2 / 2020

PETROTECNIA

2 | 20

Revista del **Instituto Argentino del Petróleo y del Gas** | ISSN 0031-6598 - AÑO LXI - 2 | 2020



Petrotecnia Revista del **Instituto Argentino del Petróleo y del Gas.** • Año LXI Nº 2

Desafíos de la industria del O&G en tiempos complejos

1ª JORNADAS VIRTUALES
(R)EVOLUCIÓN DIGITAL
PARA EL PETRÓLEO & GAS
EXPLORANDO NUEVAS REALIDADES TECNOLÓGICAS

Media sponsor de:

AOG PATAGONIA

23rd WORLD PETROLEUM CONGRESS HOUSTON



Mantenemos las operaciones en forma segura
y abastecemos de petróleo, gas natural y combustibles
para que el país siga en marcha.

PAN-ENERGY.COM

Pan American ENERGY

Energía responsable



Este año habíamos comenzado el ciclo de *Petrotecnia* 2020 refiriéndonos al desafío que representaba para nuestra industria –y para el mundo en general– el vaivén geopolítico, con las apuestas de Rusia y de Arabia Saudita y sus respuestas por parte de los Estados Unidos, en un diálogo sin fin que influía en las reglas de los hidrocarburos en el nivel global.

Y por si esto no era lo suficientemente complejo, entonces llegó la pandemia, y el vértigo escaló hacia lo inimaginable. La llegada del virus pandémico COVID-19 cambió las cosas para, literalmente, todo el globo terráqueo.

Como desarrollaremos en este número, en un principio contemplamos la posibilidad de hablar de un "cisne negro", en referencia a una categoría del ensayista Nassim Taleb para definir "un imponderable, de alto impacto en su ocurrencia".

Sin embargo, entendimos más adelante que no era el caso, ya que, en la Historia de la Humanidad, las pandemias son de aparición cíclica, por lo que miles de medidas pueden tomarse para prever este tipo de casos; y otras tantas, cientos de miles, pueden implementarse para afrontar el impacto.

Entonces no es un cisne, pero sí una crisis, que ha encontrado a nuestra industria con las herramientas para hacerle frente. En todos estos meses, el sector ha seguido funcionando, dentro del máximo posible. Los productos de la actividad hidrocarburífera han sido refinados, transportados y puestos a disposición del consumo y de las necesidades de la energía.

También en lo relativo a la actividad cotidiana, los profesionales del O&G han potenciado la utilización de las vías digitales para salir adelante, demostrando que esta nueva modalidad de trabajo es una herramienta valiosa. Experimentadas en la necesidad de contactarse con yacimientos remotos o expertos de otros países, muchas de ellas ya utilizaban desde hace tiempo los *webinars*, las conferencias y reuniones virtuales. Pero es de esperar que las lecciones aprendidas a partir de esta experiencia forzada puedan ser aplicadas a futuro con mayor asiduidad en áreas y en proyectos en los que la presencialidad sea optativa.

El IAPG no está exento de ello, hoy podemos afirmar que la crisis de la pandemia nos encontró preparados, con un sistema de *webinar* y conferencias *online* instalado varios meses atrás, y con muy buena gimnasia en reuniones, tanto presenciales como virtuales, para el personal y, sobre todo, para las numerosas Comisiones de Sede Central o de las Seccionales, que forman el *core* de nuestra actividad.

En efecto, no hemos dejado de trabajar, y aunque en los congresos y en las exposiciones se valora el contacto presencial, las comisiones no se han quedado quietas, han trabajado sin pausa, han generado ciclos de charlas y conferencias, jornadas y demás eventos *online* de altísima calidad. Entre ellos, los generados por la Comisión de Exploración del Instituto: "Seminario de Desarrollo de No Convencionales: Diez Años de Vaca Muerta" para una revisión sobre el desarrollo no convencional; el "Ciclo de Charlas de Magmatismo y Sistemas Petroleros" puramente geológico y el "Ciclo 2020 de Conferencias de Exploración y Desarrollo", para los grandes temas de la Exploración.

Por su parte, la Comisión de Producción y Desarrollo de Reservas está llevando a cabo el "Ciclo de Conferencias - Desafíos y oportunidades en tiempos complejos", donde se intercambian visiones y experiencias para afrontar estos tiempos difíciles.

Además, la Comisión de Integridad y Corrosión generó, como preparativos de lo que será el 4° Congreso de Integridad y Corrosión en la Industria del Petróleo y del Gas, su propia serie de conferencias que serán la Antesala del evento.

Ya en el plano de Jornadas, las Comisiones de Geotecnología e Informática y la de Innovación Tecnológica del IAPG realizarán las Primeras Jornadas Virtuales (R) evolución Digital para Petróleo & Gas. Hay gran expectativa al respecto, como ya lo probaron las charlas previas.

Nuestra gerencia de Cursos también trabaja a gran velocidad con toda una nueva oferta de cursos en *streaming*, que se suman a los cursos *online*, presenciales y "in Company".

El ritmo es imparable. Y es que, como decíamos antes, las crisis siempre nos acecharán en algún recodo del camino, pero cuando nos encuentran trabajando y con herramientas, ánimo y responsabilidad para afrontarlas, será más fácil salir adelante.

Esperamos seguir con este ritmo hasta retomar, lo antes posible, la libertad de movimiento y acción que tanto extrañamos.

¡Hasta el próximo número!

Ernesto A. López Anadón



Sumario

Tema de tapa

Desafíos de la industria del O&G en tiempos complejos

Estadísticas

08 **Los números del petróleo y del gas**
Suplemento estadístico

Tema de tapa

10 **Trabajar en O&G en pandemia, primeras lecciones**



Una consulta a las empresas de energía, cuya actividad fue declarada esencial desde el principio de la cuarentena, acerca de cómo abastecer en tiempos inéditos.
Por Redacción de Petrotecnia

22 **La cadena de valor**
Las pequeñas y medianas empresas son pioneras en este aprendizaje forzado para sobrevivir a la crisis sanitaria mundial y su impacto en la economía.
Por Redacción de Petrotecnia

32 **Gestión de la energía en tiempos del COVID-19**
Sugerencias y recomendaciones para gestionar la energía en escenarios de contingencia como el actual con bajas de la producción.
Por Ing. Andrea Afranchi (Gerente de Energy Performance SRL) e Ing. Laura Martínez Quijano (Consultora y auditora, Especialista en Sistemas de Gestión de la Energía según ISO 50001:2018)

36 **Decisiones en alta incertidumbre**
La toma de decisiones en el sector de los hidrocarburos se sostiene en una larga cronología de retos que formaron su historia. Hoy, en momentos en que la pandemia afecta a todo el mundo y a todas las industrias, la falta de certezas es mayor que nunca. Dependerá de los decision makers apelar a todos sus potenciales para sortear la tormenta.
Por Gastón Francese, Director de Tandem Soluciones de Decisión

42 **Ciberseguridad, la gran lección que nos apura a aprender la pandemia**
El ciberdelito ha aumentado a ritmo sostenido en los últimos años y, a partir de la pandemia COVID-19, su incremento fue exponencial. Se prevé que esta tendencia se mantendrá igual en la pospandemia.
Por Diego Taich, Managing, Director de Consultoría en Ciberseguridad & IT de PwC Argentina y Ezequiel Mirazon, socio de PwC Argentina, líder de la práctica de Energía, Minería y Utilities.

46 **"En la industria del petróleo y del gas los sistemas SIS merecen el mayor foco de atención"**
Se le consultó al departamento de Ciberseguridad de la empresa de soluciones y procesos si se registraron cambios a partir de la pandemia y consiguiente cuarentena. Estas fueron las respuestas.
Por Sebastián Hernández (Especialista en Sistemas de Control Distribuido y Sistemas Instrumentados de Seguridad, Emerson Process Management)



48 **La experiencia en Simulación Numérica usada en O&G para estudiar la evolución del COVID-19 en la Argentina**
En momentos en que el mundo busca frenéticamente comprender mejor para derrotar al virus COVID-19, existen analogías de aplicación de modelos matemáticos al uso de estudiar el comportamiento del virus.
Por Redacción de Petrotecnia

Notas Técnicas

54 **Agua caliente sanitaria: los modos más asequibles en la Argentina**
El calentamiento de agua sanitaria es el segundo consumo de energía en los hogares argentinos, la búsqueda de formas más asequibles, eficientes y sustentables es de gran relevancia económica, social y medioambiental. En este trabajo se analizan los distintos equipos de calentamiento de agua disponibles en el mercado nacional y se comparan los costos a lo largo de su vida útil.
Por Leila Iannelli (Gerencia Enargas, Escuela de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Jorge Fiora y Pablo Romero (Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y Salvador Gil (Escuela de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)

66 **Nanotecnología aplicada a procesos de recuperación mejorada de petróleo**
¿Es la nanotecnología escalable a un proceso convencional de inyección de polímero?
El objetivo de este trabajo es evaluar la escalabilidad de las investigaciones desde el laboratorio hacia las condiciones operativas reales.
Por Sebastián Llanos Gallo (Universidad Industrial de Santander, UIS), Eduardo José Manrique Ventura, Henderson Iván Quintero y Rubén Hernán Castro (Ecopetrol)

86 **Monitoreo y seguimiento de variables en equipos de *Pulling***
Este trabajo resultó seleccionado de las 22° Jornadas Técnicas de Petróleo y Gas del IAPG realizadas por la Seccional Sur del IAPG, a cargo de la Comisión Técnica de esa Seccional.
Por Fernando Figueroa, Andrés Rossi, Elías Cobo Medvedesky, Leonardo Ahrtz, María Laura Muñoz, Juan Carlos Jones, Carlos Jatib, Gabriela Albertini e Isaac Julián (PanAmerican Energy)

90 **Cuáles son los mecanismos de falla de las tuberías de polietileno y cómo evitarlos**
Este artículo describe los mecanismos y los métodos de prueba para estudiar el comportamiento de la propagación rápida y el crecimiento lento de fisuras en las tuberías de polietileno sometidas a presión de acuerdo con las normativas vigentes.
Por María Camila Quintana, Federico Rueda, Nahuel Rull y Patricia María Frontini
Autora responsable: Patricia Frontini

Actividades

100 **Realidad virtual aplicada a la formación de las personas**
A poco de la inauguración del simulador virtual de la Seccional Sur, ofrecemos una descripción de cómo esta herramienta ha llegado para quedarse a ayudar en las operaciones.
Por Conrado Bonfiglioli (Gerente de Seccional Sur del IAPG)

104 **Congresos**
La nueva realidad que impuso mundialmente el trabajo en cuarentena llevó a repensar la manera de reunirse y capacitarse hasta regresar a la llamada "nueva normalidad", con un esperable retorno a una mayor y progresiva presencialidad. Las diversas Comisiones del IAPG no son ajenas a este desafío y aprovecharon la oportunidad para realizar de manera *online* los más completos y calificados seminarios, workshops y jornadas, como precalentamiento para los Congresos presenciales que seguiremos realizando.

106 **Novedades de la Industria** 119 **Novedades del IAPG** 122 **Índice de anunciantes**

Petrotecnia es el órgano de difusión del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas.
Maipú 639, (C1006ACG) - Buenos Aires, Argentina
Tel./fax: (54-11) 5277 IAPG (4274)
prensa@iapg.org.ar / www.petrotecnia.com.ar

INSTITUTO ARGENTINO DEL PETROLEO Y DEL GAS

facebook.com/IAPGinfo twitter.com/IAPG_Info youtube.com/IAPGinfo plus.google.com/113697754021657413329

Staff

Director: *Ernesto A. López Anadón*

Editor general: *Martín L. Kaindl*
Editora: *Guisela Masarik, prensa@petrotecnia.com.ar*
Asistentes del Departamento de Comunicaciones y Publicaciones:
Mirta Gómez y Romina Schommer
Departamento Comercial: *Daniela Calzetti y Graciela Nubile*
publicidad@petrotecnia.com.ar
Estadísticas: *Roberto López*

Comisión de Publicaciones
Presidente: *Eduardo Fernández*
Miembros: *Jorge Albano, Silvia Barredo, Jorge M. Buciak, Rubén Caligari, Carlos Casares, Carlos E. Cruz, Martín L. Kaindl, Alberto Khatchikian, Guisela Masarik, Vicente Serra Marchese, Gabino Velasco*

Diseño, diagramación y producción gráfica integral
Cruz Arcieri & Asoc. www.cruzarcieri.com.ar

PETROTECNIA se edita los meses de marzo, junio, agosto y noviembre, y es gratuita para las empresas relacionadas con las industrias del petróleo y del gas, asociadas al **Instituto Argentino del Petróleo y del Gas** y a sus asociados personales.

Año LXI Nº 2 - 2020
ISSN 0031-6598

Los trabajos científicos o técnicos publicados en *Petrotecnia* expresan exclusivamente la opinión de sus autores.
Agradecemos a las empresas por las fotos suministradas para ilustrar el interior de la revista.

Adherida a la Asociación de Prensa Técnica Argentina.
Registro de la Propiedad Intelectual Nº 041529 - ISSN 0031-6598.
© Hecho el depósito que marca la Ley 11.723.
Permitida su reproducción parcial citando a *Petrotecnia*.

Suscripciones
Argentina: Precio anual - 4 números: $ 2500
Exterior: Precio anual - 4 números: US$ 210
Se puede abonar con tarjeta de débito, tarjeta de crédito, transferencia bancaria o cheque a la orden del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas.
Informes: suscripcion@petrotecnia.com.ar

Premio Apta-Rizzuto

- **1º Premio a la mejor revista de instituciones 2006, 2014**
- **1º Premio a la mejor nota técnica-CONICET 2011, 2012, 2015, 2018**
- **1º Premio a la mejor nota científica 2010, 2011**
- **1º Premio al mejor aviso publicitario 2010, 2011**
- **1º Premio a la mejor nota técnica-INTI 2018, 2010, 2008, 2007**
- **1º Premio a la mejor revista técnica 1993 y 1999**
- **Accésit 2003, 2004, 2008, 2012, 2015, en el área de producto editorial de instituciones**
- **Accésit 2005, en el área de diseño de tapa**
- **Accésit 2008, 2012, 2013, nota periodística**
- **Accésit 2009, 2013, 2014, en el área publicidad**
- **Accésit 2009, nota técnica**
- **Accésit 2010, 2011, 2012, 2013, 2018 notas de bien público**
- **Accésit 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2018 notas técnicas-INTI**
- **Accésit 2011, notas técnicas-CONICET**
- **Accésit 2014, notas científicas**
- **2º Accésit 2010, 2011, 2012, notas de bien público**
- **2º Accésit 2010, en el área de revistas pertenecientes a instituciones**
- **2º Accésit 2018, notas científicas**
- **2º Accésit 2018, avisos publicitarios**

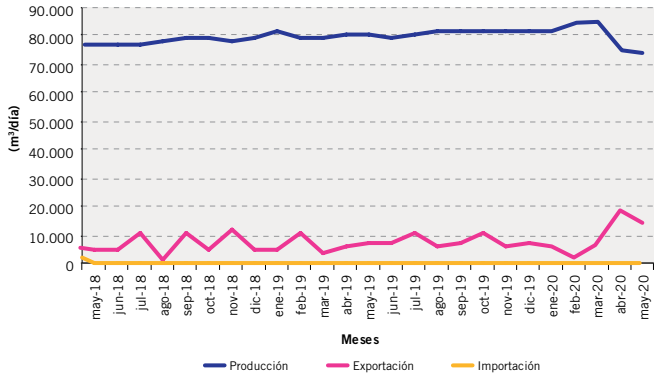
Comisión Directiva 2018-2020

CARGO	EMPRESA	Titular
Presidente	SOCIO PERSONAL	Ing. Ernesto López Anadón
Vicepresidente 1°	YPF S.A.	Dr. Gonzalo Martín López Nardone
Vicepresidente Upstream Petróleo y Gas	PAN AMERICAN ENERGY S.L (PAE)	Ing. Rodolfo Eduardo Berisso
Vicepresidente Downstream Petróleo	SHELL C.A.P.S.A.	Lic. Verónica Lorena Staniscia
Vicepresidente Downstream Gas	NATURGY BAN S.A.	Ing. Horacio Carlos Cristiani
Vicepresidente de Sevicios de pozos	SAN ANTONIO INTERNATIONAL S.A.	Sr. Alejandro Hugo Kletzky
Vicepresidente Fabricación de Equipos y Materiales	SIDERCA S.A.I.C.	Sr. Diego Ariel Schabes
Secretario	PAMPA ENERGÍA S.A.	Sra. María Inés Sainz
Pro-Secretario	CHEVRON ARGENTINA S.R.L.	Dr. Dante Marcelo Ramos
Tesorero	TOTAL AUSTRAL S.A.	Dra. Maria Gabriela Roselló Warren
Pro-Tesorero	TECPETROL S.A.	Sr. Pablo Carlos Ledesma
Vocal Titular	MEDANITO S.A.	Ing. Margarita Esterman
	TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR S.A. (TGS)	Sr. Mario Alberto Yaniskowski
	AXION ENERGY ARGENTINA S.A.	Ing. Daniel Alberto Santamarina
	COMPAÑIA GENERAL DE COMBUSTIBLES S.A. (CGC)	Sr. Hugo Eduardo Antranik Eurnekian
	PLUSPETROL S.A.	Ing. Germán Patricio Macchi
	CAPSA/CAPEX - (COMPAÑIAS ASOCIADAS PETROLERAS S.A.)	Ing. Jorge Miguel Buciak
	METROGAS S.A.	Lic. Valeria Soifer
	CAMUZZI GAS PAMPEANA S.A.	Lic. Maria Carmen Tettamanti
	SCHLUMBERGER ARGENTINA S.A.	Sr. Luis Corti
	HALLIBURTON ARGENTINA S.R.L.	Sra. Ana Paula Parrella
	EXXON MOBIL EXPLORATION ARGENTINA S.R.L.	Ing. Daniel Aníbal De Nigris
		Sr. Damián Ciaccia
	ENAP SIPETROL ARGENTINA S.A.	Ing.Eduardo Alejandro Tapia Alvayay
	DISTRIBUIDORA DE GAS CUYANA S.A. (ECOGAS)	Ing. Juan Enrique Salum
	PETROQUIMICA COMODORO RIVADAVIA S.A. (PCR)	Ing. Miguel Angel Torilo
	RAFAEL G. ALBANESI S.A.	Ing. Jorge Hilario Schneider
Revisor Cuentas Titular	SOCIO PERSONAL	Ing. Nino Domingo Antonio Barone
	A-EVANGELISTA S.A (AESA)	Ing. Martín Emilio Guardiola
	PALMERO SAN LUIS S.A.	Sr. Marcelo Horacio Luna
Revisor Cuentas Suplente	CESVI ARGENTINA S.A.A	Ing. Gustavo Eduardo Brambati
	AGGREKO ARGENTINA S.R.L.	Cdor. Jorge Pablo Tomsin

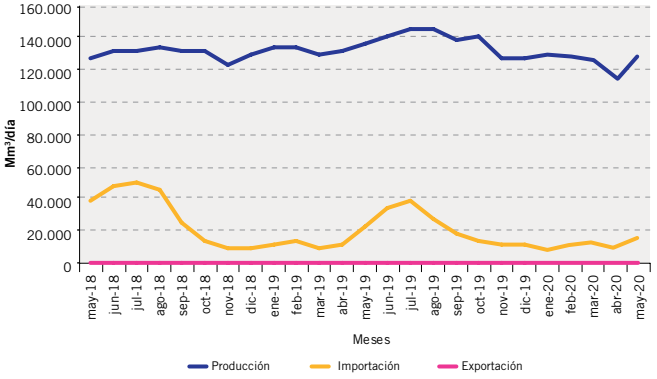

#MakeThingsBetter
total.com.ar
COMPROMETIDOS CON
EL GAS NATURAL
Total invierte en gas natural para reducir la huella de carbono
de la matriz energética global
TOTAL
Committed to Better Energy
COMMITTED TO BETTER ENERGY = Comprometidos con una mejor energía

LOS NÚMEROS DEL PETRÓLEO Y DEL GAS

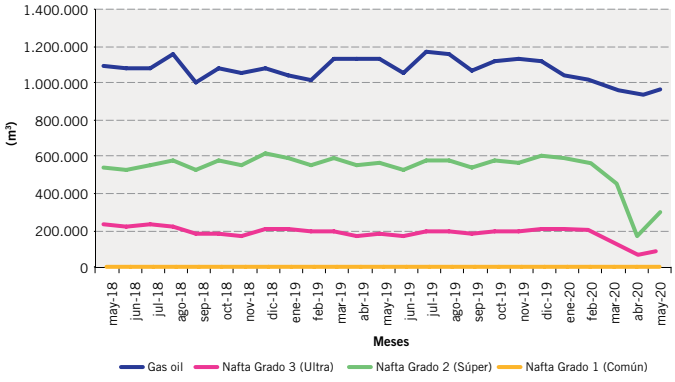
Producción de petróleo *vs.* importación y exportaciuón



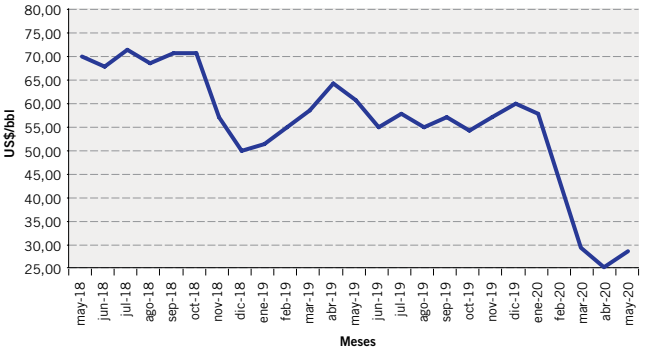
Producción de gas natural *vs.* importación y exportaciuón



