de la misma es de 35 m3/hora, más el caudal del arroyo usado como agua de mezcla para consumo. Se presume que se ha tocado la parte alta del acuífero Guaraní en el pozo profundo.

### **13\*\*\*CERRO CORA(Candelaria)**

Desde Posadas unos 47km por rutas N12 y P3, antes de Bella Vista. A 27°30'38Sur y 55°36'25Oeste. Cota 151msnm. Con 437habitantes al año 2001, es sede de la Fiesta Provincial de la Frutilla. La provisión de agua se realiza por captaciones superficiales (en la zona existen pocos indicios de agua subterránea) en un área de captación donde confluyen tres cauces y finalmente se define uno solo, con aforos de 4,6m3/hora.

Las plantas de tratamiento cubren demandas por debajo de esos valores. Se recomienda una acción de monitoreo permanente en la cuenca de los cauces, en prevención de impactos antrópicos, con muestreos sistemáticos de sus aguas superficiales para detectar elementos nocivos, comenzando con los de primer orden de contaminación, como el Nitrato. Pozos a -80mbbp con NE-6mbbp y un ND a -23mbbp con caudal de 1,5m3/hora.

### **14\*\*\*COLONIA CARAGUATAY(Montecarlo)**

Se accede desde Posadas por la ruta N12. A sur de Montecarlo, sobre la misma ruta nacional. A 26°36'07Sur y 54°44'02Oeste. Cota 172msnm. El arroyo Itacuruzú, significa Cruz de Piedra en idioma Guaraní, nace en el Alto Itacuruzú y desemboca en el río Paraná. Se observa que tiene caudal suficiente para cubrir una demanda. Aunque la sequía a veces hacer variar sus caudales de extracción desde 2.000m3/d a unos 1.000m3/d, generando serios problemas de abastecimiento. Existen gestiones para cuidar la faceta de impacto antrópico integral(agroquímicos, amteria orgánica) , pues es una fuente de agua para consumo en la región. Por tanto son necesarias acciones de monitoreo permanente en la cuenca y cauces secundarios que drenan sus aguas hacia esta vía más importante. Los muestreos sistemáticos de sus aguas superficiales pueden detectar inclusive agroquímicos, comenzando los de primer orden. Faltan registros que permiten cuantificar la aptitud de este recurso.

### **15\*\*\*COLONIA GUATAMBU (Montecarlo)**

Colonia cercana a Montecarlo. Se accede desde Posadas por la ruta nacional 12, antes de ingresar a Montecarlo de la ruta N12 unos 2.000 metros hacia el este. A 26°35'32Sur y 54°42'25Oeste. Cota 220msnm. Población muy reducida no figura en el censo de 2001. Los registros de la perforación indican una profundidad y un caudal; por un lado una profundidad de -85mbbp. Otros datos hacen referencia a -125mbbp. Los caudales indicados, son de 5.000 l/hora. Los análisis fisico/químicos, indican parámetros normales de calidad.

### **16\*\*\*COLONIA VICTORIA (El Dorado)**

Desde Posadas por la ruta N12, hasta El Dorado. Al norte por la misma ruta a Puerto Iguazú. Debe su nombre a los primeros colonos ingleses arribados en el año 1933. A 26°19'48Sur y 54°37'17Oeste. Cota 215msnm. Cuenta con 1.135 habitantes al año 2001. Más una población de 275 habitantes que incluye a los habitantes de un paraje cercano a la Colonia. El consumo allí es muy bajo de unos 60 l/h/d. Se especifica, una perforación de 4" de diámetro, se perforada a unos -140mbbp con caudales de 1,2 m3/hora. Información secundaria también reconoce caudales escasos, ubicados a profundidades entre -80 y -100mbbp con parámetros de caudales entre los 1,5 y 2 m3/hora. Hasta profundidades de -140 mbbp se pueden obtener también 1.500 l/hora.

### **17\*\*\*CONCEPCIÓN DE LA SIERRA(Concepción)**

Por rutas N105 y P1 desde Posadas. A 27°58'52Sur y 55°30'59Oeste. Cota 166msnm. Con 5.340 habitantes al año 2001. Es la población más antigua de Misiones (1.619). Existe una fuente subterránea con una perforación profunda. Según datos secundarios documentados, se puede obtener un caudal similar hasta satisfacer las necesidades de la demanda. Se encontrarán a profundidades cercanas a -100mbbp y mayores, caudales de 1,5 m3/h.. Es conveniente una electrobomba con una potencia de 1,5HP. Otro pozo(Paraje La Corta)menos de -100mbbp tiene un NE -28mbbp un ND 68mbbp y un caudal de 3m3/h.

### **18\*\*\*CORPUS(San Ignacio)**

Esta localidad esta ubicada a 70 km por ruta N12, al noreste de Posadas, muy cercana a las orillas del río Paraná. A 27°07'45Sur y 55°30'40Oeste.. Cota 163msnm. Cuenta con 2.031 habitantes al año 2001. Dos acuíferos uno a +-65mbbp y un segundo a +-130mbbp. El agua es potable salvo por presencia de una contaminación antrópica.

Respecto a análisis químicos del agua de la perforación, estos responden a características con bajas concentraciones dentro de límites de potabilidad. Los residuos totales son del orden de 360 mg/l, para una profundidad de -110mbbp. En el lote 69 de Corpus un pozo contiene 61mg/l de Sólidos Disueltos Totales.

Las aguas subterráneas en esta cuenca contienen concentraciones naturales de Arsénico y Fluor en un bajo nivel. Se está comenzando a analizar un posible estudio hidrogeológico con cartografía de detalle (2006) en la provincia.

#### **19\*\*\*CRUCE CABALLERO(San Pedro)**

Por las rutas N12, P7 y luego N14 desde Posadas a San Pedro con 24.000 habitantes al 2001. Con coordenadas 26°37'14Sur y 54°06'10Oeste, cota 577msnm. Con una población de 319 habitantes censo año 2001, Cruce Caballero, con coordenadas 26°32'31Sur y 53°56'33Oeste. Cota 677msnm. Está ubicada en una zona con topografía con relieve hasta 975msnm. Muy escasa es el agua subterránea, hasta los -200mbbp se pueden aforar perforaciones con rendimientos de 1.000 l/hora. Otros datos a profundidades de -120/-140mbbp, con caudales similares. Existe también una fuente superficial como uso alternativo para demandas de mayor cuantía. Las acciones de monitoreo permanente en la cuenca con muestreos sistemáticos de aguas superficiales para detectar agroquímicos deberían registrarse periódicamente como medida preventiva.

#### **20\*\*\*FLORENTINO AMEGHINO (San Javier)**

Esta locación está ubicada en proximidades de la localidad de Leandro N. Alem (23km al este). Por ruta desde Posadas N12/N103 hasta Oberá hacia Los Helechos al sur. A 27°37'59Sur y 55°05'02Oeste. Cota 360msnm. Contiene 184 habitantes al censo de 2001. Las aguas subterráneas son escasas en muchos alumbramientos con caudales bajos de 1m3/hora a profundidades mayores a los -100mbbp. El aforo de aguas superficiales entrega caudales del orden de 3,6m3/hora. Se recomienda una acción de monitoreo permanente en la cuenca reconociendo los cauces con muestreos sistemáticos de sus aguas para detectar elementos contaminantes incluyendo los agroquímicos. Es conveniente la prospección de agua subterránea aunque su rendimiento sea con bajos caudales de extracción.

#### **21\*\*\*GENERAL ALVEAR(Oberá)**

Desde Posadas por rutas N12/N103, hasta Oberá y por una ruta P5 al norte hasta Gral Alvear. A 27°25'35Sur y 55°10'10Oeste. Cota 318msnm. Cuenta el municipio con 1.431 habitantes, no la localidad, censo 2001. INDEC 1991 da 128 habitantes. Es un principal centro comercial y cultivo e industrialización de yerba mate. Los datos de perforaciones responden a la periferia de la localidad y son los siguientes: Caudales obtenidos de 3.000 l/hora a una profundidad de -50mbbp, considerar contaminaciones antrópicas que tienen por causas la presencia de nitratos, entre otros contaminantes. Informes secundarios en una zona de J.B. Alberdi, localidad a 27km en línea de General Alvear hacia el sudoeste, determinan niveles acuíferos entre -110/-120m., con caudales entre 1.000/1.500 l/hora. Se reconoce que a más profundidad se dan mayores caudales. Existe una perforación en esta zona a -300mbbp, que tiene rindes entre 3 y 4m3/hora.

#### **22\*\*\*GUARANÍ(Oberá)**

Esta ubicada sobre ruta N14; desde Posadas por la ruta N105 hasta la N14. Contiene 4530 habitantes (al 2001). Sus coordenadas son 27°31'23Sur y 55°09'34Oeste con cota de 345msnm. La fuente subterránea alumbrada por perforación profunda a -160mbbp, con encamizado de 6m, caudal bajo, 1500m3/hora. Se utiliza electrobomba sumergible de 1,5HP. Con agua de buena calidad, aunque no se tienen análisis fisicoquímicos.

#### **23\*\*\*Listado de localidades en la provincia:**

I) Localidad Cerro Corá. Dto. Candelaria. Coordenadas geográficas 27°30'40Sur y 55°36'24Oeste. Cota 152msnm. Escuela n52.

II) Localidad Profundidad. A coordenadas geográficas 27°33'41Sur y 55°42'17Oeste. Cota 177msnm. Dto. Candelaria Esc. 54.

III) Localidad de Cerro Azul. A 27°38'02Sur y 55°29'44Oeste. Cota 267msnm. Dto. Leandro N. Alem Escuela n100.

IV)Localidad de Cerro Azul. A 27°38'02Sur y 55°29'44Oeste. Dto. Leandro N. Alem Escuela n154 (Picada Belgrano).  
 V)Localidad Arroyo del Medio.A 27°41'53Sur y 55°24'14Oeste. Cota 165msnm. Dto. Leandro N.Alem Escuela n772.  
 VI)Localidad Santa María. A 27°53'29Sur y 55°21'18Oeste. Cota 139msnm. Dto. Concepción Escuela n340.  
 VII)Localidad L.N.Alem.Coordenadas 27°36'08Sur y 55°19'26Oeste. Cota 287msnm. Dto.Leandro N.Alem Esc. 66.  
 VIII)Localidad L.N.Alem. A 27°36'08Sur/55°19'26Oeste Dto. L.N.Alem Esc. 206.  
 IX)Localidad de Cerro Azul. A coordenadas 27°38'02Sur y 55°29'44Oeste. Dto.Leandro.N.Alem escuela n138.  
 X)Localidad de Concepción de la Sierra. A 27°58'52Sur y 55°31'15Oeste. Cota 171msnm. Dto Concepción Escuela n199.  
 XI)Localidad de Santa María (Pje. Cascabel). A 27°53'29Sur y 55°21'18Oeste. Dto. Concepción Escuela 670.  
 XII)Localidad de Cerro Azul. A 27°38'02Sur y 55°29'44Oeste.Dto. Leandro N. Alem Escuela 429.

Estas localidades definen áreas a considerar, estan ubicadas en los Departamentos mencionados en el listado de la Provincia. La presencia de diferentes mantos de roca basáltica, que tienen una gran extensión areal y espesor, hace que las perforaciones sean sanitariamente seguras, y en algunos casos, se encuentre más o menos caudal, a una mayor profundidad. Las profundidades asignadas a unos -120 metros bajo boca de pozo, con diámetros de 4", son indicadoras de la existencia de agua a dichos niveles, pues a niveles regionales y locales se los detectan a parámetros similares. Dada las profundidades medias de la provincia, se considera factible perforaciones hasta profundidades señaladas y mayores. Las aguas contenidas en estos reservorio de rocas basálticas son de buena calidad y una baja mineralización. Los primeros niveles de agua, a profundidades someras respecto a las mencionadas, están sujetos a contaminaciones antrópicas.

#### **24\*\*\*OBERÁ(Oberá)**

El poblado es Villa Steimberg muy cercano a Oberá (51.503 habitantes al 2001). Oberá en coordenadas 27°28'Sur y 55°04'59Oeste y cota 378msnm. Rutas N12 y N103 desde Posadas. La perforación que resulta de proveer agua potable a Villa Steimberg esta a una profundidad de -140mbbp, con un caudal de 3m3/h. Una perforación profunda en Oberá, tiene una profundidad de -150mbbp y un caudal máximo de 4.000 l/día, con un NE -33mbp. No se indican datos de calidad.

#### **25\*\*\*PARAJE CAA-GUAZÚ-Santa María(Concepción)**

Se accede por rutas 105/1 y 2 desde Posadas hasta Santa María. A coordenadas 27°51'13Sur y 55°23'33Oeste. Cota 138msnm. Se fundamenta con algunos parámetros la perforación de pozo profundo en la zona, que alcanzará una profundidad de -140mbbp, con diámetro de 4 " y caudales no menor a 1.200 l/h. Si bien se tiene un conocimiento regional de la zona, a profundidades desde los -70mbbp, se puede obtener caudales del orden de +- 2.000 l/hora. Verificar datos cualicuantitativos de la perforación a una profundidad de -220mbbp rinde caudales superiores a los mencionados.

#### **26\*\*PARAJE CAMPIÑASCandelaria)**

Locación cercana a Bonpland. Desde Posadas por la ruta N12 pasando candelaria a ruta P3 a Cerro Cora y Bella Vista. A unos 10km de ruta N14 a comienzos del municipio de Cerro Cora. Coordenadas 27°33'02Sur y 55°32'20Oeste. Cota 323msnm. Los requerimientos para cubrir la oferta necesaria es a través de una perforación a 120 mbbp, usando electrobomba con caudal del orden de 3m3/h y altura manométrica = 145mca. Los datos con características de la perforación son: Profundidad -124mbbp; caudal máximo 1,6 m3/h y caudal de bombeo: 1,2m3/h. Nivel Estático: -41,00mbbp. Electrobomba con una potencia de 1 HP. Con referencia a análisis físico/químicos, los mismos están dentro de parámetros normales. Contiene Sólidos totales disueltos en el orden de los 215 mg/l.

#### **27\*\*\* PARAJE CHICO ALFEREZ//F. AMEGHINO(San Javier)**

De Obera a Pamambí por ruta provincial P5, cercano a Los Helechos al sur. Las Coordenadas de colonia Florentino Ameghino cercano al Paraje Chico Alferez, son: 27°38'01Sur y 55°05'00Oeste y cota 331msnm. Contiene 1.979 habitantes(2001). Entre la localidad La Línea (27°39'28Sur y 54°59'12Oeste y cota 355msnm) a +-16km de Pamambí sobre ruta P5 y F. Ameghino, esta el Paraje Citado. Se describen caudales de 1,8 m3/h; otros registros mencionan caudales de 2,5 m3/hora.

Por lo que se conoce de la zona los caudales asignados de 1.800 l/hora, se considerarían correctos. Se desconoce con precisión la profundidad para alumbrar el agua, que podría oscilar entre -100mbbp hasta los -180mbbp, por tratarse de una zona donde los basaltos se encuentran con inclusiones de pequeños diques o ingresiones de roca con gran dureza.

#### **28\*\*\* PARAJE CRUCE ALICIA-COLONIA AURORA(25 de Mayo)**

Colonia Aurora(a 27°28'26Sur y 54°31'22Oeste. Cota 179msnm, por ruta provincial P2 y P8(Santa Rita) a P7(Jardín America) y nacional N12 a Posadas. Entre El Saltito y Macaco.Cercano a colonias Alicia Alta y Baja. Contiene unos 6.000habitantes(2006) La provisión de agua potable por medio de una perforación profunda, que abastece a unos 225 habitantes del paraje, con una dotación baja de 60 l/h/día por ser distribuida por medio de surtidores públicos. Es una obra de 4" de diámetro hasta unos -140mbbp con un caudal de por lo menos 1,2 m3/h. Se reconoce esta información en la zona, con caudales escasos ubicados a profundidades como las mencionadas, hasta -200mbbp.

#### **29\*\*\*PARAJE EL PARAÍSO(Apóstoles)**

Paraje cercano a la ciudad de Apostoles, se accede por la ruta provincial 105 y ruta P1 desde la ciudad de Posadas, a una distancia de unos 74 km. Cercano al paraje Las Tunas a 9km de Apostoles. A 27°56'00Sur y 55°38'10Oeste. Cota 157msnm. Se indican datos de la localidad, con algunos parámetros de la perforación de pozo profundo de -140mbbp, y un caudal mínimo de 1.200 l/hora. Análisis físico/químicos OSN 49027 en pozo semisurgente. Residuo total 136mg/litro; Alcalinidad 77mg/l; Cloruro 4mg/l; Sulfato 4mg/l; Arsénico vestigios; Ph 7,1. Estos datos se corresponden con la localidad de Apóstoles.

#### **30\*\*\*PARAJE FRAGA CUE II-Itacaruaré (SanJavier)**

La locación esta cercana a la localidad de Itacaruaré y Los Galpones. Se accede desde Posadas por rutas N105, P1/P2 y P4, cerca de Galpones. A coordenadas 27°50'04Sur y 55°13'42Oeste. Cota 134msnm. Se indican datos de la localidad al sudeste de la provincia, con algunos parámetros de una perforación profunda a -95mbbp y un caudal estimado en unos 2.000 l/hora. Se asignan calidades por un análisis de agua subterránea, indicando parámetros normales para dicha agua. Con bajos residuos totales, no se analiza contaminación antrópica ni contenido en Nitrato.

#### **31\*\*\*PARAJE GUIRAY(Guaraní)**

El paraje corresponde al municipio de San Vicente y al Departamento Guaraní. Este municipio se encuentra a unos 200km de la ciudad de Posadas. El Paraje Guiray ubicado en el ámbito de la Sierra de Misiones, integra parte de las comunidades guaraníes. Esta por un camino a +-14 km de la RN 14 y 23km del municipio de San Vicente. A Coordenadas 27°06'48Sur y 54°33'02Oeste. Cota 520msnm. Con una población cercana a 360 habitantes(2008). Dotaciones de 60 l/h/día, con caudales medio diario de 17m3/día a futuro. Conforme a los datos suministrados se puede explotar a unos 2.000 l/hora. Se perfora en 4" hasta una profundidad de -140mbbp con un caudal mínimo de extracción de 1,2m3/h. Reconocido por especialistas poder encontrar mayores caudales hasta +-3m3/hora a profundidades desde -100mbbp hasta mayores a -140mbbp. Esta región de Sierras Misioneras es reconocida por contener menores caudales.

#### **32\*\*\* PARAJE LA ARROCERA-Itacaruaré(San Javier)**

Locación cercana a la localidad de Itacaruaré. Se accede desde Posadas por ruta N105, P 1 y ruta P2 al noreste. A 27°51'30Sur y 55°18'27Oeste. Cota 130msnm. Población de unos 220 habitantes, abastecida por medio de una perforación existente en el lugar. Concretamente en un terreno que se corresponde con la escuela provincial n431. La perforación tiene una profundidad de -85mbbp y un caudal aproximado a los 2.000 l/h. Protocolos de análisis dan como resultado un agua físico/química potable. Con

salinidad baja de 215 mg/l. Es factible entre -80 y -90 mbbp alumbrar agua con caudales ya conocidos.

### **33\*\*\*PARAJE KILOMETRO 48 (San Pedro)**

Es una localidad cercana a San Pedro (pozos a -100mbbp, con caudales de 1.500l/h).

El acceso a esta es por ruta N12/P7 y N14 (sierra de Misiones), de Posadas, cota 571msnm. Las coordenadas del paraje a unos 14km al norte por ruta N14 son 26°34'15Sur y 53°59'48Oeste. Cota 602msnm. Contiene unos 270 habitantes (2001). La fuente subterránea es una perforación profunda para consumo con un gasto de 60 litros habitante por día, para alimentar surtidores públicos. Es una perforación de 4" de diámetro hasta una profundidad de +-140mbbp con caudales de unos 1,2 m3/h. Reconocida esta zona por perforistas locales, como con caudales escasos, ubicados a profundidades entre -90, -100/-110 mbbp, sus caudales llegan a los 2 m3/hora. Considerando solamente información secundaria existente, se podría obtener entre una profundidad de -90 y -140 mbbp caudales de 2 m3/hora.

### **34\*\*\*PARAJE LA INVERNADA (San Ignacio)**

Se accede desde Posadas por ruta N12 hasta Santa Ana, luego a Loreto 4km, pasando el A. Yabebiry. A 27°16'50Sur y 55°27'06Oeste. Cota 129msnm. Contiene unos 130 habitantes. Algunos parámetros de la perforación de un pozo profundo en la zona son: una profundidad de 140mbbp con un diámetro de 4", un caudal a alcanzar no menor a los 1200 l/h. Si bien se tiene un conocimiento regional, en la zona a profundidades desde -70mbbp a -100mbbp se pueden obtener bajos caudales de 1,5/2m3/hora.

### **35\*\*\*PARAJE PUERTO ESPAÑA (San Ignacio)**

Por ruta N12 desde Posadas entre Santo Pipó y Jardín América. A unos 95 km de la capital. Puerto España tiene por coordenadas 27°02'32Sur y 55°26'39Oeste. Cota 121msnm. Desde el análisis de cuenca hidrogeológica, al norte de la ciudad de San Ignacio, se define como una sola cuenca sedimentaria en esta extensa región, donde el subsuelo tiene características tanto sedimentarias como de rocas en mantos basálticos. Se considera favorable la profundidad asignada a una perforación, de -140metros desde boca de pozo. Se estima los valores de caudales a extraer según datos regionales del orden de 3m3/hora. En cuanto a las calidades, es reconocida la baja salinidad en este tipo de acuíferos y potable.

### **36\*\*\*PARAJE VIRGEN del ROSARIO (Guaraní)**

Este paraje cercano al municipio de San Vicente a cota 537msnm, a 9 km del municipio por ruta N9. Contiene 38.247 habitantes al 2001, se considera como la capital nacional de la madera. Desde Posadas se accede por rutas nacionales N105 y N14. Agua subterránea por perforación profunda, para abastecer unos 300 habitantes del Paraje, a 26°56'00Sur y 54°26'41Oeste. Cota 543msnm, con una dotación baja de 60 l/h/día por ser distribuida por surtidores públicos. En San Vicente se aprecia un pozo con diámetro 4,5" a -166mbbp con caudal de 2 m3/h. Niveles estáticos a -32mbbp. Se reconocen datos para esta zona por información secundaria y perforaciones desarrolladas como con caudales escasos, ubicados a profundidades mayores a -100mbbp, con valores entre 1,5 y 2 m3/h. Por información secundaria se establecen caudales hasta 2.000 l/hora, a profundidades entre -90mbbp y -140mbbp.

### **37\*\*\*PICADA SUIZA (El Dorado)**

En el kilómetro 28 desde la localidad El Dorado. Desde Posadas por la ruta N12, luego ruta P17 a 9 de Julio. Población actual (2001) de 290 habitantes; escuela n262.

La provisión de agua potable para 290 personas, en Picada Suiza, tiene coordenadas 26°24'01Sur y 54°24'58Oeste a cota 271msnm. La fuente subterránea se encuentra a profundidades hasta -140mbbp. Según datos relevados para esta zona se puede encontrar agua a los caudales solicitados y a menos profundidad por caso a -100mbbp. Se considera las dos profundidades válidas para el recurso. Se considera una dotación de 50 l/h/día con un caudal diario máximo de <1m3/hora (0,950m3/h). El caudal disponible puede ser de 1,6m3/h.

### **38\*\*\*PICADA VASCA(Oberá)**

Desde Posadas a Oberá(60.000h, en 2.006), por ruta nacional N12 y provincial P103. El lugar esta a unos 5km al sudeste de General Alvear(1750h, en 2.006) por ruta P5 y 5km del centro de Oberá. A 27°27'56Sur y 55°08'14Oeste. Cota 311msnm. Para la localidad con respecto a la fuente se ratifican caudales de unos 1m3/hora.

Los datos que se acompañan desde el aspecto hidrogeológico, responden a General Alvear en las cercanías de Picada Vasca, a solo 3.000metros de una escuela n191. Se indica agua potable a -50 mbbp y caudales del orden de 3.000 litros/hora. Es factible, encontrar en esos niveles, caudales y calidades típicas de la zona de basalto (bajas salinidades) y caudales inferiores a los 3 m3/h en la zona de la escuela. Los datos hidráulicos del pozo son: Profundidad total de -124mbbp, caudales de bombeo 2.600 l/hora; niveles estáticos - 39mbbp. La extracción se ejecuta con una bomba de 1 m3/h de capacidad, una perforación de 4 ½" de diámetro con un encamisado hasta los - 120mbbp.

### **39\*\*\*POSADAS(Capital)**

Por ruta N12 desde Buenos Aires. A coordenadas 27°22'05Sur y 55°53'38Oeste. Cota 122msnm. Con 252.981 habitantes al censo de 2001. Dentro del contexto regional y del área de Posadas, y zona Madariaga, se puede encontrar agua a la profundidad señalada de -130/-160mbbp, con bajos caudales. La relación entre profundidades de alrededor -160mbbp y los caudales entregados entre 2 y 2,1 m3/hora no es muy a favor. La ciudad se abastece con agua superficial del río Paraná. El agua cruda con sus elementos analizados tiene: Residuo a 105°C 56mg/l; Dureza total 27mg/l; Alcalinidad 21mg/l; Cloruro 1mg/l y Sulfato 6mg/l; Sílice 8 mg/l; Sodio y Potasio 6mg/l; Fluor 0,5mg/l; Arsénico <0,04mg/l; Calcio 5mg/l y Ph 7,7. OSN Anuario Laboratorios 1946(datos históricos).

### **40\*\*PUERTO ESPERANZA(Iguazú)**

Por ruta N12 desde Posadas Capital. Cercano a la costa del Río Paraná, margen izquierda. A 26°01'42Sur y 54°36'47Oeste. Cota 177msnm. La población con unos 250 habitantes para el Paraje (2001), una dotación baja de 60 litros/habitante/día, con distribución pública. Obra del pozo con 4" de diámetro hasta unos -140mbbp con un caudal de +1,2 m3/hora. Reconociéndose la zona por información secundaria, donde los caudales son escasos a profundidades -80 y -100mbbp con caudales de 1,5 m3/hora.

### **41\*\*\*PUERTO IGUAZÚ(Iguazú)**

Locación de Villa Alta, cercana Puerto Iguazú se accede desde Posadas por la Ruta nacional 12. A 25°36'03Sur y 54°. Cota 176msnm. Contiene 31.515 habitantes al año 2001. Los caudales más comunes para Puerto Iguazú, son los de 4 a 6 m3/hora. En algunos lugares 3m3/h (A.C.A.), hasta los 12 m3/hora (empresa Singer). Existen estudios específicos que ubican una posible fractura a +-140mbbp, hacia una menor batimetría, donde se puede encontrar caudales superiores a los 10 m3/h, justamente en el área correspondiente a terrenos que responden al barrio Villa Alta. Es una zona donde probablemente se produzca también una alimentación por agua meteórica, sino producto también a traves de otro acuífero?, porque la concentración salina es mayor a las aguas de los pozos encontrados en las cercanías de esta área, a iguales profundidades, pero con caudales inferiores como 2,3,6 y 8 m3/hora.

### **42\*\*\*ROCA CHICA (San Ignacio)**

Esta locación de Roca Chica, es cercana a San Ignacio. Se accede desde Posadas por ruta N12, cercana a Gobernador Roca por ruta P6 a unos 10km al sudeste con 471 habitantes (2001). Coordenadas 27°14'15Sur y 55°20'51Oeste. Cota 228msnm. Se aprecia análisis bacteriológico de una fuente y no el análisis físicoquímico. Datos de caudales de dicha perforación según aforo 1,5 m3/hora. a una profundidad de - 100mbbp. La información responde a un pozo próximo a la ciudad de Gobernador Roca a 12 km hacia el Norte. Los análisis físico/químicos de exOSN 48765 dan Residuo total 108mg/litro; Alcalinidad 68mg/l; Cloruro 4mg/l; Sulfato 7mg/l; Fluor 0,1mg/l; Arsénico vestigios, con un Ph 6,4.

### **43\*\*\*SAN ANTONIO(General Belgrano)**



Por rutas N12 y N101 desde Puerto Iguazú. Limita con Brasil con la población homónima. Coordenadas 26°03'27Sur y 53°44'03Oeste. Cota 526msnm. Cuenta con una población de 7.640(2006). Con referencia al cambio de fuente se interpretan las necesidades de captar en otra fuente alternativa (subterránea), por razones antrópicas que se exponen por la alteración de las calidades de agua. Información secundaria suministrada, reconoce para esta zona caudales de 5.000 l/h a profundidades mayores a -110 metros bajo nivel del terreno.

La fuente subterránea con antecedentes de cinco pozos ejecutados, que no dieron resultado positivo en sus caudales de extracción. Otro antecedente en una escuela es a -80mbbp con Ne -31mbbp y Nd a -48mbbp con caudales de 1,5m3/h.

#### **44\*\*\*SAN IGNACIO(San Ignacio)**

Desde la ciudad capital de Posadas por ruta nacional 12. A 27°15'23Sur y 55°31'51Oeste. Cota 160msnm. Contiene 6.312 habitantes al censo del año 2001. Los datos de un estudio en las cercanías de esta localidad, responden según se describe: Profundidad: -60/-110 mbbp; Caudales 4/12/17/38m3/h; Transmisibilidad: 210/322 m2/d; Nivel estático: -43mbbp, caudales de 25m3/h; Depresiones: 3,85m con caudales de 25m3/h; Caudal específico: 6,49 m3/h/m/d; Tipo acuíferos: confinados ; Radio interferencia: 200 metros; K: 7,5 m/d y k vertical:0,48 m/d. K y k indican permeabilidades; Espesor acuífero: 28m potencia; Ensayos bombeo: no se conocen; Química: baja concentración de Sólidos Totales Disueltos. Cloruro 0,5mg/l y conductividad 90,2 mmhos/cm; Ph 5,5. Es un agua con un contenido hiposalino; Litología: tierra colorada/tierra arcillosa/arcilla clara/arcilla+tosca/arena+laja/acuífero en areniscas medias/gruesas. El acuífero se corresponde con un área de descarga del acuífero Guaraní.

#### **45\*\*\*SAN JAVIER(San Javier)**

Locación cercana a la localidad. Se accede por rutas N105; P201 y P2 desde Posadas hacia San Javier. Ubicado en la margen derecha del río Uruguay, a coordenadas 27°52'40Sur y 55°08'21 Oeste. Cota 99msnm. Con 8.500 habitantes al año 2001. Los parámetros de la perforación de un pozo profundo en la zona que alcanzará una profundidad de -140mbbp con un diámetro de 4 “, caudales no menores a 1.200 l/h.

Se asignen calidades potables. A profundidades de -70mbbp con caudales de 4 m3/h. Pero a -180mbbp estos no aumentan mucho, allí se tiene caudales de 5 m3/hora. En la zona se perfora y capta a mayor profundidad, evitando contaminación antrópica.

#### **46\*\*\*SAN JOSE(Apostoles)**

Se accede por la ruta N105 desde Posadas y por ruta P1 a Apóstoles. A coordenadas 27°46'10Sur y 55°46'49Oeste.Cota 178msnm. Contiene a una población de 6.452habitantes, censo de 2001. Existe un pozo que se perfora a -200mbbp con caudales de unos 100m3/hora.

#### **47\*\*\*SAN PEDRO(San Pedro)**

La locación o paraje está cercano a San Pedro. Por rutas N12 y N14 desde Posadas. A 26°37'39Sur y 54°06'47Oeste. Cota 537msnm. Una perforación profunda como alternativa favorable para abastecer a 250 habitantes del paraje, con dotación baja a ser distribuido. Es un pozo de diámetro 4“, a una profundidad de -140mbbp con caudales de 1,2 m3/h. Se reconoce esta zona, con caudales escasos ubicados a profundidades entre -80 y -130mbbp y más. Los caudales son desde 1,0m3/h. La profundidad de referencia son mínimo de +-100mbbp. Los parámetros físico/químicos del pozo no se acompañan, aunque el agua es potable desde esos parámetros.

#### **48\*\*\*TRES CAPONES(Apostoles)**

Locación cercana a Tres Capones. Se accede desde Posadas por rutas N105, P1 y P2. A coordenadas 28°00'14Sur y 55°36'34Oeste. Cota 153msnm. Los datos técnicos están determinados por un pozo para provisión de agua a la población que cuenta con 220 habitantes al 2001, ubicada en el municipio de Apóstoles. Las necesidades de la población se satisfacen por medio de agua subterránea. La perforación está a una profundidad entre -130 y -140mbbp con caudales de unos 2.000 l/h. En la zona se reconocen pozos a -120mbbp con un caudal de 1m3/hora o menos. El agua que se consume actualmente está con problemas de contaminación y por escaso caudal demostrado en épocas de sequías.

**49\*\*\*VIRGEN APARECIDA(25 de Mayo)**

Por ruta P222, km20, llamada Colonia Aparecida del municipio de Colonia Aurora, tiene escasa población, ubicada en una zona de relieve elevado. Cercana está la población de Londero(Puerto) en coordenadas 27°22'41Sur y 54°26'15Oeste y cota 139msnm, por ruta costera P2. La fuente esta determinada por una perforación profunda, utilizada para la provisión de agua en la misma. La profundidad es de -100mbbp y los caudales de 1.000 l/hora. En 1984 se perfora un pozo en una escuela hasta los -70 mbbp, pero pasa a no tener caudal al poco tiempo de su explotación. Es reconocido que los mejores caudales(escasos) en esta área se ubican a una mayor profundidad en las capas geológicas. Mantos de Basalto Tholeítico.

# NEUQUEN

Regiones Hidrogeológicas, la 12 hacia el oeste Cordillera Patagónica y sus Valles y la región 13, Patagonia Extra Andina.

## **1\*\*\*ALUMINE(Aluminé)**

La localidad de Aluminé(3.720 habitantes al 2001), se encuentra en una zona provista de variadas fuentes de origen superficial. Esta localidad tiene como acceso desde la ciudad de Neuquén por la ruta N22, N40; P46 y P23. Cordenadas 39°14'05Sur y 70°55'17Oeste. Cota 942msnm. La población esta enclavada, limitada al sur con el arroyo PoiPucón, al este por el río Aluminé, fuente de provisión actual y hacia el norte a 4km esta la desembocadura del río Ruca Choroi. Los aforos de caudales en el río Aluminé son: A la salida del Lago Aluminé 37,3m3/s; en la ex Balsa Pulmari 48m3/s y en Ranhue 109,6m3/s en los períodos de medición. La fuente principal de agua potable es el río Aluminé.Con caudales mínimos medios diarios anual de 8,97 m3/s, aforado en la locación de Siberia. Período 1978/2004. El Arroyo Poi Pucón,otra fuente de suministro, fue reconocida. Un perfil de suelos en la zona muestra un limo arenoso con materia orgánica, luego una grava arenosa aluvial con bloques, sigue un terciario con tobas y tufitas de baja a mediana compacidad. Un terciario con aglomerados, coladas de tobas y tufitas de media alta compacidad. La cuenca del arroyo estudiada se determina en forma indirecta por otra, del río Ruca Choroi. Este presenta caudales mínimos de 0,51m3/s en marzo y de 0,70m3/s en abril/mayo, serie completa 1941/42 1997/98. Estación Casa de Piedra. El balance de agua es sumamente favorable para la oferta, con calidades físicoquímicas normales, aunque es necesario destacar que se trata de aguas hiposalinas con bajo residuo sólido y elementos. Las conductividades son de 58 uS/cm corresponden al Arroyo Poi-Pucon. El derrame anual mínimo es de 1.781Hm3, el máximo 5.121 Hm3. La físicoquímica de esa agua es: Color 2; Turbiedad 0,31 UNT; Ph 7,5; Conductividad 51 uS/cm; Fluor 0,10mg/l; Magnesio 2,7mg/l; Calcio 6mg/l; Dureza 26mg/l; Nitrato 1mg/l; Nitrito 0,03mg/l; Sulfatos 5 mg/l; Cloruro 2,5mg/l; Bicarbonato 27 mg/l.

## **2\*\*\*AÑELO(Añelo)**

Su acceso es por ruta P7 desde la ciudad de Cipolleti contigua a Neuquén. A coordenadas 38°21'07Sur y 68°47'07Oeste. Cota 409msnm. Contiene 1.543 habitantes según el censo de 2001. La fuente subterránea, esta alumbrada por pozos que captan agua desde una profundidad de -9,40mbbp, con un nivel estático a -2,40mbbp y un nivel dinámico a -3,60mbbp; la sumatoria de los caudales en los pozos suma unos 40 m3/hora. Se obtienen depresiones de un metro, luego de 24 horas de una explotación determinada por ensayos prolongados, mientras los pozos de observación en sus alrededores se deprimen pocos centímetros.Se puede estimar con aproximación un caudal promedio que se extrae de cada uno de ellos, sobre 4 pozos los caudales son de 10 m3/hora por pozo. Sin embargo existe un registro donde se especifican caudales a la salida del sistema con 5 l/s, lo que equivale a unos 18 m3/hora. Los análisis físicoquímicos indican aguas dentro de los límites de potabilidad. No se tienen

referencias sobre la capacidad de la fuente, solo registros que se mencionan arriba. En cuanto a los niveles de explotación de los pozos según planillas de ensayos de bombeo, estos se mantienen casi constantes, en determinadas épocas del año. Ello es positivo atribuyendolo al mantenimiento del recurso. La permeabilidad elevada, por la acción de los sedimentos integrantes del subálveo, según se determina, como lo son la arena y una grava arenosa.

### **3\*\*\*CENTENARIO(Confluencia)**

A 15 km al norte de la ciudad capital Neuquén. A 38°49'43Sur y 68°07'08Oeste. Cota 287msnm. La población es de 26.843 habitantes, según el censo de 2001. La fuente superficial se define con una planta de tratamiento con una capacidad de 734 m3/hora, dotaciones hasta de 320 l/h/día, con lo que se puede abastecer unos 44.583 habitantes. Existen tres equipos de bombeo que sumados a otros tres sobre un perfil de la toma, que da aguas abajo en el río se define en una plataforma para la toma de agua superficial. Este sistema es una toma en el río, con un total de 6 bombas de gran caudal permiten mejorar la oferta. Esta será producida con un valor máximo de 17.372m3/d para 33.407 habitantes. Los caudales de diseño medios diarios, para el año 2020 son 21893 m3/día (912,20m3/h), siempre que la población adoptada sea de 54.732 habitantes. Los caudales están en función a los caudales aportados desde el río Neuquén, que suman aproximadamente 736 m3/hora.

### **4\*\*\*CIUDAD DE NEUQUEN(Neuquén)**

Ciudad capital de la provincia del mismo nombre. A 38°56'49Sur y 68°03'55Oeste. Cota 294msnm. Tiene 201.868 habitantes al censo de 2001. Las alternativas de fuentes en la ciudad capital son las siguientes:

- A) Aguas subterráneas.
- B) Aguas de subálveo .
- C) Aguas por galería filtrante.
- D) Aguas superficiales.

Los puntos A, B y C definen el tipo de fuente, donde las aguas están en contacto con sedimentos portadores de elementos como el hierro y manganeso, difíciles de eliminar. Los costos de insumos y elementos, como la energía eléctrica de las perforaciones, la preservación del recurso de fácil contaminación antrópica; la planta de tratamiento de Hierro y Manganeso para uso permanente, definen a las aguas subterráneas en relación de un costo y un beneficio inadecuado. La mala calidad del agua subterránea, en los pozos fuera de la normativa, su difícil y costosa reducción a parámetros normales, pasa a analizar la alternativa superficial, puesto que también las aguas del subálveo poseen los mismos elementos contaminantes, Hierro y Manganeso, que las aguas del llamado manto aluvional. Las aguas superficiales del río Limay con planta de tratamiento, para corregir el agua cruda a niveles de potabilidad química y bacteriológica, es lo más ajustado. Elemental la verificación aguas arriba en plantas de tratamiento, para evitar que la existencia de potenciales fuentes de contaminación, alteren las calidades del agua a tratar. Con un control continuado y monitoreo de sus aguas, se evita elementos y compuestos químicos no deseados.

### **5\*\*\* JUNIN DE LOS ANDES I(Huiliches)**

Por rutas P237/N40/P234 desde la ciudad de Neuquén. A 39°56'42Sur y 71°04'39Oeste. Cota 782msnm. Cuenta con 10.302 habitantes al censo de 2001.

Se deja constancia sobre calidades y caudales de las reservas superficiales y subterráneas y se aprecia la falta de calidad que ocasionalmente presenta la fuente superficial por algunos episodios aluvionales leves. Analizadas las planillas de ensayo de bombeo, se observan cortas depresiones en pozos de observación entre 50 metros y 150 metros de distancia del pozo de bombeo, lo que es factor positivo para diseñar una mayor cantidad de pozos por unidades de superficie. Las alternativas de fuente, si se consideran fuentes mixtas, son las que optimizan al recurso, pues usan lo disponible en toda la cuenca. Los caudales de la galería filtrante se incrementan en parte por escurrimientos de un sector de la cuenca. Valores de caudales del orden de los 1,5 m3/seg. Se obtienen en la zona de la represa del río Chimehuín. Análisis físico/químico OSN 55759 en un pozo semisurgente. Residuo total 156mg/l; Alcalinidad 120mg/l; Cloruro 19mg/l; Sulfato 1mg/l; Ph 7,0 y otro análisis

físico/químico exOSN 55754 en pozo somero. Residuo total 120mg/l; Alcalinidad 80mg/l; Cloruro 2mg/l; Sulfato 1mg/l; Fluor vestigios; Arsénico vestigios; Ph 7,2.

#### **6\*\*\*JUNIN DE LOS ANDES II(Huiliches)**

Se accede por rutas 237/40/234 desde la ciudad de Neuquén. A 39°56'42Sur y 71°04'39Oeste. Cota 782msnm. Cuenta con 10.302 habitantes con el censo de 2001. El estudio se centra en dos pozos de gran diámetro para la captación de agua del subálveo del río Chimehuín, para cubrir necesidades de la población de Junín de Los Andes. Los niveles de cota del punto donde corona el pozo es de 789,00 mts.

El pelo de agua del río mencionado es de 786,44mts. La profundidad del pozo desde la superficie de agua del río, es 8,00 mts. y la diferencia entre la cota 789m y cota del pelo de agua 786,44m, es la distancia prácticamente al nivel estático del pozo. Existe una acción de flujo del río al subálveo. Las depresiones por el método de Thiem son de 0,44 metros. La transmisibilidad variable entre 100 y 400 m<sup>2</sup>/día y el almacenamiento de 0,12 con una permeabilidad hasta 24 m/día. El caudal específico entre 3 y 14 m<sup>3</sup>/h/m. La profundidad total del pozo es -10,56mbbp. El espesor saturado es de 10 metros. La transmisibilidad aumenta al acercarse al eje del río Chimehuín. Según los análisis, las aguas tienen elementos químicos dentro de parámetros normales. Teniendo en cuenta los datos registrados, la carga de agua desde el fondo del pozo hasta el pelo de agua mencionado, es de unos 5,00 metros. La depresión según Thiem que usa la transmisibilidad en su ecuación, incluye la permeabilidad sedimento. El sistema soporta extracciones con los parámetros indicados. Debe resaltar la vulnerabilidad de un sistema como el de referencia, muy cercano a la línea de ribera. El perfil litológico tiene granulometría media a grande y poca profundidad (10 metros). Ello hace vulnerable a los pozos frente a impactos antrópicos contaminadores y los riesgos a lo largo del período de uso del pozo. El nivel del subálveo en estiaje está a -2 mts. del nivel del terreno. El rendimiento de las perforaciones está en los caudales de 70 y 75 m<sup>3</sup>/hora. Considerando un programa de monitoreo ambiental, debe contemplar un control de calidad y también una etapa cuantitativa. Si se quiere trabajar con caudales ajustados a la columna de agua, es necesario verificar sus niveles para observar el movimiento de los niveles dinámicos, para que el filtro no llegue a funcionar sin nivel de agua. Análisis físico/químico OSN 55759. Pozo semisurgente. Residuo total 156mg/l; Alcalinidad 120mg/l; Cloruro 19mg/l; Sulfato 1mg/l; Ph 7,0. Otro análisis físico/químico OSN 55754 en pozo somero. Residuo total 120mg/l; alcalinidad 80mg/l; Cloruro 2mg/l; Sulfato 1mg/l; Fluor 0,1mg/l; Arsénico vestigios; Ph 7,2.

#### **7\*\*\*LONCOPUÉ(Loncopué)**

Esta localidad está ubicada a 310km de Neuquén, accediendo desde la ruta N22 desde Caviáhué hasta Las Lajas y ruta P21. Próximo a las Termas de Caviáhué(ruta P26).

A 38°04'15Sur y 70°37'00Oeste. Cota 964msnm. Cuenta con una población actual (2005) de 5.400 habitantes. Las precipitaciones medias anuales son de 186mm y máximos estacionales de 855mm. Un sistema de bombeo desde la vertiente "Loncopué", con impulsión directamente a la red para beneficio directo de la población. El caudal principal de esa vertiente(360m<sup>3</sup>/h) es llevado por una conducción de Ø250mm más otra cañería de 110mm. Con una electrobomba eje vertical con un caudal máximo de 59,9m<sup>3</sup>/h y una Hm55mca. Los equipos son de 20HP cada uno.

Actualmente se toma desde la vertiente El Manzano a 7 km de la localidad hasta un tanque de 50 m<sup>3</sup>/capacidad. Otra vertiente debajo de la anterior alimenta también a otro depósito de menor capacidad. La obra toma de la vertiente Loncopué opera desde una casilla con cuatro bombas de una capacidad de 50m<sup>3</sup>/h. Se afora con un registro de 360m<sup>3</sup>/h dicha vertiente de Loncopué en presencia de la empresa provincial en períodos de estiaje. En cuanto al caudal no existen problemas de cantidad por unidad de tiempo de extracción. La calidad de las aguas de características hiposalinas, por ser una zona de precordillera, con agua de deshielos. Siempre dentro de normas de potabilidad. Se destaca la sensibilidad del análisis, el elemento mercurio el valor de concentración admisible por norma de la OMS es 0,001 mg/l se detectó un valor inferior a ese analito. La conductividad es de 112 uS/cm; STD(sólidos totales disueltos) 84mg/l; Nitrato 3mg/l; Arsénico <0,05mg/l; Aluminio 0,2mg/l; Bario 0,7mg/l; Plomo 0,01mg/l, Detergente 0,1mg/l sobre un límite máximo de 0,5mg/l del Código Alimentario Argentino. Se define la fuente como que las aguas están dentro de parámetros de las Normas. Respecto a la vertiente de Loncopue, la misma tiene caudales registrados en dicha vertiente de +-360m<sup>3</sup>/hora en estiaje o período de mínima.

### **8\*\*\*PARAJE CHAPÙA (Chosmalal)**

Desde Chos Malal por ruta P2 y por ruta P41 entre la población Tricao Malal y El Ciénago. A coordenadas 37°14'18Sur y 70°14'15Oeste. Cota 1.382msnm.

Una población(Chapùa) con 116 habitantes (2007). La fuente es de origen subterránea, esta definida por una perforación a -9,50mbbp de diámetro 8", con un caudal de 2 m3/hora. Se extrae por medio de una bomba de 0,5 HP a una altura manométrica 25mca. Los datos de calidad físicoquímica que se poseen son de una vertiente cercana a la escuela 96 de Chapua.

Una conductividad de 791 uS/cm; un Ph 7,4; Cloruro 169mg/l; Sulfato 6 mg/l; Flúor 0,41 mg/l; Dureza 40 mg/l; Nitrato 1 mg/l. El análisis de agua corresponde al agua subterránea que aflora por vertiente. Algunos parámetros están dentro de lo normal salvo un color algo elevado y una turbidez de 15UNT. No se conocen características químicas del agua a captar por pozo. Dada una zona de interbaldas con vertientes, que se menciona es de esperar parámetros de aptitud favorables. Perforado el pozo se registra buena calidad del recurso, aunque no se tienen los análisis de dicha agua.

### **9\*\*\* PARAJE CHARRA RUCA/HUINGAN-CO(Minas)**

Desde la localidad de Andacollo, 10 km al Noreste hasta Huingancó, sobre una margen del río Neuquén, de allí a +-10 km al norte se encuentra el Paraje Charra Ruca. Aproximadamente a 37°03'27Sur y 70°39'09Oeste (2km al norte y 7km al NNO existen otros parajes, margen izquierda río Neuquén). Cota 1.169msnm. La población actual es de 170 habitantes al 2001. El abastecimiento desde una vertiente, que en época estival, en un sistema precario, se usa para riego y para consumo humano. El caudal máximo diario es de 6,34 m3/h. La alternativa de fuentes, es por medio de una captación desde un pozo filtrante, sobre la margen izquierda del río Neuquén. Del pozo filtrante se describen sus dimensiones. Son un diámetro de 1,04metros y una profundidad de 5,50metros. Dotado de una bomba con capacidad de extracción de 1,74 l/s ó 6.264 l/hora. Con más detalle la fuente de captación es como sigue: A) Caudales del pozo filtrante en el paraje Butalón Norte, esta ubicado en la margen izquierda del río Neuquén con un caudal >5m3/h. La profundidad del pozo es de 8,4m con un nivel estático de -5,4mbbp. Para el caudal aforado el nivel dinámico es igual al nivel estático. B)Pozo filtrante Andacollo, ubicado en margen derecha del río Neuquén(desde varias décadas). Caudal en verano 20/25m3/h y en invierno <40m3/h. La profundidad del pozo es de -8,30mbbp.El nivel estático está a -5mbbp. En el análisis físicoquímico, la conductividad es de 187 uS/cm; Cloruro 11mg/l(250) y Sulfato30mg/l (250); Arsénico <0,05mg/l(0,05); Flúor 0,17mg/l(1,5); Sodio 12mg/l(200); Nitrato 2mg/l(45); Bicarbonato58,8mg/l;Bario0,7mg/l(0,7);Boro0,20mg/l(0,3);CromoVI0,05mg/l(0,05);Molibdeno0,07mg/l(0,07);Aluminio0,20mg/l(0,2);Manganeso0,1mg/(0,1);Cadmio0,003mg/l(0,003);Niquel0,02mg/l(0,02);Detergentes0,10mg/l(0,2);Hierro0,3mg/(0,3);BTX(Be nceno, Tolueno, Xileno) no contiene.