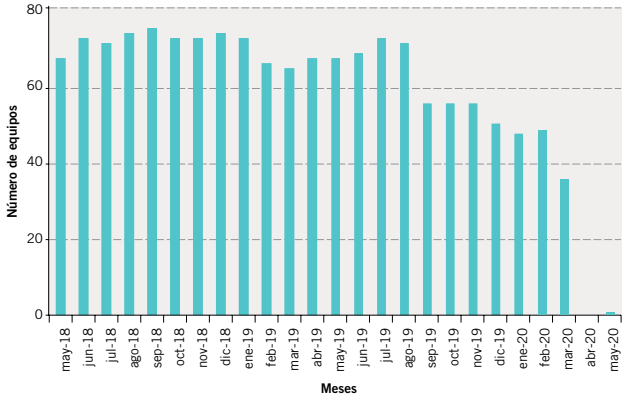
Ventas de los principales productos



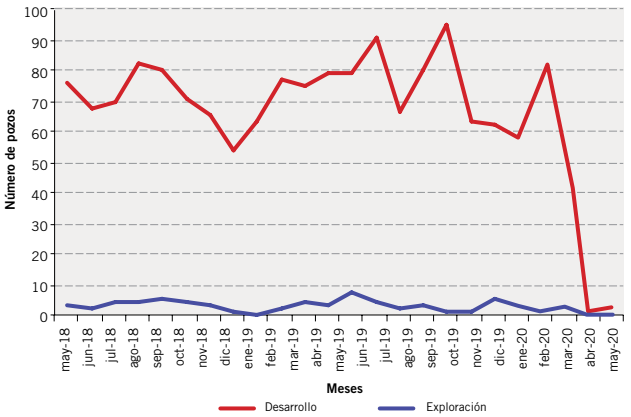
Precio del petróleo de referencia WTI

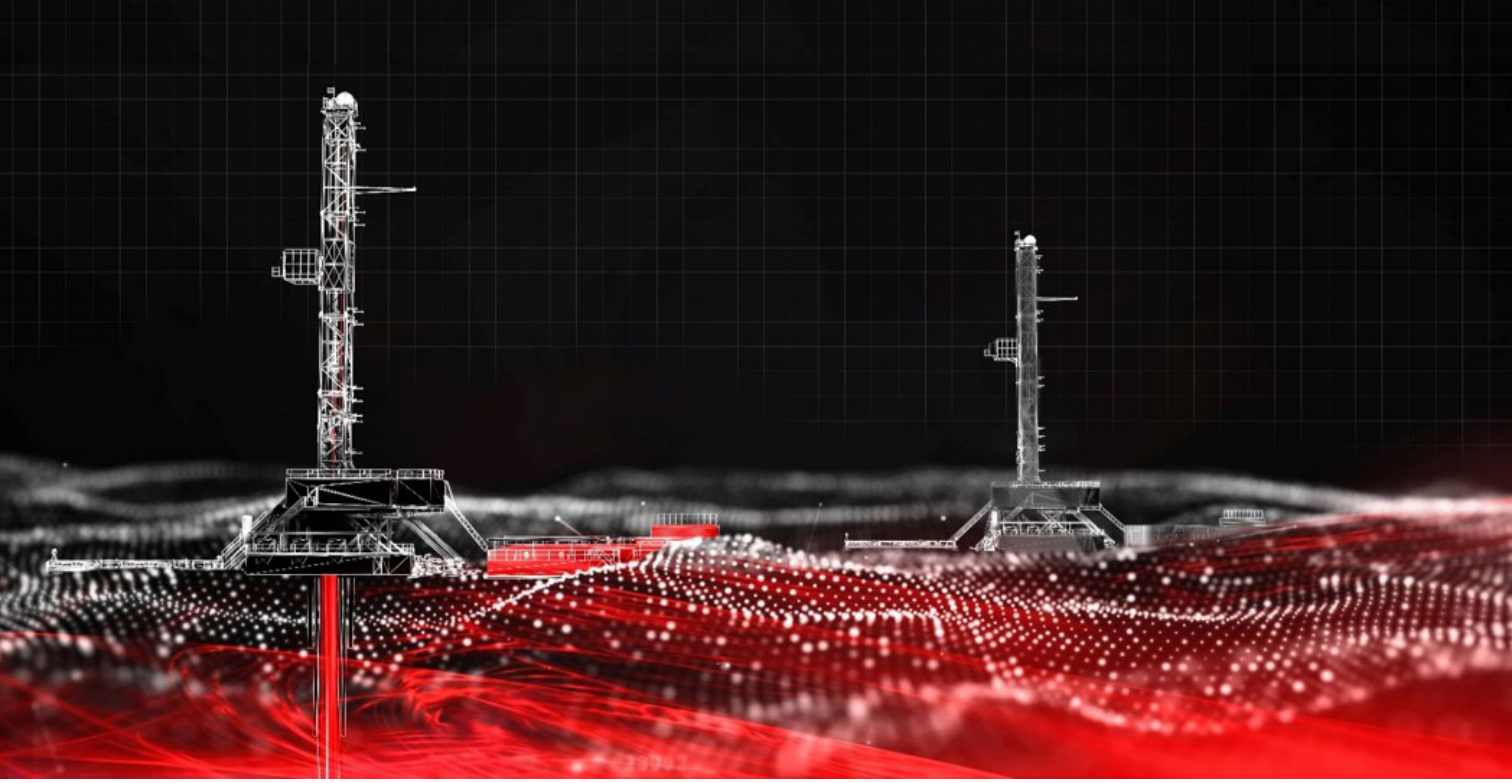


Cantidad de equipos en perforación



Pozos perforados





Soluciones de Ingeniería para el Cierre y Reactivación de Pozos

EL ENTORNO ACTUAL DE LA INDUSTRIA DEL PETROLEO Y EL GAS TIENE ENORMES DESAFÍOS, EL SERVICIO DE CIERREY REACTIVACION DE LA PRODUCCIÓN DE HALLIBURTON ES UNA SOLUCIÓN ESTRUCTURADA PARA CAMPOS CON PRODUCCIÓN RESTRINGIDA

INGENIERIA DE CIERRE

Minimice el costo de cerrar pozos y armonice las instalaciones de superficie en un esfuerzo por mantener la integridad del reservorio y la preservación del pozo

REACTIVACION PERSONALIZADA

Reinicie rápidamente la producción de pozos cerrados al menor costo, mientras optimiza la productividad de los mismos

MEJORAR EL RENDIMIENTO DE LOS CAMPOS EXISTENTES

Recomendar mejoras para mejorar el ingreso operativo

La solución de Halliburton puede generar hasta un 20% de ahorro a través de diagnósticos inteligentes y ejecución integrada

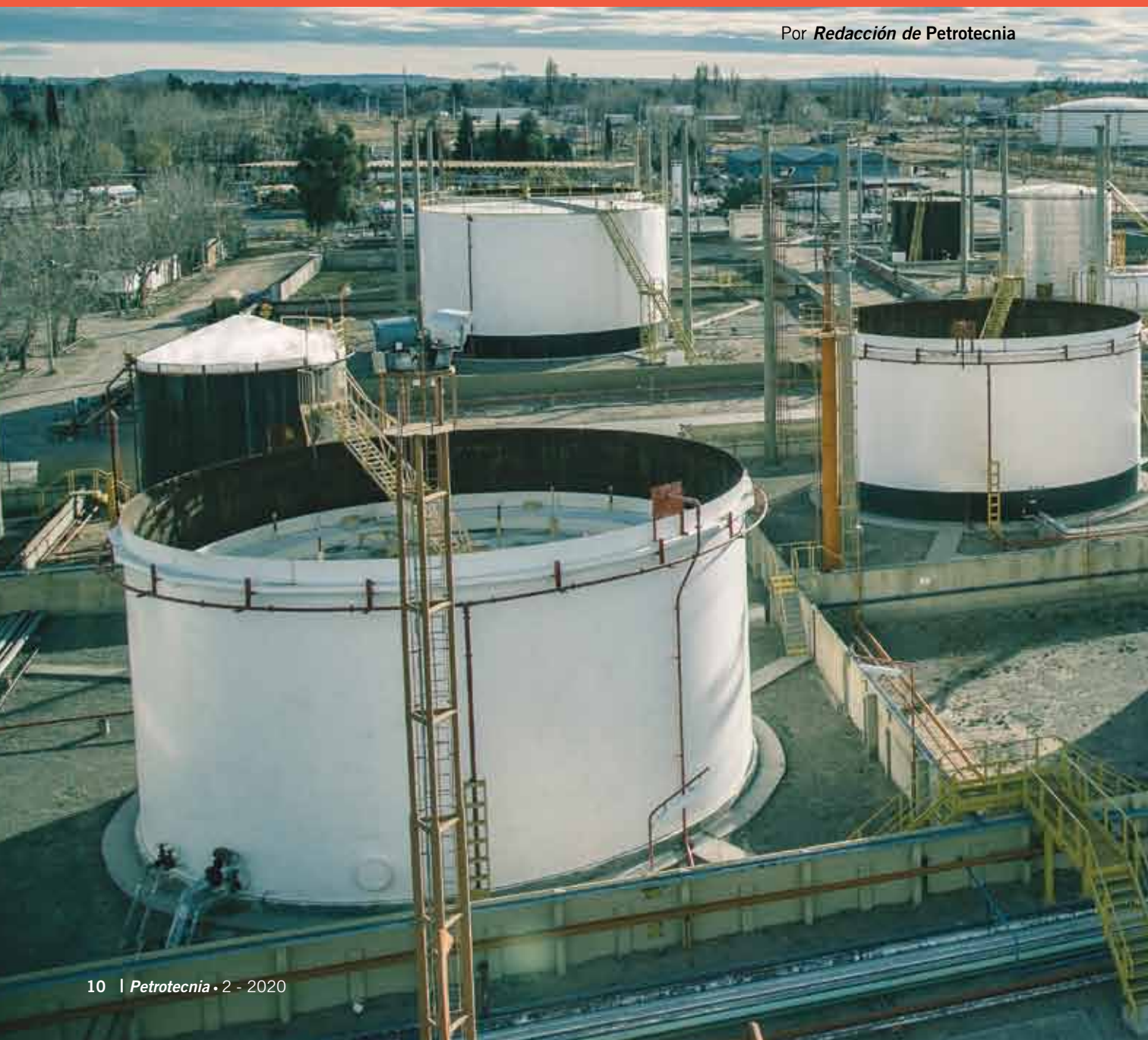
HALLIBURTON

www.Halliburton.com

© 2020 Halliburton. Todos los Derechos Reservados

Trabajar en O&G en pandemia, primeras lecciones

Por ***Redacción de*** **Petrotecnia**



Una consulta a las empresas de energía, cuya actividad fue declarada esencial desde el principio de la cuarentena, acerca de cómo abastecer en tiempos inéditos.



Falta COPETE

A esta altura de los acontecimientos, donde prácticamente todas las industrias del país y del mundo han visto su actividad drásticamente disminuida, si no totalmente frenada ante la aparición de la pandemia del COVID-19, las empresas del sector no están ajenas a esta crisis.

Y si la coyuntura internacional ya afectaba al sector, este duro golpe lo obligó a barajar y replantear la estrategia en todo el mundo. También en la Argentina, donde, siguiendo las directivas de cuarentena y los protocolos sanitarios impartidos por las autoridades, las empresas de O&G, debieron reducir la actividad y adaptarse a los nuevos tiempos, además de resolver con tecnología la imposibilidad de reunirse físicamente.

Pese a todo, la energía se sigue generando y consumiendo gracias a estas adaptaciones que permiten continuar con la actividad. Desmintiendo la teoría de que se trata de un "cisne negro", en referencia al libro *The black Swann* (2007), no solo porque según esta teoría estos son imposibles de prevenir –discutible en el caso de la pandemia–, sino porque según su autor, Nassim Taleb, "a pesar de ser un evento atípico, la naturaleza humana nos hace inventar explicaciones a posteriori, haciéndolo predecible". Y así, raramente analiza la lección aprendida.

En la búsqueda de conocer algunas de estas lecciones aprendidas por las empresas de hidrocarburos que trabajan en el país, desde marzo, cuando la actividad fue declarada "esencial" para garantizar la producción, el transporte y la refinación, *Petrotecnia* les planteó dos preguntas:

1. **¿Cuáles son las primeras lecciones que les deja esta nueva situación a la empresa?**
2. **¿Cuáles son los cambios técnicos de la actividad en el corto y mediano plazo?**

Las respuestas fueron las siguientes:

Shell Argentina

Primeras lecciones: la nueva situación refuerza en la empresa la convicción de hacer del desarrollo de operaciones seguras una prioridad y nos obliga a ser más creativos, innovadores y eficientes que nunca para fortalecer nuestros proyectos a largo plazo.

Apreciación personal: "Uno de los grandes desafíos en el que estamos haciendo especial foco es reforzar la empatía, el diálogo y el trabajo conjunto que tenemos en nuestro equipo y con aquellas personas vinculadas a nuestros proyectos".

Cambios técnicos de la actividad: en el corto plazo, pusimos en marcha un Plan de Respuesta en todas las localidades de nuestra actividad y conformamos un Equipo de Respuesta para monitorear y dar respuesta a la situación en tiempo real con el fin de mantener el abastecimiento necesario de energía, pero garantizando el máximo cuidado de nuestro personal y contratistas.

Cerramos nuestras oficinas en Neuquén y Buenos Aires desde el comienzo del aislamiento social, preventivo y



obligatorio, y enviamos a sus casas a todo el personal que integrara grupos de riesgo o que pudiera hacer sus tareas de manera remota, además mantuvimos guardias mínimas de producción en Neuquén. A medida que se fueron ampliando los permisos en Neuquén, retomamos las obras civiles de construcción y las actividades de perforación y otras tareas en yacimiento, siempre que fue seguro hacerlo y extremando los cuidados.

Todos los trabajos en yacimiento que actualmente realizan más de 600 trabajadores de la empresa y contratistas se llevan adelante de acuerdo con el Protocolo Sanitario Básico - COVID-19, sancionado por la provincia del Neuquén para actividades y servicios de la industria hidrocarburífera. Este protocolo contempla el control de temperatura corporal de los operarios y del personal de empresas contratistas y de servicios al ingreso al yacimiento y de manera periódica, la prueba de olfato al ingreso, la utilización obligatoria de EPP y elementos de protección facial individuales en todo momento y el lavado frecuente de manos y/o sanitización con alcohol en gel, la instalación de estaciones de lavado de manos, la limpieza, la desinfección y el distanciamiento dentro del transporte vehicular y todas las superficies de trabajo, pisos y espacios comunes, entre otras disposiciones. Asimismo, exigimos al personal propio y de contratista en nuestras locaciones que, ante cualquier síntoma o sospecha de posible exposición al virus, se aísle a sí mismo preventivamente y no concurra a trabajar hasta que se descarte su contagio.

En el mediano y largo plazo, esta situación resaltará aún más nuestra prioridad de garantizar la salud y el cuidado del personal y las comunidades cercanas. Diseñar cada proyecto y plan de trabajo anteponiendo la óptica del desarrollo de operaciones seguras será ahora más necesario que nunca. Esto puede implicar la implementación de nuevos protocolos, formas de trabajo u otros cambios logísticos.

En el largo plazo, este escenario nos obligará a seguir poniendo el foco en ser más creativos, innovadores y eficientes para encontrar soluciones a los obstáculos que se presenten mientras seguimos reduciendo costos para ser competitivos internacionalmente.

ExxonMobil

Primeras lecciones: la pandemia ha desencadenado un proceso de aprendizaje continuo para nuestra organización. Ha puesto a prueba nuestra capacidad de adaptarnos a un escenario complejo, y al mismo tiempo ha sido una oportunidad para fortalecer el trabajo en equipo y la colaboración mientras aprendemos juntos. También permitió probar los procesos y protocolos bien establecidos que la empresa tiene para emergencias, incluidos casos de pandemia.

Tenemos en marcha un comité de seguridad en la emergencia para abordar los diferentes temas y evaluar en tiempo real las mejores opciones para mitigar riesgos con el desarrollo de la pandemia en el país. Nuestro foco es asegurar la seguridad y la salud de toda nuestra fuerza de trabajo y evitar la propagación del virus en las comunidades donde operamos.

Esta situación excepcional nos ha llevado a armar una reingeniería en diferentes aspectos que involucran a toda la organización, tanto logística como de protocolos para garantizar nuestra cultura de la seguridad en el trabajo.



a. marshall moffat®
Since 1952

Más de 60 años ofreciendo prendas ignífugas para protección contra arco eléctrico y fuego repentino.

& SEGURIDAD CALIDAD

Empresa certificada bajo normas:

ISO 9001 – 2015 | ISO 14001 – 2015 | OHSAS 18001 – 2007

A. Marshall Moffat S.A. Of. Central
Tel: (54 11) 4302-9333
Fax: (54 11) 4303-1287
Av. Reg. De Patricios 1959,
CP 1266, Capital Federal,
Buenos Aires.

Provincia de Neuquén
Tel: (0299) 443-6139
Cel: (0299) 15-405-4479
J.J. Lastra 448. CP 8300.
Pcia. de Neuquén,
Neuquén.

Provincia de Chubut
Tel: (0297) 448-3032
Cel: (0297) 15-472-4383
Augusto Cristanello 4165,
B.Industrial, Comodoro Rivadavia,
CP 9000, Pcia. de Chubut.

WESTEX by Milliken | MECHANIX WEAR | PAULSON INTERNATIONAL | SALISBURY | MSA The Safety Company | 3M | LIBUS FEEL SAFE

Consultas técnicas: 0800 222 1403

marshall@marshallmoffat.com | www.marshallmoffat.com

Cumpliendo con las siguientes Normas:

NFPA 70 E | NFPA 2112 | ASTM F1506 | ASTM D6413 | IRAM 3870 | IRAM 3904 | EN ISO 11612 | EN ISO 11611 | EN 61482

UL REGISTERED FIRM
A. MARSHALL MOFFAT S.A.
ISO 9001 : 2000
A 16788

NFPA MEMBER | ASTM INTERNATIONAL | IRAM MIEMBRO | GAPP | IAPG MIEMBRO



Nuestro objetivo es mantenernos sanos y seguros para poder garantizar la provisión de energía de forma segura, confiable y eficiente.

Cambios técnicos de la actividad: el trabajo en el campo demandó la implementación de protocolos basados en cuatro pilares: el auto monitoreo; el distanciamiento social, la higiene personal y el uso de elementos de protección personal. En el caso del personal de oficina, los protocolos de trabajo remoto desde las casas se implementaron una semana antes del aislamiento obligatorio decretado por el Gobierno con el fin de proteger la salud de nuestra fuerza de trabajo.

En el caso del trabajo en los yacimientos, las operaciones se planifican en detalle antes de ejecutar cualquier actividad. Es necesario proveer la lista completa de trabajadores involucrados y su información para garantizar que se siguen los procedimientos adecuados. Previo al ingreso se les toma la temperatura y se realiza el test de olfato, así como se entrega una declaración jurada de salud, entre otras medidas.

Según del origen del empleado, los 14 días obligatorios de cuarentena se planifican en un área especialmente destinada a este fin.

Además, se conforman grupos de trabajo en células según su origen (zonas de transmisión comunitaria versus zonas sin transmisión comunitaria). La última opción para trabajar en yacimiento es hacerlo por menos de 24 horas en completa aislación, es decir llegar al lugar, realizar el trabajo y volver a su hogar sin contacto con ningún otro trabajador.

Wintershall Dea

Primeras lecciones: la crisis del coronavirus mantiene al mundo en vilo y la vida pública se detiene en muchos lugares. En Wintershall Dea en todas sus ubicaciones en 13 países de todo el mundo, desde Buenos Aires hasta San Petersburgo. Casi todos los empleados trabajan desde su casa. Por lo demás, el trabajo solo continúa directamente en los sitios de producción, donde se produce gas y petróleo con un personal mínimo y regulaciones de protección más estrictas.

Según su CEO, Mario Mehren: “Nos encontramos actualmente en estado de emergencia, pero aún podemos operar con una interrupción operativa mínima. Estamos en una especie de estado de emergencia controlado y estamos actuando y respondiendo con una cuidadosa consideración”.

La empresa se beneficia del buen equipamiento técnico de sus empleados. El trabajo digital en red ya era una práctica normal en Wintershall Dea, “trabajando en una nueva cultura corporativa”, todos los empleados pueden acceder a la empresa desde su teléfono móvil. El alcance de la digitalización en la empresa también es evidente por el hecho de que más de una docena de plataformas de producción en los Países Bajos y Noruega se operan sin personal desde un centro de control.

Incluso el propio CEO trabaja desde su casa desde el 18 de marzo y cada lunes, el CEO envía un mensaje de video semanal con la última actualización sobre la situación a los 2.800 empleados en todo el mundo. Ya desde hace un año

que se llevan a cabo reuniones por plataformas digitales de los empleados con el CEO, dada la situación especial, se han incrementado a una vez por semana.

El aspecto humano: Mehren comparte sus experiencias diarias trabajando desde su casa, y ante tanta distancia obligada, se celebra que los niños o las mascotas interrumpan las videoconferencias, y que los empleados compartan fotos y momentos de su "oficina en casa" en foros internos. Y para mantener a la fuerza laboral en forma, la compañía ha estado ofreciendo cursos de *fitness online*.

La decisión de trabajar con casi todos los empleados de la oficina en casa no es nueva, tras la fusión de Wintershall y DEA el año pasado se introdujeron varios programas destinados a facilitar el trabajo virtual.

Cambios tecnológicos: la seguridad es la prioridad número uno en los sitios de producción. Al trabajar, los equipos reducidos deben asegurarse de mantener distancias de seguridad. Las instalaciones de producción en todo el mundo se operan de forma aislada en la mayor medida posible. Una ventaja es que la producción de gas y petróleo de la empresa se ubica en áreas remotas como Siberia o frente a las costas de Tierra del Fuego. En la actualidad, la producción se puede mantener estable en su mayor parte. Un equipo de crisis COVID-19 separado está monitoreando la situación diariamente para asegurarse de que ese siga siendo el caso.

En términos económicos, la crisis del coronavirus no dejará ilesa a Wintershall Dea, especialmente dado que los precios del petróleo y el gas también se encuentran en un mínimo histórico, por lo que la compañía también enfrentará un año desafiante. "Pero estamos bien posicionados para pasar por este momento especial", dice Mehren. La empresa tiene una cartera sólida, produce en 13 países y con costos de producción que son casi la mitad del promedio de nuestros competidores.

La empresa se está preparando en todo el mundo para volver a la vida cotidiana de la oficina. Dependiendo de las regulaciones nacionales, los empleados regresarán de a poco a las oficinas, aunque la fecha aún es incierta.

PECOM

Respuestas de Javier Gremes Cordero, CEO de PECOM.

Primeras lecciones: sin dudas esta pandemia nos impulsó a ser creativos y acelerar cambios tecnológicos que vinieron para quedarse. Estamos frente a un momento de transición, donde pasaremos hacia la nueva normalidad. Por lo tanto, las respuestas de hoy nos posicionarán para el negocio del futuro.



En estos tiempos el motor de inteligencia de una organización es más importante que nunca. La nueva normalidad se conecta con la aceleración de los cambios, como la virtualidad y la digitalización rápida de todas las actividades, donde cobra relevancia la infraestructura digital. Esto es no pensar solo en el hoy, sino en cómo queda reconfigurado el mañana. Agilidad, flexibilidad, infraestructura tecnológica, información en tiempo real y la innovación son el nombre del juego.

Asimismo, la planificación y la proactividad son esenciales. La nueva normalidad nos demanda soluciones innovadoras para gestionar crisis. Es medular identificar oportunidades para adaptar y remodelar prioridades y desarrollar nuevos modelos de negocio para crear un entorno de trabajo evolucionado. También implica un ecosistema de colaboradores más amplio: incluir desde trabajadores específicos (nicho), trabajadores calificados, flexibles y *part time*.

Cambios técnicos: desde el inicio de la pandemia trabajamos en conjunto con clientes y sindicatos para entender el contexto y definir las estrategias de funcionamiento con el fin de ajustar la operación a esta nueva realidad.

La primera medida definida e implementada por el comité de crisis de Compañía fue la implementación del Protocolo de Acción COVID-19, el cual considera las recomendaciones definidas por el Ministerio de Salud y SRT. En línea con el protocolo también se impulsaron las siguientes acciones preventivas:

- Se incorporó una declaración jurada digital de cumplimiento diario y obligatorio de cada colaborador vinculada principalmente a los síntomas, con su derivación y tratamiento en caso de denuncia de caso sospechoso.
- Incorporación de EPP específicos por funciones.
- Campañas de comunicación: higiene de manos, higiene respiratoria, ventilación de ambientes, distanciamiento social e higiene de instalaciones, entre otras.
- Implementación de curso virtual sobre los principales aspectos del COVID-19.
- Charlas informativas en las operaciones.
- Disposición de insumos para la correcta higiene de manos y de sectores en toda la organización.
- Identificación de los grupos de riesgo para su evaluación y aislamiento preventivo.
- Identificación de personas de áreas de riesgo para asegurar aislamiento preventivo.
- Implementación de esquema de *home office* en las bases administrativas y para las funciones de soporte a la operación.
- Evaluación de impacto y procesos de mayor riesgo en las operaciones para evaluar medidas de contingencia en caso que haya que evacuar personal.
- Disminución de los puntos de contacto colectivo (horario de refrigerio, reuniones operativas de coordinación, etc.).
- Programación de charlas virtuales Ciclo de Salud para acompañar a los colaboradores.

Pampa Energía

Plan solidario: la empresa, a través de su Fundación, estuvo presente en la asistencia a la comunidad de sus lugares de operación. Entre sus acciones se registra la donación





Nuestros productos abastecen distintos mercados del mundo cumpliendo con los **estándares más exigentes de calidad internacional.**

COMPAÑÍA MEGA S.A. www.ciamega.com.ar

MEGA
COMPAÑÍA MEGA S.A.



1. **¿Cuáles son las primeras lecciones que les deja esta nueva situación a la empresa?**
2. **¿Cuáles son los cambios técnicos de la actividad en el corto y mediano plazo?**

de 6 respiradores pulmonares, 30 camas para terapia intensiva, 4 bombas de infusión peristálticas y 4 monitores multiparamétricos a la provincia del Neuquén, y a las localidades bonaerenses de Punta Alta y Bahía Blanca, lo cual permite incrementar la capacidad de respuesta del sistema público de salud de la provincia a la pandemia del COVID-19.

Estas acciones forman parte de un plan solidario que desarrolla la Fundación Pampa con instituciones de las provincias de Buenos Aires y del Neuquén, con el objetivo de fortalecer el funcionamiento de las instituciones de salud pública.

Según adelantó Marcelo Mindlin, presidente de Pampa Energía, la empresa seguirá realizando este tipo de acciones. "Ahora estamos avanzando en un relevamiento con directores de otros hospitales, para conocer sus necesidades y poder colaborar con nuestro aporte", agregó.

Además, la Fundación donó insumos para que estudiantes de seis escuelas técnicas de las mismas ciudades puedan producir elementos de protección para los hospitales locales con tecnología de impresión 3D. Y donó 6 contenedores a la provincia de Mendoza, que serán utilizados como oficinas en los centros de aislamiento mientras dure la pandemia COVID-19, que a su vez servirán como pruebas piloto para futuras viviendas sustentables.

Cambios tecnológicos: Horacio Turri, Director Ejecutivo de Oil & Gas para Pampa Energía, reflexionó que el trabajo digital "se metió en nuestras casas y en nuestra vida social, nos encontramos intercambiando cuestiones de trabajo durante todo el día, lo que permite conocer el lado humano de los colaboradores. Nos adaptamos a las dinámicas de personas con hijos pequeños o adolescentes, o con un adulto mayo bajo cuidado", según declaraciones registradas por el diario *La Mañana de Neuquén*. Esto ha consolidado los lazos entre los empleados con la empresa: "Ya no es obligación cumplir con un horario de trabajo, sino que es un desafío personal llevar adelante la tarea que cada uno tiene dentro del organigrama de la compañía. Hemos logrado consolidar un equipo de trabajo de personas, ya no de colaboradores".

Transportadora de Gas del Norte (TGN)

Primeras lecciones: TGN, al igual que la mayoría de las empresas del país y del mundo, tuvo que adaptarse rápidamente a un evento tan disruptivo como es la pandemia del COVID-19.

Afortunadamente, el proceso de inversión, innovación y cambio cultural que iniciamos hace algunos años fueron factores clave para dar las respuestas operativas, de soporte tecnológico y de contención necesarias para este momen-



to, tanto para nuestros clientes como para nuestros equipos de trabajo.

En este contexto pudimos reafirmar nuestros valores como empresa y nuestro compromiso con el cuidado de los colaboradores de TGN y entender que el crecimiento debe enfocarse siempre en ampliar nuestros horizontes y en buscar nuevas y mejores maneras de hacer las cosas.

Cambios técnicos: en TGN le damos mucho valor al conocimiento y a la innovación, ambos son un hilo conductor que unen transversalmente todas las áreas de la compañía. Por ello ya veníamos desarrollando varios de los proyectos que hoy cambiaron nuestra forma de trabajo y que sin duda, llegaron para quedarse.

Como compañía que brinda un servicio esencial para el país y que posee una enorme dispersión geográfica, tuvimos la necesidad de implementar la accesibilidad remota a los servicios corporativos y operativos, potenciar las herramientas colaborativas y acelerar la transformación digital.

La posibilidad de acceder en forma remota a las estaciones de trabajo de nuestras 21 plantas compresoras, que un ejecutor de campo a través del Remote Eye pueda con un anteojo comunicarse con uno o más especialistas para recibir instrucciones y completar una tarea operativa, capacitar a nuestra gente con la tecnología de realidad virtual y el uso de la realidad aumentada para operar y dar soporte a nuestros gasoductos en forma remota son algunos de los ejemplos más importantes que podemos mencionar de esta transformación.

Tenemos un gran desafío por delante y la innovación y la tecnología son las que marcarán la diferencia en todo lo que hagamos. Son las que nos van a permitir identificar nuevas oportunidades, realizar nuevos desarrollos y seguir mejorando la eficiencia, la seguridad y la calidad de nuestras actividades en los próximos años.

Para su CEO, Daniel Ridelener, "como empresa siempre tenemos que adaptarnos a entornos y a realidades cambiantes, el COVID se enmarca en esta necesidad de estar alertas, pero sin duda nos impuso una velocidad mucho mayor en la adaptación al nuevo escenario".

Transportadora de Gas del Sur (TGS)

Primeras lecciones: la situación única que estamos atravesando, nos deja importantes lecciones que debemos aprender y sobre las que poder construir aprovechando las oportunidades de mejoras que parecían imposible de implementar hasta hace poco tiempo. Cambiar los paradigmas y pensamientos, para generar nuevas formas de comunicación, relación y trabajo. Otorgando espacio a distintas estructuras y procesos más simples.

Cambios técnicos: TGS brinda un servicio esencial para millones de argentinos, como es el transporte de gas natural, por lo tanto debimos adaptarnos a la cuarentena de una manera rápida, ordenada y eficiente. Proceso que fue ejecutado correctamente por nuestro gran equipo, dividido en las siete provincias donde estamos presentes.



Nuestros colaboradores de plantas y gasoductos se encuentran trabajando con normalidad, bajo un sistema de turnos y cumpliendo la normativa sanitaria vigente. Los colaboradores que normalmente trabajan en la oficina fueron conectados remotamente otorgando todas las condiciones necesarias para que así lo fuera. Como se planteó, la coyuntura nos obligó a cambiar procesos, uno de ellos fue la mayor utilización de herramientas informáticas que permitieron conectar a toda la compañía para estar en nuestras casas como si estuviéramos en la oficina.

Junto con SAP, implementamos *online* un mapa de la salud de los colaboradores considerando elementos como edad y factores de riesgo. De esta manera, además de información médica contamos con información operativa para conocer cómo evoluciona la salud de la población de la compañía.

Hace tiempo, incorporamos la aplicación móvil "TGS Emergencias" para estar más y mejor comunicados en una empresa que posee operaciones en siete provincias. Analizando la situación, se consideró oportuno agregar una declaración jurada que supervise el estado de salud previo al ingreso de las instalaciones, de esta forma también cuidamos a nuestros colaboradores y clientes.

En TGS entendemos y comprendemos que la pandemia junto a la reclusión en nuestros hogares en la mayoría de los casos de nuestros colaboradores apareja consigo desafíos psicológicos. Por ello, junto a un equipo de profesionales de la salud mental, implementamos un programa de acompañamiento psicosocial con punto de partida en una Evaluación Psicosocial online, que evalúa el impacto del contexto en las personas que forman parte de nuestra empresa.

Somos esenciales, y como tales, continuamos operando con éxito nuestros negocios: el sistema de transporte de gas, el procesamiento y despacho de líquidos, el servicio *midstream* y las telecomunicaciones a través de nuestra empresa Telcosur.

Durante la pandemia seguimos trabajando para el desarrollo energético argentino. Hemos firmado un acuerdo con Shell para brindarle servicios *midstream* en Vaca Muerta a través de una estrategia innovadora que, sin lugar a dudas, será un punto de partida para la industria del petróleo y del gas.

Tecpetrol

Primeras lecciones: "Estamos ante una nueva forma de trabajar. Se aceleró la utilización de las tecnologías de cinco a diez años. En el pasado, el *home office* lo discutíamos, pero ahora es una necesidad", dijo Horacio Marín, director de Exploración y Producción de la empresa, en entrevista con el suplemento de Energía de *La Mañana de Neuquén*.

Cambios tecnológicos: "Creo que vamos a aumentar la eficiencia en las operaciones gracias a la digitalización y su incorporación rápida en estos tiempos. Vamos a meterle mucha más tecnología", dijo, y en referencia a los protocolos de seguridad, aseguró: "No hay que subestimar las medidas de prevención hasta que se conviertan en un hábito. Nosotros hacemos auditorías para ver el cumplimiento". ■



Tecpetrol



La cadena de valor

Por ***Redacción de*** **Petrotecnia**

Las pequeñas y medianas empresas son pioneras en este aprendizaje forzado para sobrevivir a la crisis sanitaria mundial y su impacto en la economía.



La cadena de valor, formada por empresas medianas y las más pequeñas (pymes) con menor tamaño y espaldas que las operadoras, son pioneras en este aprendizaje forzado para sobrevivir a la crisis sanitaria mundial y su impacto en la economía.

Para esta nota volvimos a formular las preguntas:

1. **¿Cuáles son las primeras lecciones que le deja esta nueva situación a la empresa?**
2. **¿Cuáles son los cambios técnicos de la actividad en el corto y mediano plazo?**

GalileoTechnologies

Primeras lecciones: según Osvaldo del Campo, CEO de Galileo Technologies, "Sorpresivamente, nos ha llevado a ser un equipo más unido y hemos podido mantener la ejecución de proyectos en el país y en el exterior. También lo hemos observado de parte de nuestros clientes, quienes nos han convocado para nuevos proyectos".

En términos generales, se han registrado sensibles bajas de precios para el gas y el petróleo, pero estamos imaginando un mundo más allá de la emergencia. Entendemos que uno de los saldos del COVID-19 es una conciencia ambiental más profunda, que requerirá tecnologías y soluciones que permitan atenderla. La reducción de emisiones en estos meses ha sido evidente y nos ha devuelto postales alrededor del mundo. El tema ha salido de la discusión de los expertos en cambio climático. Ahora, debemos prepararnos para un mundo que vuelva a su plena actividad, y las sociedades no estarán dispuestas a resignar ese inesperado y benigno resultado ambiental. El gas natural y el biometano, ahora también denominado gas natural renovable, son las alternativas para conducirnos a una transición energética realista hacia las emisiones cero.

Cambios técnicos: durante esta etapa hemos mantenido nuestras operaciones de R&D, fabricación y trabajo en los pozos en la Argentina y locaciones del exterior. Los barbijos se han incorporado a nuestros kits de EPP, al igual que los controles de temperatura, la señalética y los manuales alusivos a todos los cuidados, los cuales incluyen nuevas pautas para la movilización de nuestros empleados en el cumplimiento de operaciones esenciales o vinculadas a la exportación. Asimismo, el monitoreo de la salud de nuestro personal ha sido una tarea de mucha atención por parte de nuestros departamentos de RRHH y HSE. Obviamente, nunca nos habríamos imaginado una situación de este tipo, pero una de las sorpresas positivas la aportó nuestro desarrollo de software, que ha sido clave para mantener la operación remota de nuestros paquetes compresores y estaciones de producción de GNL en la Argentina y en el exterior.

Ingeniería SIMA

Primeras lecciones: "Cuando un pescador no puede salir al mar, arregla sus redes", reflexiona Diego Manfio, CEO de Ingeniería SIMA, para quien el primer aprendizaje es "reinventarse, como siempre lo hicimos en nuestros más de 40 años de trayectoria. Es un gran desafío hoy pensar en un futuro cuando el presente es tan complejo; sin embargo, la tecnología está más al alcance como para toda persona, así es que las empresas debemos aprovecharla. Hoy SIMA está desarrollando tecnología propia para el uso de datos en ingeniería, obras y operación y mantenimiento.

Cambios técnicos: estamos trabajando en la incorporación de tecnología en forma prioritaria. Las personas debemos trabajar con más datos, y hoy es posible. Y esta



situación nos "empuja" hacia eso. Es algo mayor a una transformación digital, tiene más que ver con la recolección y el manejo de datos. Toda inversión de SIMA hoy está orientada a esto, como también a la capacitación de nuestros equipos. Las personas en las empresas tenemos que motivarnos con participar tanto del presente como proyectando el futuro. La energía será siempre necesaria, de una u otra forma, no se puede dejar de lado lo aprendido, y tampoco dejar de aprender.

Estamos aplicando tecnología hasta en la seguridad de nuestras operaciones, a través de un sistema propio llamado *Sima check*, que valida la seguridad de las personas a través de un pequeño registro y test, antes de empezar las actividades diarias.

Contreras

El primer impacto: para Guillermo Contreras, empresario del sector Construcción y Servicios, con datos de junio, "las pymes de nuestro país iniciaron el año con las dificultades económicas conocidas; grandes escollos para poder obtener una financiación adecuada al contexto, un país con grandes dudas en materia económica y mucha cautela a la hora de sumar nuevos recursos debido a la política laboral, normalmente exigente para las empresas. Las novedades que llegaban del otro lado del mundo tampoco eran prometedoras y la expansión de una nueva amenaza ya era real. Los daños sanitarios y económicos del COVID-19 en Europa eran un espejo de lo que nos sucedería en lo inmediato, que afectaría a toda la población, incluyendo empresas de distintas envergaduras.

El primer impacto fue grande. De un día para otro nuestro país se paralizaba y muchas pymes intentaban adivinar como encuadrarse en alguna actividad esencial, al menos para no detener completamente su producción ni su actividad. Muy pocas lo lograron y con el correr de los días fueron comprendiendo que lo que sucedía no sería un "stop" de pocos días, sino que enfrentarían una situación de mayores dimensiones, sin saber la magnitud del impacto económico. Más allá de la preocupación por la salud propia y de los colaboradores.

Las rápidas encuestas distribuidas por algunas cámaras e instituciones indicaban que las pymes en promedio poseían un saldo de caja para 45 a 60 días de subsistencia aproximadamente. La pregunta inmediata fue ¿cómo administrarlo?

Fueron muchas las empresas que decidieron cumplir con todas sus obligaciones de marzo, a pesar de que habían frenado por completo su actividad los últimos diez días del período. Algunas otras con mayor cautela imaginaron que la paralización duraría más tiempo e iniciaron una administración más dura de sus pocos recursos.

LINEA
PU/TPU



NUEVO MODELO

BRENT

GRAY

CREADOS PARA EL TRABAJO,
DISEÑADOS PARA LA VIDA.

FUNCIONAL
CALZADO DE SEGURIDAD

WWW.FUNCIONALWEB.COM

En abril de 2020, más de un 50% de las pymes se encontraban en una situación financiera que variaba desde lo negativo a una situación regular. Y el 45% restante de estas empresas se encontraba con una situación financiera holgada.

Además, casi un 60% de las empresas tenían un nivel de actividad 0. Solo un 12% de las empresas tenían una actividad normal por pertenecer a rubros y actividades esenciales.

"Dentro de nuestras pymes existe un universo de diferentes factores en su composición y manejo que no podemos ignorar. Cada una, a pesar de sus diferencias en estructura y en su relación empresarios/colaboradores, fue atravesada por un inconveniente común. ¿Cómo salir con vida de esta tempestad sin la capacidad para poder generar los recursos que mínimamente se necesitan para cubrir los costos fijos?".

Hubo, y continúan actualmente, diversos encuentros empresariales que han servido para plantear escenarios y construir colectivamente algunas premisas de gran utilidad para quienes deben tomar decisiones. Entidades como IDEA, que han apoyado abiertamente a las empresas desde su Club de Líderes Pyme, o encuentros facilitados junto a diversos panelistas en los que las empresas pueden intercambiar problemas y soluciones colaborativamente como los que se impulsan desde Red de Negocios.

La comunicación con los colaboradores ocupó un papel de suma importancia. En empresas más pequeñas sin la costumbre del diálogo continuo, el silencio y la incertidumbre, generaron un cuadro emocional que afectó negativamente tanto en lo cotidiano como en el humor social. En otras, el buen diálogo, en cambio, dejo emerger nuevos líderes que aún están intentando, junto a los pequeños empresarios, re diseñar las posibles actividades mientras las restricciones se van levantando gradualmente.

Quienes contaban con alguna reserva están sobrellevando esta crisis, con pérdidas y con la incertidumbre de no saber cómo será su nuevo rango de producción y/o ventas. Además, al no poder sostener la totalidad de los compromisos, desconocen qué consecuencia legal tendrán en un futuro, sobre todo desde el punto de vista laboral ya que aún no se conoce jurisprudencia en este aspecto. Lo sabremos en el 2021.



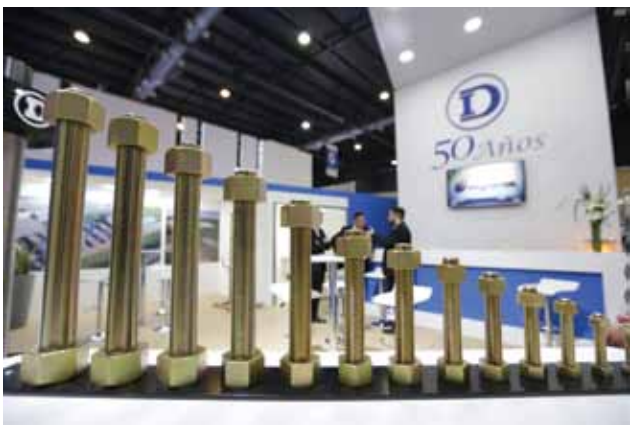
camente es pedir descuentos o rebajar salarios, perdiendo la visión de cadena de valor.

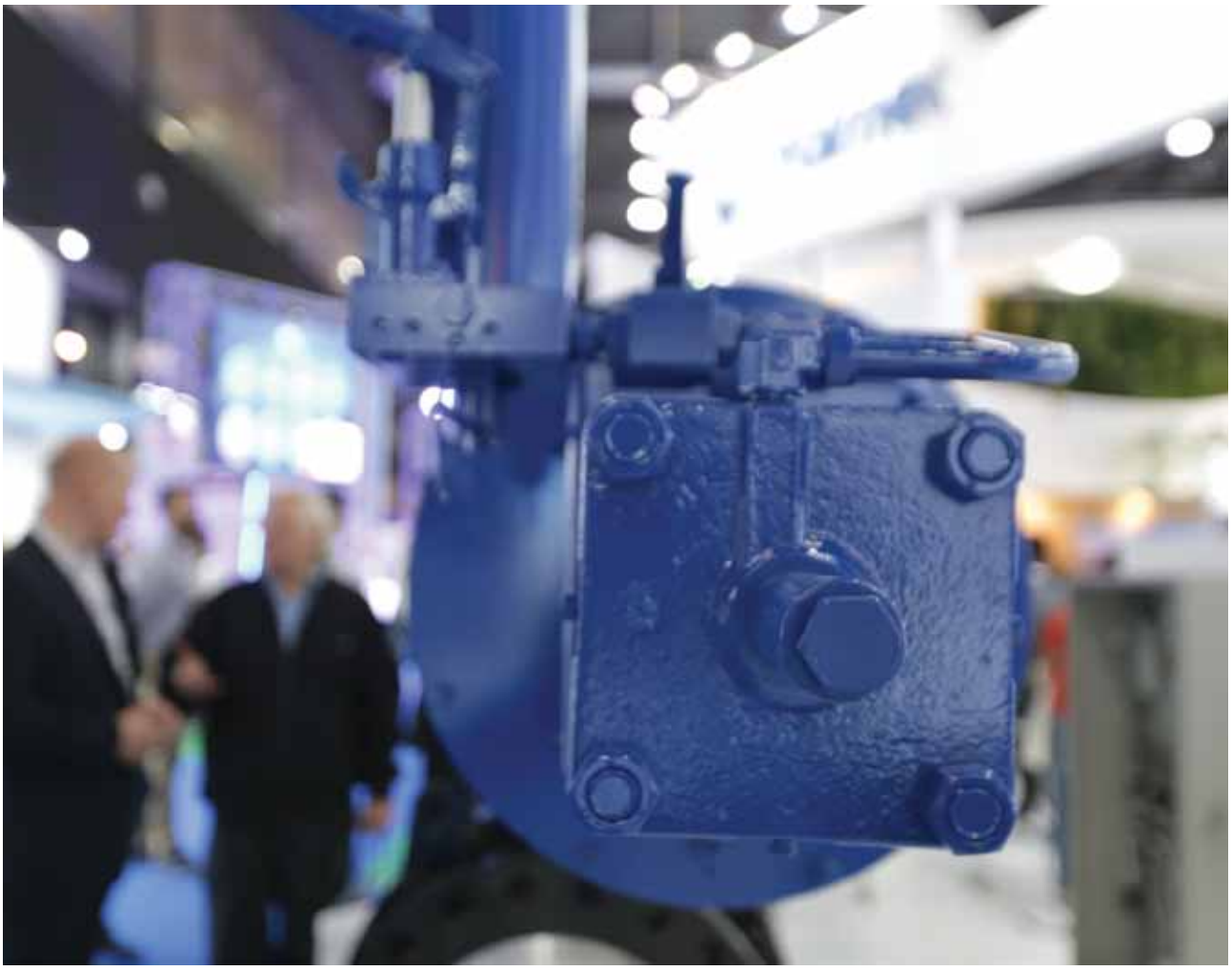
Estas situaciones atraviesan a las organizaciones de manera transversal y relevan sus fortalezas y aspectos por mejorar, esto sucede en las pymes y también en las empresas operadoras, de servicios petroleros y grandes empresas del sector en general. En este sentido, vemos que debido a la crisis y a una situación que no se puede cambiar en el corto plazo, la comunicación, la administración y la forma de manejarse ha sido muy diferente en distintas organizaciones y deja en evidencia ciertas formas de conducción. Es un aprendizaje. Hubo sorpresas positivas y otras no tanto, y también hubo situaciones que lamentablemente se presumía que podrían suceder. Queda claro que es preciso construir consenso y puentes que se han lesionado entre operadoras y proveedores en esta situación con posturas y propuestas inflexibles, rozando lo absurdo en algunos casos, y la falta de comunicación clara y precisa, tanto de YPF como de otras operadoras y empresas de servicios. Hay mucho para trabajar en conjunto en alianzas estratégicas y respetarlas incluso en estas condiciones.

Cambios técnicos: notamos en las empresas un proceso turbulento al inicio, pero ágil en respuesta y rápida adaptación. El *home office* llegó para quedarse, y el desafío ahora es poder administrarlo eficientemente. En las empresas veremos la implementación de nuevos sistemas y cambios importantes en RRHH, pero también ha quedado

GAPP (Grupo Argentino de Proveedores Petroleros)

Primeras lecciones: según Leonardo Brkusic, director ejecutivo de la cámara, El sector se vio gravemente afectado, y aún atraviesa un momento muy complejo con niveles de actividad muy bajos, y presiones absurdas de las operadoras, en algunos casos intentando ganar competitividad a costa de los proveedores, sin atacar las deficiencias internas. Por otro lado, en estas situaciones es donde se aprende más de las pymes de cómo administrar ingeniosamente estos momentos, y resalta la falta de creatividad de grandes empresas en general cuya única propuesta prácti-





de manifiesto la importancia de las empresas en la necesidad de comenzar un camino ineludible de transformación digital que se ha puesto en evidencia de forma incipiente con el *home office* y la virtualidad de tareas. Los emergentes de esta situación aceleran la necesidad de ser compatibles con la administración remota, no solo de operaciones sino de la performance de los productos y servicios, tanto desde la demanda como desde la oferta. Es una excelente oportunidad para comenzar un camino inevitable y cambiar el *mindset* y la cultura de la empresa para adaptarse y sumarse a un nueva etapa y modelo del ecosistema productivo y comercial bajo el paradigma de industria 4.0.

Sin duda estamos frente al comienzo acelerado de una nueva etapa, donde habrá muchos cambios y aprendizajes. La tecnología abre puertas al mismo tiempo que desafía a las organizaciones. Nosotros estamos en un sector altamente tecnificado, que es tractor de empresas de alta performance. Quizás es un buen momento para volver a forjar alianzas y el concepto de cadena de valor y el trabajo colaborativo y la innovación abierta, donde las empresas más grandes puedan ocupar un rol más activo para el desarrollo genuino de sus proveedores (a los que hoy se les piden descuentos o se les suspenden órdenes de compra). Este desafío lo estamos encarando incipientemente desde GAPP y conjuntamente con el Observatorio de Gas y Petróleo aguas abajo.

Favra

Primeras lecciones: para Claudia Rivero, Gerente de Recursos Humanos, "es muy difícil brindar tranquilidad en momentos de tanta incertidumbre. Esta situación afecta la salud mental y las emociones mucho más de lo que se informa en los medios. El teletrabajo llegó para quedarse. Competencias como adaptabilidad y flexibilización toman protagonismo. Se deberá trabajar en la tolerancia a la frustración e inteligencia emocional.