C) Ensayo de bombeo Pozo 1, en el cauce del río Neuquén en Andacollo x 12 horas:

Caudal 8,28m3/h; ND 2,47m; Depresión 1,22m; Caudal específico 6,70m3/h/m

Caudal 13,8m3/h; ND 3,37m; Depresión 2,12m; Caudal específico 6,50m3/h/m

Caudal 18m3/h; ND 5,02; Depresión 3,77; Caudal específico 4,77m3/h/m

La profundidad del pozo es de 5,90m. El caudal específico medio es de unos 6 m3/h/m. En función al ensayo de bombeo se establece no explotar el pozo a no más de 12m3/h. No conviene aumentar el cono de depresión por elementos de desagües cloacales cercanos. En algunos casos hierro y manganeso supera límites exigidos por las normas. La conductividad es 343uS/cm; Cloruro 40mg/l; Sulfatos 57 mg/l; Fluor 0,15mg/l; Hierro total 0,39mg/l; Manganeso total 0,58mg/l; Color 4; UNT 32. Pozo 1 Andacollo a las 3,30horas de bombeo. A las 5 horas Hierro 0,86mg/l y Manganeso 0,50mg/l. Conductividad 336uS/cm. Bacteriológico deficiente.

El pozo 2 esta ubicado en margen izquierda del río Neuquén a 100m aguas abajo del pozo anterior. El ensayo a 19m3/h da un ND -5,62mbbp; NE -2,72mbbp; Caudal Especifico 6,5m3/h/m Espesor Saturado 6,28m. Una 2da etapa a 24m3/h da un ND -5mbbp; NE -2,72mbbp; Caudal Especifico 10,5m3/m/m. espesor saturado 6,28m. Se recomienda explotarlo a no más de 30m3/h. La profundidad del pozo es -9mbbp. A las 3,3 horas de bombeo tiene Hierro 0,30mg/l y Manganeso 0,10mg/l y conductividad 285mg/l. A las 5 horas de bombeo tiene Hierro 1,4 mg/l y Manganeso 0,10mg/l; Arsénico 0,05mg/l y Flúor 0,18mg/l. Presenta contaminación bacteriológica.

#### **10\*\*\*PARAJE EL CHENQUE (Zapala)**

Por ruta N22, 40 km antes de la ciudad de Zapala, desvío a ruta P34 al sur por 30 km camino de ripio, girar al oeste 15 km hasta esta locación. Allí funciona la Escuela 275 que está a +-60km de Zapala, cercana a la meseta de la Barda Negra. Coordenadas aproximadas 39°07'35Sur y 69°55'22Oeste. Cota 958msnm. Esta zona está ubicada en un paraje desértico, se considera como problema pendiente el capítulo del estudio de fuentes, si bien se tiene presente la existencia del recurso para subsistir, con la población estimada en menos de 50 habitantes.

Existen datos hidráulicos compatibles del pozo a -18mbbp, frente a caudales necesarios para la demanda de unos 4 m<sup>3</sup>/hora, altura manométrica de la bomba de 28 metros. Sólo se conoce los parámetros de la calidad físico-química del agua como apta para consumo.

#### **11\*\*\*PARAJE LA MATANSILLA (Minas)**

Desde Andacollo por ruta P43 y desvío por ruta P54, donde se bifurca el río Neuquén con otro curso, a pocos kilómetros de Varvarco y Manzano Amargo (RP54). Muy escasa población. A 36°47'13Sur y 70°42'05Oeste. Cota 1.224msnm. Con relación a una única fuente de captación en la zona, ubicada a 1.900 metros del paraje, esta es una vertiente, donde se interpreta que uno de los Ojos de Agua (surgente), de dicha vertiente tiene caudales de 1,5 l/seg. Los parámetros químicos la definen como potable. Se la denomina como vertiente La Matansilla y responde a una fuente de captación encontrada en las cercanías de este paraje.

#### **12\*\*\*QUILI MALAL (Picunches)**

Esta localidad con 191 habitantes al 1991, está a orillas del río Agrio a 4 km de la confluencia al río Neuquén. Por la ruta P7 desde Cipolletti, RP1 hasta RP10. A 38°19'29Sur y 69°48'41Oeste. Cota 573msnm. Existen restos fósiles de dinosaurios en la zona, al pie de la meseta. Se realiza una perforación somera muy cercana a orillas del río Agrio. Con ensayos de bombeo se definen los siguientes datos hidráulicos: Profundidad del pozo -10mbbp, el ensayo determinó un caudal máximo de 19 m<sup>3</sup>/hora con un nivel dinámico de -7mbbp. Se estima que una mayor extracción, produce con el ingreso de agua a la perforación niveles de inestabilidad. Se explota con una electrobomba con capacidades de 10 m<sup>3</sup>/h, un caudal específico estimado de 5m<sup>3</sup>/h/m y altura manométrica de la bomba de 40,9 mca, para lograr un nivel dinámico de -6mbbp, trabajando con ese caudal en condiciones estables. El agua es apta.

#### **13\*\*\*RINCON DE LOS SAUCES (Pehuénches)**

Por ruta P6 desde Castriel al noroeste. A 37°23'17Sur y 68°55'03Oeste. Cota 590msnm. Con 10.071 habitantes al año 2001. Son fuentes subterráneas, captadas por la asistencia de perforaciones con caudales de 90m<sup>3</sup>/hora. Los caudales específicos o índices de productividad son de 36m<sup>3</sup>/h/m. Caudales específicos 15,8m<sup>3</sup>/h/m, para depresiones de 2,28m con niveles estáticos de -95,82mbbp y niveles dinámicos de -98,30mbbp. Los radios de interferencia con estos parámetros son de 80 metros. El ensayo de bombeo tiene una duración de 1.440 minutos (24 horas). El agua es químicamente potable. Existen captaciones en pozos filtrantes con drenes horizontales, a una profundidad de pozo -7,50mbbp.

#### **14\*\*\*VILLA LA ANGOSTURA (Los Lagos)**

Desde San Carlos de Bariloche (Río Negro) por ruta P237 y P65. A 40°45'58Sur y 71°38'45Oeste. Cota 792msnm. Con 7.325 habitantes al año 2001. La población actual (2005) es de 9.981 habitantes con una dotación de consumo de 320 l/h/d. Esta localidad cuenta actualmente con un sistema de aprovisionamiento de agua potable, que resulta en el periodo estival falta de recurso por aumento del consumo. La toma se realiza a través de varios puntos de captación de fuentes superficiales a saber: Sistema Arroyo Las Piedritas; sistema Arroyo Colorado y el sistema Lago Nahuel Huapi, que comprende un bombeo en La Angostura y dos en Quetrihué. Los caudales medios diarios son de 13.658m<sup>3</sup>/día en proyecciones a futuro. Los déficit en la captación son de 130m<sup>3</sup>/h, con la instalación de los bombeos Quetrihué y Bahía Mansa y sin considerar los arroyos por su escaso caudal en época de estiaje, se amplía la cantidad de agua disponible. La ampliación con otra fuente superficial es por medio de una captación o toma en un muelle sobre el lago Correntoso.

Son tres bombas centrífugas verticales de 65m<sup>3</sup>/h cada una y 120 mca. Con lo cual se cubre la diferencia de caudales para abastecer la demanda.

#### **15\*\*\*VISTA ALEGRE(Confluencia)**

La localidad de Vista Alegre se accede desde la ciudad de Neuquén por la ruta P17 a ruta P51 a unos 25km de distancia. Comprende Vista Alegre Norte y Vista Alegre Sur. A 38°44'45Sur y 68°11'47Oeste. Cota 338msnm. La población total al año 2001 es 2857 habitantes. Los datos correspondientes a la fuente, son los de un pozo de una profundidad de -8mbbp, encamisado en 8". El mismo esta a unos 1.200 m del eje del Río Neuquén. El caudal de extracción es 25m<sup>3</sup>/h. Los datos suministrados en la zona a nivel estático, unos -3/-4mbbp porque en esa zona la napa freática esta muy alta. El nivel dinámico a unos -7mbbp. Se estima un índice de productividad de unos 7 m<sup>3</sup>/h/m. En general se considera que es un perforación con buena aptitud a nivel de la extracción. Los análisis fisicoquímicos dentro de parámetros normales. Así se tienen Sólidos Disueltos 622mg/l; Conductividad 850uS/cm; Cloruros 78mg/l; Sulfatos 125mg/l; Nitratos 1mg/l; Dureza 281mg/l; Calcio 55mg/l; Magnesio 35mg/l; Sodio 96,5mg/l; Potasio 3,2mg/l; Fluor 0,5mg/l; Arsénico 0,05mg/l; Hierro disuelto 0,3mg/l; Aluminio <0,2mg/l; Cadmio <0,03mg/l; Niquel <0,02mg/l; Detergentes <0,1mg/l; Manganeseo <0,8mg/l; Bario <0,7mg/l; Molibdeno <0,07mg/l; Mercurio <0,001mg/l.



# RIO NEGRO

Le corresponde la región Hidrogeológica 13, Patagonia extra Andina en la totalidad de su territorio.

## **1\*\*\*ALLEN(Gral Roca)**

Su acceso a esta ciudad es por la ruta N22 desde la Capital Viedma, ubicada a 600km hacia el este. A 38°58'22Sur y 67°49'35Oeste. Cota 259msnm. Tiene una población actual de unos 26.000 habitantes (2001). El actual sistema de agua subterránea, posee dos pozos filtrantes de 3,00 m de diámetro y unos -10mbbp, excavados sobre la ladera de la margen norte del Río Negro. Sendos pozos tienen una bomba de eje vertical de 360m<sup>3</sup>/h y otra de 150m<sup>3</sup>/h. Ambos pozos filtrantes tienen sedimentos que los colmatan parcialmente. Los caudales bajos del río Negro durante el verano, reducen la capacidad de la oferta de agua al sistema. En total aportan 16.400m<sup>3</sup>/día. Años atrás se construye un sistema de refuerzo en un área del exFFCCR, donde se capta agua del canal principal de riego. Previo filtrado y cloración se inyecta directamente a la red. Este caudal es 4.200m<sup>3</sup>/d. Los caudales mínimos del río a la altura de la localidad son de 242m<sup>3</sup>/s. Los análisis químicos en Allen indican Conductividad de 279 uS/cm y un Ph 8,3. Metales Pesados: Arsénico <5ug/l y Cadmio <1ug/l; Cinc <2ug/l; Cobre 2ug/l; Cromo <1ug/l; Plomo <0,5ug/l; Mercurio <1ug/l; Selenio <2ug/l. Sólidos disueltos totales 180mg/l; Sodio 23mg/l y Alcalinidad 71; Potasio 1,6mg/l; Sílice 14,2mg/l; Calcio 27mg/l; Magnesio 4,2mg/l; Dureza 68mg/l; Sulfatos 35,6mg/l; Cloruros 19mg/l. Finalmente el oxígeno disuelto esta entre 8 y 12mg/l indicando buen nivel de oxígeno. Existe un proyecto de Tratamiento para caudales de 21.500m<sup>3</sup>/día desde el Río Negro. Aguas arriba del curso se mantienen vertidos a veces sin control específico, incluyendo afluentes Limay y Neuquén. Por antecedentes registrados se encuadra como fuente superficial en categoría específica. En varios lugares del valle del río muestreados se observó bajas en niveles de oxígeno con crecimiento de algas más niveles de nitratos y nitritos, sobre lo normal.

## **2\*\*\*CHICHINALES(Gral. Roca)**

A esta localidad se accede por la ruta N22, ubicada a pocos kilómetros al este de la ciudad de Villa Regina; la misma ruta N22 lleva a la ciudad de Neuquén a unos 89 km. A coordenadas 39°06'48Sur y 66°56'33Oeste. Cota 196msnm. La población según el censo de 2001 es de 4.060 habitantes. Se optimiza el sistema de agua potable con una nueva captación sobre el Río Negro. La demanda actual es de unos 100 m<sup>3</sup>/h y la capacidad de la planta es superada en un 100%. Con respecto a la nueva captación sobre el Río Negro, la toma reemplaza la oferta que cubren algunas perforaciones. Se realiza por medio de un filtro rotatorio antialgas, para un caudal de 230m<sup>3</sup>/hora. El agua subterránea se debe descartar por la existencia de aguas con un contenido salino. Existe una perforación documentada por el ex INCYTH en el mapa hidrogeológico 1989, con una profundidad de -105mbbp en cota +200msnm, presenta un nivel estático de -1mbbp, un caudal de 15 m<sup>3</sup>/h con un residuo salino elevado de 7,8 g/l. Existen también pozos filtrantes muy cerca del río con una profundidad de -12mbbp y caudales de hasta 45m<sup>3</sup>/día. Sus análisis físicoquímicos registran: Conductividad 528mg/l; Turbiedad 1,7; Cloruros 46mg/l; Sulfatos 47mg/l; Calcio 64mg/l; magnesio 5mg/l; Arsénico 0,05mg/l; Flúor 0,2mg/l; Hierro total 0,2mg/l; Ph 7,2. Se usa básicamente la fuente del Río Negro y como accesorio el agua subterránea. A los efectos de satisfacer una demanda definida, se considera la fuente de este río como de capacidad elevada y buena calidad. Este río en caudales mínimos o estiaje según registro de más de 50 años registra un caudal de 90m<sup>3</sup>/s, según A.y E.Eléctrica.

### **3\*\*\*COMALLO(Pilcaniyeu)**

Desde Bariloche (Pilcaniyeu) por rutas N40 y N23 con P67. Coordenadas 41°01'46Sur y 70°16'09oeste. Cota 768msnm. Contiene 1.251habitantes(2001). Los acuíferos son los de piedemonte y subalveo, para el río Comillo, no desarrollados por ser valles encajonados en mesetas Poseen agua dulce con Residuo 1400mg/l); los niveles piezométricos varían estacionalmente cerca de la superficie en los períodos húmedos a >-10mbbp). La fuente de agua utilizada, subterránea, está definida por dos perforaciones. Un pozo en servicio abastece reservas para una zona elevada. El caudal de la perforación es de 30 m<sup>3</sup>/h con una profundidad de -130mbbp. Otro pozo fuera de servicio y reactivado alimenta un tanque elevado. Con una bomba de 13m<sup>3</sup>/h, siendo la profundidad total del mismo de -90mbbp. Otras calidades de agua son: Ph 7,7; Residuo 312mg/l; Dureza 152mg/l; Alcalinidad 182mg/l; Cloruro 10mg/l; Sulfato 46mg/l; Flúor 0,8mg/l; Arsénico<0,04mg/l; Nitrato 1mg/l. Dirección Laboratorios.Análisis 20311/1946. OSN. Buenos Aires.

### **4\*\*\*CONTRALMIRANTE CORDERO(General Roca)**

Desde Neuquén por ruta N22 y N151. A 38°43'56Sur y 68°10'08Oeste. Cota 305msnm. Con 876 habitantes según el censo del año 2001. Se trata de una captación en el subálveo del río Neuquén, en un lugar cercano a la localidad Paraje El 15, a 10 km de la localidad de Contraalmirante Cordero. En la misma locación desde pozos someros (-6mbbp) con alguna presencia de contaminación antrópica (bacterias, nitratos), se toma el recurso desde el acuífero freático. El mismo tiene niveles estáticos a los -1,20 mbbp en períodos de riego y en monda o limpieza (sin agua) desciende el nivel a -1,80mbbp.Los acuíferos en la región están distribuidos en niveles freáticos, donde el agua mantiene su calidad para consumo, recargándose por infiltración de precipitaciones (escasa) y por infiltración con excedentes de riego. En la zona se riega por inundación, con pérdidas en canales de riego y por influencia del río Neuquén. La contaminación por pozos negros a pozos someros que la población perfora a -6mbbp en el acuífero superior, constituye problemas. Este acuífero en lugares alejados del río y cercanos a la barda presenta más concentración salina de Hierro y Manganeseo, además de Cloruro, Sulfato y Dureza. A mayor profundidad se presentan dos acuíferos salinizados, entre -50/-145mbbp y -145/-230mbbp, con Sulfato, Fluor, Dureza y Vanadio. La solución se puede definir perforando pozos a orillas del río Neuquén, teniendo en cuenta la influencia del río y la capa freática, esta se ve influida por el curso, frenando una posible contaminación hacia el pozo extractor. Se perfora a orillas del río a una profundidad aproximada a LOS -15mbbp, donde interesa El subálveo del mismo. Análisis físico/químico OSN 53980 de un pozo somero. Residuo salino 156mg/litro; Alcalinidad 90mg/l; Cloruro 16mg/l; Sulfato 23mg/l; Fluor 0,3mg/l; Arsénico <0,04; Ph 7,7. Otros análisis exOSN 53982 también en otro pozo somero da Residuos salinos 200mg/litro; Alcalinidad 93mg/l; Cloruro 28mg/l; Sulfato 43mg/l; Fluor 0,3mg/l; Arsénico <0,04; Ph 8,3.

### **5\*\*\*EL JUNCAL(Viedma)**

El paraje esta ubicado a unos 8km en línea al oeste de la Capital, Viedma. A 40°48'30Sur y 63°07'434Oeste. Cota 5msnm. La población estable son 61 habitantes según censo de 2001. Con demanda limitada por una población entre estable y dinámica de unos1.500habitantes. La demanda es de 9m<sup>3</sup>/h. Se capta agua superficial del Río Negro desde una planta ubicada en la ciudad de Viedma. Es necesario también conocer la alternativa de captación subterránea en la región; se tiene solo un conocimiento somero por falta de un estudio integral hidrogeológico en la región. Según datos secundarios, al Oeste de Viedma(+15km) se obtienen parámetros de pozos freáticos cortos, con niveles de productividad de 4,7 y caudales de +-10m<sup>3</sup>/h, con aguas de calidad con residuo de 200mg/l. Sus niveles estáticos oscilan entre -3 y -5mbbp, cotas topográficas de 6 y 7snm. Una empresa de perforaciones de Bahía Blanca con trabajos en la región, define la zona El Juncal como un punto de trabajo que está en zona de riego; con niveles freáticos que oscilan a mediados de 2006, entre 1,70 y 2,00 m. Como la salinidad depende de la profundidad del pozo, se obtienen salinidades de 3,5mS/cm(2.800mg/l) en pozos de 20 metros y salinidades de 2,0 mS/cm(1.500mg/l) en pozos de 12 metros. También es de destacar que los valores de salinidad varían según el régimen de explotación. En general los caudales que se explotan, están limitados a pozos de molinos, no superan los 1,5 m<sup>3</sup>/h. Se estima que lo más conveniente es realizar a priori, una exploración geoelectrica, aplicando algún método del tipo dipolo-dipolo como para obtener registros de una malla bien cerrada, única manera de pescar cambios laterales. Otros especialistas indican un acuífero freático definido dentro del relleno aluvional del Río Negro a -10/-15mbbp. Con una litología variada desde rodados a arcillas. No se aconseja su explotación por su mala calidad.

Debajo se encuentra el complejo Rionegrense con una litología conteniendo arenas y arcillas; a profundidades de -50 a -60mbbp se encuentra un acuífero, muy probablemente pueda contener agua dentro de límites de potabilidad según las normas de aplicación. Se desconocen caudales a aportar que podrían estar en 3.000 a 4.000litros/hora. Para definir estas incógnitas hacen falta estudios hidrogeológicos sumada una la búsqueda de información secundaria. Como conclusión final se debe decir que no se tiene la precisión para definir una batería de pozos para cubrir la oferta. Falta encarar estudios que definan la aptitud o no del recurso para encarar una explotación a largo plazo.

#### **6\*\*\*Gral ENRIQUE GODOY(General Roca)**

Esta localidad esta ubicada sobre la margen izquierda del Río Negro a unos 480 km de la ciudad de Viedma. Ruta N22. A 39°04'46Sur y 67°09'38Oeste. Cota 209msnm.

Se toma agua desde el Río Negro a un caudal compatible con la oferta. El suministro de agua potable a la localidad depende del acueducto de la ciudad de Villa Regina. Proviene de una toma en el río Negro que capta dicho caudal de unos 480 m3/día. Se define la fuente original a partir del acueducto, donde se abastece la localidad con un grado de aptitud, caudales de la fuente en estiaje para el caso de río, caudales de oferta que ingresan al acueducto. El caudal del Río Negro en época de estiaje aporta unos 850 m3/s. Las necesidades son entre 5 y 20 m3/h. Los parámetros de los análisis físico/químicos están dentro de su potabilidad, según los elementos analizados.

#### **7\*\*\*INGENIERO JACOBACCI(25 de Mayo)**

Se arriba desde San Antonio Oeste por ruta N3, desde Bariloche ruta N23 hacia el oeste. A 41°19'44Sur y 69°32'49Oeste. Cota 874msnm. La población es de 5.719 habitantes al año 2001. El cálculo del caudal de bombeo es de 88,90m3/h o 24.69 l/s. El listado de pozos incluye, caudales y aptitud del agua para consumo. Se incluyen análisis físico/químicos de cada pozo. Se muestra por la aptitud del agua, que los pozos dentro del radio urbano, presentan una mala calidad.

Resúmen: En función a los datos de perforaciones se tiene valores de la aptitud del recurso, o sea cantidad y calidades definidas.

Perforaciones	Caudales	Calidades:
Pozo CFI 1 (13)	00,00 m3/h	apto (840 umhos/cm)
Pozo CFI 2	00,00 m3/h	apto (Idem)
Pozo CFI 3	22,76 m3/h	apto (Idem)
Pozo Pecce(12)	16,32 m3/h	no apto (1.500 umhos/cm, N03-60mg/l)
Pozo Mohana(5)	4,73 m3/h	no apto (1.080 umhos, N03-50mg/l)
Pozo Mfábrica(6)	6,08 m3/h	apto (1.050 umhos/cm)
Pozo Cooperativa	8,00 m3/h	no apto (1.400 umhos/cm/N03-50mg/l)
GalFiltrá(Pmallín)	13,89m3/h	apto (850 umhos/cm)
Plaza Iro	4,50m3/h	no apto
Cisterna.Pozo 10	6,74m3/h	no apto (1.650 umhos/cm/N03-60mg/l)
Manantiales (FFCC+COO)	28,53m3/h	apto (360 umhos/cm)

La producción del sistema es de unos 2.678m3/día con una demanda de 1.621 m3/día.. Con una reserva de 800 m3 de capacidad. La oferta deberá impulsar por 14 horas las bombas para alcanzar las necesidades por aumento de la población. Los análisis físico/químicos en algunos casos no son aptos, por contenido de Nitrato hasta niveles de 60 mg/l. Se puede corregir el problema mezclando aguas con menor concentración que el mínimo requerido por normas, que es de 45 mg/l. La captación en Mallín, responde muy ajustada a los caudales de explotación. Los pozos se deprimen en función del tiempo de explotación (5 años). Otro pozo que deprime 0,93 cm en cinco años. Otra perforación, deprime 0,22m a igual caudal en ese tiempo de explotación.

En general todo el sistema se aprecia como regularmente estable a una explotación continuada. Si se quiere incrementar caudales en perforaciones para explotación, debería buscarse nuevas áreas para incrementar dicha oferta, siempre alejada de focos contaminantes antrópicos que genera la propia población.

También no conviene aumentar los caudales por pozo, porque no alcanzarían la columna dinámica de agua para mantener un determinado ritmo de explotación.

Tener en cuenta si se sobreexplotan algunas perforaciones, sus concentraciones en nitrato pueden aumentar, Caudales de explotación: 12,6 m<sup>3</sup>/h.

Transmisibilidad: Almacenamiento:

1er artesiano: 126m<sup>2</sup>/d 3,7 x 10<sup>-5</sup>

2do artesiano: 30m<sup>2</sup>/d 6 x 10<sup>-5</sup>

Freático: 360m<sup>2</sup>/d 0,02

Las depresiones son -4 mbbp(metros bajo boca de pozo).

Radio de interferencia en pozos artesianos: 2.000 metros (bombeo x 12 horas); en pozos freáticos es de 150 metros. Las profundidades total de sendas perforaciones son -27mbbp. La ubicación de los filtros en el primer artesiano entre -13/-17mbbp y -14/-19mbbp; segundo artesiano: -19/-21mbp y entre -25/-27mbbp. En el acuífero freático entre -1/-6 y -1/-5mbbp. Se reconoce en la región de Jacobacci una nueva zona denominada como Cañadón Huahuel Niyeo, con acuíferos freáticos y artesianos. Los análisis de sus aguas del punto de vista físico/químico son en su 2do acuífero artesiano: Sólidos totales disueltos con 1.562 mg/l; Fluor-0,6mg/l; Cloruro 208mg/l; Sulfato 490mg/l; Sodio 320mg/l. Acuífero freático: Sólidos totales disueltos 572mg/l; Sulfato 154mg/l Cloruro 72mg/l; Nitrato 1mg/l; Fluor 0,8mg/l Sílice 38mg/l; Dureza: 200mg/l. Análisis físico/químicos ex OSN 48270(3ra napa).Residuo 584; Alcal 373; Cl 28; S04 63; F 1,5; As: v; Ph 7,9. Análisis físico/químicos OSN 48277(2da napa).Residuo 604; Alcal 420; Cl 26; S04 71; F 1,7; As: v; Ph 7,7. Análisis físico/químicos ex OSN 48276(1ra napa). Residuo 577; Alcal 395; Cl 25; S04 57; F 1,6; As:v; Ph 7,7.

#### **8\*\*\*PARAJE AGUADA CECILIO(Valcheta)**

Por la ruta N23 desde San Antonio Oeste. A 40°50'56Sur y 65°50'28Oeste. Cota 187msnm. Con 119 habitantes según el censo del año 2001. El obtener agua en calidad y cantidades suficientes, para poder sostener una pequeña demanda, se debe solucionar un problema de potabilidad, porque existe una fuente con contenidos de Flúor y Arsénico.La solución limitada es reactivación de depósitos y vagones de FFCC para cumplir con el objetivo. Dejándose de lado otras alternativas más importantes como es el uso de una planta de ósmosis inversa para el caso será para una capacidad de 220 habitantes, pudiendo agregar agua de mezcla con agua de vertiente para bajar los valores de Flúor y Arsénico. Otra alternativa es reconocer por un estudio de fuentes, si existe agua subterránea en el área en aptitud de uso. Ph 7,3; Residuo 2.720mg/l; Dureza 345mg/l; Bicarbonato 182mg/l; Cloruro 260mg/l; Nitrato1mg/l; Sulfato 1318mg/l; Flúor 4mg/l; Vanadio 0,1mg/l; Arsénico 0,16mg/l(Anuario Dirección Laboratorios/1946. OSN. Bs.As).

#### **9\*\*\*PARAJE PRAHUANIYEU(9 de Julio)**

Se accede por la ruta N23 hasta los Menucos, luego ruta P8(+57km línea recta). A 41°20'16Sur y 67°54'23Oeste. Cota 955msnm. Contiene una población de 139 habitantes según censo de 2001. Los análisis químicos de las aguas que corresponden a fuentes determinadas por vertientes de poca potencia, sujetas a captación y distribución. Están incluidas particularmente, dentro del grupo de acuíferos pedemontanos. Son afloramientos de agua ubicados en las laderas de valles y pendientes de mesetas. Su escurrimiento toma el nivel de base al alcanzar un curso fluvial. Poseen aguas de buena calidad química. Para esta localidad se tiene conductividades de 557 uS/cm; Cloruro 38 mg/l; Sulfato 70 mg/l; Nitrato <1mg/l; Flúor 1,5 mg/l; Calcio 44 mg/l; Magnesio 21 mg/l; Dureza 200 mg/l; Hierro total <0,1mg/l; Manganeso < 0.05mg/l y Ph 8. Los caudales estimados de producción de las vertientes captadas, tienen una oferta favorable a las posibilidades de consumo de la población.

#### **10\*\*\*SAN CARLOS de BARILOCHE(Bariloche)**

Villa Don Bosco. Acceso por ruta N23 desde San Antonio Oeste y la N237 desde Neuquén. A 41°08'09Sur y 71°19'40Oeste. Cota 944msnm. Con 69.092 habitantes según censo del 2001. Este fuente de agua está en zona de ambiente glaciario, en lacustre de borde. La fuente subterránea es posible a partir de su recarga en zonas de relieve positivo(cordones montañosos, pasando por 'conducciones' de las laderas hasta el área de recepción en zonas más llanas de descarga. Aquí se constituyen acuíferos freáticos; en algunos casos existen hasta 2 y 3 napas de agua (semilibres). El agua subterránea favorecida por presencia de arcilla glaciaria en la zona de borde de los lagos. Los espesores sedimentarios detríticos de tipo glaciario, son constituyentes de los acuíferos zonales.

Pueden tener en promedio de 40 metros de potencia, con extensión areal limitada. Su naturaleza litológica es la de rodados de diferentes diámetros, hasta arenas medias y gruesas, por tanto su capacidad o permeabilidad es buena. No se conocen ensayos de bombeo, aunque los caudales presentes son moderados. Las aguas, originada por la acción de lluvias y nieve, tiene composición química, con bajos niveles de residuos totales sólidos. Por lo conocido, es posible una captación en la zona por medio de perforaciones, extrayendo caudales y calidades dentro de parámetros normales. Los análisis que se incluyen, muestran agua subterránea potable, para la zona de toma y los caudales de 13 m<sup>3</sup>/hora, se consideran aceptables para este tipo de acuíferos. Los desarrollos de perforaciones de calidad potable y con caudales de hasta 12m<sup>3</sup>/hora en la explotación, son posibles. La recomendación prioritaria es la ubicación de perforaciones fuera de impactos contaminantes, pozos negros, áreas de producción animal y desarrollos industriales.

#### **11\*\*\*VIEDMA(Adolfo Alsina)**

Se arriba a esta por la ruta N3 desde Buenos Aires. A 40°48'53Sur y 63°00'03Oeste. Cota 7msnm. Contiene una población de 46.948 habitantes, censo de 2001. Se abastece con agua superficial a través del Río Negro con un módulo de 972,5m<sup>3</sup>/s y un mínimo medio diario de 9,77m<sup>3</sup>/s, datos colectados en 60 años, registro EVARSA, Buenos Aires, 2004. Elementos del agua cruda del río son: Residuo 368mg/l; Dureza total 90mg/l; Alcalinidad 41mg/l; Cloruro 101mg/l; Sulfatos 63mg/l; Nitrato 1mg/l; Hierro 0,3mg/l, Flúor 0,3mg/l; Manganeseo 0,05mg/l; Arsénico 0,04mg/l; Ph7,8; Turbiedad 120 y Color 12. Datos históricos del Anuario Dirección Laboratorio de OSN(1946). En zona de riego al oeste de la ciudad, los niveles freáticos oscilan (año2006) en -1,70 y -2,00mbbp. La salinidad es directamente proporcional a la profundidad del pozo, por ejemplo 3,5mS/cm a -20mbbp y salinidades de 2,0 mS/cm a -12mbbp. Estos valores varían según regímenes de extracción. Los caudales en pozos de molinos, no superan los 1,5 m<sup>3</sup>/h.

#### **12\*\*\*VILLA MANZANO(General Roca)**

Desde Neuquén capital y Cipolletti, por ruta N151 y/o ruta P7. A 38°40'41Sur y 68°12'58Oeste. Cota 313msnm. Con 1.890 habitantes al año 2001. El sistema de captación cuenta con una fuente suministrada a través del río Neuquén.

La captación es a través de dos perforaciones en la margen izquierda del río. El pozo n1, se describe, como un conducto de 350mm de diámetro, ranurado, de +- 8,50m de profundidad. Un caudal de 145 m<sup>3</sup>/h con bomba de 35HP y una altura manométrica de 59 metros. El pozo n2, se diferencia por su caudal de extracción, que es de 120m<sup>3</sup>/hora con un motor de potencia similar. No existe tratamiento de filtrado y se clora con una bomba tipo Pascal, a partir de un acueducto de impulsión, cercano a los pozos. El rendimiento de las bombas es: Pozo 1 65 m<sup>3</sup>/hora y Hm: 60mca y el pozo 2 también 65 m<sup>3</sup>/h y Hm: 49mca. La oferta es de 65 m<sup>3</sup>/h, indica un solo pozo, con dos pozos, el rendimiento total es 130 m<sup>3</sup>/hora, con una oferta total 3.120 m<sup>3</sup>/día. Esta puede ser compensada con una obra toma en el río y bombeo de agua cruda hacia una planta de tratamiento. La demanda puede ser unos 140 m<sup>3</sup>/h de agua cruda con un sistema de pozos muy próximos a la línea de la costa del río Neuquén.

# SALTA

Las regiones Hidrogeológicas son de oeste a este, 1 Puna, la 2 Cordillera Orientales, Sierras Subandinas y sus Valles. La 3 Piedemonte y llanura Chaco-Salteña y la 11 Al sur de la Provincia Llanos Riojanos y salinas Asociadas.

## **1\*\*\*ALTAMISQUI(Metán)**

Desde Salta capital de la provincia hacia Metán por ruta N9, luego por ruta N16 a El Galpón a +- 65km Joaquín B. González, más 15km por camino secundario se arriba a Altamisque; a 3km al norte de S.J. de La Horqueta. Muy próximo al río Pasaje o Juramento (margen derecha), frente a Gaona. A 25°16'03Sur y 64°04'32Oeste. Cota 354msnm. Con población de 100 habitantes (2005). Un estudio básico, define la fuente subterránea con datos aportados por perforaciones. Una perforación en el paraje Altamisque con la profundidad del pozo a -27mbbp; niveles estáticos: -11mbbp; niveles dinámicos: -13,15mbbp; depresión 2,15m; caudales 4,5 m<sup>3</sup>/h; caudal específico: 2.093 l/h/m; los filtros entre -18mbbp y -23mbbp; perforado en diámetro de 6". El aforo determinado por ensayo de bombeo a 24 horas de duración, entrega registros de caudales de 3.000 litros/hora. Sin variaciones en sus niveles en función al caudal extraído. La calidad del agua según análisis es potable, aunque contiene Hierro 1,2 mg/l, sobre máximo permitido por normas nacionales e internacionales de 0,3mg/l. Las unidades de Turbidez tiene una UNT valor 5 (límite OMS y CAA 3), presente UNT 4,1. Cloruro 50 mg/l y Dureza 232 mg/l. Con un sistema de cloración, se controla al campo bacteriano. Bajos caudales de extracción en esos niveles característicos en la zona de estudio.

## **2\*\*\*CAMPO QUIJANO(Rosario de Lerma)**

Desde la ciudad capital, por ruta P51 hacia el sudoeste. A 24°54'42Sur y 65°38'41Oeste. Cota 1.516msnm. Cuenta con unos 7.274 habitantes al año 2001. Un análisis toma la totalidad del recurso hídrico desde el subálveo de dos ríos (Toro y Blanco), para evitar las altas turbiedades que presenta un agua superficial, manteniendo calidades constantes del recurso a distribuir. Se incrementa a 15 l/s la posibilidad de la oferta. Evalúa el funcionamiento de las captaciones determinando posibilidades de captación de una parte del recurso que se toma desde el río en su subálveo. Se estudian parámetros hidrogeológicos e hidráulicos para una perforación futura. La geología regional y local permite conocer los límites y espesores sedimentarios del subálveo. La geofísica permite definir con mayor precisión con apoyo de perforaciones, áreas y espesores de la futura área a explotar. Se pueden definir con granulometrías y sedimentos la permeabilidad, que es media a alta en los subálveos. Se evalúan tres zonas de captación dentro del subálveo. Los sondeos de exploración aumentan el conocimiento del área (nivel estático a -4,5/-7,5mbbp). Las transmisividades son buenas según ensayos ilustrados. Los análisis químicos se encuadran dentro de límites normales para aguas de consumo. Valorizando granulometrías, permeabilidades, transmisividades, precipitaciones de recarga, espesores y caudales superficiales, los volúmenes de salida de las captaciones son positivos. Análisis históricos OSN 54283. Residuo total 208mg/l; Alcalinidad 134mg/l; Cloruro 11mg/l; Sulfato 28mg/l; Turbiedad 0,2; Fluor 0,1mg/l; Arsénico vestigios; Ph 7,9.

## **3\*\*\*CAMPO SANTO(Gral Güemes )**

Esta localidad se accede por la ruta P23 hasta la ruta N9 a la ciudad de Salta, ubicada entre Gral Güemes y Betania. A 24°40'47Sur y 65°06'15Oeste. Cota 817msnm. La población es de 7.001 habitantes, censo del 2001. Con referencia al problema del agua potable debemos coincidir respecto al origen y calidades del agua a consumir.

La calidad físico/química del agua es un punto básico en la aptitud del recurso. Todo ello conforme a normas de las fuentes de agua potable. Los datos de estos parámetros por presencia de Nitrato en el agua del pozo con valores bajos de 8,2, 7,7 y 2,0 mg/l. Se cambian los filtros por roturas, que permiten ingreso de material sedimentario elevando turbiedad del agua desde el pozo. El espesor total de los acuíferos productivos según el perfil del pozo suman 25 metros de potencia, donde se descartan bajos caudales. Por la presencia de grava mediana dominante, se capta entre una profundidad de -75mbbp y -93mbbp.

#### **4\*\*\*CAPILLAS LAS(Iruya)**

El acceso al paraje Las Capillas, se realiza desde la cercana localidad de Iruya, de allí por camino de ripio a caballo. Unos 6 km al Oeste de Iruya en línea, en la cabecera del río Milmahuasi. A 22°47'51Sur y 65°15'49Oeste. Cota 3884msnm. La población de alrededor 100 habitantes(2001). La fuente de captación es una captación superficial (vertiente), que integra la cuenca del río San Isidro y es de régimen permanente. Se desarrolla la fuente en calidad y cantidad, captándose al recurso subsuperficialmente por medio de un dren filtrante, ubicado en una vega, geomorfológicamente es una depresión húmeda donde se desarrollan vegetaciones de tipo herbáceo. Actualmente se utiliza la fuente, a una profundidad de -1,50m. El caudal captado es 15.120 l/día.

#### **5\*\*\*CAPITAL I(Capital)**

Ciudad capital de la Provincia. A 24°47'00Sur y 65°25'06Oeste. Cota 1185msnm. Con 462.051 habitantes al año 2001. Tipos de fuentes: se tiene dos fuentes de producción de agua, una es superficial (sistema finca Las Costas-Alto Molino) y la planta del Sistema río Vaqueros-Wierna. Una segunda fuente es de origen subterráneo (constituye un 74% del total de las fuentes), cuenta con 122 pozos distribuidos por todo el radio servido. A pesar de constituir recursos suficientes, existen zonas donde hay déficit y servicios discontinuos. Los análisis cualitativos observan un problema en algunas perforaciones que tienen concentraciones en el elemento Nitrato. Las calidades físico/químicas en promedio también están dentro de los parámetros normales de calidad.

#### **6\*\*\*CAPITAL II(Capital)**

Ciudad capital de la provincia. A 24°47'00Sur y 65°25'06Oeste. Cota 1185msnm. Con 462.051 habitantes al año 2001. Se considera un acueducto en el sur de la ciudad, captando agua desde una toma en el subálveo del río, mediante drenes longitudinales determinados por estudios hidrogeológicos con fuentes en la zona de El Encón y Campo Quijano, en un área rural hacia el oeste de la ciudad capital y en sectores sur y suroeste. Se incluye un sistema que va desde la captación subsuperficial, en el río Arenales, hasta el punto denominado barrio Villa Rebeca. La capacidad de captación aproximadamente está entre 450 y 600 l/s, si se incluyen caudales de captación desde la localidad de Campo Quijano. El sistema en un sector sur, se alimenta con fuentes subterráneas, con drenes desde el subálveo en el paraje denominado El Encón. La zona de captación determinada en el subálveo de la cuenca del río Arenales, con información de campo e imagen satelital, está en un sector sin acción antrópica contaminadora, con pendientes favorables y caudales propios del río Arenales, alejada al oeste de la ciudad. En el campo, se detectan puntos asignados para captaciones en el subálveo del río Arenales, favorable a un sistema de drenes subsuperficiales. Esta zona cercana a la ciudad capital de Salta, a 20 km hacia el oeste, están en la cuenca del Río Arenales. Es en las cercanías de la confluencia del río Usury con el río Potrero, antes que aporte el río Uriburu, en un sector de traza longitudinal con rumbo norte/sur sobre el río Arenales. Se analizan distintas vías de agua que cursan y confluyen hacia este río, en sectores para la captación del subálveo. En el tramo inferior del curso del río Arenales, unos kilómetros abajo de la instalación de drenes, se analiza uno de los vertederos del desarenador. Según medidas aproximadas, unos 0,15m de tirante de agua por una abertura de 2 m, lo que arroja un caudal de 210 l/s por vertedero (son tres). Se debe sumar el caudal del río, desde un puente Bayley, con valores aproximados a los 250 l/s, en ese tramo. Tener en cuenta que los caudales en la toma del río, rinden un tercio del caudal captado por la obra de riego existente, más el caudal del río en el punto de observación(puente). Considerando la zona sur, se recorre Campo Quijano, al sudoeste de la ciudad capital, a 20km, con el río Toro, se capta para abastecer a la localidad de Campo Quijano; datos aportados de la obra toma que suministra agua a un canal de riego, entrega valores de 2.450 l/s, del río a la derivación.

Casi la totalidad que aporta este río. Se debe tener en cuenta que la región y la cuenca, se encuentra en un período de precipitaciones prácticamente nulas o de estiaje. Considerando al área norte, ubicada a 15 km al norte de la capital, a la altura del río La Caldera, antes de su unión con el río Nieves en su confluencia determina el río Wierna y este junto con el río Vaqueros, el Río Mojotoro. Se observa el cauce del río La Caldera y sus herramientas que transporta desde gran tamaño de clastos hasta granulometría de arenas gruesas en la zona de captación actual por drenes hacia una toma principal. En el sector de la toma en un sector de cauce, recostado en margen derecha, se ven ingresos y circulación de agua. Calculandose caudales aproximados a 350 l/s. Con la conducción de otro acueducto el ingreso será mayor. El reemplazo de perforaciones por captaciones con drenes, es paulatino en función a los caudales seguros de origen subálveo captados que ingresan al sistema de distribución. En función a la naturaleza del subálveo, litología, extensión y espesores, se desprenden posibilidades técnicas de captación, en el subálveo del río Arenales, tiene respuestas similares al subálveo del río La Caldera. Es posible también una captación en el subálveo del río Toro, en zona de Campo Quijano. Las recomendaciones son un monitoreo del subálveo por medio de pozos piloto de observación de niveles de agua y verificación por posibles ingresos de sólidos finos a los filtros. En cuanto a la fuente subterránea, comprende perforaciones a profundidades de unos -150mbbp, frente a los -85 mbbp de los primeros pozos. Las depresiones de capas de agua tienen hasta una profundidad de -35mbbp. La opción es dejar perforaciones como suplemento y que recuperen niveles quedando en reserva para emergencia hídrica. Estos pozos, son los que están en zonas periféricas. La zona sur cuenta con unos 43 pozos. Los caudales oscilan entre 139m3/h (pozo 1 Bo Tribuno), 159m3/h pozo 1 Bo Calchaquí, hasta 3m3/h pozo 1 Complejo H. Sur. Con un funcionamiento de 24 horas/día, 40 perforaciones, 13 contienen calidades alteradas físico/químicas a través de los años, pero con solución con el uso de agua de mezcla. Un segundo vector de captación o fuente debe incluir otras perforaciones y también drenes de captación desde el Río Toro al Oeste y Centro de Salta Capital. Estudios específicos determinan alternativas y magnitud del sistema a usar en cuanto a captaciones desde el subálveo. Para estos casos se usan fórmulas de cálculo similares a Forkheimer, donde aquí el caudal es:  $Q = \frac{1}{2} K (H_1^2 - H_2^2)/L$ . Permeabilidad = K del material del subálveo;  $H_1$  altura agua sobre dren;  $H_2$  es diámetro filtro y prefiltro y L distancia al curso.

### **7\*\*\*CAPITAL III(Capital)**

Ciudad capital de la provincia. A 24°47'00Sur y 65°25'06Oeste. Cota 1.185msnm Con 462.051 habitantes al año 2001. Las fuentes de abastecimiento son de un sector a saber: Cisterna y pozo Villa Los Sauces y pozo Villa La Primavera, con caudales de 44m3/h y 49m3/hora. Consiste en el reemplazo de perforaciones con un sistema desde Alto Molino. Importante desarrollar características de la fuente, su capacidad y calidad del agua a extraer desde la oferta alternativa. Con referencia a datos de perforaciones, en relación a la piezometría del área norte de la Ciudad Capital, los mismos están conformados por registros con niveles estáticos de los pozos. La tendencia de la curva de ajuste indica una disminución de los niveles en función de la producción a través de más de 30 años de bombeo. Con una disminución en la extracción subterránea, los pozos tendrían que retomar una posición original respecto a la tabla de agua histórica, que podría ser aproximadamente los -13mbbp, promedio. Como el escurrimiento subsuperficial en la zona, es de oeste a este, el punto mas alto de niveles estáticos esta en esa franja. Se verifican variaciones de niveles del primer acuífero en ascenso hasta su estabilización, prácticamente no tendrían influencia, se encuentran debajo de niveles de las obras de las redes de agua y cloacas. Es de destacar la cobertura de cloacas abarca más del 90 %, con lo que el vuelco de la población hacia la freática se ve reducido en ese mismo porcentaje.

### **8\*\*\*CAPITAN JUAN PAGE(Rivadavia)**

Por ruta N81 entre las localidades de Los Blancos y Tte.Gral Fraga(Formosa). A coordenadas 23°41'12Sur y 62°22'32Oeste. Cota 203msnm. Contiene solo 227 habitantes según registro censo 2001. Se trata de una perforación profunda para acceder a una fuente de agua, puesto que se carece de dicho recurso en el área. La metodología de trabajo incluye un pozo de explotación. En la perforación de exploración se valoriza un método analítico indirecto, la calidad del agua en horizontes profundos.



Por cambio en la resistividad del agua del lodo de perforación se detecta una variación favorable en la calidad. A partir de -263mbbp, analizando perfilajes resistivos y conductivos y cronometrajes, se afirma una existencia de acuíferos en esos niveles. Se está en presencia de capas de agua con mejor calidad que la que se encuentra en niveles altos. Corresponde reperforar para detectar mejores acuíferos, su capacidad y sus calidades químicas para explotarlo. Datos técnicos son: Cañería ciega de 365metros, acero de 6" y 35m de filtro suman 400metros. La existencia de un control geológico permite reconocimientos de distintos tipos de acuíferos y la geología del lugar. Al realizar perfilajes eléctricos, como los que se ejecutan, se confirma el perfil litológico y con precisión se ubica una futura cañería con tramos de filtros. El pozo de explotación, con reperforación total a 15", conforme a acuíferos detectados y análisis granulométricos se determina el tamaño del filtro (0,75mm) en c/ horizonte a.-338,78-345,81///-349,78-351,78///-359,78-364,80///-372,78-375,78///-379,79-384,80mbbp.

Rectificando los horizontes productivos en función a calidad de agua analizada en niveles -336,0-355,0///-357,0-367,0///-371,0-386,0mbbp, se tiene diagramas de calidad de agua o de PIPER, agua sulfatada sódica. Con 700mg/l de Residuo total. Conductividad 1.130 uS/cm; Sulfato 271 mg/l; Nitrato 3,6 mg/l; Sodio 193 mg/l; Potasio 2,5 mg/l. Presenta Hierro total, 1,22 mg/l sobre 0,30mg/l, su límite(no afecta salubridad, CEPIS 1993). Aplicada la fórmula de depresiones para ensayos escalonados  $s = B \cdot Q + C \cdot Q^n$ , en función de un caudal se maneja la extracción, ( $s = 0,6643 \cdot Q + 1,2690 \cdot 10^{-2} \cdot Q^{2,08}$ ). Se recomienda, no pasar los 30m3/h por factor de seguridad y de sobreoferta. Prácticamente no sobrepasar 20m3/h, por depresiones y niveles dinámicos que se incrementan geométricamente, aumentando la concentración del elemento Hierro.

Caudales 288 minutos de bombeo

Caudales: 4,88 m3/h

Nivel dinámico -18,29mbbp

Depresiones 3,58 m

Caudal específico 1,36 m3/h/m

Caudales a 443 minutos bombeo

Caudales: 23,5 m3/h

ND: -39m34mbbp

D: 24,63mbbp

E: 0.95mbbp

#### **9\*\*\*CERRILLOS(Cerrillos)**

Al Sudeste de la ciudad capital. A 24°53'39Sur y 65°28'42Oeste. A cota 1244msnm. Contiene 17.634 habitantes, según censo de 2001. Presenta un acuífero de características confinadas. Perfil litológico: Conglomerado/grava mediana fina/arcilla roja/grava fina-arena/arena gruesa. Profundidad de la perforación -92mbbp. Los caudales son de 60 m3/hora. Caudal específico 150 m3/h/m. Niveles estáticos -33mbbp y dinámicos -32,60mbbp. La química del agua presenta un Residuo salino total de 180 mg/l. Flúor 1,2 mg/litro.