Cambios técnicos: teletrabajo, redistribución de funciones y responsabilidades. Sumamos zoom, con la herramienta reuniones virtuales. Recibo digital.

Es importante que la adaptación debe ser de las personas a la empresa y de la empresa a las personas. Las personas que tienen hijos o conviven con personas que forman parte de grupos de riesgo deberían tener otro tratamiento y las organizaciones no deben ser reactivas a estas necesidades.

Binning Oil Tools

Primeras lecciones: "Si bien el sector local ya estaba en recesión previo a la pandemia, una vez instaurada la cuarentena fue difícil vislumbrar predecir el impacto real (y aún hoy lo es) en el sector. Vemos un largo camino de recuperación por delante sin horizonte de tiempos posible de estimar", estima Eduardo Tidball, gerente comercial.

Cambios técnicos: rotación de turnos tanto en producción como en administración. Resaltar la importancia en el autocontrol del personal desde el punto de vista sanitario y aumentar la eficiencia de las comunicaciones entre el personal presente y desde *home office*.

Tomar esto como un punto de quiebre, creo que aún no hemos aprendido todo lo que aprenderemos sobre el efecto a largo plazo de la pandemia y los cambios que aún nos quedan por hacer en el nivel mundial.

Tec-Metal S.A.

Primeras lecciones: "Nos golpeó muy fuerte", reconoce Alejandro Torralva (CEO)" y tenemos que estar preparados teniendo estructuras livianas y flexibles. También en estas circunstancias se ve la calidad de las personas y las empresas".

Cambios técnicos: *home office*. Creo que no es tan necesaria la presencia de personas en algunos sectores y puede haber una buena combinación entre casa y oficina.

ISI Oilfiel Chemicals

Primeras lecciones: para Federico Arquero, jefe de Ingeniería, "el primer trimestre del año proyectaba un 2020 con grandes objetivos de desarrollo, producción y planes estratégicos regionales para la empresa líder en fabricación de productos químicos para la industria del petróleo y gas. Comenzamos el año con muy buen pie, pudimos recertificar nuestro sistema de gestión integrado ISO 9001 / ISO 1400. Seguimos avanzando con el proyecto de ampliación y traslado de nuestra base central al parque industrial PITEC donde dispondremos de mayor espacio de almacenamiento, laboratorios ampliados, nuevas oficinas y una renovada planta química, en la que apuntamos a desarrollar procesos y soluciones que sirvan a nuestros clientes. También, tuvimos el privilegio de viajar a Houston, donde asistimos a uno de los eventos obligados de la industria petrolera que convocó a expertos de todo el mundo especializados en fractura hidráulica y pudimos ponernos al tanto de las últimas novedades del sector, pero en medio de todo eso nos vimos impactados al igual que toda la sociedad por el ya tan conocido coronavirus", explicó Arquero.



BakerHughesC3.ai



Enterprise AI to accelerate the digital transformation of oil and gas

bakerhughesc3.ai

Copyright Baker Hughes
is a mark of Baker Hughes Holdings LLC and is a mark of C3.ai



Cambios técnicos: como la mayoría de las organizaciones, el contexto los obligó a adaptarse a una nueva modalidad de trabajo para poder seguir operando, pero maximizando los cuidados de su equipo de trabajo. "Desde el inicio de la pandemia pusimos foco en garantizar la salud de nuestros colaboradores estableciendo nuevos planes de trabajo para minimizar la exposición del personal que son nuestro valor más importante. No hemos bajado los brazos y hemos seguido suministrando productos para cubrir las necesidades operativas de nuestros clientes que se encuentran tan ansiosos como nosotros por comenzar nuevamente a trabajar y seguir desarrollando la matriz energética de nuestro país".

Y ante situaciones adversas es bueno reforzar el compromiso para con los que están en condiciones más desfavorables. Es por eso que desde ISI decidieron aportar su granito de arena y donar 500 l de alcohol en gel a las comunidades de Florencio Varela y Luján para destinarlos al personal de salud, seguridad y otros sectores.

En esta situación extraordinaria que atravesamos, adaptarse y encontrar el equilibrio parecieran ser las claves para mantenerse en pie. "Sabemos que esta crisis dejará huella en la actividad económica de nuestro país y del mundo y como tal, nuestra actividad no es ajena a este contexto. Sin embargo, creemos que toda crisis es un escenario para reorganizarse y salir fortalecidos. Es un momento en el cual poner foco en la eficiencia de las operaciones, la reducción de costos, la seguridad de las personas y las nuevas formas de comunicación.

Hay que tomar esta situación y capitalizarla como experiencia para que en futuras crisis tengamos más herramientas para afrontarla. Nos tocará a todos en su escala readaptarnos a esto que se viene. Desde nuestro lado estamos listos para retomar actividades y continuar aportando soluciones a la industria como venimos haciendo hace más de 26 años".

Moto Mecánica Argentina S.A.

Primeras lecciones: según su CEO, Juan Maldonado, "todos sabemos la magnitud del impacto que ha tenido el COVID 19 en términos de salud y de negocios. Esta crisis puso a prueba la capacidad de adaptación que teníamos. Hoy sabemos que debemos ser cada día más flexibles, un desafío enorme para una empresa industrial, y focalizarnos aún más de lo que hacíamos, en cómo ayudar a nuestros clientes a ser más productivos, reducir costos y optimizar sus procesos operativos".

Nuestra principal actividad, que es el diseño, la fabricación y la provisión de bienes y servicios de alta calidad para la industria del Gas y del Petróleo. El sector ya venía afectado en su volumen de negocios por la situación económicas argentina del segundo semestre del último año. En abril de este año, el sector de los hidrocarburos sufrió una de las crisis más agudas de su historia, desplomándose su demanda, saturando las instalaciones de almacenamiento e impactando hasta llegar al punto del absurdo de tener precios negativos. Esto generó que las empresas operadoras detuvieran aquellos proyectos de inversión que preveían incorporar producción al mercado. Esto produjo una reducción de sus operaciones al mínimo indispensable. Y eso tuvo un impacto directo en empresas como la nuestra.

Cambios técnicos: en primer lugar, tuvimos que repensar y rediseñar nuestros procedimientos y lugares de trabajo, las operaciones industriales y de servicios y la coordinación a distancia entre las distintas actividades de nuestra empresa, tanto en nuestra planta industrial como en nuestras bases de servicios. Era necesario para poder continuar trabajando, reduciendo los riesgos de contagio y cuidando la salud de nuestro personal. En particular, destaco la rápida respuesta de nuestros equipos que lograron adaptarse a un cambio en la modalidad de trabajo y, al mismo tiempo, enfrentan los desafíos de la crisis más grande que recordamos en nuestra industria.

Al mismo tiempo, nos pusimos en contacto con cada uno de nuestros clientes para entender su situación particular y sus necesidades de abastecimiento y servicios. La dramática caída en el volumen de facturación de la empresa nos obligó a coordinar con el sector gremial y con todos los trabajadores un nuevo régimen de trabajo adaptado a la nueva situación de emergencia.

La visión de MMA de desarrollar, junto a nuestros clientes, soluciones tecnológicas que resuelvan problemas, optimizando sus operaciones y reduciendo sus costos, no solo sigue vigente, sino que pasó a ocupar un lugar prioritario en la agenda de los procesos de mejora continua y en la necesidad de incrementar la eficiencia.

Nos toca vivir esta crisis cumpliendo 90 años de vida. A lo largo de cuatro generaciones, nos ha tocado enfrentar momentos muy complicados que nos pusieron a prueba. Este legado nos sirve de inspiración para poder superar esta crisis inédita y salir fortalecidos de ella.

Se dice que en toda crisis hay una oportunidad; algunas veces solo hay una crisis. Soy optimista porque incluso durante los primeros meses de la pandemia hemos implementado mejoras importantes que reducen el costo de operación. Es el caso de las mejoras en uno de nuestros equipos, el CNE PLUS, que se utiliza para la optimización de la producción mediante el ciclado de pozos de gas maduros. Mediante una mejora en el algoritmo del equipo logramos aumentar la producción de un pozo en un 20%, logrando un plazo de repago de 20 días. ■

ENSI

Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería











Al servicio de la industria

- Operación y Mantenimiento
- Mantenimiento Industrial
- Inspección y Monitoreo de Condición
- Laboratorio de Metrología
- Laboratorio Químico
- Mediciones Ambientales y Laborales

Ruta 237 Km. 1278 | +54 299 5805554 | comercial@ensi.com.ar
www.ensi.com.ar | +54 299 4650850 | rrii@ensi.com.ar

CERTIFIED ISO 9001:2015 COMPANY

ENSI



Gestión de la energía en tiempos del COVID-19

Por ***Ing. Andrea Afranchi (Gerente de Energy Performance SRL)*** e ***Ing. Laura Martínez Quijano (Consultora y auditora, Especialista en Sistemas de Gestión de la Energía según ISO 50001:2018)***

Sugerencias y recomendaciones para gestionar la energía en escenarios de contingencia como el actual con bajas de la producción.



En estos tiempos con un contexto que ya no es el que era, cambia la lógica de funcionamiento y con ella cambian los usos y consumos energéticos. La obligación de gestionar la energía y mejorar el desempeño energético sigue vigente aún en esta coyuntura. Ya sea porque la empresa se encuentra certificada con ISO 50001 –y necesita demostrar la mejora cada año, en cada auditoría– o porque la contención y/o reducción de costos es siempre bienvenida, independientemente del tamaño o sector de actividad al que pertenece la empresa.

La línea de base definida en su momento como referencia comparativa ya no representa la situación actual, y las organizaciones ya no cuentan con esta herramienta para comprobar si gestionan de manera adecuada la energía que consumen, sea poca o mucha.

La famosa frase *toda crisis es una oportunidad* se aplica a este caso. En este artículo les acercamos algunas sugerencias y recomendaciones para gestionar la energía en escenarios de contingencia como el actual, COVID-19, de aislamiento social, preventivo y obligatorio.

Se puede trabajar en la planificación de la producción para reducir los consumos energéticos sin afectar los compromisos u oportunidades de ventas. Esta actividad requiere de un trabajo conjunto entre quienes operan y gestionan la planta y el equipo de ventas o de planificación de la producción, ya que cuanto mayor sea la proyección de ventas o de producción, mayores serán las oportunidades de programar esquemas de trabajo eficientes.

A la hora de hacer este análisis es importante considerar los consumos energéticos asociados a las paradas y puesta en marcha de las instalaciones. Estos consumos podrían reducirse en casos donde es factible programar la operación por etapas o escalones. Por ejemplo, en el caso de la puesta en marcha de un horno que trabaje a diferentes demandas térmicas, se puede organizar la carga de manera secuencial partiendo de productos que requieren poca energía hacia los que requieran mayor energía, y a la inversa en los casos de salida de servicio.

Es recomendable conocer, o en todo caso, determinar la ventana de tiempo mínima óptima entre una parada y la próxima puesta en marcha, incluyendo en el análisis la relación costo-eficiencia de manera integral. Determinados procesos industriales no pueden entrar y salir de servicio a una alta frecuencia, porque podrían afectar la integridad de las instalaciones, o generar un alto volumen de reproceso, entre otros. Sin embargo, esto no implica que no se pueda programar una producción eficiente con paradas y arranques en este tipo de instalaciones. Mantener los procesos en marcha a muy baja producción podría ser mucho menos eficiente y altamente costoso que sacarlos de servicio respetando los tiempos mínimos óptimos entre parada y puesta en marcha.

Otra estrategia para abordar en el marco de la planificación de la producción es minimizar los tiempos muertos durante el período de producción, fundamental en esta coyuntura. ¿Cómo hacerlo? Planificando las actividades con antelación para tener todo lo necesario a mano, por ejemplo, cambio de matrices en inyectoras. Esta actividad puede insumir muchas horas si no se planifica con antelación y, mientras tanto, la inyectora pierde el calor acumulado con la producción anterior, que debe recuperar para la producción siguiente.

También hay casos en los que es posible programar la gestión de la no producción. En este anómalo contexto, quizá sean más las horas de no producción que las horas de producción. Es una oportunidad para organizar lo más eficientemente posible la producción que exista. En algunos casos es factible concentrar la producción en determinados días u horarios, con el objeto de operar las instalaciones en condiciones normales de carga, estados óptimos de producción, y luego sacarlas de servicio.

Se pueden desarrollar controles operacionales para el nuevo escenario productivo. En este contexto, la producción probablemente no sea la misma que la de unas semanas atrás. Esta circunstancia se puede aprovechar para enfocar los trabajos de gestión de la energía sobre la carga base –consumos energéticos relativamente fijos que se

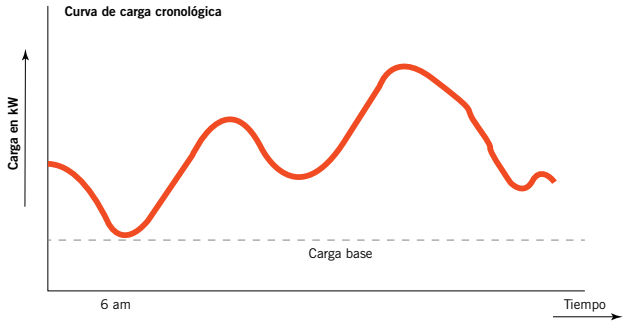


Figura 1. **Curva de carga diaria - Carga Base.** Fuente: elaboración propia.



mantienen independientemente del volumen de producción– siempre presentes y siempre difíciles de delimitar. ¿Cómo? Identificando los mayores consumos que la componen y sus posibilidades de minimización y/o control. Puede ser de mucha utilidad contar con la curva de carga diaria por tipo de energía, la cual, en algunos casos, se puede solicitar al proveedor de energía y en otros hay que construirla mediante la toma de datos (Figura 1).

Si la organización ya cuenta con la línea de base, referida a condiciones normales de operación, es importante tener en cuenta que esta se puede flexibilizar. Se podría ajustar la línea de base de modo que no sea fija en relación con un determinado período (que ya no refleja la situación actual), sino referida a un período móvil, por ejemplo, los últimos doce meses. Así se podrá comparar la situación actual con la situación más próxima en un escenario de gradualidad. Si se grafica el consumo de energía en función de las variables relevantes identificadas (típicamente, el volumen de producción, normalizado) se puede obtener una imagen clara de la mejora o no del desempeño energético, independientemente del volumen de producción

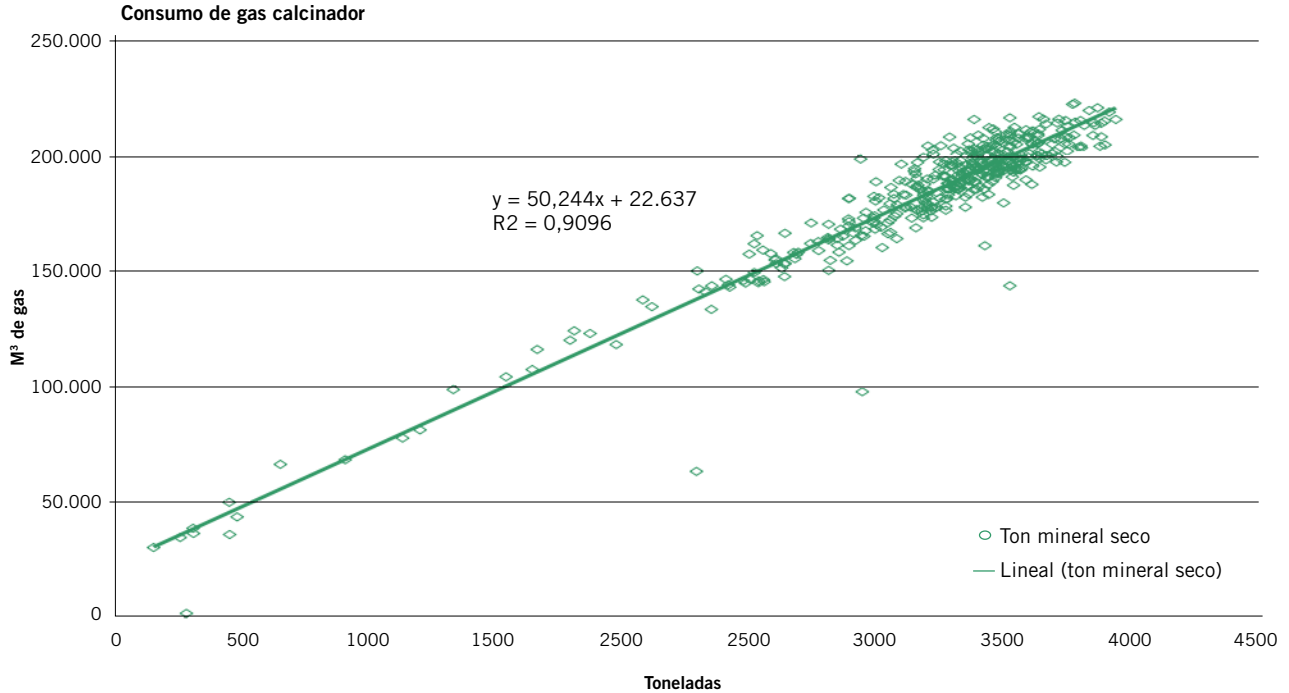


Figura 2. **Ejemplo: construcción de línea de base - Secador de mineral.** Fuente: AChEE.



(o cualquier otra variable relevante). Para mayores detalles consultar la norma ISO 50006.

En caso de no contar con información histórica de un período equivalente en volumen de producción con la situación actual podría ser adecuado el desarrollo de una nueva línea de base (Figura 2).

En esta coyuntura, donde prima el aislamiento social, preventivo y obligatorio, no es aconsejable realizar trabajo de mantenimiento de las instalaciones, pero en períodos de inactividad o baja producción tranquilamente podrían llevarse a cabo. En este último caso las empresas suelen aprovechar la oportunidad para reducir la lista de solicitudes de mantenimiento, utilizar la mano de obra o realizar intervenciones que pueden retrasarse, debido a que disponen de un mayor margen de tiempo (en algunos casos llegan a la reprogramación de paradas programadas). Pero, si esta decisión se toma en un contexto de crisis, suele estar acompañada de la necesidad de reducir costos, lo cual puede afectar al desempeño energético de manera negativa a mediano y largo plazo. Aquí la recomendación es "no descuidar aspectos relacionados con la eficiencia energética" y sustentar las decisiones con un simple análisis de ciclo de vida. Evaluar el ahorro actual, por ejemplo, aislar parcialmente o directamente, no aislar un equipo, frente el consumo extra de energía durante el tiempo de uso de las instalaciones.

También es importante tener en cuenta que cuando se realizan tareas de mantenimiento, además se usa y consume energía. Empezar a reflexionar acerca de las necesidades reales de energía a la hora de intervenir un equipo o instalación también es hacer gestión de la energía.

Las líneas de trabajo compartidas en este artículo surgen de nuestra experiencia en el desarrollo, la implementación y la auditoría de sistemas de gestión de la energía. Son ejemplos de acciones concretas que fueron implementadas por empresas que hoy cuentan con la certificación en ISO 50001. En todos los casos, estas estrategias surgieron en el marco de contingencias como es hoy el COVID-19, y les resultaron de utilidad para mejorar el desempeño energético y sus sistemas de gestión de la energía.

Tips para gestionar la energía

Planificación de la producción

- Programar la operación por etapas
- Determina la ventana de tipo mínima y óptima
- Minimizar tiempos muertos
- Programar la gestión de la mo producción

Desarrollar controles operacionales

Flexibilizar la línea de base

Estas estrategias de gestión, derivadas de cambios en la forma de hacer las cosas sin afectar la producción o el servicio, les permitieron a las empresas contribuir con la mejora en el uso y el consumo de la energía y con ello superar la coyuntura a la que se enfrentaban, como enfrentamos hoy todos el coronavirus. Si estas estrategias se transforman en hábitos e incluso se profundizan más allá de la crisis, el aprendizaje se habrá capitalizado como cultura por el uso responsable de la energía.

Decisiones en alta incertidumbre



Por ***Gastón Francese***, Director de Tandem Soluciones de Decisión

La toma de decisiones en el sector de los hidrocarburos se sostiene en una larga cronología de retos que formaron su historia. Hoy, en momentos en que la pandemia afecta a todo el mundo y a todas las industrias, la falta de certezas es mayor que nunca. Dependerá de los decision makers apelar a todos sus potenciales para sortear la tormenta.

Tomar decisiones en la industria del petróleo y del gas siempre tuvo sus desafíos. Sin embargo, en estos momentos de alta incertidumbre se ha convertido en una actividad heroica que pone contra las cuerdas hasta al decisor más experimentado.

En contextos volátiles, inciertos y desconocidos como en el que vivimos será necesario gestionar nuestras operaciones y tomar decisiones de una manera diferente a la que estamos acostumbrados. Planificar de manera dinámica, generar datos, gestionar con agilidad y liderar deberán estar efectivamente complementados con un proceso y un set de herramientas que permitan tomar decisiones confiables aún en contextos de alta incertidumbre.

Tomar decisiones en contextos de alta incertidumbre implicará seguramente asumir más riesgos de los que estamos acostumbrados. Dicho de otra manera, implicará enfrentarse a escenarios más dispersos con resultados mucho más adversos en los escenarios negativos y, tal vez, mucho más favorables en caso de tener éxito.

A primera vista, y frente a tanta dispersión y desconocimiento, algún decisor inexperto podría tentarse y dejarse llevar por su intuición, hacer una apuesta a ciegas o un salto de fe. Sin embargo, cuanto más riesgo estamos co-



rriendo y cuanto más exponemos nuestro negocio con las decisiones que tomamos, es cuanto más tenemos que valernos de herramientas y metodologías que nos ayuden a ordenar, cuantificar y gestionar los riesgos que asumimos.

La toma de decisiones no solo requerirá de datos y evidencia para ser confiable, sino también, deberá hacerse de las herramientas y las metodologías de análisis que permitan comprender y gestionar el riesgo de manera efectiva. Análisis de Decisiones o DA (*Decision Analysis*) es el marco metodológico, el proceso y el conjunto de herramientas que permiten guiar a los equipos de evaluación a través de los diferentes pasos de un proceso efectivo de decisión. Para cada etapa del proceso de decisión, DA ofrece una serie de herramientas que ayudan a los equipos a clarificar, ordenar y entender la situación, generar alternativas innovadoras, evaluar los riesgos de manera confiable y maximizar el potencial de implementación de las decisiones que toman.

La industria del petróleo y del gas ha sido pionera, en sus orígenes, en la aplicación de las metodologías de DA en la evaluación de proyectos de inversión, tanto en subsuelo como en superficie. Sin embargo, muchas empresas del sector se han quedado atrás aplicando herramientas desactualizadas o de la manera incorrecta; incluso, en ocasiones, debido al mal uso, logró desalentar la toma de riesgos y las inversiones buscadas. Construcción de escenarios aislados con probabilidades cuestionables, simulaciones basadas en datos desconectados y alguno que otro análisis de tornado se pueden encontrar "sueltos" en los documentos de soporte a las decisiones. Sin embargo, el uso aislado y desconectado de estas herramientas ofrece un valor limitado y hasta en ocasiones, la aplicación innecesaria de herramientas puede provocar carga de trabajo innecesaria y demoras en el proceso de decisión.

Las metodologías de Análisis de Decisiones han evolucionado permitiendo su simplificación de manera notoria.



Figura 1. **En artículos anteriores el autor nos ha guiado a través de las primeras dos palancas del modelo de "Agilidad de Gestión y Operaciones" desarrollado por Tandem: El planeamiento dinámico (*Continuous Dynamic Planning*) y la inteligencia de datos (*Decision Intelligence*). En este artículo, nos ayuda a recorrer el tercer componente del modelo: las herramientas de decisión en incertidumbre (*Decision Analysis*).**



Simulaciones que poco tiempo atrás requerían de días de procesamiento, hoy pueden correrse en teléfonos celulares en una fracción de segundo. De todas maneras, aun con la posibilidad de analizar riesgos y tomar decisiones mucho más rápido, cada problema debe ser evaluado con la complejidad metodológica que le permita encontrar un balance entre calidad y velocidad de decisión. Es importante entender y clasificar los diferentes requerimientos de complejidad de análisis y asignar las herramientas adecuadas para cada uno de ellos.

Para establecer el tipo de herramienta y el abordaje requerido para una situación, aplicando la complejidad mínima necesaria, se utiliza el índice de Decision Analysis. Este índice permite medir el nivel de madurez en el análisis de las decisiones críticas y asegura que las decisiones se tomen con el nivel de complejidad mínimo que necesitan. De esta manera, un nivel adecuado de DA asegura una evaluación robusta de las variables inciertas garantizando que las decisiones se tomen con el sustento adecuado, y por el otro, evita el exceso de herramientas escondido en requerimientos burocráticos que hace que las decisiones se demoren peligrosamente. A continuación, se desarrollará cada uno de los niveles de este índice.

Caso: Argentina. Cómo medir el nivel de madurez de *Decision Analysis* en petróleo

Son muchas las maneras en las que una empresa de petróleo y gas puede aplicar diferentes herramientas y metodologías de *Decision Analysis* (DA) para dar soporte a sus decisiones. Sin embargo, no siempre utilizamos las herramientas correctas para el tipo de problemática que debemos enfrentar al tomar las decisiones. Para saberlo, en Tandem hemos desarrollado una escala de medición que permite identificar cuál es el nivel de madurez en DA aplicado por cada una de las áreas en nuestra organización y elevarlo de manera coordinada e integrada al nivel que necesita la empresa.

Consultado Diego Hagman, líder de consultoría en Tandem para la industria de petróleo y gas, explica que, a lo largo de las intervenciones en proyectos de evaluación de inversiones en empresas del sector, se encuentra con frecuencia con la aplicación de la herramienta correcta para el problema incorrecto. El nivel adecuado de DA requiere de la adopción de diferentes herramientas y técnicas que se van acumulando e incrementando a medida que navegamos ascendentemente la escala.

De esta manera, se ha desarrollado una escala simple donde DA0 implica evaluar una decisión de manera determinística pura, es decir, sin contemplar el riesgo, y donde DA6 implica el nivel más sofisticado de metodología donde se evalúa de manera estocástica toda la base de recursos y la cartera de proyectos de manera integrada.

El desarrollo de la escala de niveles de madurez está basado en las mejores prácticas internacionales de *Decision Analysis* en la industria y ajustado a los requerimientos particulares de las empresas en la Argentina.

Nivel determinístico:

- **DA0 - Evaluación determinística:** en este primer nivel, donde encontramos a muchas de las empresas en la región, se genera un caso de negocios en base a estimaciones puntuales y supuestos de planificación.

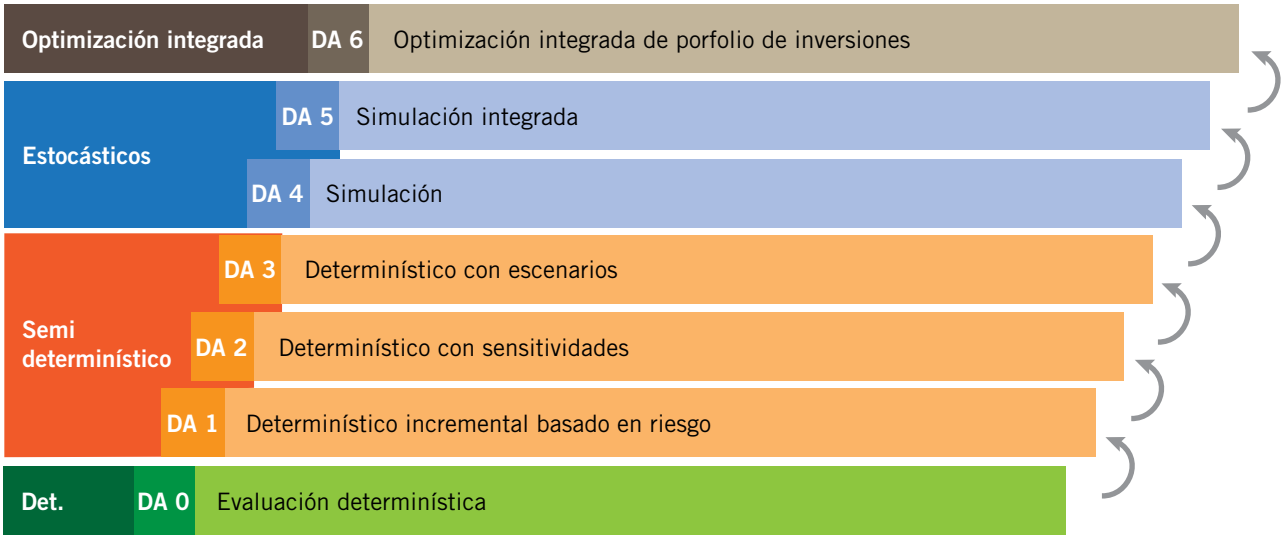


Figura 2. **Niveles de madurez de *Decision Analysis* (DA).**



LOCKWOOD

Committed to preventing energy loss.

INTERNATIONAL WELL CONTROL SERVICES

SAFE WELL PROGRAM

Risk Management Program

Los Servicios de **SAFE WELL** son para **PREVENIR** incidentes de well control, son rutinarios y no emergencias.

SAFE WELL es una comprobada combinación de **tres elementos fundamentales**:

- La **capacitación y formación profesional**, con el correspondiente seguimiento periódico.
- Las **inspecciones, relevamientos y auditorias** del estado del equipamiento montado en los pozos.
- El **Plan de Contingencias para Blowouts**, para controlar ordenadamente el evento.

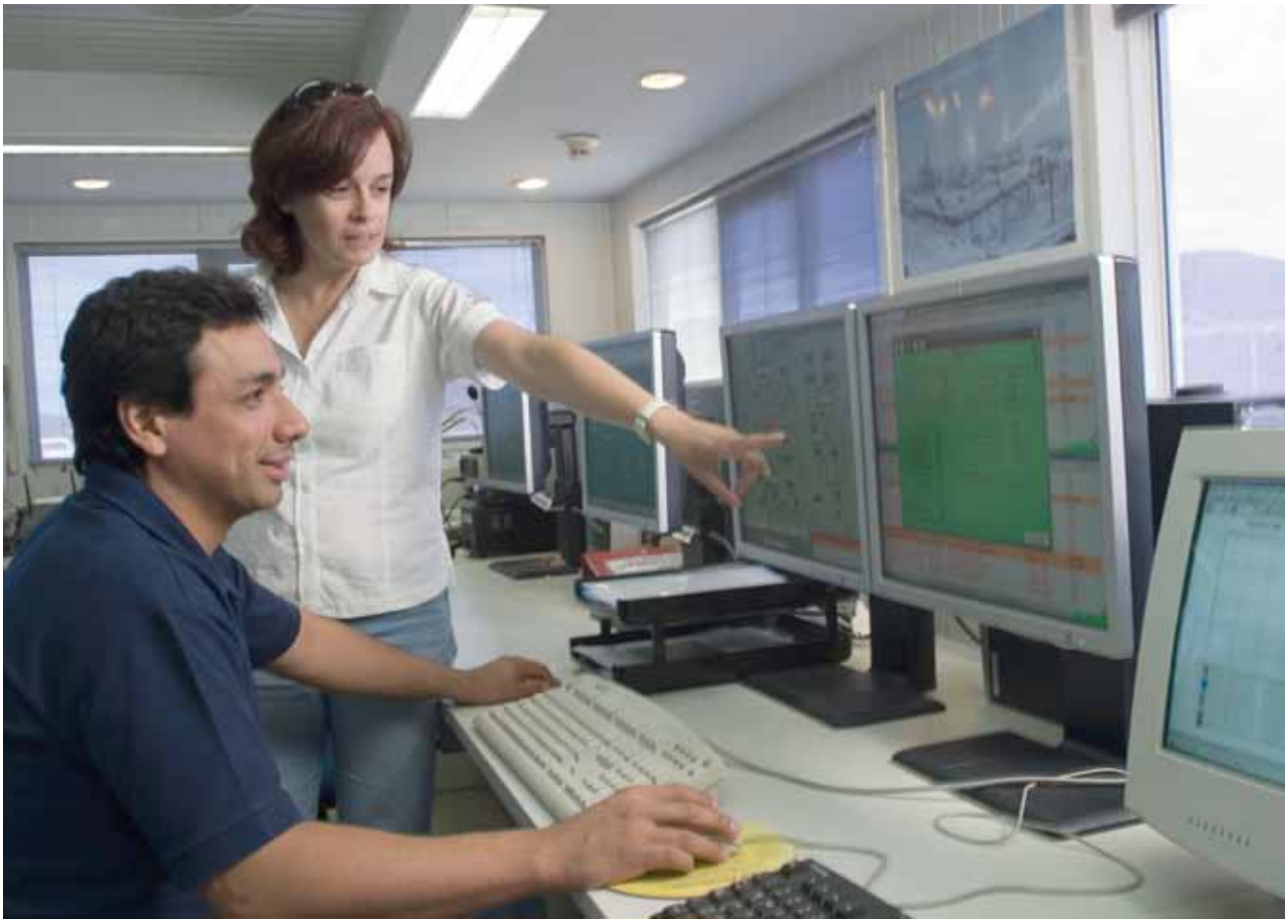
El Programa **SAFE WELL** reforzará todos los controles de well control implementadas en su compañía para lograr operaciones más seguras y confiables.

Los mejores resultados se obtienen estableciendo una frecuencia de seguimientos periódicos:

- **De las personas** para la comprobación de la continua aplicación de los conocimientos.
- **De los pozos y equipos de torre** con relevamientos, inspecciones y/o auditorias del estado de las bocas de pozos con su equipamiento de control de surgencias durante la perforación y posteriores intervenciones. Incluye también el estado de las instalaciones de los pozos en producción como así las cabezas de los pozos a abandonar.

IADC IWCF IAPG INSTITUTO ARGENTINO DEL PETROLEO Y DEL GAS EMPRESA NEUQUINA SEGÚN LEY 3032 DNV·GL DNV·GL DNV·GL

Av. Ing. Luis A. Huergo 2914 – PIN Oeste – Q8302SJR – Neuquen – Argentina
Tel. +54-0299-4413782 / 4413785 / 4413855 **Fax** +54-0299-4413832 **Skype**: lockwood.wellcontrol
gabino@lockwood.com.ar marcos@lockwood.com.ar www.lockwood.com.ar



Se proyectan resultados en forma determinística y se explican variaciones contra esa proyección. El riesgo se incorpora de manera cualitativa sin la estimación de probabilidades ni impactos monetarios.

Niveles semideterminísticos:

- **DA1 - Determinístico incremental basado en riesgo:** en este caso, se reconoce un rango de variación +/- sobre una estimación determinística de base. El riesgo se contempla como una contingencia que puede socavar el resultado y que permite la definición de sistemas de alerta ante desvíos y planes de mitigación y contingencia.
- **DA2 - Determinístico con sensitividades:** sobre un caso base, se aplican herramientas de análisis de sensitividad para comprender las elasticidades asociadas con variables específicas (subrogadas). Las herramientas como diagramas de tornado o diagrama de araña son de uso frecuente en este nivel para determinar cuáles son las variables más sensibles y, por ende, las áreas donde será conveniente realizar estudios posteriores para recabar información de valor. En un caso más avanzado, estas herramientas se utilizarán también para comparar estrategias de acción y detectar las variables determinantes en la definición de éxito o fracaso de cada una de ellas.
- **DA3 - Determinístico con escenarios:** se generan escenarios discretos como variaciones de un escenario base más probable. Por lo general, se establece un mínimo de tres escenarios asociados a estimaciones optimistas y pesimistas de las proyecciones. El árbol de decisión es una de las herramientas más usadas en este nivel de análisis, ya que permite graficar de manera simple las ramas discretas de futuros potenciales. La gran ventaja de este nivel de análisis es que permite asociar planes de acción concretos a cada uno de los escenarios proyectados. De esta manera, no solo se podrán tomar decisiones que maximicen los resultados para todos los escenarios posibles, sino que también, se podrá establecer un plan y un presupuesto asociado a cada escenario posible.

Niveles estocásticos:

- **DA4 - Simulación:** se construyen modelos de decisión que incorporan el conocimiento de las probabilidades de diferentes variables y su interacción en la generación de un continuo de resultados posibles. Las herramientas de simulación estocástica (Montecarlo y otras) son las más utilizadas en estos niveles de análisis. Los resultados probabilísticos en forma de curva permiten la comprensión de potenciales futuros y facilitan la toma de decisiones a través de la comprensión del impacto de nuestras estrategias sobre esos futuros.
- **DA5 - Simulación integrada:** la mayor limitante de los modelos de simulación en DA4 reside en la desconexión entre los diferentes modelos utilizados para una

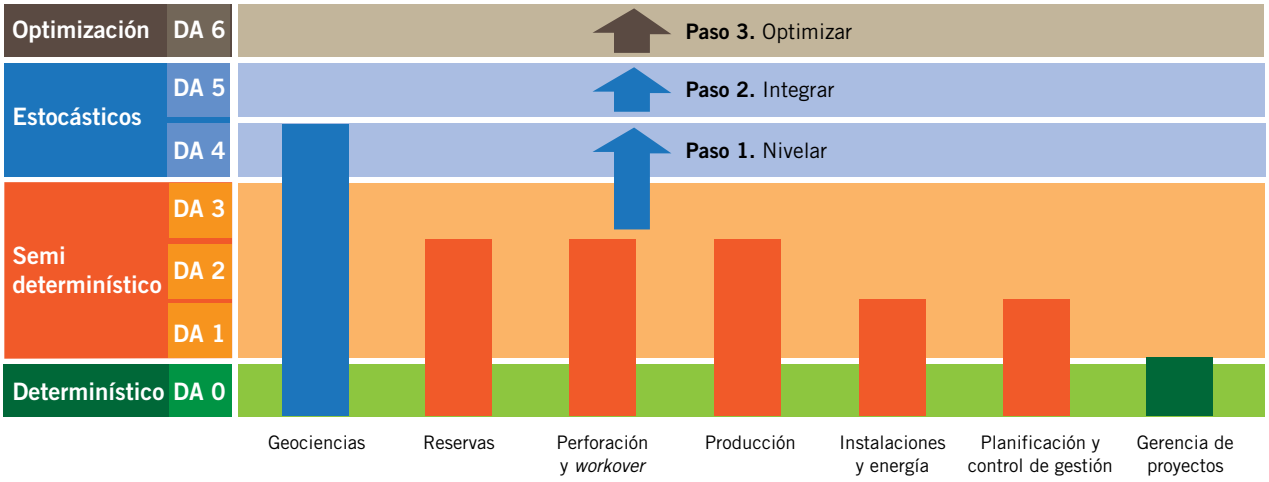


Figura 3. **Análisis de nivel de madurez por área.**

evaluación. Por ejemplo, una evaluación probabilística de subsuelos que no esté integrada con la evaluación económica de superficie implicará que en el traspaso de información de una a otra se pierda cuantiosa información y valor. Un análisis robusto y continuo a nivel de subsuelo que solo se exprese como un P50 o una mediana otorgará solo una parte reducida del conocimiento de los riesgos del subsuelo. En este nivel de análisis, se construye un modelo de simulación integrado entre las diferentes áreas de una organización, que permite analizar efectos recursivos y sensitividades de punta a punta. La salida de la evaluación integrada se obtiene con una corrida única del modelo combinando todos los inputs de un proyecto y permite el entendimiento del flujo de caja punta a punta de la evaluación.

Optimización integrada:

- **DA6 - Optimización integrada de porfolio de inversiones:** en este nivel, se utilizan metodologías cuantitativas de análisis de riesgo para la optimización del portafolio completo de proyectos. La unidad de análisis en este caso no es el proyecto aislado, sino toda la base de recursos de una organización. La base de recursos se evalúa así de manera integrada y, los modelos de optimización probabilísticos dan soporte a las decisiones de priorización de carteras de proyectos para la asignación de fondos y recursos. En este nivel, se calcula la frontera eficiente en la que una organización maximiza el valor de sus inversiones al mínimo nivel de riesgo.

Como se observa, los diferentes niveles de madurez requieren de diferentes enfoques y distintas herramientas. Avanzar en esta escala permite entender dónde se crea valor para capturarlo y dónde se origina el riesgo para mitigarlo. A su vez, implica que todos aquellos involucrados en las evaluaciones económicas de proyectos puedan hablar el nuevo "idioma" que se introduce cuando se comienza a incorporar la incertidumbre a los análisis. Para lograrlo, la evaluación de los niveles de madurez de DA se debe realizar al identificar dónde se encuentra cada una de las áreas que intervienen en el proceso de evaluación. De esta manera se podrá establecer un plan de desarrollo por área que nivele, integre y optimice las metodologías en toda la organización.

En la Argentina, son muchas las empresas que se encuentran en los niveles más bajos de esta escala. Y con algunas excepciones en niveles de DA4. El desafío al que nos enfrentamos es elevar los niveles de DA solo en las áreas donde es estrictamente necesario y a los niveles mínimos requeridos. Un exceso de metodología generará burocracia, costos y demoras, pero una falta de metodología podrá llevar a finales mucho más peligrosos: decisiones tomadas sin evidencias y sobre supuestos equivocados.

En momentos como el que estamos viviendo, donde la incertidumbre es alta y el futuro incierto, parecería ser conveniente posicionarse en un nivel DA3 o superior, asegurando así la incorporación de la incertidumbre con mayor rigurosidad en las evaluaciones. Un nivel DA3 permitirá no solo tomar decisiones basadas en escenarios posibles, sino también asociar planes y presupuestos específicos a cada uno de ellos. Un nivel DA4 o DA5 permitirá comprender un continuo de posibilidades y elegir hoy la mejor estrategia independientemente de cualquiera sea ese futuro que enfrentaremos.

Subir en esta escala de DA requerirá también de un cambio en la cultura, el idioma y la manera de tomar decisiones en la organización. Hábitos determinísticos basados en supuestos, cuotas, rangos o presupuestos fijos deberán ser desterrados para dar lugar a conversaciones de valor basadas en probabilidades, riesgos y potenciales impactos en resultados. Estas conversaciones con mirada en el potencial futuro del negocio promoverán la búsqueda de alternativas disruptivas y la toma de riesgos basada en evidencia concreta.

Hoy más que nunca necesitamos tomar riesgos, promover las inversiones y destrabar las decisiones que frenan el crecimiento. Hoy más que nunca debemos evitar el pesimismo injustificado y promover los proyectos evaluados en base a riesgos calculados. Hoy más que nunca debemos evitar los saltos de fe y las apuestas a ciegas, y dar lugar en la industria a una toma de decisiones basado en evidencia y sustentada por metodologías robustas que permitan impactar los resultados de negocio de la manera que buscamos. ■

Ciberseguridad, la gran lección que nos apura a aprender la pandemia



Por ***Diego Taich,*** *Managing, Director de Consultoría en Ciberseguridad & IT de PwC Argentina y* ***Ezequiel Mirazon****, socio de PwC Argentina, líder de la práctica de Energía, Minería y Utilities.*

El ciberdelito ha aumentado a ritmo sostenido en los últimos años y, a partir de la pandemia COVID-19, su incremento fue exponencial. Se prevé que esta tendencia se mantendrá igual en la pospandemia.



La industria de O&G se caracteriza por utilizar gran cantidad de activos físicos, hacer uso extensivo de mano de obra y contar con una infraestructura muy automatizada. Por ende, si ciertos ciber-riesgos se materializan, podrían derivar en situaciones preocupantes en la operación diaria e incluso en grandes pérdidas.

Muchas compañías de la industria están fuertemente identificadas con una nación y forman parte de las "infraestructuras críticas" de cada país, por lo tanto se encuentran eventualmente sujetas a amenazas originadas en "hacktivistas" (personas con una fuerte ideología respecto a temas ecológicos, políticos, sociales, etc., que realizan actividades de *hacking*), *cyberwar* (naciones que atacan a otras a través del ciberespacio) y ciberterrorismo.

Otro componente particular de la industria de O&G es la combinación de varias tecnologías que apoyan la operación (OT) como sistemas de control y automación e *Internet of Things* (IoT): uso de cámaras, sensores, geo localizadores, etc., con las tecnologías más tradicionales (IT) y las del consumidor (teléfonos móviles, tabletas, dispositivos *contact-less*, etc.). Todas terminan confluyendo en la organización y, por lo tanto, son potenciales escenarios de riesgo frente a los ciberataques. Sumado a ello, existen situaciones en las cuales, debido a la baja general del consumo que enfrenta la industria desde hace unos meses, las empresas han reducido sus costos y, en algunos casos, han despedido o licenciado a empleados, entre ellos a los que protegen los sistemas de control industrial que se utilizan para la operación del negocio.

Los analistas estiman que desde el comienzo de la pandemia se ha producido un incremento muy fuerte solamente en ataques de *phishing* (engaño realizado para obtener información o infectar un sistema con *malware*) o *spear-phishing* (*phishing* dirigido a un individuo o grupo de individuos en particular) en la industria. Asimismo, los ataques de *ramsomware* (secuestro de datos, que usualmente son liberados a cambio del pago de una recompensa) aumentaron 9 veces desde febrero de 2020 a la fecha. Por

otra parte, el *spoofing*, suplantación y/o el robo de identidad (vía whatsapp, mail, etc.) también han crecido y suele producir un daño muy relevante para las organizaciones, que derivan en fraudes, pérdidas financieras, etc., y para las personas (daño en la imagen, económicos, etc.).

El incremento del ciberdelito se encuentra apalancado en diversos factores por: (a) trabajo remoto masivo, con la utilización –en muchos casos– de herramientas informáticas inseguras para comunicarse y/o transferir información; (b) intensificación del uso del ciberespacio mediante canales de *e-commerce*, medios de pago y/o billeteras digitales; (c) fuerte aumento del *phishing*; y (d) cambios en la fuerza laboral (rotación de personal, despidos, etc.) y en la cadena de abastecimiento (bajas de proveedores y también aparición de nuevos) que, si no son acompañados por adecuados procedimientos de actualización de los permisos de accesos a los activos de la información, pueden generar una brecha de seguridad.

Si bien es cierto que las empresas de O&G en la Argentina no han sufrido el mismo nivel de ataques de ciberterrorismo y/o "cyberwar" que empresas similares en otras regiones, también se encuentran sujetas a las mismas amenazas que otras compañías de parte de grupos organizados y hackers que lanzan ataques de *phishing*, *malware* y *ramsomware* (secuestro de datos que usualmente son liberados a cambio del pago de una recompensa) esperando fugar información y obtener dinero.

Para aquellas compañías reguladas se debería considerar también que una brecha de seguridad puede resultar en severas sanciones para la organización y sus directivos. La SEC ha identificado las amenazas a la ciberseguridad como un riesgo relevante y, por lo tanto, las empresas que son reguladas por dicho organismo deben contemplarlas como prioritarias a la hora de planificar y hacer inversiones. En varios países que cuentan con leyes estrictas de protección de los datos de las personas físicas, si lo que se vieran expuestos fueran datos de tipo personal de los empleados, proveedores u otros almacenados, la empresa y eventualmente algunos de sus funcionarios podrían también ser pasibles de recibir serias sanciones.



En este contexto, las empresas de la industria deberían considerar los siguientes aspectos:

- El modelo de defensa perimetral (tomado de los utilizados durante la época medieval para proteger los castillos), en el cual se utilizan medidas para asegurar "las 4 paredes" de la organización, ya no provee una cobertura integral, ya que los empleados y contratistas están operando en gran parte desde afuera de las oficinas. Por lo tanto, no es suficiente poseer solo el *firewall* que protegía esas cuatro paredes. Contemplando esta situación, los modelos de seguridad están cambiando a un esquema de "cero confianza", que se basa fundamentalmente en realizar inspecciones detalladas de los intentos de acceso a los datos de la organización (versus protección del perímetro).