#### **10\*\*\*CUCHIYACO(Molinos)**

Seclantás a 25°19'48Sur y 66°14'32Oeste. Cota 2106msnm. Se encuentra sobre ruta P42, por desvío desde la ruta N40. Al sur de San José de Escalchi(RN40). Valles Calchaqués. Las fuentes de abastecimiento de agua para esta localidad, son los ríos Luracatao y Cuchiyaco. Tienen caudales permanentes, tanto superficiales y subsuperficiales, con calidades químicas. Los análisis presentados, tienen bajas concentraciones de elementos químicos, agua de deshielo, con baja salinidad. El resultado indica, agua potable, según los análisis físico/químicos, están dentro de los parámetros potables. El bajo nivel de Cloruro y Sodio en el agua analizada verifica el origen del agua del río Cuchiyaco, a ese nivel topográfico.

#### **11\*\*\*EL ARREMO(San Carlos)**

Ruta Nacional N40 a San Carlos antes de Angastaco tomar ruta P25 al sur allí a Coordenadas 26°01'39Sur y 66°22'35Oeste y cota 3.294msnm. La población de Arremo está ubicada en la Puna árida(80habitantes), se abastece de una fuente superficial, desde el Arroyo Arremo, que lleva agua a una acequia de riego. Se toma el agua cruda sin tratamiento. El sistema no tiene protección sanitaria, de fácil contaminación por presencia de ganado en la boca de la toma, vector potencial y real de potenciales enfermedades. Las obras son: Toma galería filtrante.; reserva de 12 m3; Bombeo, aducción de agua cruda. Planta Tratamiento compacta (5 m3/h) con filtración+cloración. Los análisis químicos de la fuente muestran su grado de calidad potable. La capacidad de la fuente según estudios preliminares, definen caudales de unos 60m3/hora y más.

Se considera al agua por sus calidades como potable. Arremo: Se puede dividir en dos sectores, uno norte donde viene la descarga existen pequeños manantiales que aumentan posibilidades de captación y otro sector sur, con una mayor sequedad respecto al norte.

#### **12\*\*\*EL CEIBAL(La Candelaria)**

El Ceibal localizado( 26°08'11Sur y 65°00'09Oeste. Cota 1.129msnm) a 5 km al este de La Candelaria (479 habitantes, 2001) por ruta N9 y P35 desde San Miguel de Tucumán. La oferta de agua, más características de la fuente, son necesarias para conocer la alimentación primaria en una planta potabilizadora que este integrada por desarenador+decantador+2 filtros+cisterna. La demanda a cubrir con unos 500 habitantes y dotaciones de 300 l/h/día con un consumo de 2 l/s, incluye las calidades físico/químicas del agua. La información de caudales es la siguiente. En épocas estivales, entre 80 y 90 litros por segundo y en estiaje 70 l/segundo. Esto para un repartidor de riego del Ceibal (La Candelaria). La relación oferta demanda se cumple. Los análisis físico/químicos, efectuados en su oportunidad, no presentan niveles contra las normas de agua. Residuo salino total es de 278 mg/l, conductividad de 446 uS/cm y Nitrato de 4 mg/l. Es un agua hiposalina.

#### **13\*\*\*EMBARCACIÓN(San Martín)**

A esta localidad de Embarcación se arriba por ruta P34 y ruta nacional N9 desde la ciudad de Salta. Entre la población de Quena y Campichuelo. A 23°12'11Sur y 64°05'54Oeste. Cota 289msnm. Con 17.481 habitantes al censo de 2001. La fuente es subterránea. El perfil litológico de la perforación y posicionamiento de los filtros en dicho perfil es la siguiente: niveles estáticos -6,7mbbp, niveles dinámicos -45mbbp. La depresión es de 38,7metros. Para caudales de 45,6 m3/h, los caudales específicos son de 1,2 m3/h/m. Se aísla con cemento entre paredes del pozo y caño camisa, hasta los-30mbbp. Los filtros ubicados entre -70/-73mbbp y -87/-90mbbp. El ensayo de bombeo escalonado con caudales de 40,1m3/h, con dinámicos a-38,10mbbp, depresiones 31,40m rinde caudales específicos de 1,277 m3/h/m. A mayor caudal como 48m3/h, los niveles dinámicos bajan a -47,50mbbp, depresiones 40,80m y caudales específicos de 1,176 m3/h/m. Finalmente el análisis físico/químico, determina unas aguas hiposalinas, con Residuos salinos de 217 mg/l, conductividad de 354 umho/cm, Cloruro y Sulfato 24 y 21 mg/litro respectivamente.

#### **14\*\*\*LAS BARRANCAS(San Carlos)**

Por San Carlos paralelo a la ruta N40, al sur esta la localidad de Cafayate. Las napas en este paraje afloran en sectores, originando en algunos casos vertientes y bañados. Coordenadas aproximadas: 25°50'56Sur y 65°54'05Oeste. Cota 1.693msnm. Como fuentes de agua se tienen las siguientes alternativas:

- a) Agua de acequia superficial desde su captación en el río Calchaquí. Presenta alguna contaminación orgánica y elevada turbiedad.
- b) Agua de perforación en una escuela: Los datos del pozo de la empresa de aguas, son los siguientes:

Identificación : pozo AS 614

Profundidad : -71,00 m.

Nivel estático : -26,05 m.

Nivel dinámico : -31,55m.

Caudal : 39,6m3/h

Caudal Espec. : 7,9m3/h/m/d

La bomba usada tiene una capacidad de producción de 4m3/horarios.

#### **15\*\*\*LAS LAJITAS(Anta)**

Su acceso es por la ruta provincial 5 y cruce P30, desde allí por rutas P5 hacia Metán. A 24°43'38Sur y 64°11'44Oeste. Cota 473msnm. Cuenta con una población de 7.688 habitantes al censo de 2001. La fuente es subterránea y contiene acuíferos posiblemente confinados, en un total de 7 capas. La granulometría es de grava fina a gruesa. La profundidad de la perforación es de -104mbbp. Los caudales son de 60 m3/h (en producción 40 m3/h). Caudal específico 9,39m3/h/m.

Nivel estático -18mbbp y nivel dinámico -24,30mbbp. Depresiones de 6,39metros. La química del agua define Residuos totales de 1.534mg/l.

#### **16\*\*\*MISION LA LOMA(San Martín)**

Este paraje afincado con una población indígena, esta ubicado cerca de las localidades de Dragones y Tres Yuchanes. Ruta N81. A coordenadas 23°12'34Sur y 63°11'16Oeste. Cota 237msnm. La fuente (superficial) esta generada a través de una obra que une a la red existente con la fuente ya establecida. Dicha obra de empalme a la red, configura solo un gasto de 15 m3/día, para proveer de agua a Misión La Loma. Los caudales del acueducto desde el dique Itiyuro ubicado a +540msnm, son de 1.300 m3/día. Las calidades estan normatizadas. Falta su análisis.

#### **17\*\*\*ORAN(Orán)**

Rutas P50 y 5 y ruta N9 y P34 hacia la ciudad de Salta. A 23°08'03Sur y 64°19'41Oeste. Cota a 361msnm. Contiene 6.915 habitantes según censo 2001. Descripción del sistema de captación sintéticamente: Sistema de fuente mixta.

Agua superficial a través de una obra toma en el río Blanco hacia planta potabilizadora.

Una fuente subterránea con 9 perforaciones que captan dentro del radio de la ciudad.

Análisis cualitativo: No se conocen análisis químicos de las aguas de las fuentes superficiales y subterráneas que comprendan todo el espectro catiónico, aniónico, alcalinidad, arsénico y flúor.

Análisis cuantitativos: Subterráneos: En lo referente al aspecto cuantitativo (caudales) del sistema no se conocen los niveles dinámicos históricos de los pozos para ver si el sistema esta afectado por una explotación continuada que se registra hace décadas.

Superficiales: Se describe que el agua superficial del río alcanza para una futura expansión de la demanda se tienen los datos de caudales de estiaje del río Blanco comprendidos en un período suficientemente prolongado como de 1944 a 1961(ex Agua y Energía de la Nación), con caudales promedio anuales de 0,885 m3/s y caudales mínimos medios anuales de 0,223 m3/s. El área está en la cuenca Alta del Juramento esta representada por una superficie de 65 km2. Los aforos son ejecutados en el dique regulador.

#### **18\*\*\*PARAJE EL CARPINTERO(General San Martín)**

Desde Orán por rutas N50 a N34 a la localidad de Embarcación, cruce con N81 hasta Dragones(1.736hab, 2001), al sur 18km por ruta de tierra al paraje. Aproximadamente a 23°21'51Sur y 63°22'16Oeste. Cota 249msnm. La provisión de agua potable es a través de una perforación para el paraje indican caudales de 2 m3/hora y una profundidad total de -200 metros bajo boca de pozo. Por lo investigado la cuenca correspondiente a un sector de la región ChacoSalteña, donde las perforaciones en promedio llegan a más de -100mbbp. Datos de cartografía hidrogeológica indica una zona con sedimentos permeables favorables como reservorio.

#### **19\*\*\*PAYOGASTA(Cachi)**

A 10km al noreste de Cachi(valles calchaqués) por la ruta nacional N40 y ruta P33. A 25°03'07Sur y 66°06'16Oeste. Cota 2.433msnm. Contiene 404 habitantes censo año 2001. Hidrogeológicamente la zona se corresponde a un ambiente donde se encuentran acuíferos libres, con recargas en los afluentes de la margen oriental del río Calchaquí(rios Blanco, Quipón, Piul y arroyos Segundo, Seco y Valdéz). Mientras la zona de descarga en margen izquierda del río Calchaquí, donde hay manantiales importantes como el del uueblo de Payogasta y de Buena Vista. Las aguas del manantial tienen buenas calidades químicas. La circulación hídrica subterránea principal se realiza a través de depósitos cuaternarios que rellenan la depresión intermontana. La dirección del escurrimiento subterráneo coincide el colector principal, el río Calchaquí. La Finca Amalaya está camino a Piul 2 km al noreste del pueblo de Payogasta y del de Buena Vista. Actualmente se abastece por pozo desde Buena Vista (2,5 km al norte). Otras fuentes (a contrapendiente) son los manantiales de Buena Esperanza y del Pueblo de Payogasta. Se estudió la zona para explotar el agua subterránea, encontrandose un acuífero libre con recargas en los afluentes de margen oriental del río Calchaquí, mientras la zona de descarga es la margen izquierda del río, con manifestaciones de manantiales. Se determinó un pozo de exploración (caudales en zona: 60 m3/h), en cruce de rutas P33 y ruta N40, a una profundidad de -100mbbp y cementación a -40mbbp, con tres filtros de captación. El pozo de Buena Vista tiene Residuos Sólidos Totales de 458 mg/litro.

**Cuadro perforación y pozos excavados:**

Pozo	Tipo	Profundidad	Nivele	Caudal	Caudal E
Amalaya/Saravia	Excavado	-60mbbp	-30,00m	100m3	6,66
493uS/cm					
Amalaya/Ecosuelo	Perforado	-140mbbp	-37,29m	110m3	18,30
Buena Vista	Excavado	- 15mbbp	-11,93m	24m3	5,11
810uS/cm					

**20\*\*\*POZO EL TIGRE (Rivadavia)**

Las vías de acceso a la misma, son a partir de la ciudad de Salta por medio de la ruta nacional N34 pavimentada, luego por medio de la ruta P54 muy precaria con cortes en períodos de lluvia (intransitable) recorriendo unos 150 km por las localidades de Campo Durán, Santa María y Santa Victoria Este. Luego por caminos secundarios hacia el sur se accede a la Misión Pozo del Tigre, con recorrido de 30 km. A 22°22'0Sur y 62°33'43Oeste. Cota 257msnm. La población suma unos 500 habitantes actuales(2006). La alternativa surge a través de una perforación en esta región de llanura Chaco-Salteña. Las formaciones subyacentes de origen terciario están integradas por sedimentos continentales con procesos geovolcánicos, tipo samítico y pelítico. Por conocimientos regionales y casos aislados locales (Capitán Pagés), Taco Pozo con niveles productivos, sin acción de productos volcánicos, arriba de -240mbbp. Las condiciones hidrogeológicas se pueden dar para encontrar aguas con contenidos salinos dentro o en límite con las normas de bebida. Un resumen de la tesis doctoral realizada en la Universidad de Salta(R.Garcia, 1998) sobre la hidrogeología del Chaco Boreal Salteño explicita. Incluyendo al complejo acuífero Pilcomayo y otros complejos más. Existe una perforación en la Misión La Paz, escuela n210 pozo nAS 0465, a una profundidad de -59mbbp da agua salada. Lo que habilita a perforar a profundidades mayores en el área. Las características hidráulicas de este complejo acuífero (niveles productivos hasta -120mbbp) tiene caudales específicos variables, que dependen de la cercanía al río Pilcomayo, profundidad de captación y ubicación en el cuerpo sedimentario. Los que captan al acuífero libre cerca del río Pilcomayo varían entre 4 y 10 m3/h/m, los que están lejos del curso fluvial están entre 0,75 y 1,33 m3/h/m. Los pozos que están en el semiconfinado tienen entre 0,265 y 1,75 m3/h/m. La transmisibilidad para el acuífero libre está entre 293 y 117 m2/d para la zona de influencia del río Pilcomayo y entre 22 y 39m2/d en zonas alejadas del curso. Para el sistema semiconfinado varía entre 7,75 y 51,2 m2/d. Para la región se cuenta con ensayos de bombeo el pozo St.Pi.EM01(El Madrejón) que capta agua del acuífero libre, con una T = 42 y una S = 0,12 y el St.Pi.EN01(El Naranjo) con acuíferos terciarios confinados y semiconfinados. Con una T = 54 y una S = 0,08. El  $Q_{medio} = \text{Gradiente}(0,0005) \times \text{Permeabilidad}(8\text{m/d}) \times \text{Sección media } 1.500.000\text{m}^2 = 6000 \text{ m}^3/\text{día}$ . La mayoría de ese caudal ( $\frac{3}{4}$ ), pasa por la franja del río Pilcomayo. La reserva  $W_t = A \times e \times m_e$  donde A (6.000 km2) es la superficie; e = espesor medio saturado(30m) y  $m_e$  = porosidad eficaz(0,10). La reserva  $W_t = 2,16 \times 10^{10} \text{ m}^3$ . La tasa de renovación (Ts) es la relación entre el suministro de flujo subterráneo medio( $Q_w$ ) y la reserva total media (Wt). El período de renovación (Pr)es la inversa: 10.000 años. La perforación se encuentra en una zona comprendida en la franja del río Pilcomayo o sea la más favorable para perforaciones, según corresponde a estudios volcados para la tesis doctoral mencionada.

**21\*\*\*RIO GRANDE(San Carlos)**

Por la ruta nacional N40 desde San Carlos a la localidad de Angastaco, desvío al oeste por Tacuil, pasando al sur por Pucará (Puna subhúmeda). Coordenadas aproximadas son 25°53'41Sur y 66°26'36Oeste. Cota 3.385msnm. Es el denominado río Grande ó Guasamayo. Actualmente se abastece el paraje desde una fuente superficial de ese Río ubicado a 48km en línea desde San Carlos hacia el oeste; buenos caudales captando desde acequia de riego, pasando por sedimentador y filtro de arena. El sistema no tiene protección sanitaria. La obra necesaria respecto a la fuente es una toma en el subáveo por medio de un caño filtro. Una planta de tratamiento compacta capacidad 5 m3/h, que comprende una filtración y cloración. El subáveo del río mencionado se estima podría rendir hasta 40m3/h. Los análisis físicoquímicos de la fuente muestran un grado de potabilidad favorable para consumo.

#### **22\*\*\*RIVADAVIA(Rivadavia)**

Su acceso es por rutas provinciales P5 que empalma con la N9 a Metán y Rosario de La Frontera. Desde la P5 sale en La Estrella la P13. A 24°11'07Sur y 62°53'08Oeste. Cota 209msnm. Con 1.608 habitantes al censo de 2001. En la oferta de agua potable que corresponde al estudio de la fuente, se presentan análisis químicos con contenidos dentro de parámetros normales de calidad. En cuanto a la fuente propiamente dicha, de origen subterráneo, se accede a través del pozo ASP n°1398. Pero solamente se registran valores de caudales de 50 m3/h. La verificación de los caudales de pozos profundos, se puede determinar por los documentos de tesis de García Rodolfo de la Universidad de Salta (caudales del orden de 150 m3/h). Las calidades físico/químicas están dentro de parámetros normales. La localidad está en zona del antiguo cauce del río Bermejo que hace favorable la explotación del recurso hídrico. Tiene el registro de mayor temperatura en América del Sur con 48°,9(11/12/1905).

#### **23\*\*\*ROSARIO DE LA FRONTERA(Rosario de la Frontera)**

Por ruta nacional N9 se accede a San Miguel de Tucumán. A 25°47'52Sur y 64°57'54Oeste. Cota 787msnm. Con 22.218 habitantes al año 2001. Se trata de acuíferos confinados. En total los niveles de acuíferos son seis(6). Se capta el nivel 4 y el 6, en una grava de diferente granulometría. Profundidad de la perforación -99mbbp. Los caudales son de 90 m3/h. El caudal específico es de 2,27 m3/h/m. Los niveles estáticos +0,50metros sobre boca pozo(pozo surgente) y los niveles dinámicos -39,05mbbp. La depresión es de 39,50m. El Residuo salino total del agua captada es de 500 mg/l.

#### **24\*\*\*ROSARIO DE LERMA(Rosario de Lerma)**

Al Sudoeste de la ciudad de Salta. A 24°58'59Sur y 65°35'01Oeste. Cota 1.328msnm. Contiene 17.874 habitantes al año 2001. Las fuentes integran un sistema mixto. Una fuente superficial por medio de una toma sobre el río Rosario y la otra subterránea, con un pozo explotado 24 horas al día, con caudales medios de 76 m3/hora. Para definir la mejor alternativa se debe contar con un conocimiento integral del recurso, conocer el agua que se puede extraer, cuantos pozos son necesarios, si los mismos se agotan al sacar determinados caudales, para cubrir un determinado compromiso. Lo mismo pasa con la otra fuente de captación. Los análisis físico/químicos, indican presencia de ión Nitrito, puede ser debido a una contaminación antrópica puntual de la fuente, presenta también Boro con concentraciones cuatro veces su límite aceptable que es de 0,3 mg/l según OMS.

#### **25\*\*\*SAN FELIPE(Rosario de la Frontera)**

Ubicada en límite con la provincia de Jujuy. Por ruta P69, desde N9 Pumahuasi(Jujuy); está enclavada en la Sierra Santa Victoria a 28km en línea oeste de Jujuy. A 22°16'01Sur y 64°58'09oeste. Cota 2.610msnm. Este paraje contiene 112 habitantes según el censo del año 2001. Los datos de uso avalan la producción del pozo que tiene un caudal de casi 3 m3/hora. Esta perforación no registra a la fecha agotamiento; un aforo de 24 horas entrega caudales de 3 m3/h (2.844 l/h). Con datos suministrados desde el Distrito Rosario de la Frontera, indican parámetros de: Caudal : 2,8 m3/h; Profundidad: -70mbbp; Ne.: -39mbbp; Depresiones.: 5,6m.; Nd.: -44,6mbbp; Profundidad filtro.: -51mbbp; Sólidos disueltos.: 480mg/l; Conductividad.: 740 us/cm; Calidad físico/química del agua. es Potable. Por los análisis físico/químicos, se considera que está dentro de parámetros de potabilidad normales. Se propone usar un dosificador de tubo tipo Venturi, con una concentración de cloro residual de 0,3 mg/l.

#### **26\*\*\*SANTA VICTORIA OESTE(Santa Victoria)**

Límite con Bolivia, rutas P7, P5 y N9, hacia la Quiaca(Jujuy) al oeste. A 22°14'56Sur y 64°58'00oeste. Cota a 2.358msnm. Población de 1.530 habitantes (2001). La fuente actual es una toma superficial en el cauce del Río Huerta. Por un canal abierto se conduce agua a la planta potabilizadora. El problema se genera en época estival, con alta concentración de sedimentos, generando problemas de caudal y calidad. Existe una toma superficial en algunas vertientes ubicadas a 5 km de distancia de la población. Los aforos determinan un caudal de 9 l/s, equivalentes a 32.400 litros por hora.

**27\*\*\*TALAMUYO(Metán)**

Ruta N34 desde Metán a ruta N16 a El Galpon hasta El Tunal, ruta P29 km21 al noreste. A 25°08'54sur y 64°14'18oeste. Cota 404msnm.. La fuente es una perforación profunda. Se realizaron aforos a 24 horas con un registro de caudales de 2.750 l/hs. La calidad del agua según análisis y diagnósticos es no potable y salobre al gusto. Aunque solo el análisis muestra una elevada la turbiedad (5,8) con contenido en hierro de 0,5 mg/l sobre máximo de 0,3mg/l. Con una cloración el sistema define un control del campo bacteriano. Es conveniente otro análisis de agua, para verificar la turbiedad. Los bajos caudales y calidades son característicos de la zona, cercana al río Juramento.

# SAN JUAN

Las regiones hidrogeológicas son de oeste a este, la 9 Precordillera Frontal y Principal y sus Valles. La 10 al centro de la provincia, Piedemonte y Llanura Cuyana. La 11 al este de la provincia, llanos Riojanos y salinas asociadas.

## **1\*\*\*ALBARDON/VILLICUM(Albardón)**

Está próxima a la ciudad capital al norte de Chimbas, la ruta N40 la une a la capital. A coordenadas 31°26'34sur y 68°31'14oeste. Cota 634msnm. Tiene una población de 20.413 habitantes(2001). Las características hidrogeológicas de esta subcuenca, ubicada en el valle de Tulum, en general no permite obtener aguas de muy buena calidad. Esta cuenca en el Departamento de Albardón, tiene muchos problemas para obtener agua potable en cantidad suficiente. Existe un compromiso tanto geológico y litológico, con poco espesor de sedimentos y con minerales como el yeso, generando aguas de calidades químicas algo comprometidas, inclusive por contaminación antrópica, caso del elemento Nitrato con concentraciones de hasta 85mg/l. Al encontrarse una zona de borde de cuenca o subcuenca, se acentúan características cualicuantitativas con algunos aspectos negativos del recurso y posibilidades algo limitadas en cantidad y calidades óptimas, en esta área en particular.

## **2\*\*\*ALTO ALBARDON(Albardón)**

Posicionada hacia el norte de la ciudad capital de San Juan por ruta N40. Ubicada al sur de Albardon, cruzando el río San Juan. A 31°26'34sur y 68°31'13oeste.Cota 633msnm. Se la conoce como Villa Gral San Martín (13.063 habitantes al 2001).

La potencialidad en la zona de interés (acuíferos) no es de tanto espesor como en el área central del valle. No obstante que la subcuenca presenta buenas zonas de interés para las captaciones subterráneas, en el perfil denominado D4-PM5, surge el interés en un área contigua D3-D1, donde se tiene una mayor superficie de desarrollo.No se conocen áreas de interferencias y zonas de impacto antrópico, hacia los pozos o zonas de captación. La ocurrencia de la reserva de agua en esta cuenca, si bien presenta condiciones que la favorecen, existen otros factores potenciales como el químico, el ambiental, o el problema de límites, que no se aprecian con detalle. La cuenca hidrogeológica del Valle de Tulún cuenta con una conformación genética (en cuanto al origen) que es determinante para el almacenamiento de agua sea favorable, según se ve con los siguientes indicadores de calidad y cantidad. Sus calidades químicas, presentan algunas variaciones en sus concentraciones iónicas, que están en general en una franja aceptable para consumo humano (algunos casos tienen alta dureza total). Por otro lado los indicadores del ensayo de bombeo, son favorables a la respuesta que da el acuífero en recarga y descarga y finalmente la potencia de espesores sedimentarios hasta el fondo de cuenca. Se perfora hasta -140mbbp, condicionando que dicho espesor pueda variar. Aunque lo básico esta en la saturación en el perfil. Sin embargo se deben incluir los siguientes factores decisivos: Posibles interferencias con otras perforaciones. Impactos de obras e industrias reales y potenciales y contaminaciones. El perfil D4-Pm5, sin duda representa una transecta en la subcuenca favorable. Análisis físico/químico de perforaciones dispersas en la zona son: Pozo semisurgente OSN 51830 con un Residuo total 3.528mg/l ; Alcalinidad 112mg/l; Cloruro 224mg/l; Sulfato 1.932mg/l; Arsénico 0,04; Ph 7,3; otro pozo semisurgente, análisis físico químico OSN 51832 con Residuo total 828mg/l; Alcalinidad 338mg/l; Cloruro 50mg/l; Sulfato 243mg/l; Fluor 0,9mg/l; Arsénico vestigios; Ph 7,5.

## **3\*\*\*DOS ACEQUIAS(San Martín)**

A unos 25 km al este de la ciudad capital, Estación Los Angacos. Por ruta N20 de San Juan, luego ruta P170. A 31°29'40sur y 68°25'00oeste. Cota 602msnm. Con una población de 548 habitantes según censo 2001.

La fuente de agua es subterránea provista a través de una perforación a una profundidad de -131mbbp con un diámetro de 8". Los caños filtros están entre -104,96mbbp y -131mbbp con bomba de 15HP de capacidad, para un caudal de 65 m3/hora. El perfil atravesando presenta 3 capas de acuíferos de interés. El nivel dinámico es de -4mbbp. Los análisis físico/químicos están dentro de parámetros normales, en un agua con una conductividad de 462mg/l. Se infiere, un nivel estático positivo o coincidente con la superficie del terreno, por posicionamiento del nivel dinámico mencionado más arriba.

#### **4\*\*\*LA PLANTA (Caucete)**

Contiguo a la localidad de Marayes el paraje La Planta(31°28'59sur y 67°20'01oeste. Cota 576msnm) al este de la capital(150km) por ruta N141 y P510. Pocos habitantes habitan en este paraje, unos 150 habitantes (2001). En cuanto a la fuente de agua potable, la misma lo aporta una vertiente denominada de Los Hornitos, la que provee de agua potable a la localidad de Marayes. La Secretaría de Asuntos Energéticos de la provincia, afora esta vertiente con resultados del orden de 10 l/s. Los análisis físico/químicos ejecutados en el lugar, indican conductimetrías de 1.206 umhos/cm. Los elementos analizados están dentro de parámetros normales. Corresponde al agua usada para un consumo humano para la localidad y área de influencia.

#### **5\*\*\*SAN ISIDRO(San Martín)**

Esta a unos 11 km al norte de la localidad de San Martín, al este de la ciudad capital. A 31°29'13sur y 68°19'28oeste. Cota 590msnm. Existe en la zona una planta de tratamiento para 1.780 habitantes, con una dotación de 250 l/h/d. Con un caudal máximo de explotación diario de unos 820 m3/día. Como fuente subterránea, existe una perforación a una profundidad de -84,49mbbp de 6"de diámetro. La longitud del caño filtro, para ingreso del agua es de 16,35 metros, ubicado a un nivel de -68mbbp hasta el fondo de la perforación. La bomba de extracción es de una potencia de 15HP, ubicada a -20mbbp para un caudal de 50 m3/hora. El perfil geológico presenta un esquema donde el nivel estático esta ubicado a -14mbbp. Nivel dinámico, no se indica, aunque se menciona la bomba a un nivel de -20 mbbp. Otros ensayos dieron niveles estáticos de -3,20mbbp y dinámicos de -4,80mbbp. Con caudales aforados del orden de 51 m3/hora. Los análisis físico/químicos, indican un agua potable, con salinidad media. Se aprecia al elemento Arsénico, con una concentración de 0,06 mg/l sobre norma con límite de 0,05 mg/l.

#### **6\*\*\*SAN MARTIN (San Martín)**

Esta ubicada hacia el este, a unos 30 km de la capital por ruta P170 y Av L. Gral San Martin Este. A 31°33'05sur y 68°19'59oeste. Cota 585msnm. Con 10.140 habitantes al censo de 2001. Existen fuentes subterráneas manifiestas a través de una perforación, con bomba sumergible de 15HP de potencia, para una capacidad de extracción de 70 m3/h, a profundidad total de -196mbbp, nivel dinámico de -3,8mbbp con la bomba ubicada a -20mbbp, en la columna de agua dentro del pozo. El perfil geológico del pozo, muestra niveles del emplazamiento del filtro (diámetros 1,5mm) frente a un acuífero de grava, gravilla y arena (entre -124 y -170 mbbp) con interrupción por niveles aislantes arcillosos entre -138mbbp y -152mbbp. Los análisis físico/químicos y bacteriológicos indican características normales en el agua potable.. Existe una explotación de la electrobomba entre 16 y 18 horas al día.

#### **7\*\*\*VILLA COMUNIDAD 25 DE MAYO(Chimbas)**

Cercana a la ciudad capital. Próximos a rutas P95 y P170. A 31°28'24sur y 68°26'13oeste. Cota 603msnm. La población es de 160 habitantes (2004). Un caudal mínimo de aporte de 72 m3/h. La fuente de abastecimiento de agua, es superficial proveniente del Río San Juan hacia el oeste, con proceso de potabilización en la planta denominada del Marquizado. Los análisis físico/químicos están dentro de parámetros de potabilidad. Con Residuos y conductividades bajas 321 mg/l y 490 umhos/cm, respectivamente. Otro análisis, registra valores de Turbiedad NTU 330; Ph 8,35; Conductividad 511 umhos/cm; Residuo 369mg/l; Dureza total 230mg/l; Alcalinidad total 92mg/l; Bicarbonato 112mg/l; Cloruro 23mg/l; Sulfato 139mg/l; Nitrato 1mg/l; Nitrito 0,04mg/l; Calcio 95mg/l; Magnesio 12mg/l; Hierro 0,09mg/l; Manganeseo 0,052mg/l; Plomo <0,05mg/l; Flúor 0,32mg/l; Bacterias Aeróbicas 1; Bacterias Coliformes Totales <2,2.



### **8\*\*\*VILLA IBANEZ (Ullum)**

Cercana a la ciudad capital. Por la ruta P60. Cuenta con 3.720 habitantes al año 2001. A 31°27'52sur y 68°43'10oeste. Cota 776msnm. La fuente superficial se trata por medio de una planta, que tiene toma en el Canal Falda, ubicado al sur de la planta. El volumen mínimo para la población extrapolada al 2021 años (unos 7085 h), es de 620 m<sup>3</sup>. Muy cercano a la planta se realiza una perforación a una profundidad de -105mbbp con una potencia de bomba 60 HP, a una profundidad de columna de agua a -60mbbp. Con un caudal de extracción de 51 l/s. Los análisis del agua subterránea, indican una salinización progresiva. El análisis de agua de red entre 2001 al 2003 marca un incremento de la conductividad de 937 Mmhos/cm, hasta 1395 Mmhos/cm; residuo (105°C) 668 mg/l a 1022mg/l; Cloruro de 46mg/l a 69mg/l; Sulfato 271mg/l a 396mg/l. Fluoruro y Arsénico son constantes en este período de dos años, hasta 1,30mg/l al fluor y 0,02/0,01mg/l para Arsénico. Se debe recurrir a una fuente superficial para generar agua de mezcla bajando así la concentración residual, desde la obra toma en un canal denominado Falda. Valores de turbiedad pico de 2.000 NTU, en época de verano cuando se producen las crecientes del río San Juan. el origen y caudales que ingresan a la planta potabilizadora proviene de este río. En un azud de Punta Negra, existe una toma de agua de la Central Hidroeléctrica Ullum I-II, la cual deriva un caudal de 70 m<sup>3</sup>/s, pasando el agua por desarenadores. Allí se deriva a dos canales de riego para este Departamento de Ullum, el Ramo Sur y el Canal Chilote o Canal Falda. Sobre este canal se implante la toma de agua para la planta de tratamiento. Durante junio y julio los canales de riego en la provincia no reciben agua (período de monda o limpieza). Por tanto la planta potabilizadora recibe agua desde un canal de aducción de la central de Ullum I- II, desde una acequia.

### **9\*\*\*VILLA NUEVE DE JULIO(9 de Julio)**

Esta a unos 25 km al sudeste de la capital. Por ruta P155 y ruta P5. A 31°40'10sur y 68°23'24oeste. Cota 579msnm. Con 3.107 habitantes al año 2001(censo). Pocos habitantes unos 250 habitantes, Perforación profunda, única alternativa en la zona con profundidad de -150mbbp. No se reconocen análisis de calidad.

### **10\*\*\*VILLA del SALVADOR(Angaco)**

Esta ubicada entre la ruta P170 y D.F.Sarmiento desde la localidad de Albardon(11km). A 31°26'51sur y 68°24'36oeste. Cota 601msnm. Con 3.909 habitantes al año 2001. Perforación en base a interpolaciones conocidas de la zona a una profundidad de -160mbbp. Los acuíferos de buena calidad se encuentran a una profundidad debajo de los -100mbbp. Según antecedentes de una perforación como la N268 (INA) realizada en el año 1997, el rendimiento específico o índice de productividad es de 50 m<sup>3</sup>/h/m. Los niveles estáticos son de -10mbbp. Los niveles dinámicos de -17 mbbp. Los valores de depresión del pozo son de 7 metros. Se calcula un caudal estimado en 250.000 litros/hora; multiplicando el índice de productividad del pozo y la depresión. En números y reformulado el cálculo se tiene un caudal de 250m<sup>3</sup>/h / caudal específico 50 m<sup>3</sup>/h/m, lo que es equivalente a una depresión de 5 metros.

### **11\*\*\*VILLA VIRGEN DEL MILAGRO (chimbas)**

La localidad esta incorporada al Gran San Juan, por la ruta N40 a la calle Benavides, hacia el este 1500 metros, a cordenas 31°30'07sur y 68°30'10oeste. Cota 624msnm. En el límite departamento Capital y departamento Chimbas. La provisión de agua potable de la localidad de referencia, se efectua con agua de mezcla. Se tiene una población en la Villa de 415 habitantes (2004). Un caudal mínimo de 11,16 m<sup>3</sup>/hora. Con lo cual se satisface la demanda. El origen de la fuente a captar que es mixta, pues es superficial desde el río San Juan y subterránea. La presión del agua en la red, es excelente con desniveles de +- 78 metros. Las características físico/químicas del agua, incluyendo la bacteriológica, marca un agua apta para consumo humano.

# SAN LUIS

Se le asigna las regiones 11, al Norte con Llanos Riojanos y Salinas asociadas. Centro y Sur, Llanura Chaco Pampeana Árida.

## **1\*\*\*JUANA KOSLAY(La Capital)**

El Chorrillo/San Roque/Las Chacras integran en suma a la localidad de Juana Koslay, 9km por ruta N7 y P20, desde San Luis, Capital. A 33°16'00sur y 66°14'12oeste. Cota 863msnm. Contiene 8.689 habitantes según el censo de 2001. El recurso hídrico que se usa habitualmente es el subterráneo. Las perforaciones alcanzan los -60/-70mbbp con niveles estáticos de -43mbbp. El agua es de buena calidad, aunque no se adjuntan análisis físico/químicos. Presenta el pozo dos capas acuíferas con un caudal del orden de 10 m3/hora. La capa más explotada es la primera por ser de mejor calidad. La recarga se desarrolla en toda la zona serrana, cercana de las sierras Pampeanas (Sierra de San Luis). La infiltración alcanza valores positivos a través de la recarga, recién cuando las lluvias toman los 100 mm/anuales. La salinización es progresiva y comienza a poca distancia de la zona de recarga y escurrimiento superficial, indudablemente debido al poco espesor de los sedimentos que yacen sobre el terciario, desde donde provienen los contenidos salinos.. Chorrillos es el principal curso local, esta por un sector suboriental(noreste/sudoeste)de la población. Según Mirta E. Fresina.

## **2\*\*\*LA CALERA(Belgrano)**

Ruta hacia el noroeste a San Juan , en la Sierra del Gigante, cerca del cerro >Redondo de 1.101m. De San Luis por la ruta n147 pasando a ruta P26. Unos 70km de la Capital provincial. A 32°53'21sur y 66°49'27oeste. Cota 689msnm. Contiene 615 habitantes al censo de 2001. Los datos de un pozo somero de -7mbbp de profundidad son los siguientes: Los caudales son 10 m3/h; la transmisibilidad 412m2/d; el coeficiente de almacenamiento del acuífero +0,20 (2 x 10-1). Se trata de un acuífero freático. Con un nivel estático: -6,15mbbp y un nivel dinámico:-6,65mbbp. Depresiones cortas de 0,50m; Caudal específico 20 m3/h/m; Los radios de interferencia son de 68metros y la permeabilidad 206 m/d ó 8,6 m/hora. Los análisis físico/químicos dan aguas potables dentro de una litología de arenas.

## **3\*\*\*LOCALIDADES de la Provincia:**

**3.1 BUENA ESPERANZA:**Análisis 48125(1ra.napa).Res 2400;Alca 649;Cl 450;S04 508;F 5;As 0,20;Ph 8,2. Coordenadas 34°45'16sur y 65°15'11oeste.Cota 318msnm.Ruta N148 y rutas P12 y P14.

**3.2 CANDELARIA:** Análisis 49060(Pss).Res 1520; Alca 269; Cl 280; S04 433; F 0,7; As:v; Ph 7,4. A 32°03'37sur y 65°49'41oeste. Cota 411msnm. Ruta N79.

**3.3 CONCARÁN:** A 4794(P. lera napa). Res 2160; Alca 280; Cl 156; S04 984; F 1; As <0,04; Ph 7,3. A 32°33'25sur y 65°14'29oeste. Cota 668msnm. Rutas P6 y N148.

**3.4 FORTUNA:** Análisis 48129(molino).res 1160; Alca 321; Cl 220; S04 253; F 3,5; As 0,04; Ph 7,8. A 35°07'50sur y 65°23'00oeste. Cota 336msnm. Ruta N188.

**3.5 LA TOMA:** Análisis 48091(arroyo del Rosario).Res 263; Alca 164; Cl 8; S04 21; F 1; As: v; Ph 8,2. A 33°02'59sur y 65°36'59oeste. Cota 891msnm. Rutas P2/10/20.

**3.6 MERLO:** Análisis 48086(vertiente. La Capilla).Res 120, Alca 80; Cl: v; S04 4; F 0,3; As: v; Ph 8. A 32°20'34sur y 65°01'19oeste. Cota 838msnm. RutasP1/5 a RN148.

**3.7 QUINES:**Análisis 49071(Psemisurgente) Res 652; Alca 324; Cl 19; S04 180; F 1; As 0,02; Ph 7,6. A 32°13'44sur y 65°47'57oeste. Cota 487msnm. Rutas N79/20.

**3.8 RIO CUARTO:** Análisis 49051(río IV). Res 200; Alca 119; Cl 8; S04 33; F 0,8; As: v; Ph 8,4.

**3.9 SAN FRANCISCO:**A 7612(-12mbbp).Res 788; Alca 278; Cl 15; S04 275; F 2,1; As 0,04; Ph 7,3.

**3.10 SANTA ROSA:** A. 4788(Pss-118mbbp).Res 315; Alca 200; Cl 51; S04 31; F 0,4; As 0,04; Ph 8,2. A 32°20'03sur y 66°54'46oeste. Cota 630msnm. Ruta N147 y RP20.

**3.11 TALITA:** Análisis 56246(Vertiente s/n).Res 716; Alcal 296; Cl 48; S04 217; F 1,5; As: v. A 32°18'32sur y 66°44'07oeste. Cota 428msnm. A 6km norte de ruta P20.

**3.12 TILISARAO:** A. 47741(Pozo somero). Res 1126; Alca 169; Cl 220; S04 375; F 0,5; As:v; Ph 7,7. A 32°44'09sur y 65°17'20oeste. Cota 751msnm. Ruta N148 y RP8.

**3.13 VILLA D' CARMEN:** 47773(1 napa ).Res 2000;Alca 592;Cl 122; S04 407;F 1,8; As 0,10;Ph 7,5. A 32°56'26sur y 65°02'30oeste. Cota 1.030msnm. Rutas P1 y P22.

**3.14 VILLA GRAL ROCA:** An. 49052(Pss).Res 364; Alca 171; Cl 13; S04 56; F 0,7; As 0,05; Ph 7,3. A 32°39'58sur y 66°27'01oeste. Cota 651msnm. Rutas P45 y P15.

**3.15 VILLA LARCA:** Análisis 56248(Vertiente).Res 148; Alca 120; Cl 2; S04 0; F 3,4; As: v; Ph 7,4. A 32°37'07sur y 64°58'50oeste. Rutas P1 y P6.

**3.16 VILLA SALADILLO:**An 49047(vertiente).Res280, Alca 172;Cl 10; S04 43;F 0,9;As 0,02; Ph 8,2. A 33°12'01sur y 65°51'20oeste. Cota 856msnm. Rutas P17 y P20.

**3.17 VILLA VOLCAN:** Análisis 7674(río Volcán).Res 380; Alca 198; Cl 10; S04 91; F 1,2, As 0,04; Ph 8,4. Vertiente margen izquierda del río (análisis 7675).Res 576; Alca 230; Cl 13; S04 195; F 1,1; As <0,04; Ph 7,4. A 33°14'59sur y 66°11'38oeste. Cota 941msnm. Rutas P20 y N7.

Abreviaturas: P1: pozo 1; Pss: pozo semisurgente. ; Res: residuo salino total;Alca: Alcalinidad; Cl: Cloruro; S04: Sulfato; F: Fluor; As: Arsénico; Ph: Potencial de iones Hidrógeno, indica el grado de acidez de la solución (en la fuente) si es alcalina o ácida. Corresponden a análisis físicoquímicos históricos de Obras Sanitarias de la Nación.

#### **4\*\*\*RIO GRANDE(Cnel Pringles)**

La localidad de Río Grande esta ubicada a 43km de la capital de San Luis, hacia el noreste de la misma. Esta a solo 3 km de Trapiche. A 33°04'27sur y 66°03'55oeste. Cota 1.087msnm. Rutas P9 y P20. El censo de 2001 indica una población de 146 habitantes. El agua es distribuida por cañerías desde un dique: Antonio E.Agüero.

El agua que embalsa proviene del arroyo Los manantiales y Río Grande. Cuenta con una capacidad de 19,3 Hm3 a la cota del vertedero del embalse. La cuenca de derrame es de una extensión de 265km2 y la superficie del lago es de 107Ha. Los caudales diarios que aporta el dique son a través del descargador de fondo de unos 450mm de diámetro. El informe de los caudales de ingreso a las cisternas, según la época del año varían entre 140; 105 y 70 m3/día. Frente a la magnitud del dique son suficientes como oferta. Los análisis físicoquímicos dentro de parámetros de la norma, aunque es una agua hiposalina según los elementos analizados. Así el SDT es de 93mg/l; Cloruro 7mg/l; Alcalinidad 7mg/l; Dureza 72mg/l; Sulfato 59mg/l; Conductividad 98; Mg 12mg/l; Calcio 8mg/l;As 0,01mg/l y Fluor 0,95mg/l.

#### **5\*\*\*SALINAS DEL BEBEDERO(Capital)**

Salinas del Bebedero forma parte de la municipalidad de Balde. Esta ubicada a unos 38 km al sudoeste de la ciudad capital de San Luis, sobre ruta P15 a 15 km de ruta N7, denominada autopista de las Serranías Puntanas. A 33°30'04sur y 66°39'07oeste, cota 390msnm. Según censo 2001 la población suma 166 habitantes. En época de cosecha de sal la población integra a 400personas. Con un crecimiento anual del 3%. El abastecimiento es gestionado por perforaciones particulares, sin control, ni selladas ni encamizados los pozos. Así sus primeras napas contienen una alta contaminación potencial. Existe una planta de tratamiento de agua del tipo Osmosis Inversa, propiedad de la Municipalidad de Balde. La fuente es de origen subterráneo, con una napa a una profundidad de unos -75mbbp. Se debe datar la perforación con parámetros hidráulicos(caudales, niveles, caudales específicos) perfiles hidrogeológicos y litológicos, para avalar la fuente responsable de la oferta que ingresa a la planta de tratamiento. También análisis físicoquímicos de calidad del agua cruda. Para justificar las perforaciones es necesario acompañar toda la información secundaria de perforaciones o perforación obrante de la zona que se reconoce como existente, tanto de parámetros de calidad del agua como del comportamiento hidráulico del acuífero y sus napas de agua, niveles y caudales específicos. Existe un pozo profundo. Actualmente en uso y explotación por la compañía minera de sal común, DOS ANCLAS, en la misma localidad de las Salinas Grandes. Se adjunta análisis físico/químico de la calidad del agua del pozo. Los análisis en cuanto a sus elementos analizados presentan valores normales. Arsénico 0.075mg/l sobre valores establecidos a 0,05mg/l. Plomo con 0,00732 mg/l sobre 0,05mg/l CEE. Sólidos totales con 1.870 mg/l con valores de 1.000 mg/l OMS. El circuito del agua es el siguiente:

Desde la perforación en acuífero semiconfinado se extrae el agua con las características citadas, es un agua de mediana salinidad. De allí se pasa a una planta de Osmosis Inversa que es propiedad de la municipalidad. Se recomienda que la cloración sea posterior a la osmosis por las características de las membranas de los filtros de la planta. Además se recomendó análisis de sílice que hace vulnerable a la planta de O.I. a nivel de sus membranas.

#### **6\*\*\*VILLA GRAL ROCA(Belgrano)**

Esta localidad del Departamento Belgrano, esta ubicada a unos 84 km al noreste de la ciudad de San Luis, por ruta N147 por ruta P45 o ruta P46, por cruce ubicado entre caseríos de Barrial y Cruz de Caña (norte). A 32°39'57"sur y 66°27'02"oeste. Cota 650msnm. Tiene 196 habitantes (2001). La fuente de provisión (subterránea) actual está en el paraje de Toro Negro(20 habitantes) cercana a la Villa Gral Roca, a unos 18 km hacia el sudeste. El abastecimiento es por medio de dos pozos de agua subterránea de buena calidad. Los datos de las perforaciones que se obtienen son los siguientes: Pozo n1 entubado en 8" y luego en 6". Nivel estático: -25mbbp con una profundidad de -110mbbp. Con un caudal de 30 m3/h con una depresión de 4,6m. Entonces el nivel dinámico para esa depresión es de -29,60mbbp. Presenta un caudal específico de 6,5 m3/h/m/d. La salinidad total es de 840 mg/l. El pozo n2 tiene una mayor salinidad de 1520 mg/l con ión Sulfato 570 mg/l. La profundidad de esta perforación es de -103mbbp, con un caudal de 30 m3/h. Niveles estáticos de -26mbbp y una mayor depresión de 10metros. Con lo que el nivel dinámico baja a -36mbbp. Los diámetros son los mismos 8" y 6".

# SANTA CRUZ

A esta provincia le corresponde las regiones Hidrogeológicas 12 al oeste la Cordillera Patagónica y sus valles y al este de la provincia la región 13 denominada como Patagonia Extraandina.

## **1\*\*\*CALETA OLIVIA(Deseado)**

Por ruta nacional N3 hacia el sur desde Comodoro Rivadavia (Chubut). A 46°26'25sur y 67°31'49oeste. Cota 23msnm. Contiene 36.077 habitantes al año 2001. La captación de agua subterránea se realiza en un área de Meseta Espinosa. Se tienen acuíferos confinados con coeficientes de almacenamiento entre  $2,4$  a  $8 \times 10^{-4}$ , según Theiss. Transmisibilidades de  $19$  a  $25$  m<sup>2</sup>/día. Las calidades son: Residuos salinos es de  $700$  mg/l, con Fluor  $4,5$  mg/l(muy elevado). En acuíferos semiconfinados la transmisibilidad esta entre  $70$  y  $115$  m<sup>2</sup>/día y el almacenamiento  $3 \times 10^{-3}$ , un caudal específico de  $1$  m<sup>3</sup>/h/m y permeabilidades del orden de  $2 \times 10^{-2}$  m/día. Las calidades químicas indican Residuos salinos del orden de  $600$  mg/l. Los acuíferos freáticos tienen permeabilidad entre  $1$  y  $50$  m/día. Calidades, no se obtienen datos.

## **2\*\*\*LAS HERAS(Deseado)**

Convergencia de rutas P16; P18 y P43, desde Fitz Roy. A 46°32'57sur y 68°55'35oeste. Cota 334msnm. Con 9.303 habitantes al año 2001. La fuente de agua esta ubicada en un área el valle del Río Deseado. Está integrada por un sistema de pozos en batería. Tres son pozos excavados y siete pozos profundos. El caudal total captado por estos pozos es de  $\pm 141$  m<sup>3</sup>/hora Datos de pozos: Caudales promedio  $34$  m<sup>3</sup>/hora. Transmisibilidad:  $1.150$  m<sup>2</sup>/día; Permeabilidad:  $255$  m/d; Difusividad  $23.000$ ; coeficiente almacenamiento:  $0,05$ (freático); nivel estático  $-2,80$ mbbp; nivel dinámico de  $-4,15$ mbbp; depresión:  $1,35$ m; caudal específico:  $25$  m<sup>3</sup>/h/m. Profundidad  $-8,50$ mbbp. Son acuíferos libres con rendimiento retardado. Espesor es de  $4,5$  metros. Perfil litológico: Entre  $-1/-8,50$ mbbp, litología de rodados grueso, fino y arena gruesa. Las calidades del agua son: Agua bicarbonatada-clorurada-sódica de calidad apta para consumo. La población total al año 2005 es  $11.715$  habitantes, con una proyección de  $28.569$  habitantes para 2025 El caudal medio diario para Güemes Sur es de  $7,68$  l/s y para Güemes Norte el caudal medio diario es de  $2,46$  l/s. Los análisis físico/químicos presentados se ubican dentro de parámetros de diseño. Sólidos totales disueltos de  $925$  mg/l; conductividad específica de  $1.480$  uScm. Los análisis físico/químicos históricos exOSN 51228 (YPF p4), son: Residuos salinos totales  $1.460$  mg/l; Alcalinidad  $182$  mg/l; Cloruro  $500$  mg/l, Sulfato  $72$  mg/l; Fluor  $2,4$  mg/l; Arsénico vestigios y Ph  $8,8$ .

## **3\*\*\*PICO TRUNCADO(Deseado)**

Desde ruta N3 a ruta P12 desde Caleta Olivia. A 46°32'57sur y 68°55'35oeste. Cota 334msnm. Con  $14.985$  habitantes al año 2001. Con relación a la captación de agua potable para abastecer a Pico Truncado se debe tener en cuenta la región de meseta, denominado como el complejo hidrogeológico de Meseta Espinosa. Esta cuenca abarca una superficie que permite suministrar agua a algunas localidades como la de Caleta Oliva y la mencionada ciudad de Pico Truncado. Los rendimientos de los volúmenes de agua almacenados en el área de Meseta Espinosa, según observado por las explotaciones desarrolladas por baterías de pozos de Meseta Espinosa 1 y Meseta Espinosa 2, son importantes según se aprecia como sigue:

Meseta Espinosa 1 (12 pozos) caudal total  $3.000$  m<sup>3</sup>/día. Caudal pozo  $10,4$  m<sup>3</sup>/hora.

Meseta Espinosa 2 (11 pozos) caudal total  $4.000$  m<sup>3</sup>/día. Caudal pozo  $15,1$  m<sup>3</sup>/hora.

Los acuíferos explotados son del tipo confinados y también semiconfinados.

La respuesta del acuífero en la zona de Pico Truncado es similar a áreas explotadas con características hidrogeológicas similares a Caleta Oliva. Lo que debe tenerse en cuenta son dos parámetros básicos para mantener la integridad de las reservas de agua.

a. El régimen de explotación de los pozos (no más de 12 horas por día en explotación) permite que sus niveles dinámicos vuelvan a valores de equilibrio o tiendan a ellos en menor tiempo posible, caso opuesto se puede romper el modelo hidráulico natural.

Instalándose posteriormente problemas que atentan irreversiblemente con la relación oferta-demanda de agua. b. La relación interespacial entre los ejes de los pozos, para evitar la interferencia de un pozo sobre otro y opere como factor de desagote del sistema disminuyendo la recarga anual al mismo, desarrollando desequilibrio.

#### **4\*\*\*PUERTO DESEADO(Deseado)**

Se accede por la ruta nacional N3 desde Buenos Aires, desvío en Jaramillo a la ruta P281. A 47°44'39sur y 65°52'46oeste. Cota 31msnm. Contiene unos 10.237 habitantes al año 2001(censo). Ficha técnica de pozos: Caudales: 3,7 a 5 m<sup>3</sup>/h; la transmisibilidad es de 500 m<sup>2</sup>/d; la difusividad 12.500; permeabilidad 200 m/día; almacenamiento 0,04; nivel estático: -9mbbp; nivel dinámico: -10mbbp; depresión 1 metro; caudal específico: 3,5 m<sup>3</sup>/h/m; radio interferencia 250 metros. Acuífero libre; espesor saturado promedio: 2,50m; la litología es de rodados finos-medianos; matrix arenosa, cemento calcáreo. La química del agua es de una calidad apta regionalmente. Cloruro 450 mg/l; Arsénico 0,05 mg/l; Sodio 300/280/310mg/l.

Datos pozos Gran Diámetro Pampa Alta, según Salas José, Hernandez Mario, Universidad Nacional de La Plata.

Caudales: 8,25 m<sup>3</sup>/h en 3 horas de explotación y depresiones 0,565m

Caudales:10,68m<sup>3</sup>/h en 3,20 horas y depresiones 0,135m

Caudales:19m<sup>3</sup>/h en 5 horas y depresiones 1,21m

Los niveles estáticos -10,93mbbp. Los niveles dinámicos-11,74mbbp. Transmisibilidad es 217 y 277 m<sup>2</sup>/día. Metodo de Odgen: Transmisibilidad: 315m<sup>2</sup>/día; Método de Aravin-Numerov (F. Kozeny modificada): Transmisibilidad: 327m<sup>2</sup>/d; Estimación Porchet: Transmisibilidad: 377 m<sup>2</sup>/día. Permeabilidad 212 m/día. Las depresiones son de 0,81metros para caudales de 14 m<sup>3</sup>/h. En 9 horas de bombeo recupera su nivel a un 99%, para el caudal mencionado de 14 m<sup>3</sup>/hora.

#### **5\*\*\*RIO GALLEGOS(Güer Aike)**

Por la ruta nacional N3, desde la provincia de Chubut y conexión hacia el norte. A 51°37'52sur y 69°13'33oeste. Cota 12msnm. Contiene 79.144 habitantes al año 2001, según el censo respectivo. Los datos referentes a perforaciones en la ciudad, identifican localizaciones con parámetros hidráulicos, profundidades, caudales, mapa y curvas isopiécicas. La fuente subterránea que se detalla, es una perforación que rinde caudales de 26 m<sup>3</sup>/hora. Otras perforaciones en la ciudad, brindan algunas mayores caudales de 45 y 50m<sup>3</sup>/hora. Los niveles estáticos promedios son: -10mbbp y niveles dinámicos -35mbbp. Depresiones -25mbbp. Caudal específico de 2 m<sup>3</sup>/h/m. La profundidad del pozo testigo es de -110mbbp; Los acuíferos son confinados (dos). El primero esta ubicado entre -71 y -75mbbp y el segundo entre -95/-105mbbp sendos caudales son de 15m<sup>3</sup>/h uno y 30 m<sup>3</sup>/h el segundo. Se vuelcan análisis fisicoquímicos históricos de la Obras Sanitarias de la Nación del Anuario de la Dirección de Laboratorios(1946): Ph 7,8/6,9/8,5; Residuo(105°) 480/662/400mg/l; Dureza total (CO<sub>3</sub>Ca) 120/140/12 mg/l; Alcalinidad(Bicarbonatada)125/98/170mg/l; Cloruro 164/256/80mg/l; Nitrato 1/1 /1 mg/l; Sulfato 32/42/1mg/l; Fluor 0,7/0,8/1,4 mg/l; Vanadio <0,1/<0,1<0,1mg/l; Arsénico <0,06/<0,04/<0,04 mg/l. Corresponden al pozo n8 segunda, tercera y cuarta y quinta napa respectivamente, según una clasificación de la época. La 1era napa, elevado contenido Residuo 2.654mg/l; Cloruro 1.130mg/l y Arsénico 0,2mg/l; Ph 8,2.

#### **6\*\*\*RIO TURBIO(Güer Aike)**

Desde Río Gallegos, capital de la provincia, se accede por la ruta nacional N40 hasta el yacimiento Río Turbio. A 51°32'06sur y 72°19'57oeste. Cota 315msnm. Cuenta con 6.650 habitantes al año 2001. Los parámetros de las perforaciones que estan ubicadas en la zona del Subalveo de San José son los siguientes: Los caudales de 50 m<sup>3</sup>/h, con transmisibilidades entre 320 y 600 m<sup>2</sup>/día; coeficientes de almacenamientos entre 1,4 x 10<sup>-2</sup> y 8,0 x 10<sup>-2</sup>. Niveles estáticos de -2 mbbp y dinámicos de -7mbbp; depresiones de 5 metros y caudales específicos de 7,5 m<sup>3</sup>/h/m. La profundidad de los pozos es de -50mbbp. Los acuíferos freáticos con espesores de 40 a 60 metros de potencia. Los radios de interferencia entre 95 y 182metros. El valor de almacenamiento es mayor, los radios de acción más reducidos, ocurre en campo y se muestra en la teoría por la fórmula de radios de interferencia entre perforaciones, igual a  $R_i = 1,5 \sqrt{T_x t/S}$ . Las aguas tienen una característica físico/química con Residuos salinos de 200 mg/l. Prácticamente es un agua con una baja salinidad. El gradiente hidráulico (pendiente) en la zona de conducción y descarga es de 1,4 x 10<sup>-3</sup>.

# SANTA FE

Se corresponde con las regiones Hidrogeológicas hacia el oeste la 4, Llanura Chaco Pampeana árida y al este la 5, Llanura Chaco pampeana Húmeda.

## **1\*\*\*AARÓN CASTELLANOS(General López)**

Esta ubicada por ruta nacional N7, entre las localidades de La Picasa y Rufino. A 34°19'58sur y 62°22'18oeste. Cota 110msnm. Existen perforaciones a -37 para abastecer a una población de 407habitantes, censo año 2001. Para un consumo de 140 litros por persona, serán necesarios 171 m3/día de explotación desde el pozo. Corresponde justificar tanto la profundidad, como el caudal del pozo, el caudal específico, solo se conoce la demanda diaria. En lo referente a la calidad del agua no se conocen resultados de las concentraciones de Nitrato, Nitrito y Amonio. Solamente se aprecia en el análisis un nivel en arsénico sobre lo normal (0,05) con un valor de 0,051 mg/l.

## **2\*\*\*ALDAO(San Lorenzo)**

Al noroeste de la ciudad de Rosario, autopista A008(Rosario-Santa Fé). A 32°42'23sur y 60°48'45oeste. Cota 33msnm. La población es 601 habitantes, censo de 2001. La alternativa en la zona esta definida por el uso de agua subterránea. Actualmente hay una perforación y un pozo de estudio perforado con sus niveles estáticos de -6,20mbbp; niveles dinámicos de -14,70mbbp; caudales 18m3/h y caudales específicos de 2.117 litro/hora/metro. Definiéndose un caudal máximo en la extracción de 14m3/h, con 4hs bombeo por 4hs explotación. La profundidad total del pozo es de -37mbbp. La zona esta definida en el Departamento de San Lorenzo, donde se reconocen aguas con buenos caudales y calidades. Análisis físico/químicos dentro de los límites de las normas. Análisis físico/químicos históricos OSN 54389. Residuo 1.400mg/l; Alcalinidad 678mg/l; Cloruro 170mg/l; Sulfato 152mg/l; Fluor 1 mg/l; Arsénico 0,12mg/l; Ph 7,7. La concentración de Arsénico en este análisis sobrepasa más del 50%, el valor de 0,05mg/l. Norma actual de la OMS es 0,01mg/l.

## **3\*\*\*AREQUITO(Caseros)**

Su acceso es por la ruta N33 y P92, desde Rosario hacia el oeste. A 33°8'36sur y 61°28'08oeste. Cota 97msnm. Con 6.934 habitantes al año 2001. Se analiza más la parte química del agua que la hidrogeología de la cuenca. Existen niveles de Arsénico sobre los límites de las normas. El flúor llega a valores de 1,7 mg/l. Las muestras de aguas freáticas están comprometidas también con concentraciones de Arsénico y Nitrato con conductividades iguales o mayores a las del acuífero infrayacente captado. No es conveniente captar agua de un acuífero superior, porque va a contener al contaminante Nitrato, con más dificultad puede ingresar hacia abajo en el perfil. Existe también Flúor y Arsénico con explotaciones prolongadas tiene concentraciones similares al acuífero en explotación actual. Una solución es un tratamiento de las aguas o su mezcla, para bajar las concentraciones. La búsqueda de nuevas áreas de pozos de exploración y finalmente captaciones en zonas más alejadas, puede ser una solución. Análisis físico/químicos OSN 50610. Perforación. Residuo 800mg/l; Alcalinidad 656mg/l; Cloruro 20mg/l; Sulfato 45mg/l; Fluor 1,1 mg/l; Arsénico 0,06mg/l; Ph 8.

#### **4\*\*\*ARMSTRONG(Belgrano)**

Desde Rosario hacia el oeste por la ruta nacional N9. A 32°46'49sur y 61°36'04oeste. Cota 120msnm. Con 10.338 habitantes al año 2001. Para su desarrollo se posibilita una planta de tratamiento, con una capacidad de 60m3/h, para desmineralizar el agua que contienen los acuíferos en la región. Para definir parámetros del acuífero se usa el método clásico de Theis y Recuperación de Theis. Dando valores de transmisibilidad desde 29 hasta 190m2/día, en ensayos de recuperación. Un almacenamiento de  $7 \times 10^{-2}$ , acuífero freático. Se calcula y perfora a una profundidad de pozo de -45 mbbp, con un filtro ubicado entre -34mbbp y -37mbbp y desde -40mbbp a -43mbbp. Se ensaya durante 102 horas de bombeo y 48 horas recuperación. El sistema subterráneo soporta una explotación con perforaciones en batería, con caudales hasta aproximadamente los 17.000 litros/hora. El problema no es cuantitativo, sí cualitativo. Una sobreexplotación del pozo provoca aumento en los residuos totales del agua, que en ensayos de bombeo continuado de más de 4 días, detectan un incremento de casi un 10% en sus residuos salinos. Entonces la conductividad registra un incremento del 10% entre el valor inicial y final del bombeo lo que sirve para considerar la sensibilidad de las calidades con los ensayos de bombeo frente a la explotación del acuífero en forma continua. Finalmente la aplicación del sistema de ósmosis inversa, para desalinizar el agua de fuente se aplica para mantener los límites de potabilidad también del elemento Arsénico. Los parámetros base que permiten diseñar una planta para elementos como Arsénico y Sólidos totales disueltos, que sobrepasen niveles normales, esta en función de un balance de masas. Dando por resultado que el agua cruda deba usarse un 60% para lograr calidades bajo normas de potabilidad. Para mantener niveles de demanda se sobreexplotan los pozos. Se debe bajar el régimen extractivo aumentando distancias entre las captaciones. Las perforaciones generan incremento de sus sales durante la explotación. En algunos casos se compensa con la perforación de otros pozos, en zonas nuevas o alejadas, a expensas también de multiplicar en algo sus costos.

Análisis físico químicos OSN52066/67/68 (Pozos semisurgentes) Residuos salinos totales 1305/2015/1115mg/l; Alcalinidad 710mg/l; Cloruro 48mg/l; Sulfato 121mg/l; Fluor 1,4mg/l; Arsénico 0,14/0,08/ 0,12mg/l; Ph 7,8. En capas freáticas, análisis físico/químico exOSN 52069/70/71. Arsénico 0,08/0,04/0,08mg/l En estos análisis históricos ya el arsénico esta presente, tanto en aguas freáticas como semisurgentes.

#### **5\*\*\*ATALIVA(Castellanos)**

Desde Santa Fé por la ruta N34 hasta Rafaela, por ruta P13 hacia el norte, unos 15km. Contigua a la Cañada Sunchales, Sunchales. A 30°59'54sur y 61°26'08oeste. Cota 90msnm. Con 1.968 habitantes según el censo del año 2001. La sobreexplotación y la salinidad de los acuíferos pueden ser procesos de acción combinadas, a veces también independientes. Posee la fuente subterránea una batería integrada por cuatro pozos, con una capacidad de 1.000m3/día considerando unas 24 horas de explotación. O el equivalente por cada unidad de explotación en unos 10 m3/hora por perforación. El bombeo se desarrolla sobre un acuífero con baja recuperación y equilibrio dinámico. La zona de explotación se comporta como receptora de aguas de baja a mediana salinidad, rodeada por aguas más salinas. Para evitar probables acciones de salinidad por sobreexplotación, es conveniente un control químico periódico con monitoreo del control del caudal en los pozos. Los análisis químicos indican aguas con una baja salinidad y dentro de los parámetros.

#### **6\*\*\*AVELLANEDA(General Obligado)**

Se trata del paraje **Santa Ana** a 15km al norte de la ciudad de Avellaneda. A 29°00'06sur y 59°35'28oeste. Cota 46msnm. Con 2.387 habitantes censo año 2001. Se accede por la ruta nacional N11 cerca de Reconquista, en el norte de la provincia. La fuente es subterránea esta definida por perforaciones. Se presenta un pozo a una profundidad de -24,80mbbp. Su perfil litológico es el siguiente:

0,00/-0,40m	suelo vegetal.
-0,40/-8,40m	limo castaño c/partículas arcillosas.
-8,40/-9,50m	arena mediana ocre c/intercalaciones arcillosas.
-9,50/-24,80m	arena mediana amarillenta.



Se establece una formación equivalente al puelche en un horizonte arenoso. Arriba la Formación Pampeana como suprayacente.

Nivel estático	-7,15mbbp
Nivel dinámico	-11,45mbbp
Bombeo:	10 m <sup>3</sup> /h x 24horas.
Filtro:	-17/-23mbbpozo.
Caudal explotación:	8m <sup>3</sup> /h

Análisis Físico/químico: Localidad de Santa Ana (en mg/l)

Turbiedad:	0,10/2
Ph:	7,2/6.0/8.5
Conductividad:	489 uS/cm
Alcalinidadtotal(Co3Ca)	262/400
Dureza Total(Co3Ca):	244/200
Cloruro:	16/250
Fluor:	0,15/1,5
Hierro total:	0,08/0,2

#### **7\*\*\*BAUER Y SIGEL(Castellanos)**

Por ruta P70 a ruta P22 desde Rafaela al oeste. A coordenadas geográficas 31°16'12sur y 61°56'39oeste. Cota 104msnm. Con 519 habitantes al año 2001.

Tiene un sistema de agua que abastece desde una fuente subterránea a una profundidad de -20 metros. Al poco tiempo de una explotación continuada, surgen problemas, alteradas por bombeos excesivos sobre su nivel de equilibrio salino. Su contenido en sales aumenta hasta límites no potables. Se adopta entonces un sistema de ósmosis inversa, para asegurar la calidad del agua a tomar en la zona. Con el cálculo de explotación ejecutado se tiene un caudal considerando que una planta de ósmosis inversa necesita un ingreso de agua cruda mayor para obtener agua producto, que en algunos casos es de un 60 % de este.

#### **8\*\*\* BERABEVÚ(Caseros)**

Por ruta P93 a Firmat y la P14 a Rosario. A 33°20'20Sur y 61°51'38Oeste. Cota 110msnm. Con 2.399 habitantes al año 2001. El área está en la región de la Llanura Pampeana, denominada subregión septentrional, sector Planicie Central. La misma está representada por una topografía de bajo gradiente, bajo drenaje, baja permeabilidad por sus litologías. Los perfiles litológicos muestran sedimentos limoarcillosos a limosos, sus aguas subterráneas presentan mayores concentraciones salinas que lo indicado por las normas de calidad. El perfil hidrolitológico está definido por dos sistemas acuíferos: Uno freático/semiconfinado y otro profundo o confinado. Las aguas del primer nivel son regulares a malas y sus caudales muy variables, depende donde se perfore, sin presión de acuífero. Las del segundo nivel tienen aguas ascendentes hasta surgentes, (niveles piezométricos positivos) pero con calidades ineptas a mediocres para consumo humano. Estamos dentro de una cuenca hidrogeológica con calidades comprometidas por su origen genético (composición de la roca sedimentaria) y por sus condiciones geomorfológicas y topográficas. Un flujo subterráneo con dirección dominante oeste-este, de sus aguas que se recargan de sales por un mayor tiempo de permanencia, donde sus capas superiores reciben la carga de Arsénico y Flúor por fenómenos geológicos reconocidos, como los procesos volcánicos del relieve de la región oeste. Los análisis químicos definen la calidad de las aguas subterráneas, para poder delinear acciones futuras a seguir, amerita un reconocimiento geomorfológico para la ubicación de los pozos, respuestas de estos al acuífero y el como responde la cuenca.

Considerando análisis químicos históricos (60 años atrás) con Residuos totales en aquella época de 2,9 g/litro, para un pozo utilizado por la comuna para riego. Los pozos ubicados en casas de familia(baja explotación), están debajo de 2,0 g/litro sus Residuos totales-105\* C. Actualmente los mismos acuíferos censados en 1942, superan un 100%, con valores de 5,5g/l de residuos salinos. Las concentraciones de Cloruro y Sulfato se han incrementado varias veces en este intervalo de tiempo. Lo que permanece constante, es la contaminación geológica natural de Arsénico, Flúor y Vanadio. En el campo, es posible apreciar la topografía(desniveles del terreno), ubicación de pozos de explotación, características de sus caudales explotados a 10 m<sup>3</sup>/hora. Al estar extranguladas las bombas al 50% (cierre parcial), se estima salidas de 10m<sup>3</sup>/h por perforación. Si se calculan por conexiones más demandas de 300 l/h/día, se tienen 10

m3/h/pozo. Podría esto verificarse también por el consumo de energía. Se explotan en total 3 pozos. Análisis físico/químicos(mg/l) OSN 55346/47/48/49/50 Residuo salino 2.900mg/l; Cloruro 790mg/l; Sulfato 674mg/l en 1ra napa. Residuo salino 1.820mg/l; Cloruro 264mg/l; Sulfato 225mg/l en 2da napa. Residuo salino 1.428mg/l; Cloruro 224mg/l; Sulfato 204mg/l en 1ra napa. Residuos 1.586mg/l; Cloruro 152mg/l; Sulfato 99mg/l en 2da napa. Residuo salino 1.718mg/l; Cloruro 272mg/l; Sulfato 167mg/l en 2da napa. El Arsénico en la primera napa de 0,20mg/l y en la segunda 2da napa es de 0,14mg/l. El Fluor en segunda napa tiene 3 mg/litro.

#### **9\*\*\*CAFFERATA(General López)**

Al sudoeste de la localidad de Berabevú, por ruta P93, en Chañar Ladeado al sur 14km. A 33°26'28sur y 62°05'24Oeste. Cota 114msnm. Contiene 1.565 habitantes al año 2001. Ambos análisis, como los de caudales y calidades químicas del agua muestran resultados que definen: Caudales registrados por ensayos de bombeos muestran un caudal máximo a extraer con su estabilidad en tiempo de explotación. Unos 7 m3/hora ofrecen niveles normales en el pozo, para períodos cortos de bombeo, ejemplo 4 horas. Las concentraciones físico/químicas tienen elementos químicos como ser: Arsénico, Fluor, Nitrato en valores elevados.

#### **10\*\*\* CAÑADA OMBU(Vera)**

Ruta P3 cercana a la provincia del Chaco, entre las localidades de Los Tábanos y Los Amores. A 28°18'33sur y 59°58'59oeste. Cota 59msnm. Con 680 habitantes al año 2001. Información secundaria como primaria generada in situ, permite a través de reconocimientos de campo, ensayos geoelectricos del tipo Sondeo Electrico Vertical(SEV), perforaciones, ensayos de bombeo y análisis de muestreo químico, definir zonas al este del Departamento Vera, con aguas comprometidas en función de la profundidad, siendo a menor profundidad las de mejor calidad. Rompiendo el equilibrio en la explotación se produce a nivel calidad, un ingreso al pozo (bajo potencial hidráulico) de agua más salada que se esta extrayendo originalmente. Para este caso se ensayan y extraen muestras de pozos 1-2-3-4-5-6-7-8. Finalmente, se eliminaron los que poseen concentraciones mayores de arsénico inicial. Esto indica un área frágil para explotaciones con caudales que sobrepasen determinado valor de extracción y a una profundidad determinada. Para este caso se aconseja no superar los -10mbbp, como profundidad final y los 2.000l/hora como caudal de extracción. Se aconseja un monitoreo vía análisis químicos de los pozos, en una primera etapa mensual. Análisis físico químico OSN 33836. Residuo salino 2.320mg/l; Alcalinidad 262mg/l; Cloruro 863mg/l; Sulfato s/d; Fluor 0,3mg/l; Arsénico 0,08mg/l; Ph 7,7. Análisis físico químico ex OSN 33838. Residuo salino 950mg/l; Alcalinidad 708mg/l; Cloruro 74mg/l; Sulfato s/d; Fluor 0,3mg/l; Arsénico 0,03mg/l; Ph 7,9.

#### **11\*\*\*CAÑADA RICA(Constitución)**

Desde Villa Constitución hacia el oeste por ruta P90, hasta la localidad de Sargento Cabral, luego al sur 9km. A33°30'58sur y 60°36'49oeste. Cota 66msnm. Con 748 habitantes al año 2001. La fuente explotada de origen subterránea, alumbrada a través de una perforación a una profundidad de -45/-55mbbp, con caudales de explotación de 15 m3/hora. Otra perforación se presenta a unos -65mbbp, interesando arenas de la Formación Puelche. Esta capa presenta niveles de buena calidad química. Los análisis químicos, están dentro de niveles normales de calidad. No se leen valores de Sulfato, Cloruro y Fluor. Como las necesidades son mayores (63m3/día), es conveniente trabajar con bomba regulada y no con caudales altos, por ejemplo de 30 m3/h, para obtener un equilibrio del sistema hídrico y mantener sus calidades.

#### **12\*\*\*CAPITAL(Rosario)**

Ciudad capital de la provincia. A 32°55'08sur y 60°37'25oeste. Cota 28msnm. Con 908.163 habitantes al año 2001. Para una población aledaña con 1.596 habitantes. Se describe la fuente de agua superficial, con una toma de agua cruda en el río Colastiné. Los caudales disponibles mínimos son de 50 m3/h y máximos con 90m3/h. Las presiones mínimas del sistema son de 7metros columna de agua y la media de 10mca. Las calidades del agua cruda superficial, previo a tratamiento en la planta, son de una baja salinidad.

### **13\*\*\*CASALEGNO(San Gerónimo)**

Se accede desde el cruce de ruta P10 y P65, desde la localidad de Díaz al sur y Estación Irigoyen, al norte, ruta P10. A 32°15'31sur y 61°07'33oeste. Cota 37msnm. La localidad de Casalegno, tiene una población de 321habitantes(2001). Estudios realizados en el área sobre: geomorfología; geología; hidrogeología y meteorología. En campo se integran análisis de prospección geoeléctrica y una perforación de exploración y sondeo como observación. El tiempo del test de bombeo es de 2.880 minutos. Se sacan parámetros de transmisibilidad: 190/287 m<sup>2</sup>/día; caudal característico: 2.095 l/h/m; coeficiente de almacenamiento: 4,5 x 10<sup>-3</sup>; permeabilidad: 15/22 m/día; radios de influencia = 138/169metros; distancia mínima= 2 radios. Caudal de explotación: 7,5 m<sup>3</sup>/h; profundidad: -31 mbbp; longitud filtrante 6,0metros; prefiltro: 2metros; aislación sanitaria a: -10mbbp. Regímenes de explotación: 7,5 m<sup>3</sup>/h por 4 horas bombeo/día y 5 horas en reposo, con nivel dinámico -10,94mbbp y nivel estático -10,50mbbp. Referido a calidades físico/químicas del agua, el pozo presenta bajas concentraciones iónicas de elementos químicos. Se explota al acuífero semiconfinado en arenas finas, hasta los -30 mbbp, con un régimen de baja explotación, para no inducir aguas saladas que se pueden infiltrar en el cono de extracción desde niveles inferiores al del acuífero regional captado.

### **14\*\*\*CERES(San Cristóbal)**

Por ruta P13 y P34 desde Rafaela en el norte de la provincia. A 29°53'00sur y 61°56'45oeste. Cota 90msnm. Con 13.779 habitantes al año 2001. Resultados de ensayos de bombeo y recuperación en pozo exploratorio y del FFCC. Pozo Dall Agata: Caudal 4,1m<sup>3</sup>/h.. Transmisibilidad 26m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 1,2 x 10<sup>-2</sup>. Pozo FFCC n17 : Caudal 24,7m<sup>3</sup>/h. Transmisibilidad 44 m<sup>2</sup>/día y almacenamiento 1,4 x 10<sup>-1</sup>. Ensayos recuperación pozo Dall Agata: Caudal 7,2 m<sup>3</sup>/h y Transmisibilidad 56 m<sup>2</sup>/d; caudal 4,1 m<sup>3</sup>/h y Transmisibilidad 32 m<sup>2</sup>/d. Análisis físicoquímicos OSN 52438. Residuos Salinos Totales 7.990mg/l; Arsénico 0,50mg/l. Análisis físico/químicos de la primera napa con Residuos salinos totales 4.100mg/l y Arsénico 0,60 mg/l.

### **15\*\*\*CHAPUY(Gral Lopez)**

Por la ruta nacional N8, P90 y P94 entre Hughes y Venado Tuerto. A 33°48'00sur y 61°44'43oeste. Cota 109msnm. Con una población de 484 habitantes, censo año 2001. La perforación, esta a una profundidad de -45mbbp, con registros de caudales de 25m<sup>3</sup>/hora. La calidad de las aguas, según análisis físico/químicos que están dentro de parámetros establecidos por normas. Pero comprometidos en algunos sectores con Arsénico. Un análisis muestra una concentración de 0,1 mg/l en Arsénico y la otra muestra con 0,05 mg/l. Otro elemento analizado es el Nitrato con 25 mg/l; en otro análisis con valores de 50mg/l. La concentración total de Residuo sólido oscila entre 634 y 1.003 mg/l.

### **16\*\*\*CIUDAD SANTA FÉ(La Capital)**

Ciudad capital de la provincia. Se arriba por ruta N 11 a Rosario. A 31°37'25sur y 60°41'44oeste. Cota 21 msnm. Con 368.668 habitantes, censo 2001. Perfil litológico sumario: Entre -0 y -5 mbbp limos arcillosos de la Formación Pampeana. Entre -5 y -40 mbbp áreas del Puelche (-5mbbp y -18mbbp, son arenas amarillentas con Hierro y Manganeseo). Entre -18 y -26mbbp la arena pasa a un color gris blancuzco, con agua de buena calidad entre unos 700/1.500mg/l en Residuos salinos. Los caudales son buenos, con promedios de +- 50 m<sup>3</sup>/hora. A los -40mbbp, se pasa a la Formación Paraná, conteniendo aguas saladas, en sedimentos de origen marino, hay que manejar la explotación de los caudales para que no ingrese agua salobre desde abajo. La sobreexplotación está en permitir ingresos que luego contamina al agua del puelche en niveles entre los -18 y -26mbbp. El Pampeano presenta anisotropías verticales y horizontales, constituyendo acuíferos separados por acuitardos. A poca profundidad tienen características freáticas y semiconfinadas. Se mantienen constantes niveles de Arsénico, Flúor y Vanadio, porque el flujo es constante y limitado, con pendientes reducidas y expandidas. Está en régimen de equilibrio este sistema, donde la relación soluto/solvente, es constante a pesar del ingreso de la recarga. El Sulfato en otro nivel en el perfil hidroquímico. Carbonato, Sulfato, Cloruro, son asociaciones iónicas, indicando si se está en zona de recarga, conducción o descarga.

Los índices de continentalidad del agua subterránea lo determina la relación Magnesio/Calcio, igual a 0,5 y Cloruro/Carbonato ácido >0,3 y Sulfato/Cloruro, igual a 0,8. En aguas marinas, la relación Sulfato/Cloruro oscila entre 1,2/1,5.

#### **17\*\*\*CLUCCELLAS (Castellanos)**

Su acceso es por las rutas N19 desde Santa Fé a ruta P13 (4km al norte), entre las localidades de Angélica y Colonia Cello. A 31°27'10sur y 61°42'20oeste. Cota 111msnm. Cuenta con una población de 840 habitantes al 2001. Existe una disposición hidrogeológica para aguas de mala calidad por inclusión también de Arsénico. Así lo verifican los estudios. Pero en toda la región se observa una tendencia a la salinización con la explotación del recurso, aún con caudales bajos. Regionalmente esta parte de la cuenca hidrogeológica, tiene aguas con malas calidades químicas por causales definidas por un ambiente comprometido por: Tipo de sedimentos, pendientes topográficas y subterráneas con escurrimientos lentos de sus aguas. Ello define un perfil salino que la hace no apta para la bebida. Los análisis químicos ratifican mala calidad química del agua para la región. Los caudales de explotación bajos, entre 1 y 3 m<sup>3</sup>/h.y similares a los que se explotan en la región. El proceso de salinización en estos modelos hidrodinámicos estan en función del tiempo de explotación, aunque los caudales seansin sobresaltos, se produce el fenómeno. La extracción es a partir del caudal de reserva del pozo y luego desde ese punto hacia la periferia regional extendiendose un cono (de Dupuit o depresión), abarcando así mayores áreas comprometidas químicamente. De hecho los sistemas de ósmosis inversa, están diseñados para problemas de salinización. Un análisis físico químicos de OSN 51701. Pozo a balde (<-12mbbp), con Residuos salinos de 3.134mg/l; Alcalinidad 822mg/l; Cloruro 400mg/l; Sulfato 201mg/l; Flúor 0,9mg/l; Arsénico 0,16mg/l; Ph 7,6. Otro análisis físico químicos exOSN 51704. Un pozo a balde con Residuos salinos 3.641mg/l; Alcalinidad 380mg/l; Cloruro 600mg/l; Sulfato 791mg/l; Flúor 1mg/l; Arsénico 0,04 mg/l.

#### **18\*\*\*COLONIA BOSSI (San Cristóbal)**

Desde ruta N34 desde Santa Fe a P62(Sunchales) a ruta P22. A 30°40'05sur y 61°47'15oeste. Cota 98msnm. Contiene 444 habitantes al año 2001. Se explota a 2,5 m/hora, con pocas horas de bombeo de pozo. Sus niveles se recuperan en 9horas. La explotación brinda un caudal total de 18m<sup>3</sup>/día. La perforación esta ubicada a 500metros de la colonia Bossi a una profundidad -14mbbp. Los análisis físico/químicos, presentan bajas concentraciones de residuos totales (375mg/l) y otros elementos (ejemplo arsénico 0,032mg/l). El residuo total es 438 mg/l y conductividades del orden de los 640 uS/cm. El período de recuperación indica con esos tiempos, que superan al tiempo de explotación del pozo. Según las condiciones de la zona, es conveniente la explotación del recurso. El agua de fondo invade horizontes superiores salinizando las capas potencialmente aptas. Las aguas en este departamento, incluyen una elevada salinización. Manteniendo el equilibrio de la lente de agua detectada se puede explotar sin inconveniente, regulando el caudal de extracción en forma constante a bajos caudales.

#### **19\*\*\*CORONEL BOGADO(Rosario)**

Desde empalme de Villa Constitución al sudoeste hasta Godoy y 13km al nornoroeste. También 15 km al sudoeste de la ruta N9. A 33°18'54sur y 66°36'02oeste. Cota 59msnm. Con 2.464 habitantes (2001). La fuente es de naturaleza subterránea Existen tres pozos con una profundidad variable, entre -55 y -65mbbp, con caudales entre 10.000 y 11.000 litros cada uno, con bombas de una capacidad de 5HP. Los análisis físico/químicos, indican resultados dentro de límites de potabilidad según las normas de agua potable. Análisis físico/químicos de los pozos contienen Residuos salinos de 820 mg/l. Los datos del pozo, se corresponden a una perforación cercana, ubicado en la localidad de Rueda, a 15 km en línea recta de Coronel.Bogado. El acuífero productivo, está entre los -54mbbp y -61mbbp, en una arena gruesa y los -46/-54mbbp, en una arena fina. En coincidencia con el acuífero de Coronel Bogado, sendos acuíferos tienen potencia para extraer 10 m<sup>3</sup>/hora. Las calidades físico/químicas son aceptables. Según dos análisis físico/químico históricos OSN51487/51492 con un Residuo total de 792/504mg/l; Alcalinidad 482/344mg/l; Cloruro 30/11mg/l; Sulfato 52/90mg/l; Fluor 0,6/1mg/l; Arsénico 0,04/0,06mg/l; Ph 7,5/7,9.

### **20\*\*\*CORREA(Iriondo)**

Esta localidad se encuentra a 59km al oeste de Rosario sobre ruta nacional N9, cercano a Cañada de Gómez. A 32°51'01sur y 61°15'33oeste. Cota 74msnm. Con una población de 7.000 habitantes (2001). Correa es uno de los 196 servicios que se provee de aguas subterráneas en la provincia. Con arsénico natural en algunos casos sobrepasa los 0,05 mg/l, generado por disolución de minerales de arsénico de origen volcánico provenientes del área cordillerana por acciones eólicas. Correa tiene entre 0,05 hasta casi 0,10 mg/l de arsénico, salvo un sector al sur de la población. Se está captando un agua subterránea desde el acuífero Pampeano, registrando altos contenidos en arsénico. Fuera de establecido por la ley P11.220. Estudiada una zona sur de la localidad como límite al norte la ruta nacional N9 y abarca hacia una zona elevada de pampa ondulada, según análisis que se adjuntan, muestran un bajo contenido en Arsénico. Los Residuos secos son de 1127/1053 y 1159 mg/l, pozos 4,10 y 11. Fluor de 1,1; 0,8 y 0,75mg/l. Arsénico 0,03, 0,035 y 0,035mg/l. Conductividades 1650, 1760 y 1740 u mhos/cm. Ph 7,9, 7,9 y 7,8.

Los perfiles de los pozos futuros son, una profundidad de -49mbbp; niveles estáticos -9,50mbbp y dinámicos -24,50mbbp. Caudales 36 m3/h. El filtro entre -36 y -48mbbp.

Se describe los pozos que se explotan (caudal de rendimiento máximo 22m3/h) a 10 m3/h funcionando 10/12 horas por día. Usando la batería existente combinada con nuevos pozos se obtiene caudales necesarios. Se muestra la zona con buenas condiciones hidroquímicas para la explotación. Dicha zona es un área libre de Nitrato y Fluor con contenido de Arsénico escaso. Si el pozo n4 tiene hasta 0,045mg/l de Arsénico luego de 3 meses si se ensayaría su caudal de explotación un mayor tiempo, por ejemplo 72 horas, con toma de muestras de análisis fisicoquímico al inicio, medio y final del ensayo observando si hay variación en los elementos químicos presentes. Si bien los pozos rinden 22m3/h como caudal máximo se los explota a 10m3/h unas 10hs/día con lo cual se preservaría en parte un ingreso salino potencial tendiendo al equilibrio del sistema hidroquímico. A pesar de lo definido precedentemente se proyectó una planta de remoción de Arsénico, con un proceso denominado como ArCIS-UNR, de la Universidad de Rosario.(Santa Fé). El agua subterránea se capta desde el acuífero Pampeano, con contenidos de Arsénico. El sistema abatiría Arsénico hasta una concentración de 0,20mg/l. Los análisis físico/químicos OSN 52072 en un pozo semisurgente dan un Residuo salino total de 1.512mg/l; Alcalinidad 536mg/l; Cloruro 220mg/l; Sulfato 327mg/l; Fluor 1mg/l; Arsénico 0,04; Ph 7,4. Algunas muestras tienen Arsénico 0,08 y 0,10mg/l (análisis físico/químico OSN 52075/52076).

### **21\*\*\*EL GUSANO (San Javier)**

Por la ruta P1 entre las localidades de Romang y El Ceibo. A 29°35'45sur y 59°46'26oeste. Cota 37msnm. Reducida población, El Gusano, al sur de la localidad de Romang (7.037 habitantes, 2001). La fuente subterránea es el recurso disponible para el abastecimiento humano. Se reconoce por medio de distintos estudios de fuentes realizados en la zona, un acuífero freático con excelentes caudales específicos entre 3 y 10 m3/h/m. Excelente transmisividad de acuífero con 1.000 m2/día. Las calidades del agua con Residuos salinos inferiores a 400 mg/l, en algunos casos, se tiene presencia de Hierro y Manganeseo. Los Nitratos en sus aguas ocurren por contaminaciones antrópicas producidas, por escasa profundidad de la perforación y por existencia de pozos absorbentes para residuos cloacales. Una perforación de estudio en la zona, determina entre los -8 y -10mbbp una arena fina, donde se capta al acuífero. Los parámetros son, caudal de 4,5 m3/h, niveles estáticos -3,30mbbp y dinámicos de -7,18mbbp. Las depresiones son de 3,88m. Un caudal específico 1,16m3/h/m. Existe un pozo con cañería de aislación de 4 metros a una profundidad de -10mbbp, con 6 metros de caño ciego y 4 metros de caño filtro. El análisis físico/químico, en El Gusano, es de 377 mg/l en Sólidos disueltos totales. Nitrato 50 mg/l por la cercanía de pozos absorbentes. Las calidades son aceptables con valores de 377 mg/l de sólidos totales. Debe considerarse como prioridad, primero la ubicación de la perforación, en segundo lugar su mantenimiento y operación, porque el problema de contaminación, está dado por la condición de vulnerabilidad en este acuífero, sumado el riesgo de las acciones de la población circundante. Análisis físico/químico histórico OSN 54829 Pozo Semisurgente con un Residuo total 428mg/l; Alcalinidad 290mg/l; Cloruro 12mg/l; Sulfato 16mg/l; Flúor 0,3mg/l; Arsénico, vestigios.

### **22\*\*\*EL TREBOL(San Martín)**

Por rutas P13, N178 y N9, a Rosario. A 32°12'24sur y 61°42'37oeste. Cota 99msnm. Con 10.506 habitantes, según censo del año 2001. Los pozos integran una batería de unas 24 perforaciones, aproximadamente. Algunas fuera de servicio y otras de gran diámetro recuperables. Los pozos 7,8,9 y 11 con caudales de 6m3/hora; pozos 12,13,14,16,17,18,19,20,22,23, y 25 con un caudal de 3,5 m3/h; pozos 24,26,27,28,29,30,31, y 32 con 3,5m3/h y pozo 21 con 2,5m3/h. En estas etapas, se reemplazan pozos con bajos caudales por otros de altos caudales, con reducción de energía eléctrica y reparación de bombas. A mayor caudal de explotación y mayor profundidad de captación (3,5m3/h actuales a 22 m3/hora), se aumenta sin solución la salinidad en el agua subterránea. La alternativa válida, es aplicar un sistema de tratamiento tipo ósmosis Inversa. Se analiza la disposición de una Planta, donde se presentan cuatro posibles alternativas para sus cuerpos receptores.

- a) Canal 12 de octubre, cañería enterrada al costado de la ruta P13.
- b) Canal 12 de octubre, por otro circuito.
- c) Con un circuito económico, hacia el desagüe del canal 12 de octubre.
- d) A colectora principal del sistema cloacal.

Las planimetrías a escalas reducidas reciben análisis parcial del cuerpo receptor, permiten ver pendientes topográficas con escurrimientos de dirección hacia el este de la población, para tener presente la salida del concentrado hasta un cuerpo receptor aguas abajo. Según posibilidades de explotación del acuífero, estudiadas, corresponde una explotación a caudales reducidos como los desarrollados hasta la actualidad. "El análisis de la hidrogeología, para la localidad (cercana a El Trebol) como es San Jorge, tiene antecedentes de sobreexplotaciones prolongadas y fuertes salinizaciones del acuífero. Se comenzó con niveles de salinidad casi normales hasta finalmente se llega a sobrepasar casi 7.000 mg/l en Residuos salinos. El número total de pozos a explotar, con caudales unitarios de 3m3/hora, y tiempos de explotación de 15 horas/día, lleva a valores de producción cercanos a los 1.533 m3/día. Se destaca la necesidad de monitorear los niveles dinámicos de los pozos, y sus radios de interferencia. Sus abatimientos ocurren dentro de un régimen de equilibrio físico e hidroquímico, sin alterar los pozos próximos a su entorno. Análisis fisico/químico OSN 54119. Residuo 1.276mg/l; Alcalinidad 620mg/l; Cloruro 106mg/l; Sulfato 216mg/l; Fluor 0,5mg/l; Arsénico 0,06mg/l; Ph 7,8. Análisis fisico/químico exOSN 54117. En pozo de riego. Residuo 3.212mg/l; Cloruro 690mg/l; Sulfato 1.396mg/l; Fluor sin datos; Arsénico 0,06 mg/l". Actualmente la localidad de El Trébol dispone de 26 pozos a -21mbbp; 4 pozos a -29mbbp y 6 pozos de Gran Diámetro a -15mbbp. Posee un sistema de tratamiento de ósmosis inversa, que produce 40m3/h, previa prefiltración. El sistema se alimenta con unos 84m3/h de agua del acuífero que tiene una conductividad de más de 4500 uS/cm; Sulfato 1108mg/l; Cloruro 515mg/l con un Ph 7,52, promediando el agua de las perforaciones del sistema.

### **23\*\*\*ESPIN(Vera)**

Por ruta nacional N11 entre Guampita y Vera. Al noreste de la provincia. Esta zona es definida como paraje Espin. Población unos 120 habitantes. A 29°32'19sur y 60°13'22oeste. Cota 60msnm. La prueba de bombeo desde una perforación, muestra una depresión suficientemente extendida como para afrontar los caudales de 5 m3/hora. El perfil litológico certifica la necesidad de perforar hasta los -26mbbp, por encontrarse la arena a una profundidad similar entre los -20mbbp y -26mbbp. Los análisis químicos presentan parámetros fisico/químicos normales. Tanto los parámetros hidráulicos como fisicoquímicos se consideran aceptables.

### **24\*\*\*ESTACIÓN MATILDE(Las Colonias)**

Al sur de la ciudad de Santa Fé. Desde Santo Tome por ruta N19 por ruta de tierra, al sudoeste. Cuenta con unos 800 habitantes(2007). A 31°47'40sur y 60°58'55oeste. Cota 33msnm. Las calidades fisicoquímicas de las aguas subterráneas, son buenas. Se ubica en una determinada área las perforaciones, conociendo los flujos hídricos direccionales de las napas en el sector, es posible ubicar los sondeos lejos de áreas con contaminaciones. En cuanto a la oferta en primer lugar verificar los caudales de 10m3/h que se analizan como oferta, por dos caminos. Por ensayo de bombeo de la perforación (información primaria) y por planillas de bombeo del pozo, (información secundaria), demuestra estabilidad en niveles respecto a caudales.

Los análisis químicos representativos, muestran aguas de calidad aceptable, hasta los -11mbbp, en la profundidad de los pozos muestreados.

#### **25\*\*\*ESTEBAN RAMS(Nueve de Julio)**

Al noroeste de la provincia, ruta N11 desde Santa Fé luego ruta P2 de San Justo. A 29°46'17sur y 61°29'19oeste. Cota 69msnm. Contiene 373 habitantes (2001), según su censo.El agua se toma desde una represa, recargada por agua de lluvia, (medidas:100mx100mx2,20m), unos 22.000m3 de capacidad, la misma conserva agua durante todo el año. Se tiene planilla con análisis de agua correspondiente a agua tratada (bajada de tanque). Los resultados indican bajas concentraciones de elementos químicos. Físicoquímicamente es agua potable no así bacteriológicamente al momento de efectuado el análisis.

#### **26\*\*\*FICHAS PERFORACIONES POBLACIONES**

Localización por coordenadas geográficas, suman 35 localidades.

**a\*Romang(San Javier)** A 29°30'03sur y 59°45'02oeste.Cota46msnm.

Piso acuífero: -50 m. Profundidad explotación -21 m. Nivel estático: -9,53m y Nivel dinámico: -12,45m. Caudal de extracción 15.000 l/h y caudal específico: 5.137 l/h/m. Transmisibilidad: 658 m2/día y Almacenamiento: 1 x 10-2 acuífero libre. Agua salinizada a 25m. Residuo salino 650 mg/l. Aguas duras. Aptas consumo humano.

**b\*Calchaquí(Vera)** A 29°53'24sur y 60°17'18oeste. Cota 58msnm.

Profundidades perforación -37mbbp. Acuífero: -33 a -35mbbp, Nivel estatico:-5,78mbbp y nivel dinámico:-14,08mbbp. Caudal extracción: 54.000 l/h. Caudal específico 6506 l/h/m. Caudal de explotación: 30m3/h. Residuo salino 990mg/l, con Cloruro 149mg/l y Sulfato 105mg/l. Arsénico: 0,05mg/l y Fluor: 0,2mg/l. Aguas bicarbonatadas sódicas.Transmisibilidad 1.500 m2/día y Almacenamiento 4,6 x 10-4.

**c\*Vera y Pintado(San Justo)** A 30°08'36sur y 60°20'17oeste. Cota 57msnm.

La formación acuífera se encuentra en un acuífero confinado, en arenas finas medianas hasta gruesas entre -33 y -36mbbp. La profundidad de perforación es -36mbbp. Nivel estático -1,77mbbp y nivel dinámico -20,31mbbp.Depresión -18,54mbbp. Caudal de ensayo 41.400l/h, caudal específico 2232 l/h/m. Caudal explotación: 30.000l/h. Ensayo de 1.550 minutos. Transmisibilidad 534 m2/d y Almacen: 7,6 x 10-4. Residuo Salino 360 mg/l. Arsénico 0,08 mg/l y Fluor: 0,8 mg/l. Agua Bicarbonatada Cálcico Magnésica.