Personas:

- Proteger y reforzar la función de ciberseguridad en las empresas. En particular para la industria de O&G, salvaguardar las funciones que resguardan los sistemas de control y automación.
- Entrenar a los empleados y contratistas sobre los posibles ciberataques y cómo deberían reaccionar.

Procesos:

- Fortalecer y expandir el monitoreo de incidentes pensando en un esquema activo 7x24.
- Actualizar los Planes de Continuidad del Negocio. Los procedimientos de gestión de crisis y respuesta a incidentes se deben poder ejecutar por una fuerza de trabajo remota.
- Foco en la seguridad de las terceras partes.

Tecnología:

- Acelerar el *patching* de sistemas críticos.
- Soportar y asegurar las herramientas para el trabajo remoto.
- Aplicar autenticación robusta.
- Acelerar la virtualización de dispositivos.
- En particular para la industria de O&G, establecer y mantener una adecuada segmentación entre las redes de IT, OT e IOT, haciendo un escrutinio detallado del tráfico que fluye entre dichas redes y los pedidos de accesos a datos y dispositivos.

Las empresas enmarcadas en la industria de O&G deberían revisar sus estrategias de ciberseguridad para poder proteger adecuadamente sus activos críticos en la nueva normalidad, con el objetivo de ser más resilientes y evitar o minimizar pérdidas económicas, impactos en la operación y daños en la imagen y reputación.

—

Ser una empresa líder en Soluciones Innovadoras y Sustentables para la Industria de la Energía **nos inspira**.



Trabajamos para construir nuevas oportunidades para nuestros clientes a través de un modelo ágil y colaborativo.

Nuestro compromiso nos define.

PECOM
GRUPO PEREZ COMPANC



“En la industria del petróleo y del gas **los sistemas SIS merecen el mayor foco de atención”**

Por ***Sebastián Hernández*** (Especialista en Sistemas de Control Distribuido y Sistemas Instrumentados de Seguridad, Emerson Process Management)

Se le consultó al departamento de Ciberseguridad de la empresa de soluciones y procesos si se registraron cambios a partir de la pandemia y consiguiente cuarentena. Estas fueron las respuestas.

¿Cambió algo en ciberseguridad a partir de la pandemia?

Indudablemente, la pandemia trajo varias situaciones novedosas a las cuales las empresas debieron adaptarse. Una gran cantidad de gente se vio en la necesidad de acceder remotamente a sus sistemas (ya sean los de gestión o los de monitoreo y control) para continuar con sus actividades y no todas las empresas estaban preparadas para responder a esa necesidad. Eso generó la exposición de los sistemas informáticos a muchas amenazas, incrementando la atención de los grupos de Tecnología Informática para mejorar las instalaciones detectando las vulnerabilidades.

¿Cuáles son las principales amenazas que se ven?

Una de las principales amenazas que se observaron estos meses es que muchas compañías se encontraron con la situación de que sus empleados no contaban con computadoras o laptops provistos por las empresas, entonces comenzaron a utilizar equipos hogareños. Esos equipos, por lo general no cuentan con los paquetes de software de seguridad necesarios para proteger la información ni las actualizaciones de antivirus necesarias.



¿En ciberseguridad, la Argentina es muy diferente de la región o del resto del mundo?

En materia de ciberseguridad en la Argentina se tiene, afortunadamente, profesionales con mucho conocimiento de la materia y una gran capacidad para realizar diagnóstico y detectar los problemas de ciberseguridad en una instalación o hasta en una organización entera.

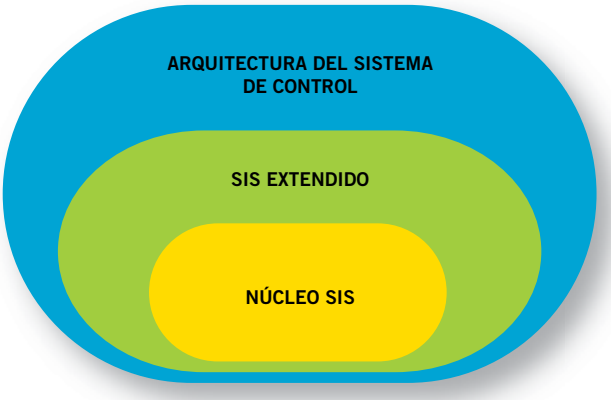
En la industria local se sufren pérdidas de información y de producción debido a problemas de ciberseguridad, aunque la mayoría de ellos no se corresponden a ataques deliberados. Son los descuidos, la falta de inversión en protecciones y, a veces, el poco entendimiento de cómo realizar mantenimiento de los sistemas a lo largo de su ciclo de vida. Frecuentemente son esos temas los que merecen mayor atención.

¿Qué estrategia de seguridad sugieren?

Con el aumento de los ataques cibernéticos, una sola capa de protección para los activos críticos de seguridad no es suficiente. Los administradores de redes están empleando muchas capas de seguridad (antivirus, gestión de usuarios, autenticación por múltiples factores, prevención y detección de intrusiones, *whitelisting, firewalls* y más) para garantizar que usuarios no autorizados se enfrenten a una barrera de entrada insuperable. A este modelo se le llama estrategia de defensa profunda *(defense-in-depth)* y su objetivo es aumentar los mecanismos de protección de control de acceso, lo cual se puede lograr agregando capas de protección que se complementan entre sí.

Especialmente en la industria del petróleo y del gas los sistemas instrumentados de seguridad (SIS) son los que merecen el mayor foco de atención.

La Asociación de Usuarios de la Tecnología de Automatización en Industrias de Procesos, NAMUR por sus siglas en inglés, ofrece un set de lineamientos similares a los de ISA 62443, con funciones SIS agrupadas en tres zonas: Núcleo SIS, SIS Extendido y Arquitectura del sistema de control.



Uno de los métodos más comunes para proteger un SIS es separar completamente el sistema, lo que permite que haya espacio físico o "AIR GAP" entre las funciones del Núcleo SIS y del BPCS. A primera vista, los beneficios de este enfoque parecen obvios. Si el SIS está completamente separado de otros sistemas, estará fortalecido contra intrusiones en forma inherente.

Sin embargo, los sistemas separados no son inmunes a los ataques cibernéticos. Los usuarios eventualmente necesitarán acceso externo al sistema para extraer registros para la secuencia de análisis de eventos, bypass, anulaciones, registros de pruebas de verificación o simplemente para realizar cambios en las configuraciones y aplicar actualizaciones de seguridad. Las unidades de USB, que son los medios habituales para implementar las actualizaciones, no son fáciles de proteger.

En el caso de la industria petrolera, específicamente en las operaciones de *upstream*, existen muchas comunicaciones que van en el campo a cielo abierto, utilizando distintos medios de comunicación a través de RTUs, sistemas SCADA, etc. Desde hace algunos años existe un uso creciente de protocolos de comunicación que en su diseño incluyen esquemas de seguridad. Por ejemplo si hablamos de protocolos abiertos, el protocolo DNP3 está reemplazando en gran medida al protocolo Modbus para este tipo de redes de comunicación, como una buena opción frente a protocolos propietarios. ■



En momentos en que el mundo busca frenéticamente comprender mejor al virus COVID-19 para lograr derrotarlo, existen analogías de aplicación de modelos matemáticos que simulan el comportamiento de yacimientos petrolíferos y el comportamiento del virus.

La experiencia en Simulación Numérica usada en O&G **para estudiar la evolución del COVID-19 en la Argentina**

Por ***Redacción de*** **Petrotecnia**

La simulación numérica es una de las más completas herramientas que posee la industria de los hidrocarburos para tomar decisiones relativas al desarrollo de los reservorios, pero no es la única que la utiliza.

En momentos en que el mundo busca frenéticamente comprender mejor al virus COVID-19 para lograr derrotarlo, existen analogías de aplicación de modelos matemáticos a la simulación de yacimientos y al estudio del virus.

En efecto, la Dra. Gabriela Beatriz Savioli y el Dr. Juan Enrique Santos del Instituto del Gas y del Petróleo, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (IGPUBA-FIUBA) utilizan el modelo *Susceptible-Exposed-Infected-Recovered* (SEIR) en sus versiones clásica y fraccional, para analizar la evolución de la enfermedad en Buenos Aires y las áreas vecinas. Los parámetros del modelo se calibran utilizando el número de víctimas notificadas oficialmente. Dado que las soluciones infinitas respetan los datos, mostraron diferentes casos.

En todos ellos, la tasa de reproducción *R*0 disminuye después del cierre temprano, pero luego aumenta, probablemente debido al aumento del contagio en los barrios marginales densamente poblados y a la circulación comunitaria del virus. Por tanto, es obligatorio revertir esta tendencia creciente en 0 aplicando estrategias de control para evitar un elevado número de individuos infecciosos y muertos.

El modelo brinda un procedimiento eficaz para estimar los parámetros de la epidemia (tasa de letalidad, probabilidad de transmisión por contacto, períodos de infección y de incubación) y monitorear las medidas de control durante su evolución, mostrando una vez más que desde las universidades, con apoyo de la industria, pueden tocarse temas de interés social directo.

En estas páginas *Petrotecnia* busca resumir la explicación de estos científicos en una reciente charla en el ciclo Petro Charlas de Café, organizado por el IGPUBA, y los resultados del método SEIR clásico que pueden verse condensados en esta publicación: https://arxiv.org/abs/2005.06297

Aplicando el método

El 9 de marzo de 2020, el Ministerio de Salud argentino informó oficialmente el inicio de la nueva epidemia de coronavirus (COVID-19) en la Argentina. El número de casos ha seguido aumentando. La mayoría de los modelos matemáticos que replican los brotes de enfermedades dividen la población en compartimentos para analizar cuánto tiempo tardará un grupo en evolucionar hacia otro.

Para este análisis se usó el modelo SEIR que, en su versión clásica, consiste en un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias, ODE (por su sigla en inglés: *Ordinary Differential Equation*) de primer orden para describir la propagación del virus, calcular el número de individuos infectados y estimar el número de muertes. Como ejemplos, el modelo SEIR se ha aplicado con éxito para estudiar la dinámica de transmisión de la tuberculosis y la varicela y específicamente en el caso de COVID-19 se lo ha usado para simular la epidemia en la región de Lombardía (Italia), con aproximadamente 16.800 bajas reportadas hasta la fecha (agosto de 2020). La importante amenaza que representa COVID-19 tiene su significado en el elevado número de trabajadores sanitarios infectados, como el 20% de los casos en Italia. Hoy el modelo se aplica en todo el mundo.

Para analizar el comportamiento de la epidemia, el modelo se calibra utilizando el número de muertos hasta la fecha, que consideramos más confiable que el número de individuos infecciosos. Los parámetros del modelo son probabilidad de transmisión por contacto, períodos de incubación e infecciosos y tasa de letalidad.

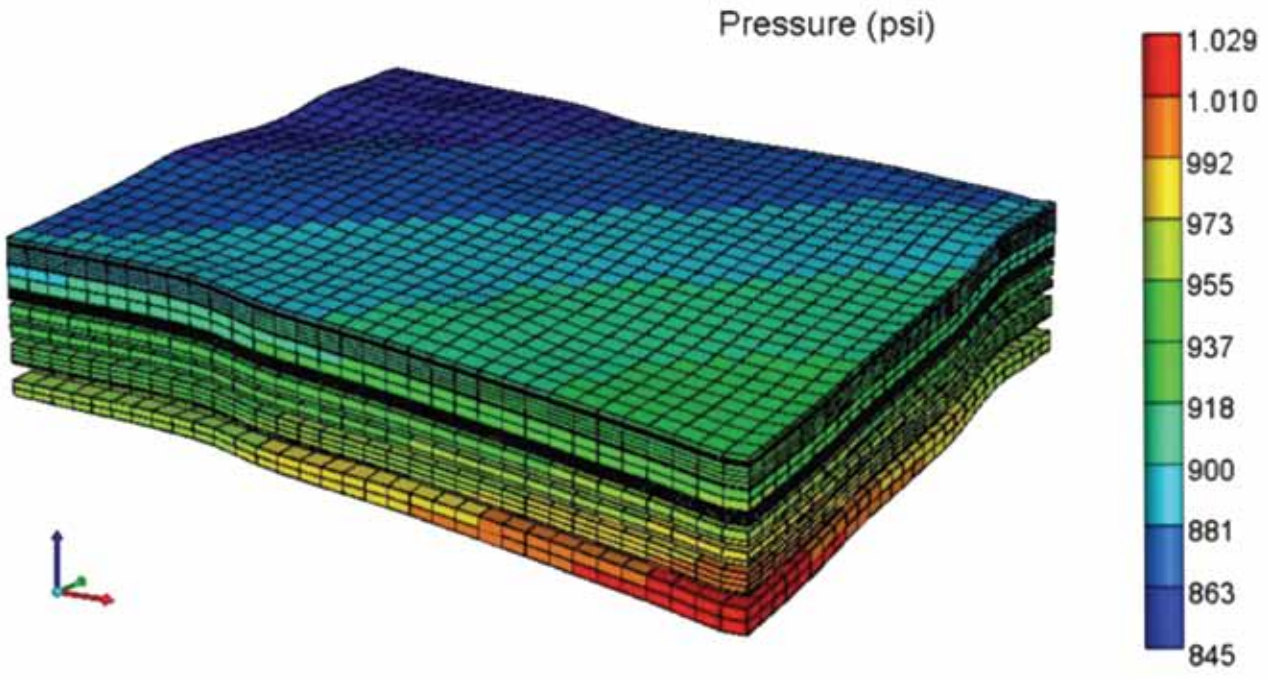
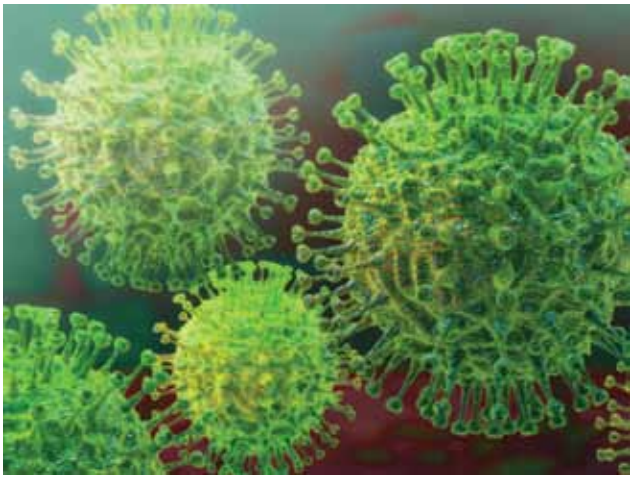


Figura 1. **Modelación numérica aplicada a la industria de los hidrocarburos.**



Para analizar el comportamiento de la epidemia, el modelo se calibra utilizando el número de muertos hasta la fecha, que se considera más confiable que el número de individuos infectados. Los parámetros del modelo son: probabilidad de transmisión por contacto, períodos de incubación e infección y tasa de letalidad.

Según la experiencia de China, Estados Unidos y la Unión Europea, se estima que la combinación de un diagnóstico rápido con medidas de aislamiento tiene un efecto sustancial en la dinámica de las epidemias. Evaluar y cuantificar la efectividad de estos métodos es extremadamente importante y los simuladores numéricos contribuyen a lograr este fin.

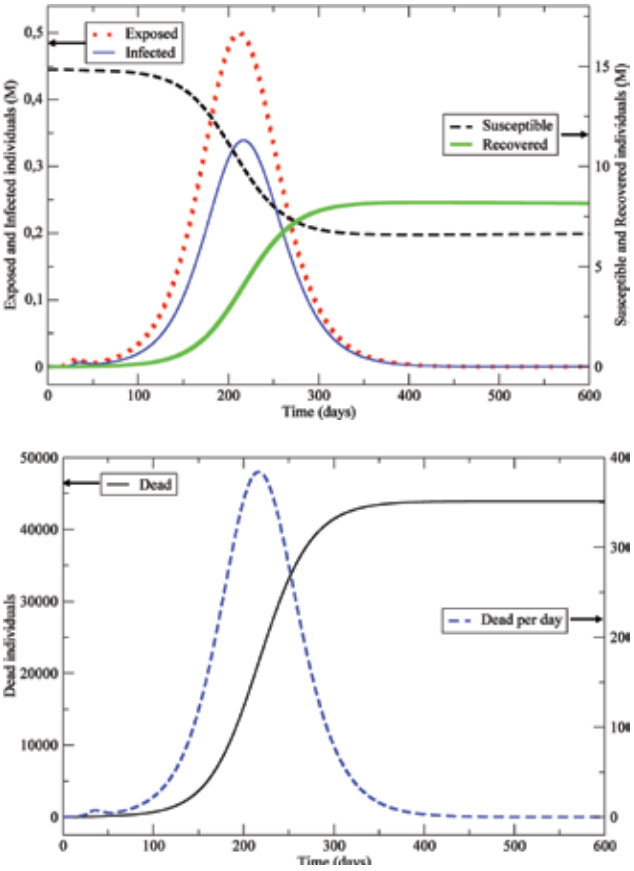


Figura 2. **Ejemplo de simulación numérica aplicada al COVID-19.**

En resumen, el objetivo de la simulación numérica es proporcionar un procedimiento efectivo para modelar la difusión del virus a lo largo del tiempo y analizar la efectividad de las medidas administrativas. De esta manera, el pico de individuos infectados y muertos por día en función del tiempo se puede predecir en función de los parámetros estimados durante la calibración.

Motivación y objetivos

Volviendo a la presentación del equipo, el Instituto del Gas y del Petróleo de la Universidad de Buenos Aires (IGPUBA), que aplica este caso en la Argentina, podemos afirmar que la evolución de una epidemia se puede modelar con ecuaciones de difusión cuya solución se obtiene con los mismos métodos numéricos utilizados para simular sismogramas y flujo de fluidos en yacimientos de hidrocarburos.



Así, en IGPUBA se ha creado un grupo de trabajo interdisciplinario para simular el comportamiento de la epidemia COVID-19, que involucra matemáticos, físicos, médicos, geofísicos e ingenieros.

El objetivo es desarrollar modelos numéricos para realizar predicciones sobre el número de infectados, el número de recuperados y el número de muertos dependiendo de las medidas de mitigación.

La experiencia en otros países ha mostrado que las medidas de aislamiento y diagnóstico rápido han tenido un

MINDS OF ENGINEERS.
PIONEERS AT HEART.

Wintershall y DEA se convierten en Wintershall Dea.
Exploramos y producimos gas y petróleo – en todo el mundo.
Responsable y eficientemente. Ahora avanzamos juntos.
Somos pioneros de corazón, con 245 años de experiencia
en ingeniería de excelencia.

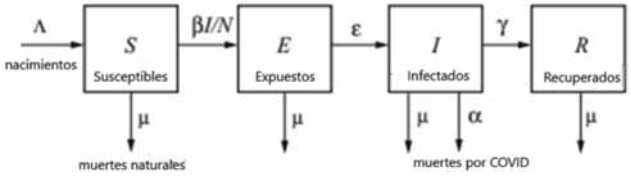
wintershalldea.com



fuerte impacto en la dinámica de la epidemia, de allí la importancia de contar con modelos numéricos que permitan analizar y cuantificar su eficiencia.

Modelo SEIR

Se divide a la población total N(t) en cuatro categorías: susceptibles (S) a ser infectados, expuestos (E) en los que la enfermedad está latente, infectados (I) y recuperados (R). Los individuos se mueven de S a E dependiendo de la probabilidad β de transmisión del virus por contacto; de E a I en función de la progresión ε de expuestos a infectados, relacionada con el período de incubación; y de I a R dependiendo del índice γ de recuperación de la enfermedad. Cabe destacar que el parámetro β depende de las medidas de mitigación adoptadas, por lo que puede tomar diferentes valores en distintas etapas del curso de la pandemia. Se asume que los nacimientos y muertes naturales están balanceados, lo que es razonable en el corto lapso considerado.



β : trasmisión del virus por contacto (depende de las medidas de mitigación adoptadas)
ε : progresión de expuestos a infectados (ε^{-1} : período promedio de incubación)
γ : recuperación de la enfermedad (γ^{-1} : período promedio de infección)
α : fatalidad inducida por el virus
Λ : natalidad ; μ: mortalidad natural

Como medidas importantes para cuantificar la expansión del virus se pueden mencionar:

Índice de reproducción R0: medida epidemiológica clásica asociada al poder reproductivo de la enfermedad.

$$R0 = \frac{\beta\,\varepsilon}{(\varepsilon+\mu)\,(\gamma+\alpha+\mu)}$$

Si $R0 > 1$ ocurre la epidemia, si $R0 < 1$, se extingue

Índice de fatalidad de la infección IFR: porcentaje de muertes sobre el total de infectados.

$$IFR(\%) = 100\,\frac{D_\infty}{R_\infty + D_\infty} \approx 100\,\frac{\alpha}{\gamma}$$

Modelo SEIR subdifusivo de orden fraccional

Es una generalización del modelo clásico que consiste en reemplazar en las ecuaciones diferenciales la derivada ordinaria por la derivada fraccional de Caputo de orden ν.

Ventajas del cálculo fraccional

El cálculo fraccional juega un rol fundamental en la representación de fenómenos anómalos (superdifusivos y subdifusivos), por lo que resulta sumamente apropiado en epidemiología. Se ha aplicado en muchas disciplinas: biología, física, geofísica, economía y bioingeniería, entre otras.

Su utilidad se basa en que los sistemas biológicos tienen "memoria": el estado actual depende del pasado y no solamente de lo que ocurrió en el instante anterior.

Asi, el modelo SEIR fraccional permite la incorporación de memoria, con propiedades hereditarias del sistema, y es una generalización del modelo clásico.

Además, el modelo fraccional provee un parámetro adicional ν (orden de la derivada fraccional) para lograr un mejor ajuste a los datos (en este caso, las víctimas fatales del COVID-19).

Aplicación a la evolución de la pandemia en Región Metropolitana de Buenos Aires

Tanto ν, ε, γ, α, β y E(0) se ajustan periódicamente a partir de los datos diarios para realizar predicciones. β se considera constante a trozos en intervalos [t0, t1], [t1, t2], ...

Los datos son el número de individuos fallecidos provistos por el Ministerio de Salud de la Nación en sus informes diarios. El número de infectados no es representativo, pues hay una gran cantidad de individuos asintomáticos no diagnosticados.

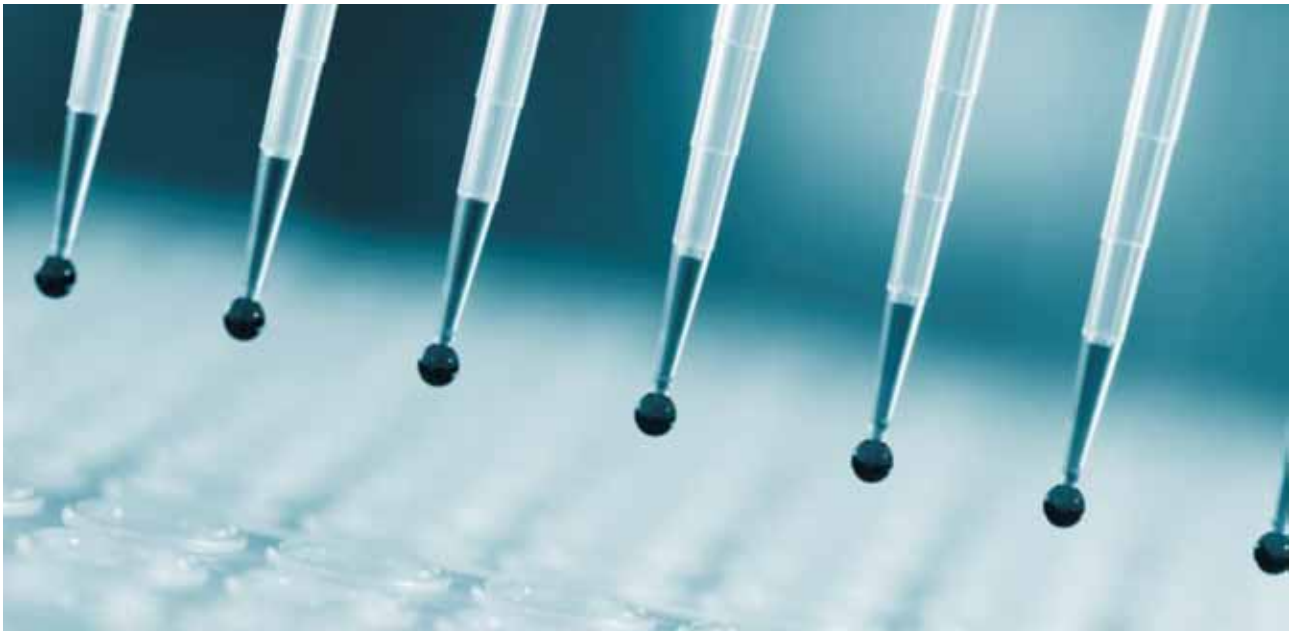
Un ejemplo de los resultados obtenidos puede verse en la figura 2, donde se muestra la evolución de las 4 clases consideradas y del número de víctimas fatales en función del tiempo.