**d\*Margarita (Vera)** A 29°41'29sur y 60°15'05oeste. Cota 61msnm.

Acuífero semiconfinado entre -25 y -33mbbp. Litología: arcilla limosa/limo arenoso/arcilla arenosa/arena fina a muy fina. Profundidad perforación -33mbbp. Nivel estático: -5,4mbbp y nivel dinámico: -10,91mbbp. Caudal ensayo 12.000 l/h.Caudal específico: 2177 l/h/m. Caudal explotación: 15.000 l/h. Transmisibilidad: 290 m2/d. Almacenamiento: 3,77 x 10-2. Radio de interferencia 75metros. Residuo salino 1.700 mg/l. Se analiza la alternativa de ósmosis inversa, con una capacidad de equipo 1.000 litros/hora, de agua tratada salida del equipo.

**e\*Vila(Castellanos)** A 31°11'023sur y 61°49'56Oeste. Cota 103msnm.

Acuífero semiconfinado. Profundidad de la perforación: -18mbbp. Nivel estático. -0,48mbbp y nivel dinámico: -7,48mbbp. Caudal de ensayo: 9.000 l/h.Caudal específico: 1323 l/h/m Transmisibilidad. 97 m2/d y Almacenamiento: 2,9 x 10-3. Radio interferencia 142 metros con 360 minutos de bombeo. Residuo total 727 mg/l. Muestra extraída 40 días después, da un Residuo salino de 981 mg/l. El Sulfato pasa de 77 mg/l a 180 mg/l. Zona no apta para explotar a la escala de la demanda.

**f\*Bernardo de Irigoyen(San Jerónimo)**A 32°09'56sur / 61°09'25oeste.Cota 41msnm

Profundidad de la perforación -42mbbp. Nivel estático: -8,24mbbp y nivel dinámico: 17,78mbbp. Caudal de ensayo 17.000 l/h. Caudal específico: 2.619 l/h/m. Residuo salino 659 mg/l. Arsénico: 0,1 mg/l y Fluor: 0,9 mg/l. Transmisibilidad: 658 m2/d. Almacenamiento: 1,06 x 10-3. Permeabilidad: 1,22 x 10-1 cm/s(105 m/día).

**g\*Cañada del Ucle(Gral López)** A 33°24'34sur y 61°36'34oeste. Cota 105msnm.

Acuífero semiconfinado con profundidad de-29mbbp.Nivel estático: -2,4mbbp y nivel dinámico:-7,11mbbp Residuo salino 1.891 mg/l. Arsénico 0,08 mg/l y Fluor. 1,8 mg/l: Nitrato 30 mg/l. Sodio.+Potasio 616 mg/l Caudal ensayo 10 m3/h, caudal específico:2,55 m3/h/m.Transmisibilidad: 401 m2/d y almacenamiento 7,95 x 10-4.

**h\*Díaz(San Jerónimo)** A 32°22'09sur y 61°05'42oeste. Cota 38msnm.

Acuífero semiconfinado. Profundidad -28mbbp. Niveles estáticos -12,01mbbp y dinámicos -16,63mbbp. Caudales de ensayo 11.500 l/h; caudal específico o índice de productividad 2.490 l/h/m. Depresión en el pozo -4,62mbbp. La transmisibilidad 326 m<sup>2</sup>/d. Almacenamiento 2,94 x 10<sup>-3</sup>. Una permeabilidad de 6,28 x 10<sup>-2</sup> cm/s.

Residuo salino de 1.312 mg/l. Arsénico 0,08 mg/l y Flúor 1,1 mg/l

**i\*Andino(Iriondo)** A 32°40'19sur y 60°52'21oeste. Cota 33msnm.

Capa acuífera1: -24/-26,50mbbp. Capa acuífera2: -29,50/-36mbbp y sigue, como acuífero semiconfinado. Profundidad -36mbbp. Ne1: -10,24mbbp y Ne2 -18,05mbbp. Caudal ensayo 1 3.900 l/h y caudal específico 1.499 l/h. Transmisibilidad 65 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 5 x 10<sup>-4</sup>. El perfil muestra sedimentos arenosos medianos a finos con intercalaciones de arcilla. Acuífero confinado a semiconfinado. Radio interferencia 250 metros. Residuos totales 820 mg/l. Niveles estáticos2 -10,75mbbp y dinámicos -24,22mbbp. Caudal ensayo 30.000 l/h y caudal específico 2.230 l/h/m. Transmisibilidad 1.000 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 1,98 x 10<sup>-3</sup>. Residuo salino 1.563 mg/l, con Arsénico 0,1 mg/l y Flúor 1 mg/l. Acuífero semiconfinado. Radio interferencia 386 metros.

**j\*Carreras(Melincuè)** A 33°35'51sur y 61°18'53oeste. Cota 102msnm.

Acuífero semiconfinado, profundidad perforación -38mbbp. Caudal de ensayo 13.500l/h. Caudal específico 1.480 l/h/m. Transmisibilidad 276 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 3,6 x 10<sup>-3</sup>. Residuo seco 406 mg/l y Flúor 1,1 mg/l.

**k\*Santa Rosa de Calchines(Garay)** A 31°25'02sur y 60°20'00oeste. Cota 21msnm.

Acuífero semiconfinado(libre?). Litología: sedimento arenoso/intercala arcilla limosa/acuífero arenoso fina a mediana. Profundidad -20mbbp. Caudal 13,5m<sup>3</sup>/h. Caudal específico 4.000 l/h/m. Niveles estáticos -2,85mbbp y dinámicos -6,30mbbp. Transmisibilidad 760 m<sup>2</sup>/d, almacenamiento 4,4 x 10<sup>-2</sup> y permeabilidad 152 m/d. Radio interferencia 125 m. Residuo seco 268 mg/l. Arsénico 0,02 mg/l, Flúor 0,9 mg/l.

**l\*López(Dto San Jerónimo)** A 31°54'00sur y 61°17'02oeste. Cota56msnm.

Acuífero semiconfinado. Profundidad perforación -27mbbp. Niveles estáticos -10,35mbbp y dinámicos -18mbbp. Caudal de ensayo 8.800 l/h, caudal específico 1.150 l/h/m. Transmisibilidad(Theis) 66 m<sup>2</sup>/d y 80 m<sup>2</sup>/d(Jacob) y almacenamiento 1,7 x 10<sup>-3</sup>. Residuo seco 965 mg/l, Arsénico 0,07 mg/l y Flúor 1,31 mg/l.

**ll\*Cayasta(Garay)** A 31°11'47sur y 60°09'45oeste. Cota 23msnm.

Acuífero semiconfinamiento parcial. Litología: sedimentos arenosos con intercalaciones de arcillas limosas. Profundidad -22mbbp. Caudal ensayo 18.000 l/h. Caudal específico 2940 l/h/m. Niveles estáticos -4,93mbbp y dinámicos -11,05mbbp. Radio interferencia 180metros. Transmisibilidad 954 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 3,5 x 10<sup>-2</sup>. Residuo total 281 mg/l. Arsénico 0,02 mg/l y Flúor 0,7 mg/l.

**m\*Juan B. Molina(Constitución)** A 33°29'28sur y 60°30'36oeste. Cota 59msnm.

Acuífero semiconfinado. Litología: limo arenoso/limo arcilloso/limo algo arenoso/limo arcilloso arenoso/limo arenoso(-27mbbp/-40mbbp acuífero). Profundidad perforación -44mbbp.Niveles estáticos -7,7mbbp y dinámicos-12,32mbbp. Caudal de ensayo 16.000 l/h y caudal específico 2.850 l/h/m. Transmisibilidad 180 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 2,2 x 10<sup>-3</sup>. Permeabilidad 8,72 m/d. Radio interferencia 170 m. Residuo seco 562 mg/l. Arsénico 0,04 mg/l y Flúor 1,1 mg/l.

**n\*Avellaneda(Obligado)** A 29°06'33sur y 59°39'36oeste. Cota 51msnm.

Tipo de acuíferos semiconfinados. Profundidad perforación -42mbbp. Caudal explotación 25.000 l/h. Caudal específico 2.272 l/h/m. Niveles estáticos -11mbbp y dinámicos -22mbbp. Radio interferencia 507m. Transmisibilidad 915 m<sup>2</sup>/día. Almacenamiento 1,1 x 10<sup>-3</sup>. Residuos totales 1.454 mg/l.

**o\*Arocena(San Jerónimo)** A 32°04'37sur y 60°58'21oeste. Cota 19msnm.

Acuífero semiconfinado entre -39mbbp y -42mbbp. Profundidad perforación -42,50mbbp.Caudal ensayo 36.000 l/h y caudal específico 3.945 l/h/m. Niveles estáticos -5,36mbbp y dinámicos -14,5mbbp. Transmisibilidad 379 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 1,85 x 10<sup>-4</sup>. Residuo salino total 810 mg/l. Arsénico 0,05 mg/l y Flúor 0,6,g/l.

**p\*Progreso (Colonias)** A 31°08'10sur y 60°59'33oeste. Cota 47msnm.

Acuífero confinado, profundidad perforación -38mbbp.Caudal ensayo 30.000 l/h y caudal específico 5.714 l/h/m. Niveles estáticos -13mbbp y dinámicos -18,22mbbp. Transmisibilidad 1.340 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 1,04 x 10<sup>-6</sup>. Residuo seco 1.000 mg/l. Arsénico 0,02 mg/l y Flúor 0,4 mg/l.



**q\*Sandford(Caseros)** A 33°08'37sur y 61°16'42oeste. Cota 90msnm.

Acuífero libre o parcialmente semiconfinado. Litología: limo arcilloso/limo arenoso. Profundidad perforación -36mbbp, caudal ensayo 20.000 l/h y caudal específico 1.090 l/h/m. Niveles estáticos -4,47mbbp y dinámicos -23,22mbbp. Transmisividad 210 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 2,7 x 10<sup>-2</sup>. Radio interferencia 180metros. Residuo seco 850 mg/l. Arsénico 0,03/0,09 mg/l y Flúor 1,4 mg/l.

**r\*Santa Clara de Saguier(Castellanos)** A 31°20'04sur/61°49'16oeste.Cota 108msnm. Profundidad perforación -18mbbp. Niveles estáticos -5,08mbbp y dinámicos -11,28mbbp. Caudal ensayo 4.500 l/h y caudal específico 725 l/h/m. Transmisividad 18 m<sup>2</sup>/d (muy baja) y almacenamiento 2,9 x 10<sup>-3</sup> (Semi confinamiento). En ensayos de 24 horas, recupera un 78 %. Residuo salino 900 mg/l. Arsénico 0,08 mg/l y Flúor 1,3 mg/l. Para la zona corresponde la perforación de pozos de gran diámetro.

**s\*Angélica(Castellanos)** A 31°32'56sur y 61°32'57oeste. Cota 78msnm.

Profundidad perforación -15mbbp. Acuífero libre. Radio interferencia 100metros. Caudales de 4 m<sup>3</sup>/h. Caudal específico 0,83 m<sup>3</sup>/h/m. Niveles estáticos de -2,50mbbp y dinámicos de -7,30mbbp. Transmisividad 76 m<sup>3</sup>/h. Almacenamiento 1,5 x 10<sup>-2</sup>. Aguas con niveles de Arsénico elevado: 0,23 mg/l.

**t\*El Trebol(San Martín)** A 32°11'06sur y 61°42'24oeste.Cota 96msnm.

Perforación a -35mbbp. Litología limo arcilloso/limo arenoso/limo/arcilloso/limo arenoso. Caudales de ensayo 8.000 l/h. Caudal específico 10.000m<sup>3</sup>/h/m. Niveles estáticos -8,75mbbp y dinámicos -9,55mbbp. Depresiones 0,80m. Transmisividad 152 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 1,8 x 10<sup>-3</sup>. Residuo salino de 1.237mg/l a 1.401 mg/l. Incremento salino con explotación, con bombeo de 37 horas.

**u\*San Jorge(San Martín)** A 31°53'45sur y 61°51'38oeste. Cota 107msnm.

Tipo de acuífero semiconfinado. Profundidad perforaciones entre -17mbbp y -21mbbp. Caudales de explotación 16.000 l/h. Niveles estáticos -9,50mbbp y dinámicos -14 mbbp. Caudales específicos 3.550 l/h/m. Transmisividad 29 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 11 x 10<sup>-3</sup>. Permeabilidad 2,1 m/d. Residuo seco 3.927 mg/l.

Acuífero salinizado prematuramente por mal manejo del recurso. Los caudales de extracción fueron muy superiores a los caudales de recarga o equilibrio del sistema hídrico local. Actualmente existe planta de tratamiento de Ósmosis Inversa.

**v\*Santa Teresa(Constitución)** A 33°26'10sur y 60°47'28oeste. Cota 65msnm.

Tipo de acuíferos semiconfinados. En una litología limo-arcilloso/ limo arenoso. Profundidad perforaciones -43mbbp. Caudales de explotación 16m<sup>3</sup>/h y de ensayo 18 m<sup>3</sup>/h, el caudal específico 3,30m<sup>3</sup>/h. Niveles estáticos -2,53mbbp y dinámicos -5,44mbbp Radio de interferencia con 240 minutos de ensayo 190metros. La transmisividad es de 395 m<sup>2</sup>/día y el almacenamiento de 4,12 x 10<sup>-3</sup> (0,00412). La permeabilidad, K: 32,9 m/d con una potencia de 12 m de acuífero. La calidad físico/química es apta.

**w\*Bustinza(Iriondo)** A 32°44'10sur y 61°17'21oeste. Cota 82msnm.

Tipo de acuíferos semiconfinados. La litología son un limo-arena con intercalaciones limoarcillosas. La profundidad de la perforación -43mbbp. El caudal de 14 m<sup>3</sup>/h. Caudal específico 0.900m<sup>3</sup>/h/m. Niveles estáticos -4,27mbbp y dinámicos -19,60mbbp. Transmisividad 92m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 7,42 x 10<sup>-3</sup>. La permeabilidad 7,62 m/d. El radio interferencia 100m. Residuo salino total 928mg/l.

**x\*Sa Pereyra(Las Colonias)** A 31°34'15sur y 61°22'46oeste. Cota67msnm.

Acuíferos semiconfinados. La litología de arena fina y limo arcilloso. La profundidad de la perforación -50mbbp. Caudal de ensayo 24 m<sup>3</sup>/h, caudal específico de 4,1 m<sup>3</sup>/h/m. Niveles estáticos -2,74mbbp y dinámicos -8,54mbbp. Transmisividad 201 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 4,6 x 10<sup>-3</sup>. Radio interferencia de 128metros. Residuo total 4.090 mg/l. Se opta por una alternativa de tratamiento del agua.

**y\*Villa Ocampo(General Obligado)** A 28°29'22sur y 59°22'07oeste.Cota 53msnm.

Tipo acuífero semiconfinado. La litología son arenas finas a medianas. Profundidad perforación -28mbbp. Caudal ensayo 39 m<sup>3</sup>/h y de explotación 30 m<sup>3</sup>/h. Caudal específico 4,24m<sup>3</sup>/h/m. Niveles estáticos -8,59mbbp y dinámicos -17,78mbbp. Radio interferencia 100metros. Transmisividad 219 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 1,4 x 10<sup>-3</sup>. Residuo salino total 342 mg/l. Hierro elevado.

**z\*La Criolla (San Justo)** A 30°123'28sur y 60°21'46oeste. Cota 55msnm.

Tipo de acuíferos semiconfinados. Arenas finas a medianas. Profundidad perforación -31mbbp. Caudal ensayo 10 m<sup>3</sup>/h. Caudal específico 3,66 m<sup>3</sup>/hh/m. Niveles estáticos -0,83mbbp y dinámicos -3,56mbbp. La transmisividad 1.153m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 5,1 x 10<sup>-2</sup>. Bajos Residuo salino 340mg/l.

**aa\*San Guillermo(San Cristóbal)** A 30°21'14sur y 61°54'57oeste Cota 95msnm. Litología limo/arcillosa. Profundidad perforación -25mbbp. Caudal ensayo 6 m<sup>3</sup>/h y explotación recomendado 3,5m<sup>3</sup>/h. Niveles estáticos -2,67mbbp y dinámicos -3,68mbbp. Transmisibilidad 108 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 1,4 x 10<sup>-3</sup>. Radio interferencia 168m. Se saliniza con la sobreexplotación. Presencia del elemento Arsénico.

**bb\*Campo Taberna-Loma Alta(San Gerónimo)** A 31°57'35sur//61°10'31 oeste.Cota 51msnm. Por ruta P6 a ruta P64 y AU a Santa Fé. El acuífero es semiconfinado. Se capta entre -30 y -37mbbp. La profundidad de la perforación es >37mbbp. El caudal es de 12 m<sup>3</sup>/h y el caudal específico 1,15 m<sup>3</sup>/h/m. Los niveles estáticos -10,35mbbp y dinámicos -20,35mbbp. Transmisibilidad 80 m<sup>2</sup>/día y el almacenamiento 1,3 x 10<sup>-3</sup>. si se considera el espesor de 7 metros, la permeabilidad será la transmisibilidad dividido espesor. Los Residuos totales son 900 mg/l.

**cc\*Arteaga(Caseros)** A 33°05'25sur y 61°47'03oeste. Cota 88msnm.

Acuíferos semiconfinados. Litología limo/limo arcilloso/limo algo arcilloso/limo/limo areno arcilloso. La profundidad de la perforación -37mbbp. Caudal: 12 m<sup>3</sup>/h. Caudal específico 1,2 m<sup>3</sup>/h/m. Niveles estáticos -14,02mbbp y dinámico -23,80mbbp. Transmisibilidad 80 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 7 x 10<sup>-3</sup>. Radio interferencia 80metros en 360minutos de bombeo. A los 240 minutos recupera un 95% sus niveles originales. Residuos totales 1.568 mg/l con 0,10 a 0,07 mg/l Arsénico.

**dd\*Moisés Ville(San Cristóbal)** 30°43'02sur y 61°28'28oeste. Cota 85msnm.

Tipo acuíferos semiconfinados. Litología limo arcilloso/limo poco arenoso/limo poco arcilloso/limo arcilloso/limo poco arenoso. La profundidad de la perforación somera -17mbbp. Caudales 11 m<sup>3</sup>/h, caudal específico 1m<sup>3</sup>/h/m. Niveles estáticos -1,86mbbp y dinámicos -12,80mbbp. Depresión -10,94mbbp. Radio interferencia:157m. Transmisibilidad 204 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 1,87 x 10<sup>-3</sup>. Residuo total alto 2.220 mg/l.

**ee\*Máximo Paz(Constitución)** A 33°28'57sur y 60°57'25oeste. Cota 85msnm.

Acuíferos semiconfinados, alojado en arenas finas limosas. Profundidad de la perforación -45mbbp. Caudal de ensayo 36m<sup>3</sup>/h. El caudal de bombeo es algo menor. Niveles estáticos -5,40mbbp y dinámicos -8,02mbbp. Caudal específico 13 m<sup>3</sup>/h/m. Radio interferencia 160metros. Transmisibilidad 150 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 2,25 x 10<sup>-3</sup>. La conductividad es 1.760 umhos/cm.

**ff\*Pueblo Esther(Rosario)**

A 5 km al sur de la ciudad de Rosario por ruta N AO12 y N9 a Rosario. A 33°04'32sur y 60°34'21oeste. Tipo de acuífero: semiconfinado. Litología arena mediana a fina, con lentes limosos y arcillosos. Profundidad -50mbbp. El caudal de ensayo 35 m<sup>3</sup>/h. Caudal recomendado de explotación 20 m<sup>3</sup>/h. Caudal específico 4,32 m<sup>3</sup>/h/m. Niveles estáticos -19,17mbbp y dinámicos -27,27mbbp. Radio interferencia 792 metros en 800 minutos de ensayo. Transmisibilidad 755 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 6,7 x 10<sup>-4</sup>. Residuos totales 1.286 mg/l.

**gg\*Los Quirquinchos(Caseros)** A 33°22'36sur y 61°42'46oeste. Cota 103msnm.

Acuífero semiconfinado. Profundidad perforación -28mbbp. Caudales 4 m<sup>3</sup>/h. Niveles estáticos -5,70mbbp y dinámicos -9,20mbbp. Radio interferencia en 360 minutos de bombeo con 154 metros. Transmisibilidad 232 m<sup>2</sup>/d, almacenamiento 5,5 x 10<sup>-3</sup>. Permeabilidad 15 m/día. Residuo total 1.800 mg/l. Arsénico 0,42 mg/l y Flúor 3,40 mg/l. Estos dos elementos en concentraciones muy elevadas.

**hh\*Perez(Rosario)** A 32°59'28sur y 60°46'09oeste. Cota 35msnm.

Dos acuíferos. Profundidad total -54mbbp. Sección limosa. Acuífero libre Con caudales 10m<sup>3</sup>/h Transmisibilidad 34m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 0,159. Caudal característico 1,85 m<sup>3</sup>/h/m. Sección arenosa del acuífero semiconfinado/confinado: con caudales 16 m<sup>3</sup>/h, caudal específico 5 m<sup>3</sup>/h/m. Transmisibilidad 91 m<sup>2</sup>/d y almacenamiento 7 x 10<sup>-4</sup>. Residuo total salino de 1.148mg/l.

**27\*\*\*GESSLER(San Jerónimo)**

Desde Santo Tomé por rutas N19 y P6 en dirección al sur. A 31°52'27sur y 61°07'51oeste. Cota 42msnm. Con 1.007 habitantes al año 2001. Se plantea una planta de tratamiento tipo ósmosis inversa, por incrementos de los Residuos Totales en el agua subterránea. Los elementos se incrementaron como el Nitrato y el Sodio. El Nitrato debido a una contaminación puntual o pluripuntual antrópica por pozos ciegos, presente desde tiempo atrás; a ello se agregan inundaciones periódicas con ascenso de la napa freática, que suman elementos contaminantes al agua de las perforaciones.

El elemento Sodio está presente en valores que sobrepasan más del 100% del valor guía de OMS, que es 200 mg/l. La alcalinidad total, se presenta con valores de 590mg/l sobre 400mg/l según normas. Los Residuos son 1.350mg/l (2.030uS/cm).

#### **28\*\*\*IBARLUCEA(Rosario)**

Por la ruta N34 al noroeste de Rosario (capital). A 32°51'11sur y 60°47'17oeste. Cota 29msnm. Contiene unos 2.603 habitantes al año 2001. Los pobladores se proveen de pozos a una profundidad de -18mbbp, contaminados para extraer y consumir ese agua. La fuente es una perforación a -45mbbp según estudios hidrogeológicos a caudales de 10 m3/h. Se prevee necesario el uso de planta de Osmosis Inversa con una capacidad de salida de 5m3/hora.. Existen 3 perforaciones en el lugar. La población se provee de pozos hasta -18mbbp contaminados con Nitrato. Los análisis físicoquímicos verifican la necesidad de usar un tratamiento adecuado. Estos determinan Sólidos Disueltos Totales(SDT) de 1042 mg/l y Arsénico 0,056 mg/l. La conductividad es 1489 uS/cm. Los otros parámetros muestreados están dentro de normas. Código Alimentario Argentino (CAA), establece a partir del año 2007 un límite de 0,01mg/l.

#### **29\*\*\*INGENIERO CHANOURDIE(General Obligado)**

Desvío en ruta nacional N11 en Las Garcitas. A 28°45'37sur y 59°34'31oeste. Cota 36msnm. Esta localidad tiene, 1.335 habitantes en el censo del año 2001. Se trata de un paraje denominado Los Lapachos, ubicado a 10km al Oeste de la localidad de Ing.Chanourdie. Cuenta con una población de unos 170 habitantes. El caudal disponible es de 3.500 l/h por pozo.El diseño definitivo del pozo contiene un diseño como sigue: camisa de 160mm y longitud de 20m, filtro de 4metros. El ensayo de bombeo da por resultado los siguientes parámetros: Nivel estático -5,20m; nivel dinámico -8,43m; Caudal bombeo ensayado: 18.000 l/h en 12 horas de bombeo.; la depresión es de 3,23metros. Caudal específico de 5,57 l/h/m. La respuesta química del agua del acuífero(según ensayo), con 12 horas de explotación es favorable.

#### **30\*\*\*LA CHISPA(General Lopez)**

Desvío por la ruta N33 y P94 a Chateaubriand. Desde allí 17km al noroeste. A 33°32'32sur y 61°58'33oeste. Cota 114msnm. Contiene 497 habitantes al año 2001. La alternativa dentro de la fuente es una perforación y un sistema de ósmosis inversa, para tratar y así abastecer agua a la zona. Se reconoce la necesidad de un pozo, a una profundidad de -45mbbp y un caudal de 25m3/h. La calidad de las aguas con análisis físico/químicos, que están fuera de los parámetros establecidos por normas marcan una concentración de 250 mg/l en nitratos y la otra de 100 mg/l con el mismo elemento. La concentración total de residuo sólido es 1.676 mg/l en ambas muestras. El problema definido oportunamente es la concentración elevada de nitratos en el agua de consumo.

#### **31\*\*\*LA POTASA(Gral Obligado)**

Por ruta P40 al oeste a unos14 km de la ciudad de Reconquista ruta N11. A 29°08'23sur y 59°45'27oeste. Cota 51msnm. Con 66.143habitantes(censo 2001). Esta pequeña localidad de La Potasa, cuenta con una perforación a -23 mbbp, con caudales máximos que se estiman en 48m3/hora. Este pozo tiene filtro de PVC, entre -17 y -23mbbp. Las calidades físico/químicas, definen un agua como apta para el consumo humano. Se realizan ensayos de caudales, con un pozo a -23mbbp. El mismo se ejecutó en un tiempo de 6 horas brindando los siguientes parámetros hidráulicos: Niveles estáticos: -5,95mbbp.; niveles dinámicos:-12,57mbbp; caudales: 48.000 l/hora; depresiones: 6,62m.; caudales específicos: 7,25m3/h/m. La recuperación en un período de 2 horas, genera ascenso del nivel estático a casi valores iniciales -6,03mbbp. Equivalente a recuperación de un 91% en el tiempo asignado para el ensayo. El análisis físico/químico, contienen Sólidos totales entre 334 y 443 mg/l.

La región centro nororiental, presenta aguas de una baja salinidad y buena calidad en los niveles superiores, como es este caso. Los caudales específicos son positivos. Aunque si la demanda supera la oferta, el déficit excede. Se provee una bomba de 5 m3/hora, con una altura manométrica de 30metros, bombeo de 12horas en la explotación de la perforación.

### **32\*\*\*LA PELADA (Las Colonias)**

Esta localizada sobre la ruta P4, se conecta con la ruta N11 en Nelson hacia Santa Fé. A 30°51'49sur y 60°58'04oeste. Cota 54msnm. Una población de 1.347 habitantes(censo 2001). Es útil una puesta en marcha de la planta de tratamiento de agua tipo Osmosis Inversa o similar. El área que está localizada la población es inundable; entre el arroyo Cululú y el río Salado. La descripción del sistema actual de la fuente de captación subterránea es la siguiente: Datos del pozo, caudales, profundidad, parámetros y ubicación de la fuente de agua, se dan a continuación: Profundidad -32mbbp; filtro de captación longitud de 6 metros; caudales 12,5 m3/h; nivel estático -5,65m; nivel dinámico -11,50m; depresión 5,85m; caudal específico 2,14 m3/h/m. Acuífero del tipo semiconfinado, en arenas fluviales, finas y medianas. La relación de oferta y demanda entre la perforación y el agua que se procesa en la planta de OI, dentro de las necesidades. Se trata una concentración de nitratos en el agua de bebida con equipos de desalinización.

### **33\*\*\*LAS BANDURRIAS(San Martín)**

Ruta N34 entre localidades de Centeno y Casas. A 32°11'53sur y 61°29'34oeste.Cota 56msnm. Con 276habitantes censo 2001. El Instituto Nacional del Agua, muestra parámetros hidráulicos de un acuífero libre, con valores normales para este tipo de cuenca. Los elementos encontrados representan un acuífero de características pobres en cuanto a su rendimiento efectivo. Para cubrir la demanda es suficiente. El espectro químico adolece con elevadas concentraciones en Fluor, Arsénico, Hierro y Sólidos disueltos totales. Lo que amerita un tratamiento de sus aguas por algún tipo de sistema. Las conclusiones sobre la fuente y su contaminación endógena representa pasar a un sistema de tratamiento como plantas tipo Ósmosis Inversa, con equipos que procesen hasta 5.000 mg/litro de residuos salinos en el agua. Se debe destacar que existen concentraciones del elemento Hierro.

### **34\*\*\*LAS PALMAS(General Obligado)**

Ruta P1 entre Romang y Los Laureles. Por arroyo Maldonado margen izquierda. A 29°25'47sur y 59°44'56oeste. Cota 45msnm. El Dto. de Gral. Obligado comprende a la localidad de Las Palmas(450habitantes 2001), del punto de vista hidrogeológico esta en una región clasificada del punto de vista químico como C1, conteniendo aguas con bajos niveles de cloruros, sulfatos y bicarbonatos, con caudales promedios de 30 m3/hora. Por lo tanto se puede considerar a la localidad como comprendida en una zona con aguas de buena calidad y caudales. Se establecen condiciones hidráulicas favorables con buenos rendimientos y calidades, en el agua subterránea de este lugar. Se tomaron antecedentes hidrogeológicos cercanos, como es el caso de las localidades de Romang, Las Tunas y el Establecimiento de Las Palmas.

### **35\*\*\*LAS PALMERAS (San Cristóbal)**

Ruta N34 entre las localidades de Palacios y Monogotes. A 30°37'53sur y 61°37'25oeste. Cota 94msnm. Con 707habitantes al 2001. Características hidrogeológicas del Departamento San Cristobal, indican un agua de fondo que invade horizontes superiores salinizando capas potencialmente aptas, por falta de aislación entre ellas. Son aguas con salinidad, superiores a 2 gr/l existiendo problemas también con Arsénico en sus aguas en forma generalizada. El estudio hidrogeológico, ensaya seis (6) pozos, tres de los cuales tiene una concentración permitida para la provincia en arsénico 0,010mg/l. (CAA da límite 0,05mg/l). Los ensayos de bombeo indican condiciones inestables en este tipo de acuífero. Se condiciona la explotación a niveles bajos, para seguridad no sobrepasando los 2m3/hora. Los análisis fisico/químicos efectuados con periodicidad a medida que sube el nivel del residuo se baja el caudal de explotación y/o parar temporalmente la explotación del pozo. Los niveles freáticos son alimentados por precipitaciones, encontrándose lentes de agua dulce sobre agua salobre, existiendo un delicado equilibrio de concentraciones. Estas se rompen cuando se explota un volumen de agua dulce mayor que el que recarga por flujo horizontal, predominantemente vertical con precipitaciones totales de unos 900mm anuales. Ver precipitación eficaz.

### **36\*\*\*LAS ROSAS(Belgrano)**

Rutas N178, P13 y P65, entre La California y Los Cardos. A 32°28'07"sur y 61°34'10"oeste. Cota 101msnm. Contiene 12.793 habitantes con el censo del 2001. Fuente es subterránea a través de una batería de pozos (18). Los que están construidos en la ciudad tienen la estructura de pozos de gran diámetro con captación a las capas freáticas. Las capacidades de las bombas están en el orden entre 2 HP y 5 HP, 10 pozos con bombas de 5HP para extraer alrededor de 7.000 l/hora c/u, los equipos restantes, con una capacidad de 2HP con 3.000 l/hora por pozo. Cada bomba funciona como máximo 12 hora/día. El tiempo de funcionamiento promedio es 1,5 horas por 2 horas de descanso. Existen bombas dosificadoras con control automático y a diafragma para clorar el agua en cada pozo. El caudal total no está calculado (total y por pozo), estimándose unos 800 a 900 m3/día. El número de conexiones es unos 1.370 sobre un total de 5.400 (año 2000). Se debe destacar la evolución de las calidades químicas al explotar el acuífero largo tiempo (salinización). Correspondería ubicar perforaciones de estudio en sectores de los pozos 15/16/17, con ensayos de bombeo prolongado de más de 48 horas continuadas. Las características regionales y locales indican aguas con valores con algún grado de compromiso en su calidad. Sus caudales no son elevados pero no constituirían problema. La tectónica: La localidad en cuestión está determinada hidrogeológicamente muy probablemente por la acción de una falla longitudinal, que separa dos regiones, una al oeste hacia y en la provincia de Córdoba y la otra hacia y en el este en la Provincia de Santa Fé. Esta falla determina, de hecho existen, dos ambientes hidrogeológicos distintos en cada una de esas regiones: Uno con permeabilidades altas a medias y el otro con permeabilidades medias a bajas. Esto es determinante en las calidades del agua subterránea de la zona, es por eso que en el Oeste se tiene aguas de mejor calidad que en el este de la región. Justamente en el este se tiene a la localidad de referencia, en una región que se denomina de la llanura pampeana, subregión septentrional, sector Planicie central, que está representado topográficamente por una baja pendiente regional, menor drenaje, baja permeabilidad y sus aguas presentan mayores concentraciones salinas según indican los límites normales. En cuanto al perfil hidrogeológico se pueden definir dos sistemas acuíferos un freático/semiconfinado y otro más profundo o confinado. El primero con caudales de distinto orden y calidad entre regular/buena/mala y el segundo en algunos casos con agua con presión (surgente), con alta salinidad. Los análisis químicos históricos demuestran que las calidades de las aguas en general están sobre los límites normales según las normas de calidad de agua. Por ejemplo alto Residuo salino con Arsénico y Fluor. Las calidades químicas son diferenciales. Posibles causas: La recarga en uno y otro ambiente hidrogeológico es distinta. Mejores lavados de los sedimentos en el oeste por mayor y mejor red de drenaje consecuentemente mayores pendientes y en el este a la inversa (menos lavaje, solo por evaporación).

La recarga al oeste del límite determinado aproximadamente por las localidades de Sumampa/oeste de Mar chiquita /BellVille/Laboulaye, determina concentraciones salinas bajas respecto al este de esa línea. Seguramente el ingreso como recarga de las aguas subterráneas es distinto, con mayores niveles y al existir mayor gradiente subterráneo se da mayor velocidad y un menor tiempo de solubilidad en las aguas de circulación. Las pendientes reducidas un mayor tiempo de concentración (solvente+soluta) por circulación limitada y descarga vertical. La litología: Al existir distintas permeabilidades (altas a bajas) según al este u oeste de la falla ello prueba que las rocas sedimentarias no se comportan igual a ambos lados, consecuentemente existe más/menos volúmenes de circulación de agua diferencial, distinta concentración salina según se este en un ambiente o en otro. Con muestras, la mayoría tiene un elevado Residuo seco superior a los 1.500 mg/l. Análisis químicos históricos aparecen los mismos elementos que los actuales, sin una explotación intensiva a que fueron sometidos agregándose a la muestra Fluor y otros elementos contaminantes. Análisis físico químicos exOSN 4606 1ra napa Residuo 1.044mg/l; Alcalinidad 692mg/l; Cloruro 36mg/l; Sulfato 103mg/l; Fluor 1,2mg/l Arsénico 0,06mg/l; Ph 7,7. Análisis físico químicos exOSN4607 1ra napa Residuo 3.246mg/l; Alcalidad 490mg/l; Cloruro 570mg/l; Sulfato 1.170mg/l; Fluor 0,4mg/l; Arsénicos 0,04mg/l; Ph 7,6.

### **37\*\*\*LAZZARINO(Gral López)**

Por ruta N33. Ingresando por Amenábar(a 3km). Al sudoeste de la provincia. A coordenadas 34°09'56"sur y 62°25'30"oeste. Cota 119msnm. Con 472 habitantes con el censo de 2001. En 1991 contenía la localidad 570 habitantes.

La fuente es subterránea, puesto que la región no posee recursos superficiales (cuenca arreica). Se realizan censos de pozos y muestras de agua y análisis químicos, dentro y fuera de los límites de la localidad, prospecciones geoeléctricas y pozo de estudio y observación para determinar los parámetros del acuífero. Los análisis de agua, correspondientes a Lazzarino, presentan residuos salinos (180°C) de 1.624 mg/l, un análisis a 105°C, las concentraciones serán superiores. Los niveles en iones, de Cloruro y Sodio+Potasio, superan límites permisibles. Por ejemplo en Cloruro se tienen 625mg/l y en Sodio/Potasio 844 mg/l. En función a los resultados, se define la profundidad de los pozos de explotación en -18mbbp. Los parámetros son: Nivel estático -6,10m; nivel dinámico -12,61m., caudal: 3.800 l/h; caudal específico: 590 l/h/m; transmisibilidad promedio: 81 m<sup>2</sup>/día; coeficiente de almacenamiento  $2,5 \times 10^{-3}$  y conductividad hidráulica (k): 2 m/día. Radio de acción es 137 metros, con depresiones de 6 horas. El nivel estático estabiliza en 6 horas y recuperaciones en 4 horas. Los análisis químicos muestran una variación incremental, en los iones de la muestra en 14 horas de bombeo. Conclusiones del ensayo: Hidráulicamente el acuífero es de regular-baja capacidad, pero químicamente presenta problemas de calidad al no estabilizar en un determinado tiempo. Esta localidad cumple las condiciones generales de este sector de la cuenca Santafecina. También presenta concentraciones algo elevadas de Flúor y Arsénico en niveles medios pero en límite de norma (0,05 mg/l). Además la muestra en un corto período de ensayo aumentos en las concentraciones totales y de los principales iones. Corresponde al agua del pozo tratamientos de calidades, por la variación de la concentración, en función del tiempo de explotación.

#### **38\*\*\*LOGROÑO( 9 de julio)**

Por ruta P2 entre Independencia y Tostado al norte y Esteban Rams al sur. A 29°30'25sur y 61°41'52oeste. Cota 75msnm. Con 879 habitantes, censo año 2001. En el año 1991 contenía 862 habitantes. Según los análisis del recurso subterráneo, los acuíferos están comprometidos con distintos elementos químicos, incluyendo Arsénico, que definen a sus aguas como no potables. Se registran concentraciones de Arsénico de 0,29mg/l, valor muy elevado. Desde el año 1998, existe una planta de ósmosis inversa con capacidad de procesar 8.000 l/hora. Con un agua tratada de 4.000 l/h. No hay análisis físico/químicos completos del agua cruda que trata la planta.

#### **39\*\*\*LOS LAPACHOS (General Obligado)**

Desvío ruta N11 altura Guadalupe Norte, sigue ruta P31 al noreste de la provincia. Entre las localidades Flor de Oro y Tres Bocas. A 28°44'39sur y 59°40'00oeste. Cota 57msnm. La población es 160 habitantes (censo del 2001). Existe una perforación con una profundidad de -24 mbbp y caudales de explotación de 3,6 m<sup>3</sup>/h. Se conen parámetros de la perforación de La Potasa, que está ubicada un poco al sur de este pueblo con los siguientes datos hidráulicos de la obra. Posición de filtros, de -17 a -23mbbp. Niveles estáticos: -5,95m.; niveles dinámicos: -12,57m.; caudales: 48m<sup>3</sup>/hora; depresiones: -6,62m.; caudales específicos: 7,255 m<sup>3</sup>/h/m. La recuperación en un período de 2 horas, genera un ascenso del nivel estático a 6,03 metros. Equivale a una recuperación de niveles del 91% en ese corto plazo. Los análisis físico/químicos, contienen Residuos totales 334 y 443 mg/l, y los de la localidad de Los Lapachos con Residuos salinos totales de 423mg/l. (muestra 1 Los Lapachos pozo bar). La región centro nororiental, presenta aguas de baja salinidad y consecuentemente buena calidad en los niveles superiores. Los caudales específicos son muy positivos respecto a los caudales que son necesarios extraer.

#### **40\*\*\*LOS MOLINOS(Caseros)**

Ruta P92 al sudoeste y próximo a Casilda. Cercana a ruta N178 y ruta N33. A 33°06'07sur y 61°19'13oeste. Cota 92msnm. Con una población de 1.970 habitantes en 2001 y 1.983 en 1991. Existe una perforación profunda. La perforación actual tiene elevado contenido de Arsénico, necesidad de reemplazarla. La muestra físico/química, aprecia un incremento en Arsénico a valores de 0,051/0,052 mg/l. Los Sólidos totales disueltos son de 926 mg/l (conductividad 1.320 uS/cm). El problema es de producción, más que de calidades físico/químicas. Aunque se destaca el uso del pozo, que incrementa la concentración salina del agua. Existe otra perforación a profundidad de -59mbbp. Las características del acuífero son las siguientes. Transmisibilidad.: 100m<sup>2</sup>/d, caudal específico: 1,64m<sup>3</sup>/h/m. Radio de interferencia es 120metros. Los filtros enfrentan una zona de limos algo arenosos.

Los análisis físico/químico históricos OSN 50599, muestran Residuos sólidos de 900mg/litro; Alcalinidad 670mg/l; Cloruro 35 mg/l; Sulfato 24mg/l; Fluor 1,7mg/l; Arsénico 0,12mg/l; Ph 7,8. Otro análisis físico/químico exOSN 50600/01/02/03/04: Arsénico 0,28/0,08/0,08/0,10 y 0,06 mg/litro.

#### **41\*\*\*LUIS PALACIOS(San Lorenzo)**

Por ruta N34 cerca de Rosario 23km al noroeste. A 32°46'46sur y 60° 54'31oeste. Cota 32msnm. Con una población de 1.142 habitantes al 2001 y 1.123 en 1991, según los censos correspondientes. Es una fuente subterránea, captada desde un pozo, donde el caudal de prueba es 12 m3/hora. Se necesita un caudal de 240 m3/día, lo que equivale a dotaciones de 200 l/h/día, explotando 10 m3/hora en 24 horas. Se recomiendan sistemas adecuados de tratamiento para el agua a consumir. El contenido de Arsénico es propio de sedimentos de esta cuenca y su valor se incrementa explotando al acuífero en forma continua y/o aumentando caudales de explotación. Los análisis proceden de una Estación de Servicio, donde el caudal explotado es mayor al de un domicilio privado. El contenido de Arsénico, es de 0,076 sobre 0,05 m/l (ver normas). En segunda muestra, un nivel de Arsénico normal con 0,036 mg/l; Otro análisis físico/químico en pozo, con Arsénico en concentraciones bajas de 0,02mg/l; ello debido a una recuperación del acuífero por recarga superior a la descarga. Demuestra a escala, que más explotación, mayor concentración del elemento químico. El acuífero frèatico y semiconfinado presentan contaminaciones del mismo elemento. Una perforación a -64mbbp, con un rendimiento de 11 m3/hora, incrementa el contenido de sales a una mayor profundidad, se recomienda para la ubicación de pozos, áreas de topografía alta, donde el elemento Arsénico disminuye su concentración. Análisis físico/químico OSN 55061. Pozo semisurgente. Residuo salino 1.860mg/l; Alcalinidad 610mg/l; Cloruro 210mg/l; Sulfato 497mg/l; Flúor 0,8mg/l; Arsénico <0,04mg/l y Ph 7,9. Análisis físico químico OSN 55062. Residuo total 2.684mg/l; Arsénico 0,04mg/l y OSN 55064. Residuo total 3.040mg/l; Arsénico 0,08 mg/l.

#### **42\*\*\*MAGGIOLO(Gral Lopez)**

Al sur de la ruta nacional N8, 5km antes de llegar a Arias. A 33°43'21sur y 62°15'02oeste. Cota 119msnm. Con 2.176habitantes al año 2001 y 2.224habitantes en 1991. Verificando análisis granulométricos se definen sedimentos de acuífero limosos a limo-arcillosos y no arenosos según la columna estratigráfica, limitantes del caudal del pozo porque la transmisibilidad involucra al limo y arcilla debajo de las arenas en cuanto a su capacidad. Niveles hidráulicos del pozo indican niveles dinámicos a -8,08mbbp. La bomba se ubica a -20mbbp. Los radios de interferencias según los parámetros hidráulicos, manteniéndose los caudales constantes. Se acepta una distancia de Ri: 121 metros entre ejes de pozos. La fuente integrada por 2 perforaciones de 8 y 4 m3/h cada uno. Se incorpora una tercera, con caudales de 4 m3/h. La Transmisibilidad es de 232m2/d; Almacén 0,006; Permeabilidad 46m/d; Las calidades físico químicas muestran un elemento Arsénico fuera de normas internacionales y del Enpress(Santa Fe), con 0,06 mg/l sobre límite de 0.05 mg/l. Residuos secos 365 mg/l; conductividad 571 uS/cm; Sulfato 8; Cloruro 14, Fluor 1; Arsénico 0.06 mg/l, Magnesio 19; Nitratos 18 mg/l. Análisis físico químico OSN54491. Residuo 1.400mg/l; Alcalinidad 1.000mg/l; Cloruro 21mg/l; Sulfato 47mg/l; Fluor 8,8mg/l; Arsénico 1,7mg/l; Ph 8,4. Otro análisis físico químico OSN54491. Residuo 596mg/l; Alcalinidad 370mg/l; Cloruro 35mg/l; Sulfato 25mg/l; Fluor 1,5mg/l; Arsénico< 0,04mg/l; Ph 7,4.

#### **43\*\*\*MARIA SUSANA(San Martín)**

Por ruta 20, entre las Liebres y Piamonte. A 32°16'01sur y 61°53'44oeste. Cota 110msnm. Población al 2001 es 3.423 habitantes. Se conoce una perforación a una profundidad de -50mbbp con caudales de 25m3/h. La calidad de las aguas que registran los análisis físico/químicos, están fuera de los parámetros establecidos por normas, pues marcan una concentración de 0,16 mg/l en Arsénico y de 65 mg/l en Nitrato. En otra muestra Nitrato con 200 mg/l. La concentración total de Residuo sólido es de 2.076 mg/l. Análisis físico químico exOSN 54277. Residuo salino 2.020mg/l; Alcalinidad 734mg/l; Cloruro 274mg/l; Sulfato 413mg/l; Fluor 1mg/l; Arsénico 0,12mg/l; Ph 7,9. Otros análisis físico químico exOSN 54277 con Residuos salinos 1.960mg/l; Alcalinidad 920mg/l; Cloruro 234mg/l; Sulfato 226mg/l; Flúor 2mg/l; Arsénico 0,28mg/l finalmente un Ph de 8,3.

#### **44\*\*\*MARIA TERESA(General Lopez)**

Accediendopor la ruta P14, entre las localidades de Christophersen y Runciman. A 34°00'34sur y 61°54'55oeste. Cota 109msnm.Con 3.940 habitantes según el censo del año 2001 y 4.023 habitantes en el año 1991. La fuente que es subterránea se define por perforaciones, con dos obras de captación a una profundidad de -50 mbbp, con un caudal de 25 m3/h. Los análisis físico/químicos, registran un alto contenido en Arsénico y Fluor también elevado, respecto a pozos tres pozos. Los análisis físico/químicos OSN 55836 (PozoSemisurgente-47mbbp). Residuo salino 2.790mg/l; Alcalinidad 1.750mg/l; Cloruro 164mg/l; Sulfato 375mg/l; Flúor 0,2mg/l; Arsénico 0,04,g/l. Otros análisis físico/químicos exOSN 55837 (Pozo Semisurgente -40mbbp). Con Residuo 2.760mg/l; Alcalinidad 1.380mg/l; Cloruro 547mg/l; Sulfato 194mg/l; Flúor 0,9mg/l; Arsénico 0,08mg/l; Ph 8, ligeramente alcalino.

#### **45\*\*\*MELINCÚE(General López)**

Por la ruta P93 y P90 cruce ruta a Villa Constitución. Cercana a la localidad de Elortondo. A 33°39'41sur y 61°27'37oeste. Cota 89msnm. Con una población de 2.219 habitantes en el censo 2001 y 2.431 habitantes en el censo de 1991. El sistema actual es una fuente subterránea, con una batería de pozos que explotan el acuífero a una profundidad que oscila, entre -45 y -55 mbbp.,con caudales de 10 y 11 m3/hora. La captación de la fuente se produce en un área, a 2 km hacia el noreste de la ruta P93 de esta ciudad. Datos con registros de gasto por pozo entre 21 y 26 m3/día, cifra conservadora de cada perforación, como para mantener estable al sistema. Análisis físico/químicos del agua de las perforaciones tienen parámetros normales y dentro de las normas de calidad. Sulfato algo elevado dentro de límites.

#### **46\*\*\*MIGUEL TORRES(Gral López)**

Por rutas P14 y P93, entre las localidades de Bombal y Chovet. A 33°31'35sur y 61°27'55oeste. Cota 103msnm. Con una población de 427 habitantes en 2001 y 514 habitantes en 1991. La localidad esta cercana a la ciudad de Firmat. Este departamento de General López, presenta aguas de mejor calidad porque el sistema acuífero contiene una mayor salinidad hacia niveles inferiores, presenta niveles de aislación que impiden una salinización a los niveles altos. Por tanto una perforación que no atraviese esos niveles inferiores, podrá obtener agua con cierto grado de potabilidad, en estos sectores del Departamento. Los caudales, que varían según el área. Así en Rufino es 23 m3/h; Amenabar 10m3/h; Carmen 4 m3/h; Carreras 5m3/h y Torres se perfora con 10m3/h, en caudales. En la ciudad Firmat se conocen caudales similares a la localidad de Torres con los 10 m3/h mencionados. Analizando un ensayo de bombeo a 24 horas, no registra valores significativos de incremento de iones en el agua. Se establece regímenes de explotación de 3 horas con 3 horas en reposo. Se recomienda controles de calidad durante la explotación por medio de análisis periódicos. Se ejecuta una perforación de estudio en la localidad de Miguel Torres, hasta una profundidad de -35mbbp, con caudales de 9m3/h. Nivel estático -5mbbp; nivel dinámico - 9,29mbbp y caudal específico 2.098 l/h/m. La conductividad es de 1.875uS/cm y Sólidos totales 1.310mg/l; Nitrato 15 mg/l y Arsénico 0,042mg/l, a una profundidad de -35mbbp. A menor profundidad (-15mbbp). Arsénico 0,061 mg/l; Nitrato 12 mg/l. Sólidos totales 1.270 mg/l y conductividad 1.810 uS/cm.

#### **47\*\*\*MONJE(San Jerónimo)**

Desde la ciudad de Santa Fé, hacia el sur, por ruta Nacional N11 y ruta P65. A 32°21'35sur y 60°56'23oeste. Cota 31msnm. Con 2.308 habitantes en el censo 2001 y 2.199 habitantes en el año1991. Los datos son coincidentes con la comuna de Rueda, distante de la localidad problema, por lo que no correspondería asimilarlo al sistema. Los análisis de calidades del agua de tanque desde una perforación, indican aguas de buena calidad físico/química. En general este departamento de San Jerónimo, presenta aguas de buena calidad en sus niveles de extracción. En este caso se tienen referencias, perteneciente a la comuna de Monje es la localidad de Balneario a más de 10 km. de Monje, con una perforación a una profundidad de -65 mbbp, donde se extraen unos 10.000 l/hora. Los análisis físico/químicos que se adjuntan proceden de esta localidad de Balneario, perteneciente a la misma comuna. La muestra extraída es del tanque y no de un pozo directamente.



Dichos análisis indican según los elementos, ninguna concentración nociva para agua. También los caudales están dentro del conocimiento regional documentado para la provincia.

#### **48\*\*\*PALACIOS (San Cristobal)**

Por ruta N34 entre las localidades de Tacural y Las Palmeras al norte. A 30°42'35sur y 61°37'13oeste. Cota 95msnm. Con una población de 1.149 habitantes al 2001. Esta ubicada a 25 km. de la localidad de Sunchales y 161 km. de la ciudad capital de Santa Fé. La fuente de provisión es subterránea por ser única alternativa. Se capta agua del acuífero por medio de dos pozos a un nivel de -18mbbp. Con caudales entre 4 y 5 m3h..El perfil de perforaciones da registros de limos arcillosos hasta los -21mbbp. Con muy bajas transmisibilidades = 28/50m2/día; el almacenamiento es  $S = 2,6 \times 10^{-3}$  a  $9 \times 10^{-3}$ . La permeabilidad  $P = 8$  y 11m/día. La perforación de ensayo, con caudales específicos de 0,555m3/h/m. La  $T = 60$ ; la  $S = 6 \times 10^{-3}$  y la  $K = 2,4$ . Parámetros que indican un acuífero pobre, del tipo semiconfinado. Un perfil de la ciudad de Rafaela, en la misma llanura, a 51 km, muestra lo siguiente:

Limos de la fm. Pampa hasta -51,00mbbp. Pleistoceno.

Entre -51,00m.-68,90m. arenas Puelches con alta salinidad 4/18gr/l, cloruro/sulfatada sódica. Plioceno. Entre -68,90m. a -80.00mbbp formación Paraná. Mioceno.

Los análisis físico-químicos de la perforación a -16mbbp, del FFCC en Palacios (estudio Gollan/Lachaga 1939), dan elevadas concentraciones de residuos con 8.656 mg/l, con cloruros 2.645 mg/l. Se destaca el poco uso del pozo, por tener como equipo de extracción un molino (<5m3/h caudal máximo de extracción). Los análisis químicos del ensayo de bombeo en pozo de estudio, dan residuos sólidos de casi 10gr/litro. Las calidades químicas del agua subterránea del acuífero pampeano presentan una alta concentración salina. Las aguas de los acuíferos inferiores tienen peor calidad química, con una mayor concentración salina. La perforación de explotación programada a -18mbbp. con un caudal de 5.000l/h. Corresponde un tratamiento de potabilización por la elevada concentración salina de la fuente de captación.

#### **49\*\*\*PÉREZ(Rosario)**

Por ruta N33, hacia el oeste de la ciudad de Rosario. A 32°59'50 y 60°46'14oeste. Cota 37msnm. La ciudad de Perez cuenta con 24.436 habitantes (censo 2001). Se desarrolla una red de distribución más una planta de tratamiento del tipo Osmosis Inversa. Por problemas de volúmenes y presiones, se opta por el uso de agua subterránea la que tiene alto nivel de sólidos totales disueltos y alta concentración en nitratos. Se emplean perforaciones a -38mbbp con diámetros de 14", con filtro entre -30 y -37mbbp. Con potencias de bomba de 5 HP y caudales de 25 m3/h según esta necesidad. Análisis físico/químicos OSN53425 en pozo semisurgente. Residuos salinos 1.172mg/l; Alcalinidad 650mg/l; Cloruro 104mg/l; Sulfato 156mg/l; Fluor 0,6mg/l; Arsénico 0,06mg/l; Ph 7,5. Otro análisis físico/químico OSN53424 en pozo semisurgente: Residuos salinos 2.564mg/l; Alcalinidad 512mg/l; Cloruro 504mg/l; Sulfato 788mg/l; Fluor 0,8mg/l; Arsénico 0,06mg/l; Ph 7,5. Niveles de Arsénico fuera de las normas.

#### **50\*\*\*PUEBLO MUÑOZ(Rosario)**

Desde Rosario por ruta N33 por ruta P14, unos 26km al sudoeste de Rosario. A 33°10'20sur y 60°53'55oeste. Cota 67msnm. Con 511 habitantes según el censo del año 2001. Las características de las aguas subterráneas del departamento Rosario, definen bajas concentraciones de Residuos salinos(<1.000 mg/l). Analizando antecedentes regionales y comparando las aguas subterráneas locales, los análisis químicos muestran parámetros químicos normales para las aguas de consumo. Los caudales promedios oscilan regionalmente entre 70 y 50 m3/hora, para este Departamento. Las características de la bomba, permite extraer hasta 21 m3/hora, teniendo en cuenta los niveles piezométricos, a -30 metros bajo boca de pozo se instala el cuerpo de la bomba. Los valores del pozo a caudales de explotación son de 13m3/h, y calidades normales según normas.

#### **51\*\*RECREO(La Capital)**

Desde Santa Fé por ruta N11 hacia el norte. A 31°29'26sur y 60°44'12oeste y cota 21msnm. Cuenta con 12.798 habitantes en el 2001. Una solución tecnológica para tener calidades de aguas aptas es la instalación de una planta de tratamiento para remoción hierro y manganeso.

Existe un proceso denominado Bio-Cis-UNR(Santa Fé), usando tecnología de bioxidación, sin productos químicos, con operación y mantenimientos muy bajos. Existe una planta similar instalada en Florencia (SantaFe) y otra en Oro Verde (Entre Ríos). Las plantas fueron desarrolladas por el Centro de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Rosario. Los análisis físico químicos OSN54913 en un pozo semisurgente son, Residuo total 448mg/l; Alcalinidad 308mg/l; Cloruro 20mg/l; Sulfato 39mg/l; Fluor 2mg/l; Arsénico <0,04; Ph 7,5. El fluor esta sobre niveles de normas de calidad.

#### **52\*\*\*SALTO GRANDE(Iriondo)**

Esta localidad está ubicada a 56 km de Rosario por ruta N34. A 32°40'12sur y 61°05'24oeste. Cota 45msnm. Cuenta con una población de 2.340 habitantes(2001). El consumo medio diario es de 320m3/d. La dotación actual es de 150 l/h/d. Los estudios que posibilitaron la oferta de agua definen una fuente subterránea. El sistema actual cuenta con 6 perforaciones a -45/-60mbbp y un caudal de 25m3/h. Cuatro de ellas funcionan 24 hs por 48hs descanso. Dos de ellas son de profundidades menores. Sería conveniente pensar en nuevas perforaciones que posibiliten con un menor número de horas de explotación y menores caudales mejorar la calidad del recurso. Incluyendo un agua de mezcla entre pozos con bajo nitrato y los que no lo son. También analizar la profundidad óptima a perforar, por medio de sondeos de exploración. Esta interpretación surge de la observación de los análisis químicos con valores de nitratos en 65mg/l. Mientras que los niveles de Arsénico y Flúor estan dentro de los niveles normales con 0,03mg/l (para límite 0,05mg/l) y 0,7mg/l respectivamente. Un camino de solución como una vía transitoria. Si bien la solución en definitiva es un acueducto que traiga a la zona agua superficial, todavía esta acción no se hizo efectiva. Finalmente se puede interpretar la conveniencia de generar a futuro y plantear una oferta de pozos que provoquen mayor beneficio a la calidad del agua o por agua de mezcla o con el uso de pozos nuevos directamente. Mientras se puedan implementar soluciones definitivas.

#### **53\*\*\*SAN BERNARDO(9 de Julio)**

Se accede por rutas N95 y P32 hacia el noroeste de la provincia, cercano a Villa Minetti. A 28°38'00sur y 61°31'27oeste. Cota 72msnm. Posee 105 habitantes según el censo del año 2001, 162 habitantes en 1991. El Departamento 9 de julio, posee aguas salinizadas por mezcla de agua de fondo salobre con las capas libres superiores, siendo el resultado la mala calidad al explotarlas. Considerando solamente el punto de vista regional, en el área de hidrología superficial, el río Salado en su paso por este departamento, posee la mayor concentración de sales (13 g/litro) en sus aguas. Esto es reflejo, en parte de la calidad del subsuelo en esta región del noroeste, teniendo en cuenta que el río en el departamento Capital contiene solo 3,4 g/l. de Residuos salinos. Con respecto a las perforaciones, que incluyen hasta planta de tratamiento, se analiza lo siguiente: Ensayos de bombeo con análisis de conductimetría en paralelo a la explotación, permite registrar un grado de evolución del contenido salino en el agua. Se pasa en 680 minutos, de 890 µmhos a 2.000 µmhos, en contenido salino del agua del pozo. También, el ensayo define los caudales a explotar, que son bajos (2,8 m3/h), que no alcanzan a un estado de equilibrio del sistema pozo/acuífero con los volúmenes extraídos. Reconocidas las condiciones regionales y locales presentes, mala calidad del agua subterránea en el noroeste de Santa Fé, única alternativa en el lugar; la incorporación de sistemas de tratamiento con plantas adecuadas es la solución. Verificada por análisis puntuales, regionales y registros durante ensayos de bombeo de 720 minutos de duración, los resultados son negativos para la calidad del agua para consumo humano.

#### **54\*\*\*SAN CARLOS NORTE(Las Colonias)**

Por ruta P6, entre San Carlos Centro y San Gerónimo Norte. A 5km ruta N19. A 31°40'20sur y 61°04'23oeste. Cota 46msnm. Con 933 habitantes censo del 2001 y 951 habitantes en el año 1991. La fuente a explotar es la alternativa subterránea en la zona. Se conocen depresiones en la perforación existente. El dato del nivel depresivo de 1,10 metros en 3 horas de bombeo, a solo 7 metros, el pozo de observación del pozo de ensayo. La explotación exige un tiempo mayor de uso en el acuífero y consecuentemente se dan depresiones mayores.

Cuando no se bombea existe una depresión residual durante un cierto tiempo, que recorta el periodo de reposo real del acuífero, en su primera etapa. Un análisis físico químico histórico (San Carlos Centro) OSN48043. Residuo total 1.092mg/l; Alcalinidad 680mg/l; Cloruro 72mg/l; Sulfato 82mg/l; Fluor 1mg/l; Arsénico 0,08mg/l; Ph 8.

#### **55\*\*\*SANCTI SPIRITU(General López)**

Ruta N33 entre Amenazar, San Eduardo y Venado Tuerto al noreste. A 34°00'41sur y 62°14'46oeste. Cota 119msnm. Localidad contiene a 3.896 habitantes, según el censo del 2001. Cuenta con una perforación a -65mbbp y caudales de 10 m3/h. Analizando la fuente por los datos reconocidos en el área, presenta caudales posibles de extraer a 10 m3/h, el acuífero responde a un equilibrio entre oferta y demanda. En cuanto a las calidades con datos aportados por el Estudio Preliminar sobre la Situación y Perspectivas agroindustriales de la Provincia de Santa Fé Bs.As. Año 1978, CFI, tienen las calidades químicas comprometidas en estos sectores. Las calidades químicas del agua que consume la población, subterránea, están comprometidas por exceso de Arsénico y Flúor. El análisis a profundidades de -60mbbp, con registros altos de Arsénico con 0,23 mg/l en el Club Social, y en profundidades de -15mbbp, en un Club Deportivo también con 0,12mg/l de Arsénico. Tanto el Arsénico como el Fluor, en estos niveles son productos de acciones de vulcanismo del pasado generados por sistemas volcánicos ubicados al oeste, la Cordillera de Los Andes, que depositaron sus cenizas por vectores eólicos en sedimentos que luego sirven como reservorios de agua. Las muestras de las perforaciones, identifican áreas de futura explotación, pozo estudio n\*B, con ensayos a 24/48hs/día, no dieron modificaciones en concentración de Arsénico, pero si en Residuos totales, Bicarbonato y Sílice. No indica estabilidad en concentraciones iónicas del agua, pero muestra diferentes comportamientos entre los distintos elementos y el Arsénico. En las cercanías, una perforación de riego a -70mbbp, con 0,09 mg/l de Arsénico. La sensibilidad del acuífero a explotaciones es alta, se recomienda verificación de calidades, durante la explotación de este recurso. Lo que debe diseñarse para tratar la mala calidad del agua, son sistemas de tratamiento. Localizando áreas como cuerpos receptores del futuro residuo producto del tratamiernto, previo estudio en zonas no impactantes.

#### **56\*\*SAN EDUARDO(General López)**

Ruta N33 desvío camino secundario entre Sancti Spiritu y Venado Tuerto. A 33°52'17sur y 62°05'11oeste. Cota 117msnm. Con 1.280 habitantes en 2001 y 1.536 habitantes en 1991. Se reconoce una perforación a una profundidad de -45mbbp con una extracción equivalente a caudales 25 m3/h. El acuífero donde se extrae, es el Pampeano o Formación Pampeano. Los análisis físico/químicos presentados exceden valores permitidos por normas de calidad tanto en Arsénico como Nitrato. Por ello se recomienda un tratamiento de base, para el agua cruda de la fuente. Todo caudal definido de la fuente, justifica referirlo a valores determinados, donde interactúan dotación, población inicial y final, presiones y caudales. El caudal necesario total es de 618 m3/día (7,15 l/s). Análisis físico químicos históricos, OSN 54523 de un pozo semisurgente. El Residuo total es 725mg/litro; Alcalinidad 524mg/l; Cloruro 25mg/l; Sulfato 32mg/l; Fluor 2,5mg/l; Arsénico 0,20mg/l; Ph 8,5.

#### **57\*\*\*SAN EUGENIO(San Jerónimo)**

Cercano a cruce rutas P80 y P10, desde Santa Fé por ruta N11. Emplazada en las coordenadas geográficas 32°04'30sur y 61°07'00oeste. Cota 33msnm. Con una población de 140habitantes en 2001 y 184habitantes en 1991. El ensayo de bombeo realizado, garantiza un caudal de explotación máximo de 7 m3/hora a una profundidad de -26mbbp. Con un filtro de 6metros de longitud, entre -18mbbp y -27mbbp esta la arenamediana amarillenta a gruesa del Puelche. Hacia abajo sigue una arcillaplastica verdosa(Formación Paraná). La transmisibilidad del acuífero es 229 m2/día. La conductividad hidráulica es 9,2m/d (permeabilidad). El espesor acuífero 24metros. Manteniendo esos volúmenes de extracción se tiene un mejor perfil frente a salinizaciones del agua de fondo (el otro nivel de agua que subyace respecto al nivel del acuífero productor). Los análisis químicos dan parámetros de agua de calidad potable. Sólidos totales 1.080mg/l; Cloruro 70mg/l, Sulfato 152mg/l; Hierro total 0,86mg/l; Nitrito 0,02mg/l; Nitrato 10mg/l; Arsénico 0,038mg/l; Alcalinidad 616mg/l; Dureza total 86mg/l; Ph 7,65.

El elemento Hierro supera los valores de normas nacionales en un pozo. La localidad estudiada responde dentro de las características generales de la región de la llanura pampeana o Pampa Llana Santafesina, con cotas de 30m IGM. El subsuelo está integrado por la Formación Paraná; Arenas Puelches y Formación Pampeana con loess y limos pampeanos.

#### **58\*\*\* SAN GUILLERMO(San Cristóbal)**

Esta ubicada esta localidad a unos 280km de la ciudad de Santa Fé, sobre ruta P23. A 30°21'30sur y 61°54'42oeste. Cota 96msnm. Tiene una población de 6.744 habitantes según el censo de 2001. Al aumentar la demanda, se genera un incremento de la explotación, derivando hacia umbrales de residuos salinos con contenidos de arsénico y otros elementos en el agua de consumo. El sistema se desarrolla desde dos pozos de gran diámetro más 4 perforaciones convencionales. Posteriormente se construyeron pozos, los períodos de sequía contribuyen a un descenso de la freática a > -8mbbp, con pérdidas de caudales y un aumento del RST(residuo sólido total). Con un total de 18 pozos, con un 20% de ellos que no contribuyen al gasto. Las perforaciones en uso actual son 14; tienen sus niveles estáticos que oscilan entre -8,15mbbp y -10,50mbbp. Sus niveles dinámicos varían entre -13,74mbbp y -20,77mbbp. Sus caudales entre 8.500 l/h y 3.000 l/h y sus caudales específicos entre 258 l/hm y 983 l/hm. Uno de los pozos de gran diámetro rinde 15.000 l/h con un nivel estático de -13,30 mbbp. Se regulará su caudal a 3500 l/h. El perfil hidrogeológico de arriba hacia abajo muestra lo que sigue: 00/-40mbbp limos pampeanos; -40/-60mbbp arcillas plásticas verdosas; -60 a-73mbbp arenas amarillas; -73/-101mbbp arcillas verdosas intercalaciones arenas arcillosas de color verde. Siguiendo la respuesta del perfilaje eléctrico, se investigó solo el acuífero pampeano. Este se lo ubica hasta unos -40mbbp con conductividad del agua de 2200 uS/cm. Hacia abajo las arenas están salinizadas. Los análisis fisicoquímicos del pozo n4 muestran como se eleva la salinidad de 2.080 a 2.680 mg/l en solo 2 años de bombeo. El pozo n1 y el n2 igual. El pozo 3 tiene una conductividad sobre los niveles de aceptación. Los 4 ejemplos muestran un incremento de elementos químicos o salinización del agua a través del tiempo. Se realiza un pozo de estudio para determinar las características hidrogeológicas e hidráulicas del sector. Los parámetros aportados son: Nivel estático de -8,90mbbp; Nivel dinámico de -18,78mbbp. Un caudal de 5000 l/h para una depresión de 9,88 m. Su caudal específico es de 506,07 l/hm. Se tomará con un filtro entre -19 y -25mbbp con tapón de fondo de 1metro. La comuna cuenta con la existencia de un sistema de ósmosis inversa, considerado suplementario.

#### **59\*\*\*SAN JORGE(San Martín)**

Esta localidad está ubicada en la franja oeste de la provincia a una distancia de la ciudad de Rosario por ruta N34 a ruta P80, desde Rosario. A 31°53'42sur y 61°51'07oeste. Cota 106msnm. Contiene una población de unos 20.000 habitantes al año 2007. La fuente de provisión de agua es de naturaleza subterránea. Desarrollada con una batería de pozos hasta una profundidad entre -100 y -120mbbp, con caudales de unos 49m3/h en cada pozo. Las napas superficiales están contaminadas antrópicamente al no existir una red de efluentes cloacales con un alto contenido en Nitrato, por la interacción de pozos negros hacia el primer acuífero. La napa(profunda) que está en explotación, presenta las características regionales de las aguas subterráneas con un alto contenido de sales. Una conductividad muy alta de 6000 uS/cm, que equivale a más de 4 gr/litro de STD. Por ello el agua de las perforaciones es tratada por medio de un sistema de Ósmosis Inversa. Aunque la relación entre el agua a tratar por OI y el agua cruda de las perforaciones no está en una relación óptima para generar agua potable, solamente se baja la salinidad entre un 20% y 30% a la fecha. Ver más abajo en el desarrollo del ítem 64 Estudio Preliminar. Actualmente se utiliza un sistema de tratamiento por ósmosis inversa.

#### **60\*\*\*SAN MANUEL(General Obligado)**

Conocido como paraje San Manuel. Entre las localidades de Tartagal y La Sarita, desde ruta P31 al sur. A 28°52'23sur y 59°51'52oeste. Cota 61msnm. Con 331 habitantes según el censo del año 2001. La fuente a usar está definida en un área con una permeabilidad alta, dentro de las divisiones hidrogeológicas que le corresponde. Se trata de una perforación a -20 metros de profundidad, con caudales de 15,5 m3/h. Niveles estáticos a -8,40mbbp, desde la superficie del terreno.

Tener en cuenta que con un bombeo continuado de 2 horas, al apagar la bomba en el pozo, los niveles estáticos mencionados se recuperan en solo 60 minutos. Los análisis químicos verifican una calidad apta para agua potable, con bajos Sólidos totales.

#### **61\*\*\*SAN MARTIN DE LAS ESCOBAS(San Martín)**

Entre ruta N34(a Rosario) y ruta P64, entre localidades de Cañada Rosquín al sur y Paraje Avena. A 31°51'35sur y 61°34'00oeste. Cota 69msnm. Con 2.518 habitantes al 2001. Las calidades físico/químicas de las aguas subterráneas presenten alteraciones por la alta concentración de elementos de Sulfato y Cloruro más presencia de concentraciones de Arsénico, Fluor y Nitrato (contaminación antrópica). Fuera de normas de calidad, establecido por la ley provincial de aguas (ley 11.220).

Las aguas del acuífero superior o libre fuertemente contaminadas bacteriológicamente por pozo negros, los acuíferos inferiores tienen una alta carga de salinización, quedando la alternativa con un equipo de tratamiento de las aguas. Los pozos de captación están entre -30 y -35mbbp en la 2da napa (semiconfinado). El volumen de explotación por pozo es de 10m3/h (potencia bomba 2HP), con 6 pozos cubre las necesidades a futuro. Análisis físico químico OSN52191. Residuo salino total 2.470mg/l; Alcalinidad 724mg/l; Cloruro 320mg/l; Sulfato 666mg/l; Fluor 0,8mg/l; Arsénico 0,06mg/l; Ph 7,5. La muestra de OSN 52192 contiene Sulfato 711 mg/l.

#### **62\*\*\*SAN MARTIN NORTE(San Justo)**

Ruta N11 desvío al este por ruta P39, desde Colonia Dolores al norte. A 30°20'46sur y 60°18'18oeste. Cota 59msnm. Con 672 habitantes al 2001. La fuente subterránea está definida por dos pozos de 6 m3/h cada uno, explotándolos con un bombeo alternativo. Se observa que el dato del análisis del cloro libre es muy elevado (1,2 mg/l), cloro 0,3/0,5mg/l, OSN en el punto de suministro del usuario para el agua de la red. Los análisis químicos muestran una buena calidad físico-química de las aguas, dentro de límites normales.

#### **63\*\*\*SANTA CLARA DE LA BUENA VISTA(Las Colonias)**

Cruce ruta P63 y ruta P10, ruta P91 y Autopista a Rosario. A 31°46'00sur y 61°19'16oeste. Cota 55msnm. Esta localidad tiene una población de 974 habitantes al 2001, está ubicada al centro oeste de la provincia e integra gran parte de la cuenca en el oeste provincial, cuenta con problemas de calidad química en sus acuíferos, debido entre otros, a la presencia de Arsénico y alta concentración de Sólidos totales disueltos. Actualmente existe un sistema de ósmosis inversa, que capta agua de pozo en el área poblacional. Es por un sistema de bombeo desde los -17/18mbbp, en zona de limos con elementos negativos de calidad. Arsénico, con concentraciones de este de 0,22mg/l. También presencia de sales de Calcio, Cloruro, Sulfato, Alcalinidad total con 1.048 mg/l y Sílice 64,4 mg/l. Existe un estudio con ensayos de bombeo con los siguientes valores: Nivel estático: -9,10mbbp; nivel dinámico -14,84mbbp; caudales: 5.914 l/h. La recuperación es de >98% a los 120 minutos del inicio del ensayo de recuperación. Pero un 90% de la recuperación se registra a 3 minutos; un caudal específico de 1.030 l/h/m. El perfil litológico entre -11,20mbbp y 16,50mbbp muestra un limo con intercalaciones de nódulos calcáreos y más abajo a -16,50mbbp y -24mbbp limo granulado fino castaño claro. El análisis físico/químico indica 47 mg/l de Nitrato; 0,146 mg/l de Arsénico sobre norma 0,05mg/l ó 0,01 mg/l OMS; 1.700 mg/l de Sólidos disueltos totales y una Alcalinidad total 932 mg/l sobre 400 mg/l del Código Alimentario Argentino. Finalmente el modelo de perforación está a una profundidad de -30 mbbp (menos Arsénico) en un 12" de diámetro, El caudal a extraer es de 5 m3/hora. Las necesidades a cubrir son para un caudal 300 m3/día. El pozo funciona 12 horas y obtiene caudales de 60 m3/h por perforación. Análisis físico químico históricos 48851. Residuo salino 2.464mg/l; Alcalinidad 830mg/l; Cloruro 213mg/l; Sulfato 333mg/l; Fluor 1,3mg/l; Arsénico 0,12mg/l; Ph 7,5. Otro análisis físico químico 48852. Residuo 1.113mg/l; Alcalinidad 661mg/l; Cloruro 58mg/l; Sulfato 156mg/l; Fluor 0,8mg/l; Arsénico 0,12mg/l; Ph 7,7.

#### **64\*\*\*SANTA FE(Capital)**

Capital de la provincia. Por ruta nacional 11 hacia el sur, a la Capital Federal. (368.668 habitantes al 2001). A 31°37'46sur y 60°41'55oeste. Cota 20msnm.

*Estudio Preliminar sobre la situación y perspectivas agroindustriales de la provincia de Santa Fe. Volumen I.* Consejo Federal de Inversiones. Capítulo Aguas Subterráneas y Superficiales. Buenos Aires, 1978. Jorge C. Pflüger. Se definen las características de las calidades químicas de las aguas en cada Departamento que integra a la Provincia.

1)Departamento Belgrano: En general presenta aguas con mineralización y presencia de Sodio como elemento dominante. Por mezcla de agua de fondo muy salinizada se genera una mala calidad en el agua de explotación.

2)Departamento Caseros: Aguas con residuos minerales medios a altos, con Sodio y Potasio dominantes; se salinizan las perforaciones con la sobreexplotación. Mejora la calidad con un control en la explotación.

3)Departamento Castellanos: Sus aguas subterráneas presentan una concentración residual media a alta con valores entre 1.000 y 2.000 mg/l. Las aguas freáticas someras, tienen más iones carbonatos que las profundas. En general se recomienda no usar aguas para riego con valores superiores a 1.500 mg/l de residuos salinos.

4)Departamento Constitución: Ubicado al este de los mencionados precedentemente, los residuos totales oscilan entre 450 y 1.500 mg/l, demostrando mejor calidad en sus aguas subterráneas. En general la potabilidad aumenta hacia el este (eje Río Paraná). Una mejor calidad estaría debajo de capas freáticas eludiendo su contaminación orgánica antrópica. Son aguas buenas para su explotación y usos agropecuarios.

5)Departamento Garay: La zona oeste del departamento tiene aguas de tipo Sódico. La región hacia el este, tiene mejores calidades de agua con acuíferos posibles de ser explotados. Por último la zona que limita con el Río Paraná, incluye islas del lecho de inundación con aguas algo salinizadas. Promedio Residuos totales oscila en 600 mg/l.

6)Departamento General López: Siguiendo un ordenamiento de las capas acuíferas hacia el fondo de la cuenca se tiene: a) aguas con residuos de 700 mg/l; b) aguas bicarbonatadas-sódicas; c) aguas cloruro-sulfatadas-sódicas, que incluyen carbonato con alto contenido de magnesio y calcio. La región al norte y al sudoeste, son de mejor calidad por contener el acuífero salado una buena capa impermeable que impide la salinización hacia el nivel superior.

7)Departamento General Obligado: De oeste a este, se puede dividir en 4 zonas diferentes: a) aguas con dureza permanente; b) aguas carbonatadas sódicas; c) aguas saladas inferiores y 2 horizontes superiores. El primero es de calidad aceptable con pocos cloruros, sulfatos y bicarbonatos y el segundo es de baja concentración salina (700 mg/l) y d) zona de islas del Paraná posee acuíferos con agua del cauce y aguas del área de inundación. En líneas generales son aguas explotables con las limitaciones en las áreas de comunicación con el agua de fondo salada.

8)Departamento Iriondo: Tiene acuífero con aguas bicarbonatadas-sódicas que se salinizan con la sobreexplotación presentando elevadas concentraciones de sulfatos. La zona Oeste del departamento posee mala calidad de agua.

9)Departamento La Capital: El carácter cálcico de las aguas de esta área, determina bajas a medias concentraciones de residuos, con amplios límites de explotabilidad agropecuaria. La calidad del agua del río Paraná a la altura de la ciudad de Santa Fé(Capital) con algunos parámetros analizados, es la siguiente: Ph 7,8; Residuo salino a 105° es de 115mg/l; Dureza 55mg/l; Alcalinidad(bicarbonato) 28mg/l; Cloruro 5mg/l; Sulfato 33mg/l; Nitrato 1mg/l. Anuario exOSN, Direc. laboratorios. Buenos Aires, 1946.

10)Departamento Las Colonias: Se encuentra en el mismo, una zona central que topográficamente tiene forma de domo, donde las aguas son poco salinizadas. Al oeste en la zona de los bajos, las aguas en la parte superficial tienen alta concentración salina (3.000 mg/l), en las lomadas el residuo disminuye(1.700 mg/l). La zona denominada como “Valle del Paraná”, presenta aguas más sulfatadas y de mayor residuo salino. Toda la región oriental tiene aguas de calidad explotable para diferentes usos.

11)Departamento 9 de Julio: En general posee aguas salinizadas por mezcla del agua de fondo(salada) con capas libres superiores, siendo malas para una explotación integral.

12)Departamento Rosario: Sus aguas en los horizontes inferiores tiene una baja concentración salina (800 mg/l) y presentan, en algunos casos alcalinidad. Las aguas de fondo (saladas) no se mezclan por existir un buen aislamiento. Aguas de buena calidad para distintos usos.

13)Departamento San Cristóbal: El agua de fondo invade los horizontes superiores, salinizando las capas potenciales aptas, por falta de aislamiento entre ellas. Son aguas con muy elevada salinidad, superior a los 2.000 mg/l, existiendo además el problema generalizado del arsénico en las aguas de este departamento.

14)Departamento San Javier: En general son aguas cloruro-sulfatadas. Las capas inferiores son saladas y las superiores con aguas de percolación de mejor calidad, puesto que sus residuos son de solo 600 mg/l. No obstante la comunicación entre ambas capas elimina en grandes áreas la existencia de aguas con bajas concentraciones de Residuos Sólidos Totales. La zona oriental presenta mejores calidades para explotación.

15)Departamento San Jerónimo: Las aguas de los acuíferos de percolación son de buena calidad pudiéndose explotar. En la zona sudoeste las aguas se salinizan con la profundidad. Las aguas con sodio pertenecen a sedimentos salinizados(tipo loésico). En general son aguas buenas para distintos usos.

16)Departamento San Justo: Se observa un horizonte con aguas bicarbonatadas-calcicas, un segundo nivel igual al anterior pero con mayor concentración de cloruros y sulfatos y un tercero con aguas bicarbonatadas-cálcicas. Las aguas profundas son saladas, con 2.800 mg/l de residuo. Por tanto las aguas someras son explotables no así las profundas.

17)Departamento San Lorenzo: Aguas carbonatadas y bicarbonatadas sódicas. Los acuíferos se salinizan con la sobreexplotación, aumentando la concentración de sulfatos(aumento de aniones). No obstante la calidad es buena para su explotación.

18)Departamento San Martín: Al ejercer acción las aguas de fondo(saladas) contaminan a los niveles superiores, con aumento en sulfatos y cloruros. Las mejores zonas de explotación están limitadas a las áreas altas de domo.

19)Departamento Vera: La zona occidental es explotable en las áreas altas de la topografía. Como por ejemplo la situada a lo largo del arroyo Golondina y en zona de lomadas; la oriental se explota en zonas no limitadas por los sedimentos y no salinizadas. Al sur de la localidad de Vera(ruta nacional 11), la calidad del agua mejora en sus distintos niveles en relación a los puntos ubicados al norte de la misma. La variación de residuos totales es muy dispar. Por ejemplo en el distrito Intiyaco suman 13.378 mg/l y en Ogilvie, se determinaron 640 mg/l. La mejor zona de explotación es la ubicada al sudeste del departamento.

En resumen agrupando los departamentos por regiones, es posible sumar características afines a sus aguas, según se describe: Zona centro oriental: abarca los departamentos de San Justo, La Capital, Vera (este), Iriondo, General Obligado, San Jerónimo; son aguas de buena calidad en general, que están limitadas por la profundidad exclusivamente. Aguas para utilizarse en consumo humano, agrícola y ganadero.

Zona occidental: Departamentos Castellanos, San Martín, oeste de Vera, 9 de Julio, San Cristobal, oeste de Iriondo, Belgrano Zona sudoeste: Departamentos General López y Caseros. Calidades más comprometidas.

Zona nororiental: Departamentos de Garay y San Javier, en promedio se tiene aguas de buena calidad.

## **65\*\*SANTA LUCIA(Vera)**

Por ruta N11 de Santa Fé a Vera luego ruta N98, al norte 16km por camino secundario pasando por Cerritos. Con los antecedentes de pozos de la localidad de Vera se diseñan los parámetros de la perforación. A 29°16'43sur y 60°24'06oeste. Cota 57msnm. Población escasa, unos 130habitantes(2004). Debido a su naturaleza hidrogeológica incluyen la presencia de la Formación Paraná (agua salada), existen elevadas concentraciones de elementos químicos, que superan las normas de potabilidad como: Sólidos disueltos; Cloruro; Sulfato; Hierro total; Nitrato; Nitrito; Arsénico y Flúor; es necesario tratamientos por sistemas de tecnología adecuada. A pesar de que la ósmosis inversa reduce los elementos componentes del agua, se recomienda estudiar la causa que determina una elevada concentración de nitrato, en el punto de toma, distribución y planta de tratamiento. La hidrogeología revela a determinada profundidad, aguas contaminadas incluyendo al Arsénico y en aguas menos profundas, alta contaminación antrópica, además presente en épocas de sequía y de bajos niveles de agua, lo que se limita las capacidades a la captación.

Dada la información que incluye geología, descripción sedimentológica, ensayo de pozo, provisión actual y fuentes alternativas, los antecedentes hidrogeológicos de la localidad de Vera y Santa Lucía, esta con análisis físico/químicos negativos, demuestran la necesidad de corrección de calidades por medio de sistemas de ósmosis inversa u otra alternativa para cambio de la calidad de las aguas a consumir.

#### **66\*\*\*SANTO TOMÉ(Capital)**

Su acceso a esta localidad es por medio de la ruta N11 desde la ciudad capital de la provincia, Santa Fé. A 31°40'10sur y 60°46'19oeste. Cota 17msnm. La cantidad de habitantes según censo poblacional de 2001 es de 59.072 habitantes. La zona explotada esta en una franja considerada como muy favorable a la explotación, con concentraciones bajas a medias de residuos, según estudios del CFI, año 1979. Existe una batería de captación que en total suma unos 31 pozos de provisión de agua para la localidad a una profundidad de unos -35mbbp. Otros pozos están perforados a menor profundidad a unos 20/25mbbp. Los caudales son del orden de 50 m3/hora, aproximadamente con potencia de bomba de 20HP. Las aguas muestran según los elementos analizados parámetros normales.

#### **67\*\*\*SANTURCE((San Cristobal)**

Ruta P13, cercano a la ruta P39, con la localidad de San Cristobal a 14km al sur. A 30°11'14sur y 61°10'50oeste. Cota 70msnm. Cuenta con una población de 116 habitantes al año 2001. La hidrogeología define capas con aguas salinizadas, indicando la necesidad de instalar algún sistema para tratarla. La región de la cuenca que se encuentra comprendida la localidad, cuenta con capas sedimentarias conteniendo agua con características de baja permeabilidad, baja transmisibilidad, muy bajo almacenamiento y un perfil litológico donde domina limo arcilloso y limo, desde donde se captará con un caño filtro. Los caudales de extracción con dichos antecedentes, son bajos, del orden de 1 m3/hora. Los parámetros del acuífero son los siguientes:

Profundidad.:	-16mbbp.
(T)Transmisibilidad	37m2/día
(S)almacenamiento	5900 x 10-6(?)
(T)en recuperación	20m2/día

Litología.: limos y limos arcillosos.

Los análisis físico/químicos ratifican las calidades mencionadas. Dada las condiciones hidrogeológicas, que involucran calidades del recurso, es conveniente someter a un tratamiento para obtener aguas sanitariamente seguras que puedan ser consumidas por la población.. Recomienda caudales inferiores y 1m3/h. Dada la sensibilidad del acuífero a la salinización y para un mejor funcionamiento de una planta de tratamiento, corresponden caudales más bajos(500 l/hora). Las recomendaciones estan dirigidas al cuidado del vuelco del efluente de la planta de tratamiento a un cuerpo receptor y generar áreas de protección alrededor del campo de bombeo.

#### **68\*\*\*SARMIENTO(Las Colonias)**

Se accede por la ruta P10, 5km al sur de la ruta P62, pasando las localidades de Felicia e Ingeniero Boassi. A 102km de Santa Fe por ruta N19. A 31°03'30sur y 61°10'03oeste. Cota 64msnm.La localidad de Sarmiento cuenta con una población de 1.563 habitantes al año 2001. Se abastece por perforaciones ubicadas al sudoeste del égido urbano. Las calidades son a nivel de residuos totales normales, pero con altos valores en Nitrato y Arsénico. A mayor profundidad se perfora localizando aguas de mejor calidad pero con resultados adversos. Las calidades desmejoran aún en la profundidad del perfil geológico. En realidad la fuente a captar es la comprometida en la calidad, por encontrarse los pozos en una misma cuenca hidrogeológica con variaciones verticales de salinidad, con un aumento de dicha salinidad en profundidad. Se considera viable la alternativa que implica el uso de tecnología para tratar el agua de la fuente, porque los pozos de estudio y explotación dan calidades químicas comprometidas y fuera de las normas de agua potable.

#### **69\*\*\*SUNCHALES(Castellanos)**

Al norte de Rafaela, ruta N34. A 30°56'38sur y 61°32'48oeste. Cota 94msnm. Cuenta con una población de 18.757 habitantes según el censo del año 2001. Existe un sistema de tratamiento por Osmosis Inversa. La litología de esta parte de la cuenca es la siguiente. Se tiene una capa infrayacente de la formación Paraná, con arcillas y arenas de origen marino, conteniendo aguas muy salinizadas. Hacia arriba se encuentran las arenas de la formación Puelche, en esta región su parte superior limosa, presenta acuíferos explotables con restricciones.Pero sólo en la capa superior freática, recargada por precipitaciones por acción de infiltración, limitada a bolsones de agua de mejor calidad se encuentran disponibilidades y limitan al recurso.



Las calidades empeoran con la profundidad (aumento en Sulfatos, Cloruros y Carbonatos), donde se incrementan los caudales. Un sistema de represas (2) que recargan al acuífero freático, captado por 9 pozos de gran diámetro (6m x -15mbbp), no da resultado por la variabilidad de precipitaciones y cambios climáticos, sin recarga de agua y por calidades del agua. Con una provisión de 2.500m<sup>3</sup>/día a 400m<sup>3</sup>/d y luego por una provisión de agua importada por vehículos-cisterna desde Rafaela y Santa Fé. Finalmente vistas las alternativas de fuente, se instala y opera una planta de ósmosis inversa. El recurso proviene de un acuífero Puelche salado, con 4 pozos de -104mbbp y caudales de 39m<sup>3</sup>/h en 15HP, equidistanciados unos 400m entre ejes de pozos. La producción de la planta diaria del año 1995, es 1.800 m<sup>3</sup>. Campos de bombeo freáticos, definiéndose un área donde se perforan pozos a -19mbbp con bajos caudales de 4,5 m<sup>3</sup>/hora, para evitar la salinización en plazos cortos. También existen perforaciones profundas a -100 y -132mbbp, que aportan a una planta de ósmosis inversa. Se explotan igualmente pozos de gran diámetro y convencionales, a -22mbbp y -19mbbp, finalmente se entrega agua cruda de mezcla, con buena calidad. Análisis físico químico histórico OSN 51265. Residuo salino 3.968mg/l; Alcalinidad 748mg/l; Cloruro 680mg/l; Sulfato 1.310mg/l; Arsénico 2,8mg/l; Ph 7,8.

#### **70\*\*\*TARTAGAL(Vera)**

Por ruta N11 luego P3 hasta Intiyaco a 22 km hacia el este. A 28°40'23sur y 59°50'40oeste. Cota 60msnm. Cuenta con una población de 2.107 habitantes según el censo del año 2001. La provisión es por medio de una planta de tratamiento, con agua que proviene de un tajamar y 4 pozos. Las dos fuentes alternativas, generan una oferta mayor. La salinidad del subsuelo, en este sector de la provincia presenta características propias. Por lo que la calidad del agua, esta limitada por la llamada capa de agua salada de fondo. Por eso la explotación del nivel superior del acuífero debe ser desarrollada con cuidado durante su extracción. Ello comprende bajos caudales y explotaciones espaciadas en el tiempo. Se hace referencia a un ensayo de caudales a 4,2 m<sup>3</sup>/hora y finalmente se arriba a una explotación al acuífero con 5,0 m<sup>3</sup>/hora. El área de explotación pequeña, aproximadamente 0,5km<sup>2</sup>, es necesario destacar la sensibilidad del acuífero a los residuos salinos, con una explotación de iguales características en cada pozo. Por eso los análisis químicos fluctúan en 1255/1016/753 mg/l de Sólidos disueltos totales, según pozos, distantes pocos metros unos de otros. Análisis físico/químico OSN 54823. Agua de un Tajamar: Residuo salino 152mg/l; Alcalinidad 50mg/l; Cloruro 17mg/l; Sulfato 23mg/l; Flúor 1mg/l; Arsénico <0,04mg/l; Ph 7,2.

#### **71\*\*\*VILLA OCAMPO(Gral Obligado)**

Esta localidad se encuentra ubicada al noreste del territorio santafesino con límite en la provincia del Chaco, sobre la ruta N11 desde Santa Fé. A 28°29'17sur y 59°20'48oeste. Cota 54msnm. Cuenta con una población de 19.102 h(censo 2001). Esta cercana a la ruta N11 que la comunica hacia el sur con la ciudad capital de Santa Fé. Dentro del municipio de Villa Ocampo, se integran los barrios de Itatí; Bo Villa Adela; Bo Isleta Centro; Bo. EFA; Bo San Roque; Bo Las Mercedes y Bo Km 407. Con poblaciones que oscilan entre 120 y 410 habitantes. Sumando aproximadamente unos 1.200 habitantes. Se destaca la existencia de basurales, pozos negros y precariedad de tomas de agua, sus accesos a la fuente subterránea domina la primera napa de agua. La explotación en la localidad de Villa Ocampo se ejecuta desde una fuente subterránea por 13 perforaciones con un caudal máximo de 50m<sup>3</sup>/h y promedio de 40m<sup>3</sup>/h y profundidad promedio de -35mbbp. Los niveles estáticos oscilan entre -7mbbp y -10mbbp (en sequía). Los niveles dinámicos alrededor de -22mbbp(Cooperativa). La producción es de unos 2.200m<sup>3</sup>/día. La hidrogeología del lugar contempla una formación pampeana, con su parte alta con sedimentos limosos y limoarcillosos ocasionalmente arenas muy finas con espesores de 5 a 25m. Debajo una formación equivalente al Puelche con arenas finas a gruesas amarillentas y rojizas

a) **Villa Adela:** Cuenta con una población de 179 habitantes, esta ubicado a 5km al oeste de Villa Ocampo sobre ruta P32. Se perfora a -28mbbp, con una bomba de 5m<sup>3</sup>/h Hm 33m con una potencia de 2HP. El análisis físicoquímico a -21mbp da resultados fuera de norma(Sulfato, Dureza, Hierro y Conductividad) con Sulfato 2.600mg/l, Conductividad 5.600uS/cm y Dureza 1.182mg/l. Bacteriológicamente el agua es apta, sin niveles bacterianos.

b) **Las Mercedes:** A 9,5km al sur de Villa Ocampo, los habitantes suman 195. Se ejecutaría pozo a -28mbbp con bomba de 5m<sup>3</sup>/h, Hm 35 y 2 HP. La muestra de análisis físicoquímico esta tomada a -21mbbp. TSD 430 mg/l; Conductividad 870 uS/cm; Cloruro 23mg/l y Sulfato 50mg/l; Nitrato 0,50 mg/l; Fluor 0,23mg/l; Amonio 0,01mg/l; Hierro total 0,02mg/l; Ph 2,1; Manganeseo 0,013mg/l. Bacteriológicamente agua apta.

c) **Isleta Centro:** A 6km al este de Villa Ocampo, contiene actualmente 404 habitantes. Se perfora a -32mbbp con un caudal de extracción de 5m<sup>3</sup>/h.

Los datos de la calidad del agua esta tomado de un pozo a -32mbbp. Los analitos son: Cloruro 7mg/l; Sulfato 10mg/l; Nitrato 1,3mg/l; Fluor 0,19mg/l; Manganeseo 0,03mg/l; Conductividad 480 uS/cm; TSD 240mg/l; Ph 8,4. Tanto química como bacteriológica es un agua apta para consumo, según los parámetros analizados.

c) **Itati:** Ubicado a 8,5km al sudeste de Villa Ocampo. Cuenta con una población de 115 habitantes. Se perfora a -28mbbp con un caudal de extracción de 5m<sup>3</sup>/h, Hm 35m y 2 HP de potencia de bomba. Los análisis físicoquímicos son de un pozo de solo -12mbbp, Ph 7,2; TSD 280mg/l; Conductividad 560mg/l; Dureza total 338mg/l; Cloruro 7mg/l y Sulfato 56mg/l; Nitrato 1,5mg/l; Fluor 0,25mg/l; Hierro total 1,29mg/l(norma <0,2); Manganeseo 0,149mg/l(norma<0,1); Amonio 0,06mg/l. Contiene Hierro y Manganeseo fuera de los límites de las normas de agua.

d) **San Roque:** Localizado a 7,5km al sudeste de Villa Ocampo. Tiene 130 habitantes actualmente. Se perforará un pozo a -28mbbp con un caudal de 5m<sup>3</sup>/h, Hm 35m y 2 HP potencia. La calidad del agua se define con un pozo a -28mbbp. Ph 7,7; TSD 230mg/l; Conductividad 470 uS/cm; Dureza 263mg/l; Cloruro 3mg/l; Sulfato 19 mg/l; Fluor 0,34mg/l; Manganeseo 0,097mg/l; Nitrato 0,6mg/l; Amonio 0,03mg/l. Resulta un agua química como bacteriológicamente apta.

e) **Efa:** A 5km al sur de Villa Ocampo sobre ruta N11, cuenta con una población de 153 habitantes. Se perforará a -28mbbp con caudales de 5m<sup>3</sup>/h con una Hm 36mbbp y una potencia de 2HP. La calidad del agua se detecta con una perforación a -28mbbp localizada en la escuela agrícola al este de la ruta N11. El Ph es 7,0; TSD 220mg/l; Conductividad 450mg/l; Dureza 235mg/l; Cloruro 7mg/l y Sulfato 19mg/l; Hierro total 0,07mg/l; Nitrato 2mg/l; Fluor 0,1mg/l; Manganeseo 0,071mg/l. Tanto química como bacteriológicamente el agua es potable conforme a los parámetros analizados.

f) **Rural Km 407:** Ubicado a 5km al sur de la localidad de Villa Ocampo sobre ruta N11. Cuenta con una población de 167 habitantes. Se perforará un pozo a -28mbp.

Con un caudal de 35m<sup>3</sup>/h, una Hm de 36m y una potencia de 2HP. La muestra se extrae de un pozo a -17mbbp. Un Ph 7,2; STD 250mg/l; Conductividad 520uS/cm; Dureza 308mg/l; Cloruro 2,3mg/l; Sulfato 4 mg/l; Hierro total 0,06mg/l, Nitrato 1,6mg/l; Amonio 0,02mg/l; Manganeseo 0,03mg/l; Fluor 0,04mg/l. Agua apta consumo según parámetros analizados a dicha profundidad.

## **72\*\*\*VILLA TRINIDAD(San Cristóbal)**

Por cruce de rutas P39 y P23. A 15 km, al oeste de Arrufó. A 30°12'56sur y 61°52'24oeste. Cota 94msnm. Cuenta con una población de 2.945 habitantes al año 2001. Según análisis alternativo, las fuentes superficiales están muy distantes. Por lo tanto se estudia la posibilidad de la captación de agua subterránea en la zona. Pero las limitaciones que presenta el agua de la fuente subterránea, son evidentes en su calidad, que presenta elevada concentración de Cloruro, Sulfato y Arsénico. Las lentes de agua de buena calidad se salinizan rápidamente con un bombeo continuado, como el necesario para abastecer a grupos humanos. Como ejemplo de inestabilidad química, se tiene el bombeo de perforación que en 200 minutos de explotación, aumenta su salinidad un 43% (a los 40 minutos registra 3.400 mmhos/cm, a las 4 horas 4.870 mmhos/cm). Considerando caudales de explotación, con una recuperación incompleta con explotaciones de 10 m<sup>3</sup>/hora, se adoptan caudales menores como de 4,5 m/hora. Finalmente se adopta el uso de bombas con capacidad aún menor, como de 3m<sup>3</sup>/hora. Así se retarda el incremento de salinidad en el agua del pozo. Perforación de estudio,y análisis físicoquímicos, registra un resultado no apto para consumo. Como la única alternativa factible de explotación es la subterránea, con sus calidades comprometidas y sus caudales limitados con la litología, se establece la posibilidad de tratamientos con la tecnología correctiva más adecuada.