Observaciones

La disminución en el orden de la derivada fraccional ν causa:

- retraso en la fecha de los picos de infectados y de decesos por día,
- aumento en el pico del número de decesos por día,
- disminución en el número total de individuos recuperados,
- aumento en el número total de decesos.

Se ha estimado que los períodos de incubación e infección están en el rango de 4-7 días y 3-5 días, respectivamente, y la tasa de letalidad por infección (IFR) entre 0.5% y 2%. Un caso con un período de incubación de 11 días produce aproximadamente tres veces más bajas al final de la epidemia. Los resultados del método SEIR clásico pueden verse en la publicación https://arxiv.org/abs/2005.06297.



Conclusiones

La simulación con el método SEIR, calibrado mediante el ajuste del número de decesos, provee una metodología simple y efectiva para obtener las propiedades del virus, estudiar la evolución de la epidemia en la región metropolitana de Buenos Aires (área más afectada) y analizar la eficacia de las medidas de mitigación.

Los resultados muestran cómo las medidas de aislamiento, los períodos de incubación e infección, la probabilidad de transmisión, los individuos expuestos inicialmente y el orden de subdifusión afectan la evolución de la epidemia. El índice de reproducción R0 primero disminuyó y luego aumentó, lo que predice un aumento drástico del número de muertos si este comportamiento persiste en el futuro. Así, los individuos infectados estarán entre 5 y 9 millones de personas si no se invierte la tendencia creciente de R0.

El objetivo primordial es que el simulador colabore en la elección de las medidas más adecuadas para controlar la evolución de la pandemia en cuanto a número de infectados, de manera que sean suficientes los recursos sanitarios disponibles para tratar a los enfermos. Constituirá entonces una herramienta de suma utilidad que contribuya en la toma de decisiones sanitarias.

En el futuro se pueden aplicar modelos más complejos, con más clases o compartimentos y/o considerando la difusión espacial. Esta alternativa lleva a modelos basados en sistemas de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales del tipo reacción-difusión ya implementados y resueltos numéricamente por el grupo del IGPUBA para la simulación de flujo de fluidos en medios porosos, con aplicación a la geofísica de hidrocarburos. ■

Gabriela Beatriz Savioli *es licenciada y doctora en Ciencias Matemáticas de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires y Profesora Asociada Exclusiva y directora del Laboratorio de Ingeniería de Reservorios en el Instituto del Gas y del Petróleo (IGPUBA) de la Facultad de Ingeniería de la UBA. Tiene más de 25 años de experiencia en Simulación Numérica de Reservorios: investigación y desarrollo, formación de recursos humanos, enseñanza universitaria de grado y de posgrado, cursos para la industria y transferencia. Ha publicado más de 70 trabajos de investigación y desarrollo en revistas científicas y congresos nacionales e internacionales de su especialidad. Ha dirigido proyectos de Investigación financiados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y la UBA. Fue vicedirectora a cargo del IGPUBA entre 04/2011 y 05/2014. En 2016 recibió el premio "2016 Regional Distinguished Achievement Award for Petroleum Engineering Faculty, South America and Caribbean Region", otorgado por SPE International.*

Juan Enrique Santos *es computador científico y licenciado en Matemáticas en la FCEyN de la UBA, y Doctor en Matemáticas (PhD), Department of Mathematics, University of Chicago. Fue Profesor Adjunto de la FCEyN, Universidad de Buenos Aires (1983-1989), Profesor Titular (1991-2011) y Jefe del Departamento de Geofísica Aplicada, Observatorio Astronómico (1996-2011), Universidad Nacional de La Plata, y Professor of Mathematics, Department of Mathematics, Purdue University (1992-2018). Se desempeñó como Investigador del CONICET desde 1991 hasta su jubilación en 2018, en la categoría Investigador Principal. Es autor del libro Numerical Simulation in Applied Geophysics, Birkhauser, 2017, en colaboración con Patricia Gauzellino; y de 94 artículos en revistas internacionales de circulación periódica y 91 en Actas de Congresos. Dirigió seis tesis doctorales en las disciplinas de Geofísica, Física e Ingeniería. Es especialista en desarrollo de modelos diferenciales y numéricos para la caracterización estática y dinámica de rocas porosas saturadas, la propagación de ondas y diversos problemas inversos asociados en ambientes de reservorios de hidrocarburos. Desde 2018 es director del Laboratorio de Geofísica Numérica (LAGENU) del IGPUBA y Profesor Emérito del Department of Mathematics, Purdue University.*



El consumo de energía empleado en Agua Caliente Sanitaria (ACS) para uso doméstico constituye, en general, el segundo o tercer consumo en importancia en el sector residencial, tanto a nivel global como local [1], [2], [3]. Los sistemas solares térmicos híbridos[1] y los termotanques que calientan agua con bombas de calor [4] ya están disponibles en el mercado local y sus ventas aumentan a nivel global. Sin embargo, los equipos convencionales de ACS a base de combustibles fósiles (gas) y convencionales eléctricos en la Argentina aún representan más del 95% de las ventas [5], [6]. Para lograr reducciones significativas de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) sería deseable que la proporción de equipos de ACS con bombas de calor, solar, térmica o simplemente convencionales más eficientes alcancen proporciones más importantes en los niveles local y global.

En algunas zonas urbanas de ciertos países es posible proporcionar ACS a través de redes urbanas de agua caliente, producida por centrales eléctricas térmicas, que aprovechan el calor residual (cogeneración) [7]. También se puede usar el calor residual de industrias, incineradores, sistemas geotérmicos y calefacción solar central [8].

En la Argentina, el Gas Natural (GN) constituye el componente principal de la matriz energética al aportar más del 50% de la energía primaria del país [9]. Alrededor del 30% del gas consumido en el país, se distribuye por redes a los usuarios residenciales, comerciales y entes oficiales [10]. El calentamiento de ACS es el segundo consumo en importancia, después del de calefacción, representa aproximadamente el 35% (±10%) del consumo residencial de gas [9], [11], [12]. Es decir, para el calentamiento de agua sanitaria se emplea casi el 10% del gas consumido en la Argentina. Este notable hecho en parte se explica por el elevado calor específico del agua, que hace que aumentar su temperatura demande mucha energía.

Se estima que el 60% de las emisiones de GEI son consecuencia del uso de combustibles fósiles [13], en consecuencia resulta necesario disminuirlas [14].

Un Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE), además de mitigar los impactos ambientales, permite acercar los beneficios de disponer de agua caliente y otros servicios energéticos a

Agua caliente sanitaria: los modos más asequibles en la Argentina

Por ***Leila Iannelli*** (Gerencia Enargas, Escuela de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), ***Jorge Fiora*** y ***Pablo Romero*** (Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y ***Salvador Gil*** (Escuela de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)

El calentamiento de agua sanitaria es el segundo consumo de energía en los hogares argentinos, la búsqueda de formas más asequibles, eficientes y sustentables es de gran relevancia económica, social y medioambiental. En este trabajo se analizan los distintos equipos de calentamiento de agua disponibles en el mercado nacional y se comparan los costos a lo largo de su vida útil.

más personas, en particular a los sectores de menores recursos económicos y a los que viven en poblaciones dispersas, lejos de las redes de distribución. Asimismo, el desarrollo de la industria de fabricación de equipos convencionales más eficientes y de colectores solares, posibilita que el costo de estos equipos disminuya a medida que aumenta la escala de producción, facilitando que sectores de menores recursos tengan acceso a estos servicios.

El UREE y el aprovechamiento de las energías renovables son soluciones sostenibles a los desafíos energéticos actuales y, en cierto modo, son dos caras de una misma moneda.

Una ventaja de la energía solar es que su generación se realiza "en el lugar", lo cual evita elevados costos de transmisión, distribución e infraestructura.

En este trabajo se analizan las opciones más eficientes y asequibles disponibles en el mercado local, tanto las convencionales como las que utilizan bombas de calor para calentar agua y colectores solares térmicos[2]. Dado que estos últimos están sujetos a fluctuaciones de suministro, en particular en días de poca radiación solar, los sistemas solares para ACS requieren equipos complementarios que usan energía convencional para calentar el agua. A estos sistemas combinados se los denomina *sistemas híbridos*. En este estudio nos proponemos analizar las eficiencias y los costos de los principales equipos de ACS disponibles en la Argentina.

Consumo residencial de gas y electricidad en ACS

En la figura 1 se muestra la distribución de la producción de equipos de calentamiento de agua en el sector residencial en la Argentina para 2015.

La mayoría de los equipos que se usan para calentar agua en la Argentina funcionan a gas, un 78,5% del total. El estudio de los consumos de

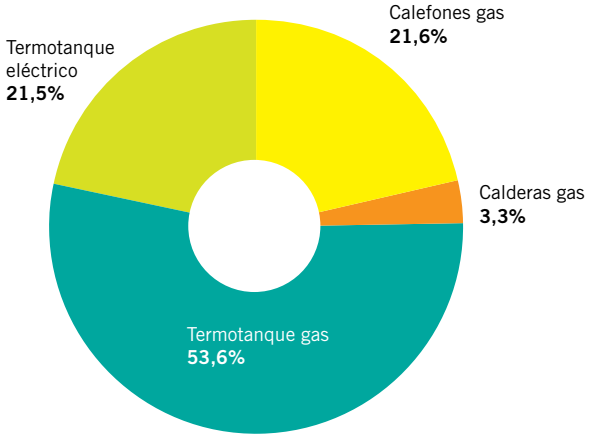


Figura 1. **Distribución de la producción de equipos para calentamiento de agua para uso residencial en la Argentina en 2015. Se ve que los artefactos a gas constituyen el 78,5% del total.** Fuente CAFAGAS [5].

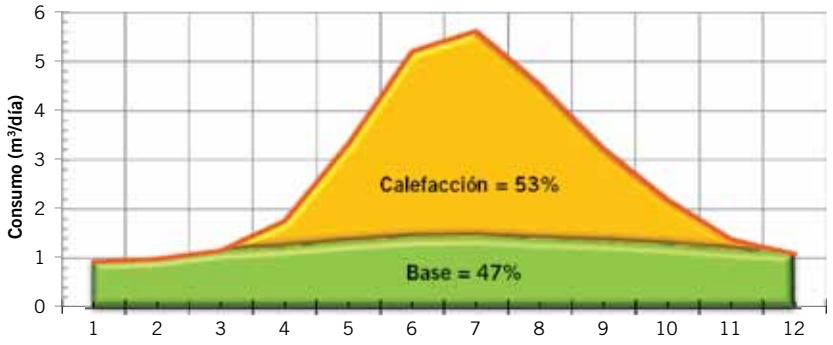


Figura 2. **Variación de los consumos específicos residenciales de gas como función de los meses del año (1 a 12). Los datos ilustrados son el promedio del período 2013-2018 para la región centro-norte de la Argentina. Los consumos de los meses de verano en la zona centro-norte de la Argentina coinciden con el consumo base (ACS y cocción, área verde). El incremento del consumo en los meses de invierno puede estar asociado a la calefacción (área amarilla). Esto permite separar el consumo de gas usado en calefacción del consumo base.** Fuente: datos de consumo de gas residencial de ENARGAS [10].

gas es muy representativo del total, además se dispone de una serie de datos históricos confiables de al menos 25 años [10].

En la figura 2 se muestra la variación del consumo de gas por usuario y por día (*consumo específico*) como función de los distintos meses del año para la región centro-norte de la Argentina, que concentra el 95% de los usuarios del país, la zona sur[3] de la Argentina no está incluida en este gráfico [14]. Como se observa en la figura, a temperaturas superiores a 20º C, prevalente en los meses de verano, el consumo de gas se reduce al calentamiento de agua y cocción en esta región y se denomina consumo *base*. A medida que la temperatura desciende, los usuarios comienzan a encender la calefacción y el consumo de gas aumenta, lo que explica el aumento del consumo específico en los meses de invierno.

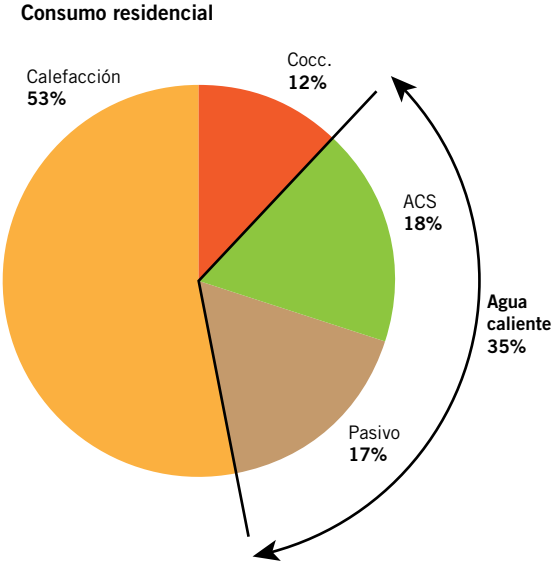
Este comportamiento permite una separación simple entre el consumo destinado a calefacción y el consumo base como se ilustra en la figura 2.

El consumo de cocción puede obtenerse del análisis de los datos de consumo de edificios que tienen servicios de calefacción y calentamiento de agua centrales en varias ciudades de la Argentina. En estos casos, la facturación del gas usado en los sistemas centrales de calefacción y calentamiento de agua se facturan al consorcio del edificio. Por su parte, el consumo de gas de cada unidad o departamento, que se factura por separado a cada unidad, está asociado principalmente a los consumos de cocción. Esta información está disponible en las distintas distribuidoras de gas del país.

Debido a que en la Argentina hay muchos edificios, cada uno con decenas de unidades individuales con estas características, este estudio puede realizarse sin dificultad en una muestra grande de casos. Las distribuidoras disponen de registros de estos consumos por más de dos décadas. El consumo de cocción, obtenido del análisis de estas muestras en varias ciudades de la región centro-norte de la Argentina, indica que se usan unos 0,30±0,12 m³/día, equivalentes a unos 3,2 kWh/día, para la cocción, lo que puede considerarse representativo de toda la región centro-norte de la Argentina [15], [16]. Como las cocinas a gas tienen una eficiencia promedio del 50% [16], la energía neta que se usa en coccion en la Argentina es en promedio del 1,6 kWh/día.

Asimismo, los consumos pasivos de los equipos de ACS en la Argentina son bien conocidos, del orden de 0,5 m³/día para calefones con piloto y algo mayor para los termotanques [12].

En este trabajo, utilizamos dos caminos complementarios para analizar el consumo de gas residencial:



		Zona centro-norte 2013-2018	Consumo medio 955
		m³/día	m³/año
Base	Cocc.	0,30	110
Base	ACS	0,47	171
Base	Pasivo	0,45	164
	Calefacción	1,4	510

Figura 3. **Izquierda, distribución de los consumos promedio de viviendas residenciales de gas para usuarios de la región centro-norte de la Argentina. Derecha, distribución del consumo de gas en el sector residencial. El consumo medio de gas para calentar unos 155 litros de agua (equivalentes a 50 litros/día/persona), de la temperatura media anual (18 °C) a la temperatura de confort, Tc=42 °C es de unos 0,47 m³/día. Si a este consumo le agregamos los consumos pasivos resulta que en el calentamiento de agua se emplean unos 0,92 m³/día (equivalentes a unos 10 kWh/día). El consumo medio de gas total en esta región (base más calefacción) es de 955 m³/año, lo que equivale a 10 580 kWh/año.** Fuente: datos de consumo de gas residencial de ENARGAS [10].



AXION energy

EL MEJOR COMBUSTIBLE
DE SUDAMÉRICA

LO HACEMOS EN CAMPANA

Pusimos en marcha el DHT, la planta que nos permitirá producir diesel con ultra bajo contenido de azufre, cumpliendo con las normas de calidad más exigentes del mundo.

i) **Análisis Top-Down** (TD), a partir de los datos de consumo de gas residencial globales de todas las regiones del país disponible en la web de ENARGAS [10].

ii) **Análisis Botton-Up** (BU), datos de los consumos de una muestra de 99 viviendas de las región del Gran Buenos Aires, en las que se realizó una auditoría detallada de sus consumos de gas y de electricidad [11].



Esta doble vía de análisis: TD y BU, permite concluir que el *consumo base* de gas por usuario[4] es en promedio de 1,2 (±0,5) m³/día. Se considera que en promedio el 0,45 m³/día se emplea en pilotos u otros consumos pasivos [17] y un 0,47 m³/día en el calentamiento de agua propiamente dicho. La cocción representa Q_{coc}=0,3 m³/día [18]. Suponiendo un consumo pasivo promedio de $Q_{pas} \approx$ 0,45 m³/día, (este valor, algo inferior a 0,6 m³/día del consumo medio pasivo de un calefón y termotanque, se debe a que hay una fracción del 25%±7% de viviendas con gas que no tiene equipo de ACS o con sistemas que no tienen consumos pasivos). Si se supone un rendimiento o eficiencia media de quemador de $e_{media} \approx$ 0,75, se puede calcular el volumen de agua caliente con la expresión:

$$m_{ACS} . c_a . \left(T_{conf} - T_{media}\right) = (Q_{base} - Q_{pas} - Q_{coc}) \cdot H_{sup} \cdot \varepsilon_{media},$$

donde m_{ACS} es la masa de agua caliente sanitaria usada en promedio por vivienda, *ca* el calor específico del agua, H_{sup} el poder calorífico superior del gas natural (H_{sup} = 9300 kcal), $T_{conf} \approx$ 42 °C la temperatura de confort del agua caliente y $T_{media} \approx$ 18 °C es la temperatura media del agua a la entrada del artefacto. Con estos valores, el consumo medio resulta de 150±30 litros/día por usuario u hogar.

Se supone que cada hogar conectado a la red de gas natural tiene 3,1 habitantes, el consumo medio por habitante en la Argentina resulta de 48±8 litros/día/habitante. Este valor es del orden de lo que recomienda para el consumo de ACS la Comunidad Europea, 50 litros/día/habitante [19]. Para considerar las variaciones observadas en distintas regiones del país y tener alguna flexibilidad en el número de habitantes de una vivienda y variaciones en las pautas de consumo, en general se toma el consumo nominal para el diseño de una vivienda en unos 60 litros/día/habitante.

De la figura 3 surge que la energía usada en ACS se puede dividir en dos partes similares: una mitad corresponde al calentamiento de agua propiamente dicho y, la otra mitad constituye el consumo pasivo de mantenimiento (piloto y encendido periódico del quemador en un termotanque). Es interesante notar que, si en un sistema solar híbrido se usa como equipo de apoyo un termotanque convencional o un calefón con piloto, aun suponiendo que el sol aporte un 70% de energía al agua, los consumos pasivos no se modificarían respecto a los valores indicados en la figura 3, con lo cual el ahorro neto de energía convencional no supera el 30%, como lo confirman varios ensayos independientes [20]. Este razonamiento pone de relieve un aspecto fundamental del rol de los consumos pasivos en los sistemas solares híbridos [12].

En la Argentina, el número de usuarios residenciales conectados a la red de gas natural es alrededor de 8,3 millones [21]. Si a este número se agregan los usuarios de GLP (Gas Licuado de Petróleo) no conectados a red (3,7 millones), el número total de usuarios es de aproximadamente 12 millones, quienes utilizan ~1 m³/día (equivalente a unos 10,8 kWh/día) en calentamiento de agua y su correspondiente consumo pasivo asociado, lo que da como resultado 12 millones m³/día de gas natural equivalente para calentar agua en la Argentina. Si a este volumen de gas se agrega el consumo de agua caliente de los sectores comerciales y oficiales, se tiene que el volumen de gas empleado en calentar agua es de aproximadamente 13 millones m³/día. Este volumen de gas, equivale a casi el 80% de las importaciones de gas en la Argentina en 2019.

Si el calentamiento de agua se hace con un termotanque eléctrico convencional, el consumo de energía para calentar el agua de una familia tipo es de unos 5,2 kWh/día (equivalente a 0,5 m³(GN)/día) y el consumo real de energía será mayor, debido a los consumos pasivos. En los equipos convencionales de ACS, los consumos pasivos (gasto de energía para el mantenimiento del agua caliente en el tanque) varían entre 3 a 6 kWh/día, dependiendo de la calidad de la aislación térmica del tanque. Es decir que estos consumos pasivos son comparables o mayores a la energía intrínseca necesaria para calentar el agua. Por ejemplo, los termotanques



Figura 4. **Consumos de energía en el calentamiento de 180 litros/día de agua sanitaria usando distintas tecnologías. La variación del consumo de las diferentes tecnologías es muy notable. ST significa equipo Solar Térmico, TTQ indica termotanque, Cal es Calefón y TTQ BC es un termotanque con bomba de calor. El ahorro que un sistema solar híbrido puede aportar es muy significativo si se utiliza como respaldo un calefón modulante sin piloto clase "A". Asimismo, un calefón clase "A" (GN) consume menos que un sistema híbrido con termotanque de respaldo a gas. Los rombos rojos, referidos al eje vertical derecho, indican las emisiones en kg (CO_2)/año para los distintos equipos. Los números arriba de las barras son los consumos anuales en MWh, tanto de gas como de electricidad.[7] La letra en esta figura indica la clase en etiquetado en eficiencia del equipo de apoyo, ya sea a gas o electricidad. Se ilustra la importancia de diseñar los sistemas solares térmicos híbridos teniendo en cuenta las pautas de eficiencia, para lograr los mejores resultados. Ah=xx%, significa el ahorro de energía respecto de termotanque "E" a GN.**

eléctricos convencionales, es decir, aquellos que fueron creados antes del etiquetado en eficiencia energética, tienen consumos de mantenimiento entre 1,5 y 8 kWh/día. Así vemos que el consumo total de electricidad para ACS varía entre unos 6,7 a 14 kWh/día [20]. Dado que el consumo residencial medio de electricidad en la Argentina es de unos 8,2 kWh/día, advertimos que, si el calentamiento de agua se realiza con electricidad, este consumo duplica fácilmente el consumo eléctrico de una vivienda tipo.

De la discusión anterior surge que un requisito básico para que los equipos de ACS minimicen su consumo de energía y sus emisiones de GEI, tanto en su versión convencional como solares térmicos u otra tecnología, consiste en minimizar o eliminar los consumos pasivos [12]. Si el equipo de apoyo al solar no tiene consumos pasivos, como un calefón a gas, modulante[5] clase "A" en eficiencia energética, el ahorro en energía puede ser del orden del 86% respecto a un equipo convencional, o sea que un equipo adquirido antes del etiquetado de los equipos de ACS[6], que puede ser equivalente a un termotanque a gas clase E (Figura 4).

En la figura 4, se comparan los consumos energéticos de los termotanques (TTQ) con distinto tipo de etiquetas, expresado por la letra correspondiente, tanto a gas natural (GN) como eléctricos (EE) con calefones o calentadores de agua instantáneo (Cal), calderas y termotanques con bombas de calor (TTQ BC). También se incluyen equipos solares térmicos (ST) con distintos tipos de apoyos, incluyendo aquellos equipos solares térmicos con tanque de acumulación acoplado sobre o detrás de captador solar y con resistencia eléctrica como modo de apoyo, ST+TQ_Ad (EE) [20], muy difundidos en el mercado argentino y latinoamericano.