# SANTIAGO DEL ESTERO

Las regiones Hidrogeológicas que se corresponden son, al oeste y norte, la 8 Piedemonte Llanura Tucumano Santiagueña, la 7 hacia el oeste y sur Sierras Pampeanas y sus Valles, al este la 4, Llanura Chaco Pampeada árida. La 11 límite con Córdoba llanos Riojanos y Salinas asociadas.

## **1\*\*\*ARDILES(Banda)**

Esta localidad con 400 habitantes al año 2001, esta ubicada a unos 50km al noroeste de la ciudad capital.por ruta P8. A coordenadas 27°24'38sur y 64°29'59oeste. Cota 257msnm. Actualmente la población se abastece por una perforación ejecutada por la APRH, a una profundidad de -60mbbp y con 6" de diámetro de cañería. La conductividad es de 2.800 uS/cm; Residuos totales 1.817 mg/l; Cloruro 176mg/l; Sulfato 1.000 mg/l; Arsénico 0,025 mg/l y Flúor 1,57 mg/l.

## **2\*\*\* BANDERA(Belgrano)**

Al sudeste de la ciudad capital a unos 270km, por ruta N98 desde Añatuya. A 28°53'11sur y 62°16'03oeste. Cota 93msnm.Cuenta con una población de 5.335 habitantes al 2001. Se observa una planta potabilizadora con sistema compacto, con filtros rápidos de unos 30m3/h de capacidad cada uno. La fuente de provisión de agua es superficial a través del Canal Virgen del Valle que acerca agua desde el Río Salado. El agua cruda se almacena en dos reservorios a cielo abierto, excavado en terreno de 175 x 90 x 3,50 metros, cada unidad. El caudal actual que se potabiliza es de unos 60 m3/h, el caudal en la planta es de 40 m3/hora. Análisis físico/químico OSN 55423. En un pozo a primera napa. Residuos salinos 824mg/l; Alcalinidad 370mg/l; Cloruro 133mg/l; Sulfato 98mg/l; Fluor 0,4mg/l; Arsénico 0,04mg/l; Ph 7,5.

## **3\*\*\*CAPITAL(Capital)**

Ciudad capital de la provincia de Santiago del Estero. A 27°46'50sur y 64°15'41oeste. Cota 189msnm. Cuenta con una población de 230.614 habitantes al año 2001. La carta hidrogeológica de Santiago del Estero para área Capital y La Banda, muestra una estructura hidrogeológica dominante: cual es el abanico aluvial del río Dulce. Este abanico aluvial integrado por sedimentos con buena granulometría, para alojar acuíferos interesantes y de sedimentos finos como limos y arcillas menos permeables, conforman un acuífero múltiple, que a profundidades de -77mbbp, pueden llegar a tener buenos caudales. La recarga directa de este acuífero del cono aluvial es por medio del río Dulce. Las permeabilidades son mayores en zonas de recarga que en descarga, con los caudales en disminución en ese sentido. La ciudad, ubicada en proximidades de la zona de recarga, por lo que posibilidades potenciales y reales de captar excelentes caudales esta demostrado, a través de baterías de pozos desarrolladas para alimentar a poblaciones, como Santiago y La Banda. Los 50 l/s, producto de una interconexión integral, es el caudal de los pozos explotados. Por el conocimiento regional y sectorial es compatible caudales de esta magnitud. Los pozos para la región Capital aportan caudales de 150 m3/h y en casos hasta 200 m3/h a profundidades entre los -100/-150mbbp.

Los análisis químicos dan valores que oscilan entre una conductividad de 500 a 1.600 u/cm; residuos totales entre 400 y 1.300 mg/litro; Cloruro 140/180 mg/l; Sulfato entre 250 y 200 mg/l; Fluor 1 mg/l; Arsénico entre 0,008 y 0,03 mg/litro. Según documento de Alfredo Martín. Hidrogeología de la provincia de Santiago del Estero, 1999.

#### **4\*\*\*CHOYA(Choya)**

Ruta N9 desde la ciudad Capital, entre La Punta y Frías hacia el oeste de la provincia, límite con Catamarca, ruta N157. A 28°29'38sur y 64°51'27oeste. Cota 383msnm. Con una población de 1.056 habitantes según el censo de 2001. Cuenta con una perforación profunda, para alimentar un sistema de tratamiento de agua, tipo ósmosis inversa. Se construye un pozo a más de -100mbbp, con un agua de calidad Sulfatada Sódica, con 1.000mg/l de Sulfato y Residuo seco de 4.102 mg/l, con capacidades específicas de 1,5m3/h/m, hasta llegar a un caudal específico de 0,6m3/h/m. La perforación tiene una profundidad de -130mbbp. Considerase una protección sanitaria desde -30mbbp hasta la superficie del terreno. El análisis físico/químico de un pozo en la localidad de CHOYA, certifican la mala calidad del agua, con un Residuo seco 4.102 mg/l y conductividad específica de 6.420 uS/cm.

#### **5\*\*\*CORONEL MANUEL L. RICO(Alberdi)**

Su acceso es por la ruta P6, al nornordoste del departamento de Alberdi. Contiene 155 habitantes al año 2001. A 26°22'58sur y 61°48'40oeste. Cota 157msnm. El espesor del acuífero es de 9,40metros. La profundidas de la perforación es -59mbbp.Su caudal de ensayo 8 m3/h (arrastra arena). El caudal de explotación es de 5 m3/h. El caudal específico es de unos 1,15 m3/h/m. Es un pozo de gran diámetro con 1,80 metros. Niveles estáticos -47mbbp y dinámicos de 51,30mbbp. La transmisibidad es de 42 m2/d y el almacenamiento sin datos. La permeabilidad 4,5 m/d. La química considerando los Residuos totales es de 1574mg/l. Arsénico 0,12mg/l y Sulfato 415mg/l. Con 6 horas de estabilidad recupera el 100% sus niveles originales.

#### **6\*\*\*EL CERRITO(Ojo de Agua)**

Esta localidad esta ubicada de la ciudad capital, por la ruta nacional N9, hasta la localidad El 49, de allí 10 km al sur. A 29°08'17sur y 63°58'12oeste. Cota 213msnm. Cuenta con una comunidad reducida a unos 200 habitantes(2001). Actualmente la población se abastece por una perforación existente a 4 km al sur de El Cerrito, ejecutada a una profundidad de -60mbbp, con 6" de diámetro. El caudal específico de 1,5 m3/h/m y los caudales 30 m3/h. Conductividad uS/cm 2.730; Residuo total 1.770 mg/l; Sulfato 600 mg/l, Cloruro 368 mg/l; Arsénico 0,02 mg/l y Flúor 1,2 mg/l.

#### **7\*\*\*EL CHARCO(Jimenez)**

Se arriba por ruta P8, entre las localidades de Ardiles y Tacanas, a unos 110 km. de la ciudad capital. A 27°13'40sur y 64°42'01oeste. Cota 296msnm.

Tiene una población de 896 habitantes, según los datos del censo de 2001. Existe una perforación. Los parámetros del pozo son a saber:

Profundidad: -180mbbp

Diámetro pozo: 6"

Nivel estático: -1,5mbbp

Caudal específico.: 1,05 m3/h.m

Bombeo en horas. : 6,00hs/día

Depresión : 27m para un caudal de 28m3/h

Los análisis físico/químicos están dentro de los límites de potabilidad, por ejemplo el Residuo seco es de 816g/l.

Información de la perforación profunda n°2 a -280mbbp. Sus parámetros hidráulicos son, nivel estático -1,50mbbp; nivel dinámico.: -39,67mbbp; caudales: 40m3/h; depresión.: 38,17mbbp y Caudal específico: 1,047 m3/h/m. Los análisis físico/químico y bacteriológicos dan parámetros normales. El ensayo de bombeo de 24hs demuestra la estabilidad de los niveles a los 900 minutos del bombeo, con una recuperación a sus niveles de agua originales en unos 75 minutos.

#### **8\*\*\*EL OJITO(Pellegrini)**

El paraje, con pocos habitantes, ubicado al noroeste de la provincia. Por ruta N34 de Santiago del Estero. Entre Nueva Esperanza(ruta P4)y El Mojón(ruta P37). A coordenadas aproximadas 26°11'04sur y 64°18'11oeste. Cota 337msnm. Esta ubicado en la zona del cono aluvial del río Horcones. La fuente subterránea definida por una perforación, a saber: Profundidad pozo -77,50mbbp; Caudales. 12 m3/h  
Nivel estático -10,50mbbp; nivel dinámico -12 mbbp; depresiones 1,50 m  
Caudal específico: 8m3/h/metro. El tipo de acuíferos es confinado.  
La litología es una arena media a gruesa La 3ra. capa con 13 metros de potencia  
Química: Residuo Total: 1.172 mg/l y Fluor 2 mg/l, sobre 1,5 mg/l norma OMS.

#### **9\*\*\*GOBERNADOR PINTO(Aguirre)**

Esta ubicada esta localidad a 230 km al Sudeste de la ciudad Capital por ruta N34. Cuenta con una población al año 2001 de 3.605 habitantes. A 29°08'40sur y 62°39'27oeste. Cota 89msnm. La fuente que posee es de naturaleza superficial con un tratamiento por una planta modular de filtración rápida(40m3/h). Geomorfológicamente la región es una pampa deprimida de inundación estacional, dominada por el río Dulce. La cota de pendiente en este Departamento es 0,19‰ (cotas 96msnm/75msnm). La fuente de alimentación es el canal Mikilo, efluente del río Dulce. Esta agua se contiene en una represa de 40.000m3. La planta tratamiento con dos módulos filtrantes tiene entre 15 y 20 m3/h de capacidad de producción.

#### **10\*\*\*LA FORTUNA(Gimenez)**

Se arriba por la ruta N34, (noroeste de la provincia) hasta las cercanías de la localidad de El Bobadal(ruta P3), con 1369 habitantes. Coordenadas aproximadas 26°43'18sur y 64°26'35oeste. Cota 280msnm. El departamento Gimenez esta en una zona denominada distal de las Sierras Subandinas. Se trata de un pozo surgente perforado a una profundidad de -271mbbp. Con niveles de surgencia ositivo a +35,50msnterreno. La temperatura alcanza 40°C. El caudal es de 230 m3/hora. Con un índice de productividad o caudal específico de 8,40 m3/h/m. La transmisividad es de 283m2/d y el almacenamiento 1,6 x 10-6(alto confinamiento). Con cinco acuíferos, se capta desde los -266mbbp hasta -270mbbp. Se estaría explotando la Formación Chaco. El agua presentaría parámetros normales. No se adjunta protocolo de análisis, Residuos Salinos con base de 1.000 mg/litro.

#### **11\*\*\*LA REPRESA (Choya)**

Por ruta P24 y P91 entre las localidades de San Pedro y la Punta. Coordenadas 28°27'54sur y 64°51'58oeste. Cota 389msnm. La población es de 400 habitantes al 2001. Se recupera un pozo de agua, usado para ganadería. Presenta un diámetro de 1,30m hasta los -30 mbbp y luego sigue hasta el fondo -43mbbp con diámetro menor de 1,00m. Considerando como fuente de recurso hídrico en la zona, se lo rehabilita. Es una fuente básica a pesar del contenido salino, pues la población, se abastece también por vehículos-cisternas desde la ciudad Capital. Otro pozo de -32mbbp a cielo abierto tiene un contenido en Residuo salino de 809 mg/l; Conductividad de 1.264 uS/cm; Arsénico 0,010 mg/l; Sulfato 160 mg/l; Cloruro 71 mg/l y Flúor 1,20 mg/l. Existe también una perforación privada a -80mbbp con aguas provenientes de permeabilidad secundaria de metamorfitas que integran parte de las Sierras de Guazayán. Esta perforación está ubicada muy próxima a la localidad de La Represa. El caudal es 4m3/hora, con aguas de buena calidad, no se tiene protocolo físicoquímico verificable.

#### **12\*\*\*LOS BANEGAS (Jimenez)**

Esta localidad esta localizada en el distrito Chasicó del Departamento Jiménez, por ruta N34, desvío hacia dirección Este unos 11km; unos 72 km al norte de la ciudad capital de la provincia. Cuenta con una comunidad de 100 habitantes. A 27°08'46sur y 64°22'40oeste. Cota 266msnm. Actualmente la población se abastece por una perforación realizada por la Administración Provincial de Recursos Hídricos, a una profundidad de -60mbbp con 6"de diámetro. La zona del punto de vista hidrogeológico presenta aguas subterráneas con contenidos salinos.

### **13\*\*\*LOS CERCOS/(Pellegrini)**

Por ruta N34 desde la ciudad capital, luego ruta P176, tramo Agua Azul/San Ramón, al norte (consolidado) antes de La Quebrada. Al noroeste de la provincia. Coordenadas aproximadas son 26°28'23sur y 64°00'54oeste. Cota 247msnm. Lotes 1/30(ver www.catastro-se.gov.ar). La profundidad del pozo es de -113,50mbbp. Sus caudales 18 m3/hora. Nivel estático: -22 mbbp y nivel dinámico: -22,75 mbbp. Depresiones: -0,75mbbp. Caudales Específicos: 24 m3/h/m. Son acuíferos son confinados y ubicados a -72/-75mbbp; -91/100mbbp y -105/-111mbbp La química del agua esta comprometida con concentraciones de Fluor muy altas 20 mg/l.

### **14\*\*\*LOS NUÑEZ(Rio Hondo)**

La localidad de Los Nuñez esta ubicada al noroeste, a unos 40 km de la ciudad capital. En ruta paralela al río Dulce. Antes de la localidad La Aguada en cruce con la ruta N9. A 27°31'57sur y 64°31'44oeste. Cota 233msnm. Cuenta con 348 habitantes según el censo del año 2001. Se abastece de agua potable desde una perforación ubicada en el subálveo del río Dulce, en su margen derecha. Los parámetros hidráulicos del pozo somero son: Nivel estático -2,60mbbp; nivel dinámico -3,65mbbp, a una profundidad de -9,50mbbp, desde la superficie del terreno, con caudales de 22 m3/horarios. Se producen depresiones muy bajas, los caudales provienen del río Dulce a nivel subsuperficial, este es un río con agua permanente. La zona no presenta sobreexplotación en estos niveles acuíferos. Estimando 12 horas de bombeo, con ofertas hasta de 264 m3/día. Los análisis químicos indican aguas de buena calidad, con Residuos secos de 1.152 mg/l. Otro pozo cercano tiene su acuífero entre -3/-7mbbp y -8/-12mbbp. Profundidad total es de -13mbbp; Con un caudal de 3 m3/h. Niveles estáticos: -2,58mbbp y niveles dinámicos -2,72mbbp; depresiones:0,14m (capa I). Caudal específico: 20 m3/h/m. Química del agua: Sólo se tiene Residuos Sólidos 580 mg/l y Fluor: 0,80 mg/l.

### **15\*\*\*MARIA LUISA I (Banda)**

Próximo a la ciudad de la Banda. Al noreste a unos 4km de La Banda, contiguo al Canal Sud, cercano a ruta N34 y P5. A 27°43'04sur y 64°12'56oeste. Cota 188msnm. Existe una perforación a la capa freática de poca profundidad, posiblemente contaminada por la acción de pozos negros muy próximos a la misma. Perforación ejecutada hasta los- 90 mbbp, con un nivel estático a los -7mbbp. El análisis químico que se conoce, indica agua químicamente apta para consumo. Perforación construida por APRH de Santiago del Estero, con aforos mínimos de 8 m3/hora. Los análisis físico-químicos, definen agua apta para consumo humano.

### **16\*\*\*MARIA LUISA II (Banda)**

Próximo a la ciudad de la Banda. Al noreste a unos 4km de La Banda, contiguo al Canal Sud, cercano a ruta N34 y P5. A 27°43'04sur y 64°12'56oeste. Cota 188msnm. Se ubica una perforación en el predio de la citada población. El análisis físico/químico, define aguas aptas consumo humano. El análisis de la perforación a unos - 90mbbp, contiene datos de la profundidad a -90 mbbp; nivel estático: -9 mbbp y caudal aforado de 8 m3/hora. La electrobomba tiene una capacidad de 6,5m3/h con una altura manométrica de 50m (monofásica). El análisis define aguas químicamente aptas para consumo, con Residuos salinos de 755 mg/l. Los análisis y los parámetros hidráulicos son convergentes, para un uso de la perforación para consumo humano.

### **17\*\*\*NUEVA ESPERANZA(Pellegrini)**

Por ruta N34 desde Santiago del estero y ruta P4, al noroeste de la localidad de Las Delicias. A 26°12'04sur y 64°14'40oeste. Cota 321msnm. Cuenta con una población de 4.278 habitantes al censo de 2001. Profundidad del pozo: -117,50mbbp; Caudales: 13m3/h; Transmisividad es de 8m2/día; Niveles estáticos:-2,67 mbbp. Niveles dinámicos: -32,33 mbbp. Caudales específicos 0,345m3/h/m. Se trata de acuíferos confinados en una arena de grano medio(segunda capa).La recuperación en 247 minutos hasta un nivel de -6,43 mbbp. La depresión en 195 minutos llega a 36mbbp La química del agua muestra excesos en Sulfato 600 mg/l con un Residuo total de 1.370 mg/l

#### **18\*\*\*PARAJE QUEBRACHO (RioHondo)**

En el flanco sur de la ruta N9 que une la Ciudad Capital con las Termas de Río Hondo, pasando la localidad de La Puerta. A coordenadas aproximadas 27°35'50sur y 64°41'35oeste. Cota 319msnm(ver [www.catastro-se.gov.ar](http://www.catastro-se.gov.ar)). Población rural 131 habitantes(2001). Tiene aguas subterráneas de mala calidad. Por eso se adopta el único recurso disponible, que es almacenando agua de lluvia por medio de represas. Se adopta una, con capacidad de almacenamiento de 6.000 m3. Se aplica la fórmula básica de balance hídrico de  $P = Ess + I + Evt$ , con precipitaciones mínimas, escurrimientos infiltraciones y evapotranspiración. La valides del cálculo es a partir del cálculo de la precipitación eficaz.

#### **19\*\*\*POZO BETBEDER (Pellegrini)**

Por la ruta P176, entre Villa Mercedes y Rapelli, al noroeste de la provincia. Se puede acceder por la ruta N34 desde la Capital. Ubicada a 220 km de esta ciudad. A 26°24'25sur y 64°20'14oeste. Cota 323msnm. Contiene 562 habitantes al censo de 2001. Zona con elevadas concentraciones del ión Sulfato. Actualmente se consume ese tipo de agua. Tiene una población actual (2005) de 824 habitantes, con caudales de consumo 60 m3/día con un funcionamiento de la planta, unas 12 horas por día. Los análisis físico/químico del agua del pozo surgente, tiene una conductividad eléctrica de 1.690 uS/cm. Los Residuos salinos a 105° son 1.082 mg/l, Sulfato 600 mg/l., Arsénico 0,01 mg/l a bajos niveles.

#### **20\*\*\*POZO SALADO(Alberdi)**

Esta ubicado el paraje a 290 km. de la ciudad capital provincial. Desde Quimilí y Añatuya por ruta P6, luego ruta P17 a Pozo Salado. A coordenadas aproximadas 26°34'18sur y 62°29'07oeste. Cota 182msnm. La zona ubicada al noreste de la provincia, registra a nivel regional altas concentraciones salinas en sus aguas subterráneas. Los datos de perforaciones del sector son:

Profundidad	-142mbbp
Diámetro pozo	4”(pulgadas)
Nivel Estático	-66mbbp
Caudal Específico	1m3/h/m
Horas de bombeo	3 horas/día
Caudal de bombeo	3,81m3/hora
Depresión p/caudal	3,81m

Profundidad bomba = Nivel estático + Depresión + Ms(margen seguridad) = -79,81mbbp. El análisis físicoquímico, define una conductividad específica de 22.160uS/cm y un Residuo seco de 15.069mg/l. La concentración iónica de Cloruro y Sulfato es 10gr/l entre ambos y casi 5gr/l de Sodio (catión), muy elevada. Para ingesta animal, caprina y ovina el límite es de 10 gramos por litro de agua. Un ensayo de bombeo escalonado en el pozo, define caudales entre 1 y 5 m3/h. La recuperación con 12 hs de bombeo es del 99% a caudales de 5m3/hora. Se verifica la salinidad de las capas a explotar y la necesidad de utilizar un sistema de tratamiento del tipo de Osmosis Inversa o similar.

#### **21\*\*\*RAPELLI(Pellegrini)**

Esta localidad esta ubicada a 190 km al norte de la ciudad Capital de Santiago del Ester, por ruta N34. A coordenadas 26°23'27sur y 64°30'17oeste. Cota 402msnm. Contiene 1.201 habitantes al censo del año 2001. La fuente es subterránea y proviene de una perforación de antigua explotación, que presenta un déficit para brindar el abastecimiento. La perforación esta a -420mbbp con caudales de 30 m3/hora. Actualmente el caudal toma un valor inferior. La calidad, reconoce un agua apta para consumo humano. La conductividad en uS/cm 1170; Sólidos totales disueltos 740 mg/l; Sulfato 384 mg/l; Arsénico 0,008/0,01 mg/l; Cloruro 62 mg/l; Dureza total 160 mg/l; Alcalinidad total 133 mg/l y Flúor 0,90 mg/litro.

#### **22\*\*\*SAN FELIX(Jiménez)**

La localidad está ubicada por la ruta N34, en cercanías de Pozo Hondo (40km). Cuenta unos 200 habitantes (2008) de origen Africano. El etimología del nombre es por un rubio capitán de montoneras Félix Alderete quien se enamoró de Felipa Guerra una matrona negra. A coordenadas 26°47'54sur y 64°30'03oeste. Cota 286msnm.

Existe una fuente subterránea aflorada por una perforación a una profundidad de -120mbbp, con caudales de 7,5m<sup>3</sup>/h. Existen dos perforaciones: La primera (1969) con caudal 11,50m<sup>3</sup>/h, profundidad -74mbbp; nivel estático -1,80mbbp y nivel dinámico -27,60mbbp. Se rehabilitó en el año 1979, con un caudal de 18m<sup>3</sup>/h; nivel estático +0,80msbp(surgente); nivel dinámico :-22mbbp. Actualmente es semisurgente, por pérdidas de presión. La segunda perforación tiene más presión, por tanto es surgente, con caudales de 28m<sup>3</sup>/hora y surgencia natural. La profundidad de -229,80mbbp con nivel piezométrico positivo de +6,80msbp y temperaturas de +35°C. Ambos pozos dan agua con Sulfato el P1 = 680mg/l y el P2 = 900 mg/l, esta última agua no se destina a uso humano. Perfil hidrogeológico, determina niveles productivos a profundidades a saber: -72/-78mbbp; -84/-93mbbp y -97/-102mbbp. Estáticos a -3mbbp. Los análisis físico/químicos están dentro de los parámetros del agua potable, con un Residuo seco de 700 mg/l y una conductividad de 1.095 uS/cm. El agua a niveles más profundos es prácticamente apta para consumo humano. El resultado del análisis físico/químico, registró parámetros de potabilidad, con Sodio 212mg/l, Sulfato 298mg/l y Cloruro 133 mg/l. La perforación ejecutada en 12", entuba en 6", cementa hasta -105 mbbp, engrava desde -105mbbp.

#### **23\*\*\*SAN JUAN(Guasayán)**

Por la ruta P10, desde San Pedro (ruta N157), entre Medio Mundo y Villa Guasayán.

Existe una perforación profunda, para consumo de unos 700 pobladores, con problemas de hidroarsenicismo. A 27°25'24sur y 65°01'00oeste. Cota 394msnm. Se abastece la región con pozos someros freáticos con altos niveles en Arsénico, ocasionando problemas que produce dicha contaminación a largo plazo. Se menciona la existencia de antecedentes hidrogeológicos favorables para la localidad por medio de pozos profundos, que corresponden a una perforación cercana a -200mbbp, con niveles hasta -150mbbp. La abertura del filtro está entre -114mbbp y -144mbbp.

#### **24\*\*\*SAN JUAN(Ojo de Agua)**

Este paraje está ubicado a la vera de la ruta N9 que conduce hacia el norte a la Capital de la Provincia: Contiene unos 200 habitantes. A coordenadas 29°17'44sur y 63°50'00oeste. Cota 370msnm. El recurso subterráneo está condicionado a la zona serrana de Sumampa y Ambargasta. Los valores promedios de caudales son de 4 m<sup>3</sup>/h. La profundidad del basamento hidrogeológico está condicionada por las sierras. Dando menores potencia para potenciales almacenamientos de agua. La sierra de Ambargasta está a solo 30km hacia el sur. En zona serrana la capa freática está en promedio a -12mbbp. Al norte y este a mayor profundidad. En Sol de Julio, la depresión del basamento aumenta considerablemente generando otros acuíferos.

#### **25\*\*\*SOL DE JULIO(Ojo de Agua)**

Por la ruta P15, cruce con la ruta P10 desde Villa María(Córdoba), entre las localidades de Báez al oeste y Coronel Fernandez hacia el este. Cuenta una población de 1.799 habitantes, con el censo de 2001. A coordenadas 29°33'54sur y 63°27'35oeste. Cota 216msnm. Un pozo registra una profundidad de -440mbbp, con los siguientes parámetros: Caudales de 3,30 m<sup>3</sup>/hora con una transmisibilidad de 51 m<sup>2</sup>/día; Niveles estáticos: -110,37mbbp; Niveles dinámicos: -112mbbp y depresiones: -1,63 mbbp; Caudal Específico: 2m<sup>3</sup>/h/m; Son acuíferos confinados. Radio de interferencia (Ri): 200 m (teórico); Ensayos de depresión :1.200 minutos y recuperación en 120 minutos un 99% su nivel estático; Química del agua: Residuo seco 1.100mg/l; Cloruro 727 mg/l y Sulfato: 690 mg/l.

#### **26\*\*\*SUMAMPA(Quebrachos)**

Cruce de rutas P1 y P13, cercana a la localidad de Villa Ojo de Agua (ruta N9).

Población es de 4.812 habitantes según datos de 2001. A coordenadas 29°23'03sur y 63°28'14oeste. Cota 243msnm. Existe una planta de Osmosis inversa, con capacidad de 2.000 l/h, para proveer de agua potable. La zona ubicada al sudeste de la provincia, registra a nivel regional aguas con altas concentraciones salinas en Sulfato, Cloruro y elevada concentraciones de Sodio. Con un Residuo seco de casi 5 g/l.



Los datos de la perforación son: Profundidad: -120mbbp; Diámetro pozo 120"; Nivel Estático: -12mbbp; Caudal Específico: 25m<sup>3</sup>/hxm; Horas de bombeo: 18h/d; Caudal de bombeo: 4m<sup>3</sup>/h; Depresión caudal Bomba: 0,16m ; Profundidad bomba Hgeométrica = Nivel estático + Depresión + Ms(margen seguridad) = -79,81mbbp.

El análisis físico químico, con conductividades de 6.700uS/cm, Residuo seco de 4.556mg/l. La concentración aniónica de Cloruro y Sulfato de 2.500mg/l entre ambos y casi 1.300mg/l de Sodio(catión), valor elevado. Análisis físico químico OSN 56219 de pozo a Balde Residuo salino 5.920mg/l; Cloruro 2.020mg/l; Sulfato 1.121mg/l; Arsénico 0,04 mg/l.

#### **27\*\*\*TABOADA(San Martín)**

Esta en el cruce de rutas N34 y N89, entre las localidades de Fernandez y Garza. Ubicada a unos 78 km de la ciudad capital de la provincia. Respecto a la población según datos del censo de 2001, se tienen 1.129 habitantes. A coordenadas 28°00'37sur y 63°44'49oeste. Cota 142msnm. El canal Garza-Lugones tiene su origen en el río Dulce, por este canal se lleva agua a la localidad de Taboada con caudales de unos 2,5 m<sup>3</sup>/segundo. El gasto de la población es 120 m<sup>3</sup>/día, para lo cual se debe bombear unas 10 horas al día. Los análisis físico/químicos están dentro de los parámetros.

#### **28\*\*\*TORO POZO(Jiménez)**

Es un paraje. Se puede llegar desde La Banda por la ruta P5 hasta la localidad de San Pablo, luego a Socco, San Ramón hasta finalmente Toro Pozo. A coordenadas 27°12'30sur y 63°49'47oeste. Cota 164msnm. Existe una perforación de explotación. Se sobreexplota al mismo con unos 18m<sup>3</sup>/hora, sobre un caudal normal cercano a 9m<sup>3</sup>/hora. La perforación llega a los -250 mbbp, es surgente en sus orígenes y actualmente por sobreexplotación y otros problemas, tiene pérdida de presión y de arrastre de sólidos. Los análisis físico/químicos están dentro de parámetros normales.

#### **29\*\*\*VILLA GIMÉNEZ(Río Hondo)**

Desvío desde la ruta N9. Entre las localidades de Los Nuñez y Los Quiroga, próximo al río Dulce(margen derecha). Tiene una población de 403 habitantes al año 2001. A coordenadas 27°33'02sur y 64°30'36oeste. Cota 230msnm. La fuente subterránea se define por un pozo convencional, ubicado en el subálveo del Río Dulce. Es un acuífero tipo freático formado por arenas gruesas y gravas con una permeabilidad del orden de los 100m/día. Profundidad perforación -10mbbp en un diámetro de 6 ". Caudal de la bomba 3,5 m<sup>3</sup>/h. Caudal específico 10,3 m<sup>3</sup>/h/m. Nivel estático - 2,18mbbp. Nivel dinámico -2,51mbbp. La base del perfil es un piso de edad geológica miocénica, arcilloso.

#### **30\*\*\*VILLA NUEVA(San Martín)**

Entre las localidades de Brea Pozo y Perchil Bajo, rutas P18 y P164. Desviar en Brea Pozo. Con 287 habitantes al año 2001. A coordenadas 28°14'53sur y 64°02'53oeste. Cota 144msnm. Se utilizan aguas de precipitaciones pluviales, pero se analizan todas las posibles alternativas existentes y escasas. El pozo para captar agua salada servirá como agua de limpieza y arrastre sanitario. Aprovechando posibilidades obtener y explotar agua del subsuelo, ver su grado de salinización es función para poder o no aplicar planta de Ósmosis Inversa y tipo y potencia de equipo; esta instrumentación tecnológica como alternativa, será para mejorar la calidad de las aguas a futuro para un consumo.

#### **31\*\*\* VILLA UNIÓN(Mitre)**

Por ruta N34 desde la ciudad capital, luego por ruta 152 en Malbrán hasta la Villa. A coordenadas 29°24'48sur y 62°47'12oeste. Cota 85msnm. Con una población de 483 habitantes al año 2001. Se tiene un pozo de gran diámetro a -14mbbp y una perforación de 6" a -100mbbp, para alimentar una planta de ósmosis inversa. Una planta de agua de naturaleza pluvial, en represa y un pozo de gran diámetro, como alternativas de uso. Los perfiles son de una localidad, la más cercana, como lo es Villa Unión; se alumbra aguas muy salinas en el pozo, con ello corresponde evaluar sus características específicas para una planta de ósmosis inversa. Un pozo de gran diámetro es conveniente profundizarlo para aumentar su capacidad de reserva y rendimiento.

**32\*\*\*VILMER(Robles)**

Sobre ruta P34 al sudeste y próxima a la ciudad de La Banda, lindante con la ciudad capital. Con una población de 784 habitantes al año 2001. A coordenadas 27°47'08sur y 64°09'02oeste. Cota 179msnm. Cuenta con una perforación a una profundidad de -32mbbp. El espesor del acuífero, es de 5,60m de potencia. Los caudales de 30 m<sup>3</sup>/h y el caudal específico de producción de 5,45m<sup>3</sup>/h/m. Los niveles estáticos -3,33mbbp y dinámicos -8,72mbbp. La transmisibilidad es de 152m<sup>2</sup>/día. En 330 minutos, recupera el nivel estático original. Verificar que es agua apta por análisis físico/químicos.

# TIERRA DEL FUEGO

Regiones Hidrogeológicas en la provincia corresponde al oeste, la 12 Cordillera Patagónica y sus Valles y la 13 al este Patagonia Exrandina.

## **1\*\*\*SAN SEBASTIAN(Río Grande)**

Se llega por la ruta N3 desde Río Grande desde el sur (unos 130km) y ruta P1, hasta este caserío. Coordenadas geográficas 57°17'58sur y 68°27'30oeste. Cota 12msnm. La población según datos es de unos 100 habitantes(2006). Se trata de explotar en la zona un área definida por un cañadón. Allí se perfora hasta -50mbbp. Encontrándose un acuífero freático a -3mbbp hacia -0,80mbbp, según el sector. Luego se sigue hacia abajo un acuífero confinado con presión, con un nivel estático positivo a +1msnterreno. Los caudales de ensayo son de 8 m3/hora. La depresión en un ensayo de 24 horas suma 19 metros, hasta los -18mbbp. El caudal característico, llamado también índice de productividad, es de 0,44m3/h/m.

## **2\*\*\*TOLHUIN(Río Grande)**

Se accede por ruta nacional 3, cercana a la Hostería Kaiken. Desde Río Grande o desde el sur por ruta N3, de la ciudad de Ushuaia. A una latitud de 54°30'32Sur y longitud 67°11'29oeste. A una cota de 117msnm. Con una población de 1.382 habitantes censo de 2001 y 697 habitantes en 1991. La fuente es subterránea, existiendo en la actualidad tres pozos en explotación, en las cercanías del lago Fagnano a una cota a -+93m respecto al espejo de este lago. La captación es desde una profundidad de -80 mbbp y la profundidad total es de -100mbbp.

La información suministrada por José Barbagallo que analizó la hidrogeología en la región. Los pozos tienen un caudal de 16 m3/hora y un caudal específico de 4,2 m3/h/m. Niveles estáticos de -26mbbp y dinámicos de -31mbbp. Una transmisibilidad de 43 m2/día y una permeabilidad de 1,1 m/día en los acuíferos. En el ensayo realizado de 1.000 minutos deprime 5 metros, con el caudal mencionado más arriba, del acuífero. En cuanto a la litología atravesada se trata de arenas limosas de origen glaciario. La calidad físico-química y bacteriológica define al agua de la fuente como potable. Algunos parámetros hidráulicos indican un acuífero regular, probablemente confinado. Buenos caudales específicos, la permeabilidad y transmisibilidad es baja. Finalmente los caudales comparativamente son bajos, 15 m3/hora por pozo en producción con una interferencia a 441 metros del pozo de bombeo. Actualmente se reemplaza la captación subterránea por recurso superficial vía acueducto, desde el lago Fagnano por acueducto y planta.

## **3\*\*\*USHUAIA(Ushuaia)**

Capital de la Provincia de Tierra Fuego. Se accede desde el norte del país por la ruta N3.

A coordenadas 54°48'13sur y 68°18'22oeste. Cota 54msnm. Con 45.430 habitantes según el censo nacional del año 2001. Al año 1991 contenía 29.270 habitantes. La fuente es superficial conformada por arroyos y chorrillos; coexisten tres plantas de tratamiento de agua que abastecen a la ciudad y producen unos 9.500.000 m3 al año, con lo cual se cubre una demanda cercana al 100%. Ellas son la del Arroyo Oeste, La de Buena esperanza y la del Arroyo Grande. En período invernal el caudal de los afluentes (arroyos y chorrillos) disminuye mucho. Los análisis de agua, bacteriológicos como físico/químicos son óptimos, pero se destaca la baja salinidad del agua con solo 95, 104 y 106 mg/l, según análisis de Residuos Sólidos Totales. Los análisis físico/químicos OSN 35160, del Chorrillo Oeste contiene: Residuos totales 23mg/litro; Alcalinidad 18mg/l; Cloruro 2mg/l; Sulfato vestigios y Ph 6,7, ligeramente ácido. Análisis físico químico histórico OSN35161 del Chorrillo Este. Residuo total 28mg/litro; Alcalinidad 22mg/l; cloruro 5mg/l; Sulfato vestigios y Ph 6,9, casi neutro, debajo de 7.

# TUCUMAN

Las regiones Hidrogeológicas en la provincia son dos. La región 11 hacia el oeste, Llanos Riojanos y Salinas asociadas y la región 8 hacia el este, Piedemonte y Llanura Tucumano Santiagueña.

## 1\*\*\*AGUILARES(Río Chico)

Desde San Miguel de Tucumán por ruta N38, entre las localidades de Alto Verde y Juan B.Alberdi. A 27°25'59sur y 65°37'15oeste. Cota 375msnm. .Con una población de 32.494 habitantes según censo del año 2001. Los datos corresponden a una perforación ubicada en una zona alejada del centro de la ciudad. La misma tiene una profundidad de -160mbbp y rinde caudales entre 30 y 60 m3/h. El perfil geofísico define acuíferos entre los -50mbbp y -75mbbp y entre- 95/-98mbbp y -105mbbp. Análisis físico/químico exOSN 54561. Pozo semisurgente, con Residuo salino 215mg/l; Alcalinidad 124mg/l; Cloruro 3mg/l; Sulfato 14mg/l; Fluor 0,5mg/l Arsénico 0,04mg/l; Ph 8,5. Análisis físico/químico OSN 54560. Pozo semisurgente. Residuo salino 264mg/l; Alcalinidad 200mg/l; Cloruro 3mg/l; Sulfato 4mg/l; Fluor 1mg/l; Arsénico vestigios; Ph 7,8.

## 2\*\*\*AGUILARES II(Río Chico)

Desde San Miguel de Tucumán por la ruta N38, entre las localidades de Alto Verde y Juan B.Alberdi. A 27°25'59sur y 65°37'15oeste. Cota 375msnm Tiene una población de 32.494 habitantes (2001). Se ejecuta una perforación a -200 mbbp, con caudales de salida de 100m3/h y una altura manométrica de 90mca, con 50HP de potencia de bomba, en la zona de Villa Obrera, en esta localidad de Aguilares. Como antecedente principal, se tiene un perfil de la perforación n°16, (Hogar de Ancianos). Se trata de un pozo entubado hasta -198mbbp, con 6 caños filtros, a profundidades diferenciales a saber:

- |    |                |                                  |
|----|----------------|----------------------------------|
| a) | 66,00//70,00   | arena con grava cuarzosa.        |
| b) | 135,00//139,00 | arena con grava cuarzosa.        |
| c) | 154,00//157,00 | arena gr. a mediana cuarzosa.    |
| d) | 166,00//169,00 | arena mediana cuarzosa.          |
| e) | 177,00//180,00 | arena gruesa a mediana cuarzosa. |
| f) | 190,00//194,00 | arena gruesa.                    |

Los parámetros del acuífero son: Nivel estático -7,40mbbp; nivel dinámico -26,25mbbp; depresión -18,85mbbp. Se realiza un bombeo a caudal variable a 50m3/h y 120 m3/hora.

Se pasa de una depresión de 2,0m a 9,50m. El nivel dinámico desciende de -9,40mbbp(50m3/h) a -16,90mbbp(120m3/h). La duración del ensayo es de 120 minutos.

Otro ensayo a caudal constante con 200m3/h, genera una depresión de 18,85m, consecuentemente el nivel dinámico desciende hasta los -26,25mbbp. Los caudales específicos son de 10,61 m3/h/m.

Finalmente con otro ensayo prolongado de 48 horas (2.880m), se ingresa a un régimen de equilibrio en el pozo. La recuperación en un minuto es de un 85% y en dos horas del 100%. Con un caudal de 200m3/hora la transmisibilidad es de 3.378m2/día. Los acuíferos se definen desde los -135mbbp, la sumatoria de ellos refuerza naturalmente al caudal de salida. Los análisis físico/químicos de calidad, permiten definir aguas aptas, dentro de límites permisibles. Son aguas de baja conductividad (312 uS/cm). Los demás parámetros están debajo del límite pero con calidad apta. Usando una electrobomba de 100m3/hora, permite realizar una explotación más sustentable en el tiempo. Análisis físico/químico OSN 54561, en pozo semisurgente. Residuo 215mg/l; Alcalinidad 124mg/l; Cloruro 3mg/l; Sulfato 14mg/l; Fluor 0,5mg/l; Arsénico 0,04 mg/l; Ph 8,5.

Otro análisis físico/químico exOSN 54560 en pozo semisurgente. Residuo 264mg/l; Alcalinidad 200mg/l; Cloruro 3mg/l; Sulfato 4mg/l; Fluor 0,1mg/l; Arsénico vestigios; Ph 7,8.

## 3\*\*\*ALDERETES(Cruz Alta)

A unos 10 km al Este de la ciudad de San Miguel Tucumán. Próximo ruta P304. A 26°49'05sur y 65°08'01oeste. Cota 453msnm. Tiene una población de 38.466 habitantes registrada al 2001. Al el censo de 1991 contenía 24.528 habitantes.

Las perforaciones indican, buena producción de sus acuíferos, sus niveles llegan al estado de equilibrio del sistema y los caudales específicos son altos. Como parámetros hidráulicos, se registran transmisibilidades del orden de 707 y 1.153 m<sup>2</sup>/d y hasta los 3.040m<sup>2</sup>/día. Una perforación en la localidad con registros hidrogeológicos, indican una profundidad de -220,00mbbp, con 7 filtros ubicados a : -60/-66mbbp; -95/-98mbbp; -101/-104mbbp; -111/-114mbbp; -147/-150mbbp; -191/-194mbbp y -213/-216mbbp.

Los análisis físico/químicos, están dentro de los límites de potabilidad. Los Sólidos totales disueltos están dentro de las normas. Los parámetros de nivel son: Nivel estático -41,22mbbp; nivel dinámico -49,63mbbp; depresión.: 8,41mbbp; caudales de 100 m<sup>3</sup>/h; caudal específico 11,90m<sup>3</sup>/h/m y transmisibilidad: 675m<sup>2</sup>/día. Si se considera la totalidad de las capas productivas en este perfil, aumenta consecuentemente la longitud filtrante. El espesor de las capas se verifica por un perfilaje eléctrico(Potencial espontáneo; Normal Corta/Larga; Resistividad) a lo largo del pozo o parcialmente en la zona de interés. Se usa un perfilaje integral, que contiene todos los sensores que definen estas curvas en pantalla y papel. Análisis físico/químico histórico, OSN 55410. Pozo SemiSurgente. Residuos salinos 888mg/litro; Alcalinidad 206mg/l; Cloruro 210mg/l; Sulfato 187mg/l; Fluor 0,3mg/l; Arsénico 0,04mg/l y Ph 7,7.

#### **4\*\*\*CAPITAL(Capital)**

Ciudad capital de la provincia. Ruta nacional N9 desde la ciudad de Buenos Aires. A 26°48'10sur y 65°14'02oeste. Cota 475msnm. Cuenta con una población de 527.607 habitantes al año 2001.

Existe una perforación en la zona de Costanera Norte. La ejecución de un pozo de 80 m<sup>3</sup>/hora de caudal a una profundidad de -200mbbp, para cubrir la demanda. El ensayo de bombeo de la perforación muestra la capacidad del acuífero con un caudal de 54m<sup>3</sup>/hora, la depresión 10 metros lineales en la columna de agua del pozo. La recuperación es rápida y prácticamente del 100%. El caudal característico es de 5m<sup>3</sup>/h/m. La transmisibilidad es 289 m<sup>2</sup>/día. La físico/química del agua muestra una calidad físico/química apta, con una conductividad de 936 uS/cm y un Residuo Salino Total de 745 mg/l.

#### **5\*\*\*CHUSCHA(Dto Trancas)**

Ruta N9, desde S.M.Tucumán luego ruta P312 a la altura de Choromoro a 17km hacia el oeste. Coordenadas 26°23'20sur y 65°25'31oeste. Cota 979msnm.

Población de unos 900habitantes(2001). Se abastece de agua potable por medio de la captación superficial de agua cruda desde un canal derivador que sale del dique nivelador en el río Choromoro, cuenca río Salí-Dulce. Caudales(5km oeste de Chuscha), mínimo medio diario(1948/1951)son 0,17m<sup>3</sup>/s y módulo 1,79m<sup>3</sup>/s. Estadística Hidrológica Argentina. La calidad del agua es buena pero con una alta turbiedad. El agua subterránea del departamento Trancas tiene una conductividad promedio de 800 µmhos/cm.

#### **6\*\*\*CIUDAD I (Capital)**

Ciudad capital de la provincia. Desde Buenos Aires ruta N9. A 26°48'10sur y 65°14'02oeste. Cota 475msnm. Con una población al 2001 (censo) de 527.607 habitantes, el censo de 1991 contenía 473.271 habitantes. El estudio geofísico (geoelectrico) ayuda a definir la perforación hasta los -120 mbbp; mejores acuíferos se muestran en el intervalo entre -31mbbp y -75mbbp. Los caudales son del orden de los 50/60 m<sup>3</sup>/hora en estos niveles. Perfiles del pozo p75 indican niveles estáticos -0,30mbbp; niveles dinámicos -14,30mbbp; caudales 51,4 m<sup>3</sup>/hora. Con una profundidad de -100mbbp, contiene 4 napas productoras en el perfil hidrológico.

La ficha técnica de otra perforación registra los siguientes datos: Niveles estáticos -17,44mbbp; niveles dinámicos -84,42mbbp; depresiones 66,98mbbp; caudales:180m<sup>3</sup>/h; caudales específicos: 2,69m<sup>3</sup>/h/m. Las capas, son dos productoras y están entre -100 mbbp y -160mbbp, en una litología de arena media a gruesa. Se realiza un ensayo de bombeo de 24 horas, con una recuperación parcial.

#### **7\*\*\*CIUDAD II(Capital)**

San Miguel, ciudad capital de la provincia. Desde BuenosAires ruta N9. A 26°50'33sur y 65°14'00oeste. Cota 435msnm. Con población al 2001(censo) de 527.607 habitantes, con el censo del año 1991 contenía 473.271 habitantes. La perforación está localizada a una profundidad de unos -160mbbp, con caudales de salida de 100m<sup>3</sup>/h, con una altura manométrica de 90mca, en un barrio JBA, al sur de la ciudad de San Miguel de Tucumán. La hidrogeología desde sus parámetros cualicuantitativos son: Perfil hidrogeológico a una profundidad de -150mbbp; nivel estático -15,97mbbp; niveles dinámicos de -19,54mbbp; -22,20mbbp y -34mbbp. Caudales escalonados: 82; 156 y 285m<sup>3</sup>/h y caudales específicos 22,97; 25,36 y 15,81m<sup>3</sup>/h/m, respectivamente.

Los registros geoelectricos con potencial espontaneo y resistividad, determinan espesores productivos favorables. Los ensayos de bombeo dan transmisibilidades buenas, para caudales=  $Q = 82\text{m}^3/\text{h}$   $Q = 158\text{m}^3/\text{h}$  y  $Q = 285\text{m}^3/\text{h}$ , en ensayos variables de bombeo, hasta 48 horas, según Jacob y con parámetros físico/químicos de calidad normales.

#### **8\*\*\*COLALAO DEL VALLE (Tafi del Valle)**

Por la ruta N40. Desde San Miguel de Tucumán por rutas P344 y P307 al norte, antes de Cafayate(Salta), área río Santa María. A  $26^{\circ}21'42\text{sur}$  y  $65^{\circ}57'20\text{oeste}$ . Cota 1703msnm.

Población de 1.835 habitantes al 2001, con 1.588 en 1991. Se abastece desde una captación superficial del Río Managua, con gran arrastre de sólidos en suspensión. También se capta agua subterránea por medio de una perforación ubicada en la escuela n°32. Esta oferta resulta insuficiente. Los datos de aforos del pozo y otros parámetros hidráulicos que se detallan son un nivel estático-20mbbp; nivel dinámico de -25,27mbbp y caudales de  $28\text{m}^3/\text{h}$ ; la profundidad es de -118mbbp, con 3 filtros entre -82mbbp y -85mbbp; -86,50mbbp y -88,50mbbp y -105mbbp y -115mbbp. Esta fuente subterránea presenta aguas muy duras. La fuente superficial, contiene una elevada turbidez que incluye barros. La fuente actual superficial, desde un canal matriz de riego. Captando aguas del río Managua, por medio de una toma libre desde la margen izquierda del curso. Los problemas de turbiedad en verano con un mayor caudal, desarrollan el proyecto de captar agua desde un ojo de agua o manantial, ubicado a unos 8km aguas arriba de la población. Se define un dren filtro en acero inoxidable con un diámetro de 10", para una captación desde el manantial. Este dren capta unos  $16,85\text{l/s}$ ( $61\text{m}^3/\text{h}$ ), para un consumo promedio diario de 995 m3 con más habitantes. Los análisis físico químico exOSN 5770 del Arroyo Managua indican un Residuo salino de 135mg/litro; Alcalinidad 98mg/l; Cloruro 5mg/l; Sulfato 14mg/l; Fluor 0,3mg/l; Arsénico <0,04mg/l y Ph 8,3.

#### **9\*\*\*CONCEPCIÓN(Chicligasta)**

A la ciudad de Concepción, se accede por ruta P38, al ssudoeste de San Miguel de Tucumán. A coordenadas  $27^{\circ}21'04\text{sur}$  y  $65^{\circ}35'58\text{oeste}$ . Cota 377msnm. Tiene una población de 47.963 habitantes al 2001 y 40.472 en 1991. Cuenta como fuentes de agua a perforaciones hasta una profundidad de-170mbbp, con caudales entre 80 y  $100\text{m}^3/\text{h}$ . Los pozos de Concepción, tienen caudales de 150/60/80/35/70/70/80/80/150m3/hora cada uno. Los perfiles de pozos analizados muestran hasta 6 acuíferos en la corrida del electropofilaje. Como caso tipo el pozo n°3(año 1949), acuífero I (-44,16/-52,14mbbp); II (-63,25/-66,31mbbp); III (-94,20/-98,60mbbp); IV (-112,44/-115,45mbbp); V (-122,11/-124,14mbbp); VI (-142,16/-145,18mbbp). Con una transmisividad de  $101\text{m}^2/\text{d}$  con caudales de  $72\text{m}^3/\text{hora}$ . Analizando datos de pozos de la ciudad, se extrae lo siguiente: Valores medios: Profundidad -113,43mbbp; caudales  $80,90\text{m}^3/\text{h}$ ; caudal específico  $05,73\text{ m}^3/\text{hm}$  y nivel dinámico -24,85mbbp. El pozo de  $100\text{m}^3/\text{h}$ , responde, sin alterar el régimen de explotación, a un régimen sustentable. Para el pozo ensayado a un caudal de  $120\text{m}^3/\text{h}$ , en 230 minutos recupera niveles en un 84%, con una transmisibilidad del orden de  $527\text{ m}^2/\text{día}$ . Los análisis físico/químico con respuestas de parámetros normales para agua de bebida.

#### **10\*\*\*EL CORRALITO(La Cocha)**

Ruta P308, a 110 km de la ciudad Capital(ruta N38), en las cercanías del río y la localidad de Marapa antes del dique Escaba, cuyo volumen de embalse es  $114\text{Hm}^3$ . El Corralito es un paraje también cercano a J.B.Alberdi ( $17.263\text{h}$  en 2001). Coordenadas  $27^{\circ}37'09\text{sur}$  y  $65^{\circ}43'59\text{oeste}$ . Cota 474msnm. El abastecimiento es por medio de un pozo profundo, con bajo rendimiento, 7 a  $9\text{m}^3/\text{hora}$ . No es típico en la zona, el pozo presenta problemas de obstrucción de filtro, con una disminución de su caudal de entrega. Una alternativa práctica y rápida es captar agua superficial desde un canal de riego, con un contenido salino que define buena calidad y tratarla con un bacteriostático. El caudal máximo diario del canal es  $16,76\text{ m}^3/\text{hora}$ . Correspondería reperforar o perforar un nuevo pozo.

#### **11\*\*\*EL MOLLAR(Tafi del Valle)**

Por rutas N38 o P344 y ruta 307 desde San Miguel de Tucumán.

La localidad contiene una población de 3.795 habitantes censo del 2001, y 3.176 habitantes en 1991. Coordenadas  $26^{\circ}56'56\text{sur}$  y  $65^{\circ}42'55\text{oeste}$ . Cota 2.061msnm. Para determinar valores de permeabilidad, se utilizan estudios geotécnicos, en el lugar del emplazamiento de una galería filtrante, la permeabilidad K es de  $0,0027\text{ m/s}$ . Se utiliza una ecuación, Forcheimer y Flammant, para calcular caudales a captar desde el río El Mollar. Con caudales calculados para un rendimiento unitario de la cañería expresado en  $\text{m}^3/\text{s}$ , según se tiene la profundidad original del agua subterránea; la profundidad del agua en la galería funcionando y la distancia en metros que permanece constante el agua subterránea.

Los caudales en estiaje del río El Mollar, con ayuda de fuentes complementarias (galería filtrante), se obtienen valores que alcanzan para consumo. Las fuentes actuales son: a) aguas superficiales del río Mula Corral y vertiente Rincón de La Micura, además el río El Mollar. b) Fuentes subterráneas, como un pozo de la Junta de Agua, caudales de 36 m<sup>3</sup>/h y un pozo de la cooperativa de agua. El impacto a las fuentes dentro del análisis ambiental, debe darse también incluyendo monitoreo y controles de calidad superficial y subterránea. No usar agroquímicos en las zonas de protección de pozos, por transmitir fuertes impactos negativos a las fuentes de agua. La oferta actual por pozos de la cooperativa a -80,6mbbp con caudales de 24 m<sup>3</sup>/h. El otro pozo es de una Unión de Agua. Rehabilitándolo se obtiene unos 36m<sup>3</sup>/hora.

Las fuentes superficiales se proyectan desde la toma de Mula Corral, con un agua de vertiente con caudales de 40m<sup>3</sup>/h en verano y 15m<sup>3</sup>/h en invierno y una toma en el río El Mollar. La toma actual es de una vertiente. El Rincón de Micura con caudales de 30m<sup>3</sup>/h en verano y 10m<sup>3</sup>/h en invierno. Para cubrir la demanda, se utilizan fuentes superficiales y del subálveo del río El Mollar, la rehabilitación de la Toma Mula Corral y pozos de la cooperativa y rehabilitación del pozo de la unión de Agua, que reemplaza a la fuente superficial del rincón de Micura. Todos suman unos 99 l/s., más una galería filtrante. Los análisis de las fuentes, dan calidades físico/químicas potables y desde lo bacteriológico con presencia de bacterias con contención bacteriológica. Se proyectan los sistemas de cloración para cada sistema. Resumiendo la oferta se tiene lo siguiente :

a) Pozo cooperativa 24 m<sup>3</sup>/h

b) Pozo unión de Agua 36 m<sup>3</sup>/h

c) Vertiente Mula Corral 40(v) / 15(i) m<sup>3</sup>/h v.: verano e i.: invierno

Promedio: 87,5 m<sup>3</sup>/h ó 2.100.m<sup>3</sup>/día.

El déficit aproximadamente lo cubre una galería filtrante en el río El Mollar. La oferta de a+b+c sumada a la oferta de la galería filtrante es 94 l/s llegando a cubrir la demanda a 20 años, considerando una dotación de 220 l/h/día. El déficit aproximado será de 1.100m<sup>3</sup>/d. Unos 13 l/s. Con la galería filtrante caño cribado de 60 metros de longitud, se obtienen 70 l/s.

#### **12\*\*\*EL POTRERO-RODEO GRANDE(Tafí del Valle)**

Por ruta P307, poblado cercano a Tafí del Valle (4.028 habitantes al 2001), hacia el sudoeste, a unos 10km de distancia. La población actual es 342 habitantes(2001). A 26°51'56sur y 65°45'14oeste. Cota 2.194msnm(coordenadas Rodeo Grande). La provisión se hace por medio de cuatro canales, que captan agua desde una toma sobre el río El Potrero, sin potabilizar. Surge la alternativa en esta zona de montaña de una captación superficial desde este río. Al existir varios canales de conducción se selecciona uno con mayor capacidad. La cantidad de caudal que tiene ese canal es de 0,07m<sup>3</sup>/s. Las necesidades de consumo de la planta son del orden de 0,00165m<sup>3</sup>/s. Esta agua cruda presenta las características de un agua de montaña, con baja turbiedad sin sabores, olores ni colores. Se afora un canal de derivación a planta con valores de 70 y 75l/s, tomados en estiaje, en la región. Se debe tener en cuenta que el caudal que se extrae, es solo un 2% del total que circula por este canal. Los análisis físicos y químicos parciales, además de los bacteriológicos indican parámetros normales.

#### **13\*\*\*ESQUINA/MANCOPA (Leales)**

Desde la ciudad Capital a Esquina, se arriba por ruta P306 y desvío 2km al este. Esta localidad ubicada a 26 km al sur de la capital provincial. Las dos poblaciones suman 2.520 habitantes al año 2001. A 27°03'22sur y 65°13'01oeste. Cota 360msnm(coordenadas esquina). Cuenta con una perforación con bomba electrosumergible de una potencia de 3 HP. La población abastecida es de 450 habitantes. En el punto de empalme el caudal disponible es 50 m<sup>3</sup>/h máximo y 8 m<sup>3</sup>/h mínimo y presiones disponibles de 15mca y 7mca. La cota referencial del terreno es de +98,91m y el punto más elevado de +102,95m. El caudal disponible es el caudal del pozo, con un rendimiento de 50 m<sup>3</sup>/hora. El perfil geológico muestra cuatro capas de acuíferos en una litología de arena fina, media, gruesa y grava fina, el filtro enfrenta solo la cuarta capa entre -47,30mbbp y -66mbbp, en un pozo con una profundidad de -67mbbp. Análisis físico/químicos con conductividad normal de 1600 uS/cm y Nitrito <0,1 mg/l.

#### **14\*\*\*EX INGENIO LUJAN(Cruz Alta)**

Localidad cercana al área del Gran Tucumán. A 11 km de la ciudad Capital al este. Por ruta P304 hasta Las Piedritas, de allí 5km al este, cerca cabecera norte aeropuerto Tucuman. La población es 1.908 habitantes (2001). Coordenadas 26°48'52sur y 65°04'57oeste. Cota 463msnm.

Una fuente subterránea alumbrada por perforación con bomba electrosumergible. En el empalme el caudal disponible, es de 50 m<sup>3</sup>/h. Caudales de 8 m<sup>3</sup>/h, con presiones disponibles de 7,56mca y 13mca. La cota del terreno es de +99,07m y el punto más elevado de +99,07m. Se interpreta como caudal disponible caudal que rinde el pozo 50 m<sup>3</sup>/h.

El perfil geológico indica la profundidad del pozo en -150mbbp, el caudal de unos 50 m3/hora, nivel piezométrico -35,80mbbp, con 6 niveles de acuíferos. Los análisis físico/químicos dan un agua con una conductividad normal de 960 uS/cm, Nitrato 1 mg/l; Nitrito 0,09 mg/l y pH 7,6.

#### **15\*\*\*FAMAILLA(Famailla)**

Esta localidad esta situada a unos 35 km hacia el sudoeste de la ciudad capital, por ruta N38 o ruta P380. La población según el censo nacional de 2001 es de unos 30951 habitantes. A 27°03'31sur y 65°24'09oeste. Cota 365msnm. El perfil muestra una profundidad de -82,10mbbp, un nivel estático de -11,40mbbp, un nivel dinámico de -16,80mbbp y un caudal de 38 m3/h. Los filtros están entre -44 y -46mbbp; entre -54 y -57mbbp; entre -70 y -72mbbp y entre -77,50 y -79mbbp. Los análisis físico/químicos de los elementos analizados dentro de los límites de norma, están identificados como para Famailla sur. Análisis físico/químicos de un pozo, muestra límites dentro de la Norma. Nitrito 0,1mg/l; Cloruro 170mg/l; Dureza total 155mg/l; Arsénico 0,02mg/l; Ph 6,9; Calcio 53mg/l; Turbiedad 1,0; Color <5.

#### **16\*\*\*GOBERNADOR GARMENDIA (Burruyacu)**

Desde la ciudad Capital S.M.de Tucumán, por ruta P304 a ruta P336, hasta cruce con ruta N34.

La localidad contiene una población al año 2001(censo) de 3.795 habitantes.Sus coordenadas son latitud 26°33'57sur y longitud 64°33'05oeste. Cota 366msnm. La producción de la perforación es de un caudal de 34 m3/hora. La perforación que se ejecutaría está a -450 mbbp, para obtener 20 m3/hora. Se puede perforar a un menor nivel como caso a-200/-230mbbp o menos, en cercanías de esta localidad, lo que representa una buena interpolación hidrogeológica con las zonas cercanas.

#### **17\*\*\*LA CALERA (J.B.Alberdi)**

Cercana a la población de Juan B.Alberdi (23.142 habitantes al 2001), esta a unos 105 km de la capital provincial por ruta P38. Su población es 700 habitantes(2001). A 27°35'28sur y 65°43'58oeste. Cota 495msnm. La fuente de agua de naturaleza superficial, con toma mixta, en el arroyo Sin Nombre, perteneciente a la cuenca del Río Marapa, con desagüe hacia el sudeste, con destino final el embalse Río Hondo. El tratamiento del agua, es por medio de una planta de tipo compacta. Este arroyo transporta un caudal promedio de 4,17 m3/s. El Caudal derivado a tratar es de 9,0 m3/hora. El agua cruda del arroyo Sin Nombre, tiene las características de un agua de buena salinidad, con baja turbiedad. La conductividad es 1.230 uS/cm (a 25°), Turbiedad 0,8 mg/l, Cloruro hasta 48 mg/l (arroyo puente/arroyo vertedero/escuela). El arroyo tiene conductividad de 900 uS/cm.

#### **18\*\*\*LA COCHA(La Cocha)**

Por ruta N38(a S.M. de Tucumán) y cruce con ruta P334, entre San José y Huasa Pampa sur. Contiene una población de 7.066 habitantes(2001). A 27°46'16sur y 65°35'01oeste. Cota 450msnm. La oferta actual es de unos 1.999 m3/día. Resumen de caudales: Caudal medio diario al 2021 sería unos 2.628 m3/día. Caudal máximo a futuro unos 3.941 m3/día. Pozos: P1: 70 m3/hora; P2: 90 m3/hora.; P3 irrecuperable a la fecha. El P3 se reemplazará por otro P3bis con caudales similares de 70 m3/hora. La oferta total con 3 pozos es de 70+90+70m3/hora, equivalente a 230 m3/hora. Tiempos de bombeo: Con 12 horas de bombeo se llega a ofertas iguales a 2.760 m3/día, equivale a un caudal medio diario de 2.628 m3/día. Con 18 horas de bombeo se llega a un caudal máximo diario de 4140 m3/día. Las calidades del agua estan dentro de los parámetros reconocidos. Los análisis físico/químicos de OSN 53372. definen un Residuo total 912mg/l; Alcalinidad 222mg/l; Cloruro 172mg/l; Sulfato 239mg/l; Fluor 0,7mg/l; Arsénico <0,04mg/l y Ph 7,8.

#### **19\*\*\*LAS TALITAS(Tafí Viejo)**

Unos escasos 4 km al norte de S.M.de Tucumán. Entre la ruta N9(Av de circunvalación) y la ruta provincial P 305. A coordenadas 26°46'31sur y 65°12'04oeste. Cota 510msnm. Tiene una población al año 2001 de 49.686 habitantes y 33.629 al año 1991. La fuente consiste en una perforación, a una profundidad aproximada a los -200mbbp y con un caudal promedio a 200m3/h. Este incremento de la oferta afecta positivamente las necesidades en la región. No se tienen registros de la química del agua.



### **20\*\*\*LOMA VERDE(Leales)**

Por ruta N9, entre ruta P323 y P366, desde la ciudad de Tucumán, ubicada en el departamento de Los Leales. A coordenadas 27°09'33sur y 65°07'54oeste. Cota 332msnm. Con una población de 345 habitantes (2001). Los caudales de las perforaciones son de unos 13 m3/hora.

Para cubrir la demanda, con un caudal medio de 3,60 m3/hora., son necesarias un bombeo de 24 horas. Que representa un exceso en el sistema de explotación. Los análisis físico/químicos del agua de la perforación, registran una conductividad de 1400 uS/cm.. El Cloruro, Alcalinidad total, Dureza, Nitrito, Oxígeno consumido y Ph, dentro de límites normales. Se observa que el valor de Nitrito es inferior a 0,1 mg/l. El perfil geológico, de la perforación de Loma Verde según el diseño, define 4 capas de agua. Utilizándo la 3era. y 4ta. capa. La 3era está a una profundidad entre -48 y -59,50mbbp y la 4ta entre -68 y -74mbbp. Estas capas son semisurgentes y llegan sus niveles a -4mbbp, aproximadamente. A solo 4 metros de la superficie del terreno en ese punto. Con una depresión de -1mbbp se obtiene un caudal de 20 m3/h.

### **21\*\*\*LOS GUCHEAS(Chicligasta)**

Se llega por la ruta P38, hacia el sur a unos 70 km desde San Miguel de Tucumán y 5km por ruta secundaria al este hasta el paraje. A 27°23'02sur y 65°33'10oeste. Cota 362msnm. Dicho paraje alberga unos 600 habitantes(año 2005). Existe una perforación a -130mbbp, con electrobomba de 20 m3/h, Hm 60 y potencia de 7,5HP. Otros datos corresponden a una perforación de la localidad de Santa Clara, cerca de Los Gucheas, con parámetros de nivel estático -5,63mbbp; nivel dinámico: -8,44mbbp; depresión: 2,81m. Un caudal de bombeo de 43 m3/h y caudal específico de 15,30 m3/h/m. El fondo del pozo está a -83mbbp. El acuífero está en una gravilla con diámetros máximos 2mm de clasto a una profundidad, entre -55mbbp y -83mbbp. Por ensayos de recuperación (T) la transmisividad registra valores de 1.453 m2/día.

Los análisis físico/químicos, corresponden a un pozo en Concepción y al pozo n°22, con aguas dentro de parámetros normales. Un dato de monoclorobenceno cercano al valor máximo de 0,003 ug/l. Ensayo de bombeo escalonado con caudales de 24/42 y 66 m3/h, este último registró niveles estáticos de -8,68 mbbp y niveles dinámicos de -12,09 mbbp, con una depresión de -3,41 mbbp, con un caudal característico de 19,35 m3/h/m. Un aforo final de 72 horas con un caudal de 66 m3/h, sus niveles estáticos están a -8,68mbbp, niveles dinámicos hasta -31,52mbbp, las depresiones -3,52 y un caudal específico de 18,75 m3/h/m. A los 2.880 minutos de bombeo, los niveles se estabilizan en un régimen de equilibrio para dicho caudal. La recuperación es del 100% después de los 75 minutos de parada de electrobomba. Las calidades del agua están debajo de parámetros de normas de calidad, así la conductividad es 318 uS/cm; Nitrato 1 mg/l; Arsénico 0,02 mg/l, Hierro 0,03mg/l; Sulfato y Cloruro 10 y 16 mg/l. Es un agua de baja salinidad.

### **22\*\*\*LOS NOGALES(Tafí Viejo)**

Acceso por la ruta N9 a Los Nogales, Departamento de Tafí Viejo, pertenece al Gran Tucumán. A coordenadas 26°42'25sur y 65°13'02oeste. Cota 588msnm. Cuenta con una población de 5.059 habitantes (2001). La fuente de naturaleza subterránea. Se extrae desde varias perforaciones, hasta una profundidad de -150mbbp con caudales de 50 m3/h. Datos de Villa Trapani, con pozos a una profundidad de -120 mbbp y caudales de 60 m3/hora. Otra perforación con caudales de 29m3/h y un caudal específico de 7,88m3/h/m; niveles estáticos de -12,19mbbp; y niveles dinámicos de -15,87mbbp. El perfil presenta 4 niveles de acuíferos entre -78,34 y -119,59mbbp, en una litología de gravilla con arena gruesa. Las aguas por los análisis físico/químicos de los pozos de Trapani y de Panpack están dentro de los parámetros normales de calidad.

### **23\*\*\*LOS PEREYRA(Cruz Alta)**

Esta localidad rural está ubicada a unos 55 km al este de San Miguel de Tucumán sobre ruta P319, entre P302 y P303 y localidades de Araoz-Los Pereyra y Cañete(ruta P303). A 26°56'35sur y 64°53'02oeste. Cota 399msnm. Presenta según datos 1.262 habitantes (2006), desarrollándose en la zona actividades agropecuarias. No existen en los alrededores fuentes de abastecimiento superficial por lo que la población se abastece(al 2007) con aguas subterráneas por medio de pozos de poca profundidad, a la primera napa. Está ubicada al este del llamado cono de deyección tucumano. Aquí la recarga se genera al pie del cordón montañoso occidental y en cauces de los ríos y arroyos de la faja de los conos de deyección coalescentes. Destacándose que las aguas freáticas tienen presencia de Arsénico(es así en un pozo a -25mbbp contiene 0,210mg/l de Arsénico, cuando el límite internacional es de 0,01mg/l), más contaminaciones antrópicas de líquidos cloacas que provienen de pozos negros, con presencia de Nitratos y colonias de bacterias. Los antecedentes indican profundidades de captación de unos -120mbbp, con aguas sin presencia de elementos nocivos para la salud.

#### **24\*\*\*LOS RALOS(Cruz Alta)**

A unos 20 km al este de la ciudad de Tucumán, se accede por ruta P302 y P303 desde la Capital. El censo de 2001 sumó 5.886 habitantes. A 26°53'10sur y 64°59'53oeste. Cota 418msnm. Este departamento de Cruz Alta cuenta con unos 40 pozos semisurgentes, básicamente para agua potable. Una perforación de -100mbbp ejecutada por la DPA presenta un caudal equivalente a 12m<sup>3</sup>/h, con una depresión de 0,70m. Se analiza que deprimiendo dos metros más al acuífero se obtiene caudal necesario de 40m<sup>3</sup>/h, la columna de agua del pozo varía poco, por lo que existe buena recarga en la zona, el flujo subterráneo tiene dirección oeste este. Perfiles hidrolitológicos registran espesores de loess un promedio de 20 metros de espesor, allí está el acuífero libre y se encuentran concentraciones mayores de Arsénico que en los acuíferos más profundos. Considerando la interpretación del mencionado perfil, se aprecia un sistema acuífero con capacidad para soportar mayores caudales de extracción. Los análisis físico/químicos son insuficientes para determinar sus características de calidad y organolépticas. Se aprecia igualmente como un agua de media salinidad, no contaminada por acciones antrópicas. Se descata igualmente que el elemento Arsénico está presente en los dos niveles acuíferos.

#### **25\*\*\*LOS RIOS(Aguilares)**

La localidad está ubicada a unos 95 km. de Tucumán, a unos 15 km. al Oeste de la localidad de Aguilares. A coordenadas 27°25'05sur y 65°40'02oeste. Cota 389msnm. Población actual (2003) 1.087 habitantes. El abastecimiento actual se realiza (a la fecha del estudio) desde una capa poco profunda. También se provee del líquido elemento desde una perforación surgente. Presión de surgencia 0,25 kg/cm<sup>2</sup>; nivel estático +2,50msnt(sobre nivel terreno); nivel dinámico -5,97 mbbp; depresión: 8,47m; caudal de surgencia 30m<sup>3</sup>/h, caudal de bombeo 67m<sup>3</sup>/h y caudal específico 7,91 m<sup>3</sup>/h/m El pozo tiene una profundidad de -100mbbp, posee 3 filtros entre los -64 y los -98mbbp Los análisis de agua responden a la etapa bacteriológica. Los parámetros hidráulicos se consideran conformes para esta zona de descarga del sistema de la Sierra del Aconquija.

#### **26\*\*\*LULES(Lules)**

Al sudoeste, unos 25km de la ciudad capital, por ruta P380.

Cuenta con una población de 28.359 habitantes al 2001 y 21.500 al año 1991. A 26°55'08sur y 65°19'59oeste. Cota 418msnm. Los registros pertenecientes a una perforación muestran los siguientes registros:

Profundidad del entubado: -128mbbpozo.

Diámetros: 12" hasta -70m y 8" hasta los -122mbbpozo

Cantidad de Filtros: Suman cinco: -86m/-92m; -96m/-100m; -103m/-106m; -110m/-114m y -119m/-122m.

Parámetros de la perforación:

Nivel estático: -28,45mbbp.

Nivel dinámico: -31,02mbbp.

Caudal bombeo: 112m<sup>3</sup>/hora.

Caudal específico: 43,58 m<sup>3</sup>/h/m

#### **27\*\*\*MARIANO MORENO(Tafí Viejo)**

A pocos kilómetros del centro de la ciudad Capital dirección norte, por ruta N9 lado este, la Villa Mariano Moreno (Las Talitas). Con 48655 habitantes(2001). A 26°46'51sur y 65°11'48oeste. Cota 492msnm. El perfil litológico de la perforación Las Talitas, muestra un pozo a -151mbbp, con un filtro enfrentado a una arena gruesa hasta granulometría de gravilla, entre -126/-132mbbp y -141/-147mbbp. Sus parámetros hidráulicos son: nivel estático -40,34mbbp; nivel dinámico -46,70mbbp; depresión 6,46mbbp; caudales 100m<sup>3</sup>/h y caudal específico 15,47m<sup>3</sup>/h/m. En la misma prueba un ensayo escalonado, del primer al tercer escalón, con caudales que varían entre 57 y 100m<sup>3</sup>/h, con estabilidad de depresiones hasta los 120 minutos. En el ensayo a 24 horas se registra alta estabilidad en los parámetros hidráulicos, según diagrama de depresión/tiempo, que muestra una meseta de estabilidad. Los perfiles de Potencial Espontáneo y Resistividad, marcan contactos a la capa productora. Los análisis físico/químicos están dentro de parámetros de las normas. La naturaleza geológica e hidrogeológica es favorable en la zona. Finalmente los registros de perfiles eléctricos, que confirman las aberturas de filtros, entre -144mbbp y -147mbbp, se ve la oposición de sendos registros quedando definida las aberturas/filtros hacia el acuífero (seis). Para un caudal de 90m<sup>3</sup>/h, un caudal específico de 10 m<sup>3</sup>/h/m, resulta un potencial explotable en una zona con recurso hídrico subterráneo.

### **28\*\*\*RANCHILLOS VIEJO/SAN MIGUEL(Cruz Alta)**

Ubicada al sudeste a 24km de la ciudad capital, por la ruta P302.

Cuenta con una población de 10.219 habitantes al censo del 2001 y 8.821 en año 1991. Las coordenadas geográficas son 26°57'33sur y 65°02'54oeste. Cota 389msnm. La alternativa subterránea es una perforación con caudales de 21,8 m3/hora. La bomba con 50 metros de eleva los caudales mencionados, y una elevación a 70 metros entrega un caudal de 18 m3/hora. Para cubrir demandas diarias de 200 l/d para 1.250 habitantes, es necesario más de 10 horas de bombeo.

### **29\*\*\*ROMERA POZO(Leales)**

Esta localidad esta ubicada por la ruta N9 y la ruta P323 hacia el sur, a unos 21km de San Miguel de Tucumán. La población (2008) es de unos 700 habitantes. Coordenadas 27°03'06sur y 65°09'07oeste. cota 360msnm. El caudal máximo diario del equipo de bombeo es de 117m3/día. Esta perforación está ubicada en la misma población de Romera Pozo. Su perfil geológico es atravesado por 13 capas acuíferas, de las cuales las últimas cuatro (X/XIII) están en una litología de arena y grava, y contiene una presión piezométrica positiva de +1,20msnpozo, suma un caudal total de 55m3/h. Se perfora para obtener caudales de 30m3/hora y una altura manométrica de 30mca. La perforación como referencia geológica e hidráulica, está ubicada a 1.500 metros al este de la nueva perforación. El perfil geológico que se analiza, responde a un pozo ubicado en la misma localidad (Costilla y Campero). Las napas útiles son, X entre -120/-122,90mbbp, la XI -129,50/-132mbbp; la XII -139,40/-143,60mbbp y la XIII -174,20/-179,20mbbp. Otra perforación ubicada en el predio de la flia APUD (Leales), con resultados positivos tanto química como hidráulicamente. Los Residuos secos son 600 mg/l, Cloruro- 292mg/l; No hay Amonio, Nitrito y vestigios de Nitrato. Arsénico 0,02 mg/l; Ph 6,9. Se trata de un pozo surgente con un nivel estático positivo +1,20msnpozo. Cuenta con 5 capas en sedimentos de arenas gruesas hasta finas. La capa I 3,70/15,80mbbp; capa II 22,90/31,90mbbp; capa III 91,90/100,20mbbp; capa IV 113,20/160mbbp(nivel estático sobre el nivel del suelo a +1,20msnt). Existe también una perforación en la Escuela de Romero Pozo, donde se procede a realizar una endoscopía con video camara y un aforo. Los parámetros que surgieron del ensayo de este pozo son: Niveles estáticos -0,6mbbp; niveles dinámicos -9mbbp. Caudales 22 m3/h y caudales específicos de 2,62m3/h/m. El diámetro del entubado es de un diámetro de 6".

### **30\*\*\*TAFI del VALLE(Tafí del Valle)**

Por las rutas P380 y P38 hasta ruta P307, desde S.M.de Tucumán. Cuenta con una población de 4.028 habitantes al año 2001. A 26°51'14sur y 65°42'24oeste. Cota 1.985msnm. La perforación está a una profundidad estimada en -190mbbp, con caudales cercanos a los 100/120m3/h. La Villa se alimenta también, con aguas superficiales de la Quebradita y El Churqui. En época de lluvias las aguas arrastran mucho material, aumentando la turbiedad de las aguas y en verano los caudales resultan insuficientes para satisfacer la demanda. Estudios geofísicos, dan un área favorable localizada en la misma zona. Existen formaciones con más arena y grava con limos, que en otros sectores del acuífero, donde predomina el limo, favoreciendo a una mejor explotación. La zona, presenta una litología de arenas y gravas con limos, a una profundidad entre -100 y -187mbbp. Conforme al perfil se pueden encontrar niveles productivos a menor profundidad, entre los tramos asignados. Se verifica la alternativa de llegar a -190mbbp. El perfil geofísico con resistividades cercanas a los 80 y 95 ohms/m, y profundidades comprendidas entre los -100 y -187mbbp. Los niveles acuíferos productivos suman en número de cuatro perfiles del pozo3, con ensayos escalonados a diferentes caudales, se llega a un caudal de 75,53m3/h. Finalmente un ensayo define a 65m3/h, con caudales casi estabilizados. La transmisibilidad es de 386m2/día. El ensayo de recuperación lleva a los niveles a un 100%, con 300 minutos. La curva caudal depresión permite avanzar conociendo, como incide la extracción dentro de la columna agua de la perforación.

### **31\*\*\*TAFI VIEJO I(Tafí Viejo)**

Al norte de la ciudad capital, a unos 12 km. Cuenta una población de 48.459 habitantes. Al año 1991 tenía 38.548 habitantes. A 26°43'28sur y 65°15'27oeste. Cota 633msnm.

Las características hidrogeológicas son perfil litológico, perfil con profundidad de filtros de ranura continua. Electrobomba sumergible, bajo rendimiento del pozo, casi un 80% con caudales entre 90 a100m3/h baja a 20 m3/hora. Los registros pertenecientes a otra perforación tiene los siguientes datos paramétricos:

a) Profundidad entubado: -128mbbp.

b) Diámetros: 12" hasta -80m y 8" hasta los -160m

c) Filtros: Total (5) cinco: -66mbbp/-72mbbp; -73mbbp/-76mbbp; -86mbbp/-90mbbp; -95mbbp/-97mbbp; -156mbbp/-159mbbp.

d)Otros parámetros Nivel Estático: -40,36m. Nivel Dinámico:-61,21m. Caudal de bombeo: 90m<sup>3</sup>/h y caudal específico o índice de productividad: 4,31m<sup>3</sup>/h/m.

### **32\*\*\*TAFI VIEJO II(Tafí Viejo)**

Al norte de la ciudad capital, a unos 12 km. Por ruta N9 hasta Av Constitución. Cuenta una población de 48.459 habitantes. Al año 1991 tenía 38.548 habitantes. A 26°43'28sur y 65°15'27oeste. Cota 633msnm La fuente de abastecimiento está al Oeste de la ciudad, sobre el arroyo Tafí, en las sierras de Tafí. La obra de toma de agua, es una galería filtrante transversal al eje del arroyo que por entarquinamiento con sedimentos (taponamiento), pasa a ser una toma superficial. Por medio de una abertura superior en la galería se puede ingresar agua por una cañería de aducción hasta una cámara. Esta cámara de toma, recibe también agua de una toma en el Nogolar. Desde la toma Tafí y el Nogolar(reserva) produce un caudal medio estimado en unos 156 m<sup>3</sup>/h. También una captación superficial desde los ríos Cainzo y Cañitas llega a una misma reserva, por un conducto de diámetro 300mm, con caudales de 90m<sup>3</sup>/h. Entre las dos Tomas, suma para dicha reserva unos 246m<sup>3</sup>/hora. Otra cañería de PVC, con diámetro 200mm, conduce un caudal de 190m<sup>3</sup>/h a una velocidad de 2m/s, trabajando en paralelo al actual, con caudales de 180m<sup>3</sup>/hora. En mejores condiciones transportan 370 m<sup>3</sup>/h. Análisis fisicoquímico OSN7236 Residuos salinos 124mg/l; Alcalinidad 92mg/l; Cloruro 4mg/l; Sulfato 5mg/l; Fluor 0,4mg/l; Arsénico 0,04mg/l; Ph 8,2.

### **33\*\*\*TAFI VIEJO III(Tafí Viejo)**

Esta localidad esta ubicada al norte de la ciudad capital, a unos 12 km. Por ruta N9 a Av Constitución. Cuenta una población de 48.459 habitantes. Al año 1991 contenía 38.548 habitantes. A 26°43'28sur y 65°15'27oeste. La fuente es subterránea y se define con una perforación a una profundidad de -250 mbbp, para poder extraer unos 100m<sup>3</sup>/hora. Los parámetros hidráulicos del pozo indicado son nivel estático - 43,9mbbp; nivel dinámico de -64,21mbbp; depresiones de 20,11m; caudal bombeo de 158m<sup>3</sup>/h y caudal específico 7,82 m<sup>3</sup>/h/m. Se presentan numerosas capas acuíferas (10 en total). La transmisibilidad del orden de los 283 m<sup>2</sup>/día. Este pozo alcanza su equilibrio de niveles a 3 días de bombeo y una recuperación casi total, rápidamente a los 120 minutos. Las calidades están dentro de los valores determinados por las normas de potabilidad. Otros perfiles indican aguas de buena calidad y caudales diferentes. La perforación con un perfil más profundo posibilita mayores caudales de extracción.

### **34\*\*\*VILLA ANGELINA(Capital)**

Desde el centro de la ciudad capital hacia el sur(3 km). Barrio Villa Angelina. Cuenta con una población de unos 6.000 habitantes (2006). A coordenadas 26°51'41sur y 65°12'38oeste. Cota 412msnm. Con una dotación de consumo de 250 litros por habitante por día, los caudales medios diarios suman unos 1.500 m<sup>3</sup>/día. El abastecimiento se realiza a través de una perforación. Los datos de esta son los siguientes: caudales de 125,4 m<sup>3</sup>/h, con un caudal específico o índice de productividad de 11 m<sup>3</sup>/h/m, un nivel dinámico de -15,38mbbp, nivel estático de -3,90mbbp, depresión 11,48mbbp. La electrobomba en la perforación tiene una capacidad de producción de 142 m<sup>3</sup>/hora, con una potencia instalada de 40HP y una altura manométrica de 50mca, en un diámetro de cañería 8". El nivel de instalación en el pozo de la electrobomba es de -25,60mbbp.

### **35\*\*\*VILLA HILLERET(Río Chico)**

Cercana a la población de Río Chico. RP38 desde San Miguel de Tucumán, pasando por la localidad de Aguilares, desde la ciudad capital hacia el sur. Contiene unos 702 habitantes(2001).A 27°27'21sur y 65°39'37oeste. Cota 386msnm. Las calidades del agua son aceptables para consumo. Los caudales con un volumen de 20 m<sup>3</sup>/hora. Las distancias entre pozos existentes, no trabajando simultáneamente, sus niveles dinámicos residuales (recuperación de la columna de agua) con tiempo para alcanzar sus niveles originales, estando muy próximos entre sí. Es necesario que las ubicaciones de esta serie de perforaciones ofrezcan ningún impacto a los posibles problemas antrópicos que se desarrollen en toda el área de captación. Es necesaria la ubicación estratégica de pozos teniendo como base al radio urbano incluyendo zona industrial por un lado y por el otro la hidrogeología sectorial y regional. Las separaciones entre ejes de los pozos no deben sumar interferencias entre sí, derivando así pérdidas de producción.

### **36\*\*\*VILLA NUEVA DE MONTERRICO(Río Chico)**

Localidad de Monterrico, ubicada a unos 76 km al sur de la capital provincial, por ruta N38 hasta Río Chico, desde allí al este. A coordenadas 27°27'28sur y 65°34'34oeste. Cota 363msnm. Tiene una perforación con una bomba electrosomergible de una potencia de 5HP El rendimiento de 36 m<sup>3</sup>/h es el caudal del pozo y las presiones disponibles son de 15mca.

La cota del terreno esta a +98,91metros y el punto más elevado de +99,60m. El perfil geológico indica caudales de ensayo de 36 m<sup>3</sup>/h; caudal específico 8,13m<sup>3</sup>/h/m., depresiones de 4,10mbbp y niveles estáticos de -6,40m y niveles dinámicos de -10,50m. El perfil tiene tres capas acuíferas y sus filtros estan ubicados en la segunda y tercera capa de agua que son confinadas. Los análisis fisico/químicos dan un agua con una conductividad de 510 uS/cm, Nitrato <0,1 mg/l; pH 7,4. Presenta aguas de buena calidad.

### **37\*\*\*VILLA SAN AGUSTIN(Capital)**

Al pie del cerro hacia la localidad de San Javier, a unos 7km del centro ciudad capital. Con una población actual de 195 habitantes(2001). A coordenadas aproximadas, 26°48'42sur y 65°19'05oeste. Cota 527msnm.El caudal de la perforación es de 7 m<sup>3</sup>/hora, con una bomba de una altura manométrica de 30 metros. Para cubrir la demanda, con un caudal medio diario poblacional de 1,63 m<sup>3</sup>/hora., es necesaria una explotación intensiva de 24 horas de bombeo, con ese caudal.del pozo. Como la perforación atraviesa capas surgentes, con niveles de surgencia positivos, no es necesario instalar una bomba sumergible.

### **38\*\*\*YERBA BUENA(Yerba Buena)**

Unos 8 km del centro de la ciudad, hacia el oeste. Es una población de 50.783 habitantes, según el censo del año 2001. A 26°49'03sur y 65°18'53oeste. Cota 511msnm. La fuente subterránea que se capta a través de una perforación en esta localidad de Yerba Buena, es la siguiente. Presenta caudales de bombeo de 260m<sup>3</sup>/h; caudal específico: 8,74m<sup>3</sup>/h; caudal surgencia: 50m<sup>3</sup>/hora; nivel estático positivo: +2,36m; nivel dinámico de: -27,40m; depresión: 29,76m. Una presión de surgencia de 0,236kg/cm<sup>2</sup> Los filtros están a una profundidad entre -86mbbp y -151mbbp. Pero existen capas acuíferas más profundas a -220/-222mbbp y -251/-254mbbp. Los ensayos de bombeo permiten determinar la transmisibilidad en 190 m<sup>2</sup>/día.

Los perfiles de resistividad usados, son los que definen las capas acuíferos en el sondeo. Otras perforaciones en la localidad de Yerba Buena y Escuela, definen también caudales de 50 y 58m<sup>3</sup>/hora. Los análisis fisico/químicos correspondientes a los pozos, contienen conductividades de 898 y 505 uS/cm, que indican parámetros dentro de las normas de calidad. Otra perforación se caracteriza por tener caudales de 36m<sup>3</sup>/h a profundidades de -146mbbp. Con calidades similares a las mencionadas arriba.

### **39\*\*\*YUCUMANITA(Chicligasta)**

Concepción se encuentra entre la ruta provincial P329 y cruce ruta nacional N38 desde la ciudad capital de San Miguel de Tucumán. La localidad de Yucumanita, se ubica en el municipio de Concepción (Departamento de Chicligasta). Desde la ciudad de Tucumán está ubicada a unos 90km hacia el sur. Actualmente contiene unos 600 habitantes(censo 2001). A coordenadas 27°21'19sur y 65°29'51oeste. Cota 348msnm. La topografía de la región de tipo llanura con pendiente general de rumbo oeste a este. El agua se obtiene de aljibes y un pozo perforado en una escuela. Los datos de perforaciones son los siguientes: Parámetros: Niveles estáticos.: -20mbbp. Niveles dinámicos -50mbbp; depresiones: 30m; caudal: 15 m<sup>3</sup>/hora. Caudal específico 0,50m<sup>3</sup>/h/m/d. Un perfil realizado por Carlos Babot, donde se aprecia una profundidad final a -91,70mbbp. El filtro frente a la capa de arena gruesa y gravilla, entre los -84,20mbbp y -89,20mbbp.Otro pozo, ubicado en el paraje San Ramón contiene los siguientes datos. Caudales de bombeo de 60 m<sup>3</sup>/h; nivel dinámico de -12mbbp y nivel estático de -4,20mbbp; depresiones de 7,80metros. La distancia entre sendos pozos es de 1.500metros. Considérase válida la interpolación de los datos, la geomorfología en ambas zonas son uniformes. Los análisis fisico/químicos estan dentro de parámetros normales.

## EPILOGO

En la medida que se considere un equilibrio natural entre el ciclo hidrológico y las actividades humanas y estas no alteren por contaminaciones al sistema, el agua en la tierra y la hidrosfera es considerada como un recurso renovable. Al no cumplirse con ello, el recurso natural pasa a ser más escaso y comprometido por las acciones antrópicas de tipo principalmente por: Consumo, sobreexplotación y contaminación. El equilibrio del ciclo del agua en la tierra esta dado, como una ecuación de igualdad, entre lo que se evapora de los océanos (salida) y lo que llega a los mismos por lluvias y el denominado flujo de retorno del agua superficial y subterránea (retorno). La necesidad primaria del cuidado de las fuentes de agua en general y del consumo humano en particular, es lo que posibilita su proyección sostenible en el tiempo, logrando el desarrollo posible de toda sociedad humana desde la prehistoria a la actualidad. En el campo del abastecimiento de agua se debe poner especial énfasis en cuidar mucho lo que se tiene del recurso destacando la ubicación de las fuentes, desde la perspectiva de una topografía favorable, alejada de acciones humanas contaminantes, hasta establecer y cuidar las zonas de seguridad de las perforaciones. Áreas tan vulnerables y poco defendidas muchas veces. La ubicación de pozos y perforaciones, incluyendo tomas en los cursos de agua, deben responder a un patrón de seguridad sanitaria. Ninguna descarga cercana de líquidos residuales, en sus etapas de tratamiento primario o secundario, ni pozos negros o ciegos, ni parques industriales o urbanos, donde debe considerarse zonas de seguridad a muchos metros a la redonda de captaciones subterráneas y en las obras toma en cursos superficiales se debe analizar su posicionamiento, considerando las costas de erosión como un sistema inestable. Que las aguas no bajen turbias de los ríos ni suban contaminadas desde las perforaciones con elementos inyectados o arrojados a los acuíferos y sí que alimenten a las poblaciones con aguas potables sanitariamente seguras para su desarrollo, tomado conocimiento del recurso, cuidandolo y respetando. Que en definitiva, no solo sirvan las buenas acciones individuales que todos realizamos diariamente a favor del ambiente, sino también acciones y ejemplos de quienes tienen la dirigencia de gobiernos y destinos del mundo que habitamos. Pues este nació conteniendo un equilibrio armónico natural, que los ciudadanos forzamos en romper, como tributo a un progreso físico ilimitado.

Dedicado este documento a mis nietos Franco y Máximo.

XX

## **Bibliografía. Colaboraciones.**

- 1) Agua y Energía Eléctrica de la Nación, 1983. Resumen Hidrológico Estadístico. 1945-1983 BsAs Ar.
- 2) Alvarez Amilcar. Mendoza.
- 3) Angeleri José Luis. Chaco
- 4) Argüello Juan Manuel, Córdoba.
- 5) Auge Miguel. Regiones Hidrogeológicas. UBA/CONICET. 2004.
- 6) Babot Carlos, Tucumán.
- 7) Bejarano Ruben Mario. Santiago del Estero.
- 8) Bobovnikof José. Tucumán.
- 9) Carranza Osvaldo. Mina Clavero. Córdoba.
- 10) Castellanos Juan. Santiago del Estero.
- 11) Cebollada y Verdager María del Pilar. Córdoba..
- 12) Centro Investigación Aguas Subterráneas. (exCIAS) 1972 La Plata..
- 13) Cheli Horacio. Buenos Aires.
- 14) Cichitti Sergio. Buenos Aires.
- 15) Cionchi José L., Merida L., Redin I. Explotación Racional Agua Subterránea Gral.. Pueyrredón. Bs.As.
- 16) Córdoba Carlos. San Miguel de Tucumán.
- 17) Coriale Oscar A. Buenos Aires.
- 18) Custodio Emilio y Llamas M.R., Hidrología subterránea. Ediciones Omega.
- 19) Davies y De Wiest Hidrogeología Subterránea.
- 20) Díaz José Luis. Río Gallegos. AMIEN. Santa Cruz.
- 21) Domínguez Juan O. y Francisco R. Figueroa. Córdoba.
- 22) Drago Carlos. Miramar. Buenos Aires
- 23) El Problema del Agua Potable en el Interior del País. Tomo II. Análisis Químicos. Bs.As. OSN 1942.
- 24) Espinosa Viale (1993) Buenos Aires.
- 25) Estudios Recursos Naturales en Argentina. Recursos Hidráulicos Superficiales y subterráneos, CFI 1961.
- 26) Fernandez Adolfo. Buenos Aires
- 27) Foster Steve. Londres, Inglaterra.
- 28) Fresina Mirtha E. San Luis.
- 29) García Rodolfo y Moya Federico. Salta.
- 30) Geología Regional Argentina. Academia de Ciencias. Córdoba, R. Argentina, 1972..
- 31) Giudice Raul; Giudice Carlos. Posadas. Misiones
- 32) Gollan José y Láchaga Dámaso. Santa Fé.
- 33) Gonzales Adolfo; Gonzalez Chavez. Buenos Aires.
- 34) Hopmann Enrique. Pcia. Bs.As.
- 35) Hurtado Horacio. Agua & Ambiente. Buenos Aires.
- 36) Jiménez Gonzalo, Salta.
- 37) Lena Rubén. Corrientes.
- 38) Lucero Santiago. Mendoza.
- 39) Machuca Rodríguez Ricardo. Formosa.
- 40) Martín Alfredo. Santiago del Estero
- 41) Mérida Luis A. Evolución de la intrusión salina. Mar del Plata. Buenos Aires.
- 42) Mérida Luis, Mendola Liliana, Redin Ignacio. Agua Subterránea, calidad de vida. Mar del Plata. BsAs.
- 43) Morla Pedro. San Luis.
- 44) Muñoz Novel R. Buenos Aires.
- 45) Nuñez Hugo. La Rioja.
- 46) Olmos Juan Rubén. Misiones
- 47) Ottonello Ruben E. La Rioja.
- 48) Paladino Juan José; Ruben Patroulleau; Alfredo Césare; Boris Calvetty Amboni. Chaco.
- 49) Palazzo Rodolfo. Santa Fe.
- 50) Patroulleau Rubén; Juan J. Paladino, Boris Calvetty Amboni; José A. Kersfeld. Catamarca.
- 51) Petri José. Chaco.
- 52) Pezzotti Carlos D. Buenos Aires.
- 53) Piccoli Gustavo. Entre Ríos.
- 54) Pflüger Jorge C. Santa Fé 1978.
- 55) Pflüger Jorge C. Chubut 1981
- 56) Poveda Hugo. S.S. de Jujuy.
- 57) Ramírez D., Barbagallo J, González Arzac R; Calvetty A. B.; Rapaccini, A.; Galimberti, A.; Rossi L.E. Pcia Río Negro.
- 58) Revista de la AGA v 59 n1 ene/mar 2004. Buenos Aires.
- 59) Rey Beneyas José M. Aguas Subterráneas y Ecología. Ecosistemas de descarga de acuíferos en arenales. Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación. España. ICONA, 1991.
- 60) Rossi Eduardo; Viglione Mirian; Pflüger Jorge C.; Oliver Joaquín; Hopman Enrique; Storay Eduardo y otros. Posgrado Hidrogeología Ambiental. Auge Miguel. 2004. FCEN/UBA.
- 61) Sala José.; Auge M.; Hernandez M.; Gonzalez N., otros. EASNE. Estudio Aguas Subterráneas NE. Bs As, año 1972.
- 62) Schulz Carlos. Santa Rosa. Provincia de La Pampa.
- 63) Stampone Julio E.; Higinio Guambra. Chubut. 1991
- 64) Suarez Ever R. CCP SRL. Buenos Aires.
- 65) Tineo Alfredo. San Miguel de Tucumán. Provincia de Tucumán.
- 66) Torrente Rubén. Bahía Blanca. Provincia de BsAs.
- 67) Vargas Raúl. Resistencia. Provincia de Chaco.
- 68) Vechi Jorge, Provincia de Santa Fé.
- 69) Vera Delia, Resistencia Provincia de Chaco.

## INDICE

<b>PROVINCIAS</b>	<b>Página</b>
Buenos Aires	12
Catamarca	44
Chaco	53
Chubut	64
Córdoba	79
Corrientes	106
Entre Ríos	113
Formosa	123
Jujuy	130
La Pampa	142
La Rioja	144
Mendoza	154
Misiones	160
Neuquén	171
Rio Negro	177
Salta	182
San Juan	191
San Luis	195
Santa Cruz	197
Santa Fé	199
Santiago del Estero	227
Tierra del Fuego	235
Tucumán	236
Epílogo	247
Bibliografía y colaboraciones	248
Indice	244
Derecho de Autor 709467/08	
Hecha la reserva que marca la Ley 11723	
jcp/21/04/10	