Costo y asequibilidad de los equipos de ACS

De la discusión anterior surge de manera clara la importancia de buscar formas más eficientes de calentar agua sanitaria. En la figura 4 se indicó que un equipo solar híbrido asociado a un termotanque con bomba de calor o a un calefón modulante clase "A", tiene los menores consumos de energía. Sin embargo, el consumo de energía constituye solo un aspecto de los costos que están involucrados en la instalación de un equipo de ACS.

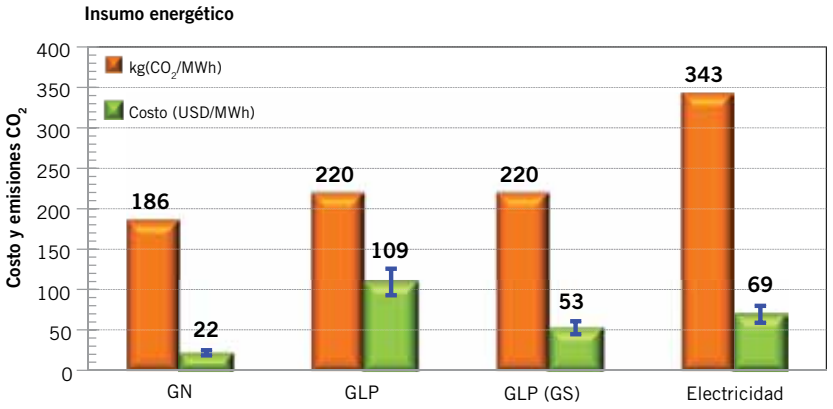


Figura 5. **Emisiones de CO_2 en kg/MWh de distintos insumos energéticos en la Argentina (barras naranjas). El precio final promedio de estos insumos en el GBA, incluyendo impuestos y cargos fijos, está representado por barras verdes en USD/MWh. Tomando los valores vigentes al 20 de enero de 2020 con un USD=62. Los segmentos azules indican la dispersión de precios en distintas regiones de la Argentina. GLP(GS) indica el precio de GLP que pagan los beneficiarios del subsidio de garrafas sociales.**

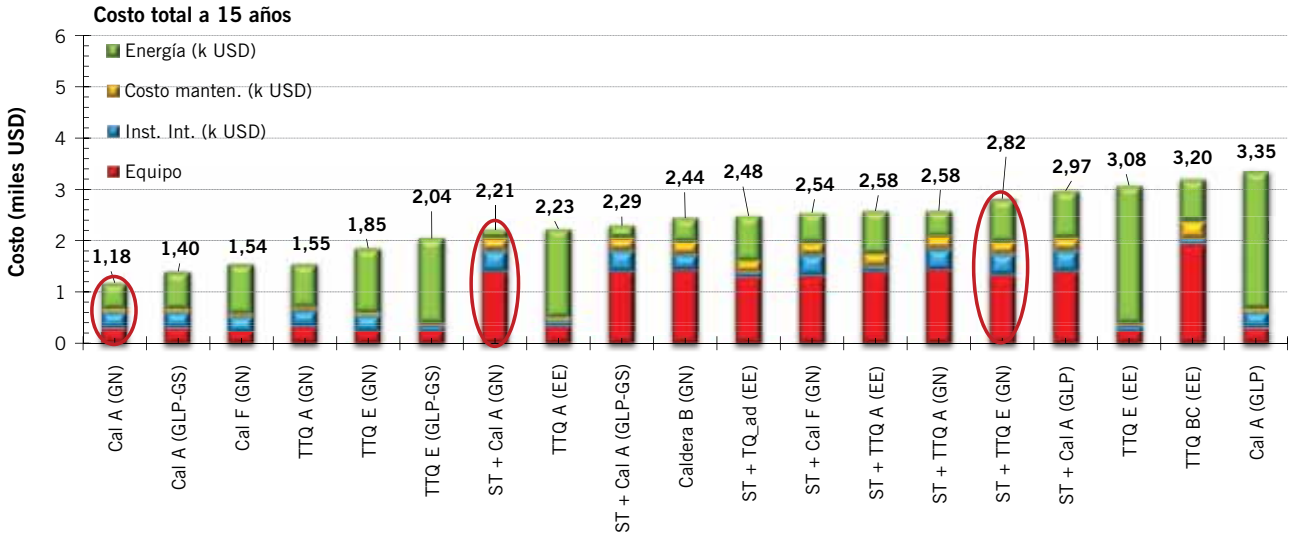


Figura 6. **Costos asociados a las distintas tecnologías para equipos de ACS a lo largo de 15 años en GBA o CABA. Las barras rojas indican los costos de los equipos; los costos de la energía están en verde; los mantenimientos, en amarillo y los costos de la instalación interna, en celeste. Las siglas son las mismas que en la figura 2.**

Los equipos de ACS pueden usar distintos tipos de combustible para calentar agua. En la Argentina las opciones más comunes son gas natural por redes (GN), gas licuado en garrafas o tubos (GLP), electricidad (EE) y solares térmicos con algún equipo de apoyo que use uno de los combustibles indicados previamente. Esta diferenciación entre el tipo de combustible es muy importante, ya que en la Argentina la misma unidad de energía tiene precios bien distintos según qué insumo energético se utilice como se ilustra en la figura 5, y depende de la provincia que se considere. Además, en esta figura se indica el precio del GLP que pagan los beneficiarios del subsidio de Garrafas Sociales en la Argentina (GLP(GS)), subsidio para familias de bajos recursos. Por su parte, dado que el suministro solar es intermitente, los sistemas solares siempre requieren de equipos complementarios que usen energía convencional para calentar el agua (sistemas híbridos). En este estudio además de los sistemas que emplean tecnologías convencionales a gas y electricidad, se considera los que trabajan con bombas de calor.

En cuanto a los costos, el usuario además de solventar la energía que usa el equipo, debe tener en cuenta el costo de los equipos, su mantenimiento y el asociado a la instalación interna, sobre todo en el caso del GN. El costo de la instalación interna, principalmente en el caso del gas natural o de GLP en tubos. Para una vivienda que no exceda los 100 m^2, estos costos rondan los USD1000. Sin embargo, este costo se debe prorratear entre los tres servicios que generalmente usa el gas: cocción, ACS y calefacción. Dado que la instalación de ACS y calefacción implica algún costo adicional asociado a las salidas externas de gases, chimeneas, conductos, etcétera, a la cocción le asignamos un peso del 25% del costo de la instalación interna, y un 37,5% tanto a la calefacción como al ACS. En la figura 6 se muestran los costos de distintas tecnologías de ACS disponibles en el mercado para la región del GBA o CABA en enero de 2020. Los costos indicados aquí son los valores promedio de equipos de buena calidad en su tipo.

Teniendo en cuenta que los combustibles se pagan a lo largo del tiempo de la vida útil de los equipos, su costo total se reduce al valor presente usando una tasa de descuento del 7%. Esto se hace para considerar que el valor del dinero hoy es mayor que la misma cantidad de dinero *k* años después. Además, al computar los valores en dólares estadounidenses (USD) se minimizan los efectos de la inflación. Lo mismo se hace con el costo de mantenimiento de los equipos, que se supone proporcional al costo del equipo (un 30%) que se realizará a mitad de su vida útil. Con la tasa de descuento usada, el costo del mantenimiento a valores presentes, equivale a un 17% del costo del equipo. Con estos criterios, en la figura 6 se muestran los costos totales a lo largo de 15 años en USD. Además, en esta figura se incluyen equipos que funcionan a GN, GLP y EE.

Como se observa, el modo más económico de producir ACS en la zona central de la Argentina es con el uso de calefones clase "A" a gas natural con encendido electrónico. Si los usuarios tienen acceso a GN, los equipos ST no logran amortizarse en ese tiempo (15 años). Asimismo, se observa, que instalar un sistema ST asociado a un termotanque a gas antiguo o etiqueta "E" (ST+TTQ E (GN)) no es una buena elección, ya que un simple calefón clase "A", es más económico. Además, no solo es una opción más cara, sino que las emisiones de CO_2 a lo largo de su vida útil son mayores a un simple calefón "A", como se observa en la figura 7. Este ejemplo ilustra la necesidad de tener en cuenta la eficiencia energética, a la hora de instalar un sistema de energía renovable. Lo mismo sucede para aquellos usuarios que no disponen de GN por redes y dependen de la electricidad o del GLP, los sistemas solares térmicos (ST) no constituyen la mejor opción económica, como lo ilustra la figura 6. Según el costo de la electricidad, un termotanque eléctrico clase "A" puede ser una opción más económica. Sin embargo, como veremos más adelante, para usuarios sin acceso al GN lo equipos ST son opciones más interesantes y sostenibles.



SOLUCIONES PARA EL **FUTURO**

MÁS DE 30 AÑOS BRINDANDO SOLUCIONES INNOVADORAS
EN GENERACIÓN DE ENERGÍA Y COMPRESIÓN DE GAS.

Estamos preparados para nuevos desafíos.









SECCO

www.secco.com.ar

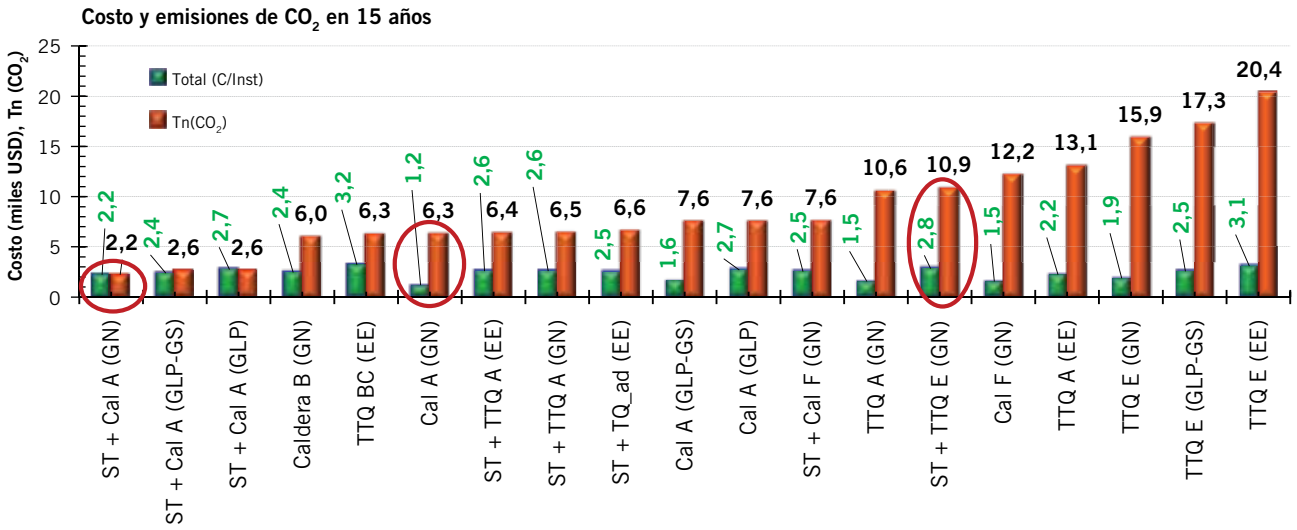


Figura 7. **Las barras verdes son los costos totales asociados a las distintas tecnologías para equipos de ACS a lo largo de 15 años en GBA o CABA. Las barras rojas indican las toneladas de CO_2 emitidas a lo largo de 15 años.**

Las tecnologías ST y las bombas de calor tienen mucha potencialidad por su bajo consumo de energía (Figura 5), sin embargo, debido a su alto costo se convierten en opciones menos atractivas (Figura 6). Para hacer una evaluación más completa, en la figura 7 se muestran los costos totales (equipo+instalación+mantenimiento +combustible/insumo energético) a lo largo de 15 años y las correspondientes emisiones de CO_2 en ese período. Aquí se observa la ventaja de los sistemas ST, las emisiones de CO_2 de un sistema ST+Cal "A" (GN) son un tercio de las de un Cal "A" a GN.

Una barrera importante, que se observa para el desarrollo de los sistemas ST en la Argentina, es el alto costo inicial comparado con los sistemas convencionales y la carencia de algún tipo de garantía que incluya el mantenimiento al menos por 5 años. El desarrollo de la tecnología ST depende de costos asequibles y una amplia aceptación social. Esto último requiere de un buen funcionamiento y un correcto mantenimiento de los sistemas, de modo que sus beneficios se extiendan en el tiempo. Resultaría deseable promover la capacitación de los vecinos y de una red de técnicos, para aumentar la aceptación social de esta tecnología. Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) favorecen y abaratan el acceso a la difusión de las buenas prácticas y la consulta.

La regulación vigente en la Argentina exige a los artefactos de calentamiento de agua convencionales, tanto a gas como eléctricos, el cumplimiento de normas de seguridad, buen funcionamiento y eficiencia [22]. El etiquetado de eficiencia energética además es un indicador útil y simple para que los usuarios puedan realizar una elección racional de sus equipos. Un consumidor identifica los equipos etiquetados de los que no, independientemente de que utilice esa información para la compra. La regulación nacional referente a equipos solares térmicos no exige niveles de funcionamiento y eficiencia similares, tampoco presenta una exigencia de calidad que los equipare con los equipos convencionales para agua caliente. Esta carencia de regulaciones mandatarias actúa como una barrera adicional sobre el mercado solar térmico. Además, abre el abanico de posibilidades para que proliferen equipos de baja calidad con promesas de prestaciones de ahorro y vida útil, que en muchos casos no se cumplen. De esta manera, la aceptación social de la tecnología ST, está asociada a garantizar que la calidad de los equipos que se comercializan en el país (y en consecuencia los ahorros esperados) esté debidamente certificada, al igual que se exige a los equipos de ACS convencionales. Sumado los altos costos iniciales y la falta de mecanismos de financiamiento, la incertidumbre acerca de las prestaciones de los equipos solares y la escasa información acerca de la calidad del equipo constituye una barrera que frena el avance y desarrollo de esta tecnología.

Otra barrera importante de las nuevas tecnologías proviene de la coyuntura nacional. Los equipos en general se cotizan en dólares, mientras que las tarifas están en pesos. Así, un equipo solar o bomba de calor implica invertir un valor en dólares al presente para ahorrar pesos a futuro, lo cual no resulta una inversión muy atractiva en estos tiempos.

Las opciones más convenientes de calentamiento de agua dependen fuertemente de si el usuario tiene o no acceso al GN por redes. Si la respuesta es afirmativa, las opciones más convenientes se muestran en el panel superior de la figura 8. En términos de costos, los calefones y termotanques a GN clase "A" y los termotanques eléctricos clase "A", tienen claramente ventajas importantes. Aunque si se privilegia las emisiones de CO_2, un sistema ST+Cal A (modulante) es la opción más interesante.

Por otra parte, para usuarios sin acceso a las redes de GN pero con acceso al subsidio de garrafa social (GS), un calefón "A" es la opción más ventajosa. Si no tiene este subsidio, un termotanque eléctrico clase "A" es una buena opción, aunque también se debe considerar en este caso la posibilidad de un sistema ST+ termotanque eléctrico clase "A", como así también un sistema ST+ Cal A (modulante) a GLP.

Por último, a pesar de que los cale-

fones “A”, con encendido electrónico, aparecen como una opción muy interesante, muchos de los equipos de este tipo que se comercializan en la Argentina, requieren de una presión de agua superior a 0,5 Bar, equivalente a unos 5 m de columna de agua. No todas las viviendas tienen esa presión, ya que requiere tener un tanque de acumulación al menos 5 m sobre el nivel de la flor de la ducha. Esto hace que se requiera el uso de bombas presurizadoras de agua. Esta es una limitación que sería deseable que los fabricantes locales se empeñaran en superar.

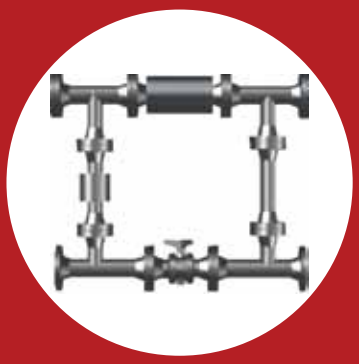
Conclusiones

Del análisis realizado se desprende que el consumo de ACS es, en general, el segundo consumo en importancia, de una vivienda en la Argentina, después del consumo en calefacción. Pero en los sectores de bajos recursos el ACS es el principal consumo de energía en sus viviendas. El consumo de energía empleado en el calentamiento de agua es equivalente al 80% del gas que se importó en la Argentina en 2019, y tiene una demanda que es casi constante a lo largo de todo el año. Dado que la eficiencia de los sistemas de ACS depende principalmente de un equipo de costo moderado, hay mucha potencialidad de reducción de este consumo, en al menos un 50%, por lo tanto es importante para el sistema energético nacional y el equilibrio del balance comercial del país analizar la posibilidad de implementar medidas de eficiencia energética en este segmento del consumo. Al mismo tiempo, la implementación de un plan de recambio de equipos, por los más eficientes existentes en el mercado, además de reducir el costo de las facturas en energía de las familias, en especial de las de menores ingresos, reduciría los gastos del Estado en los distintos subsidios que otorga, tanto en gas natural, como en electricidad y en GLP. Así un plan de recambio de equipos sería una herramienta efectiva para promover y reactivar la industria nacional.

Si los usuarios tienen acceso al GN, los equipos ST no logran amortizarse en 15 años. En este caso, el modo más económico de producir ACS en la zona central de la Argentina es con el uso de calefones “A” a gas natural con encendido electrónico. Asimismo, se observa, que instalar un sistema ST a un termotanque a gas antiguo o etiqueta E (ST+TTQ E (GN)) no es una buena elección, ya que un calefón clase “A” es más económico.

Para los usuarios que no disponen de GN por redes y dependen de la electricidad o del GLP, los termotanques eléctricos clase “A” son una buena opción. Los sistemas ST y las bombas de calor no constituyen las mejores opciones desde una perspectiva económica, pero sí desde el punto de vista ambiental.

Un rol activo del Estado podría ser de mucha importancia. En la actualidad, el Estado les subsidia tanto la electricidad como el GLP a los usuarios que no tienen acceso al GN por redes. Entendemos que si parte de ese subsidio se empleara en reducir el costo inicial de los equipos ST o de los termotanques con bomba de calor, el desarrollo de esta actividad industrial podría ser de mucha importancia para



UNIDAD DE MEDICIÓN MULTIFÁSICA
MORKEN GROUP
UNIDAD PORTATIL DE MEDICIÓN **MULTIFÁSICA**
Monitoree en tiempo real, el caudal de crudo, gas y agua producida.
Alta precisión y confiabilidad en los resultados.
Fácil de operar, integrable al SCADA y excelente relación costo/beneficio.
Morken Group provee las soluciones tecnológicas más avanzadas para la industria del petróleo, gas, minería y energía.
PRESENTES EN 6 PAÍSES DE LATINOAMÉRICA
Bolivar 382 - 2° Piso - (C1066AAH) - Buenos Aires - Argentina
Tel: (5411) 43437576 - Email: info@morkengroup.com
www.morkengroup.com

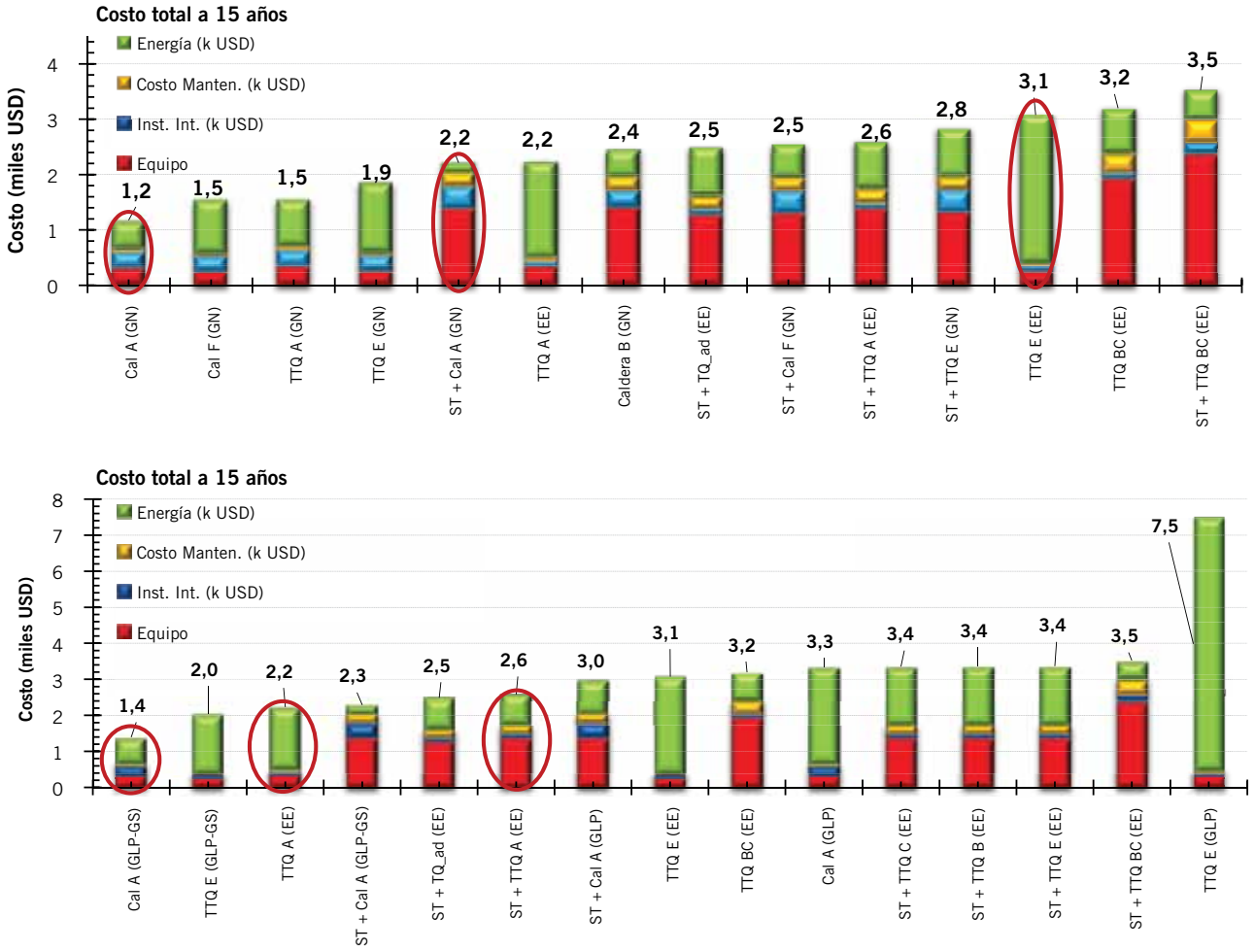


Figura 8. **Costos asociados al ACS en 15 años en GBA o CABA. En el panel superior se comparan equipos accesibles a usuarios conectados a redes de GN y electricidad. En el panel inferior, se comparan los equipos que funcionan a GLP (gas envasado) y electricidad. En ambos paneles se incluye, además, el costo proporcional de la instalación interna (barras azules). GLP-GS indica el costo del GLP para usuarios que disponen de subsidio por garrafa social. Al comparar los dos paneles, se aprecia notablemente el mayor costo para lograr ACS que tienen, en general, los usuarios que carecen de acceso al GN.**

activar este incipiente desarrollo tecnológico en el país y la actividad industrial. Las tecnologías ST y las bombas de calor para agua caliente tienen mucha potencialidad por su bajo consumo de energía. Sin embargo, su alto costo inicial los convierte en opciones menos atractivas.

Una barrera importante para el desarrollo de los sistemas solares térmicos, además de su alto costo inicial, es la carencia de una normativa nacional de cumplimiento obligatorio, que asegure el buen funcionamiento, la seguridad y la eficiencia, por medio de un sistema de etiquetado de fácil comprensión para los usuarios. Es deseable que los equipos ST ofrezcan garantías a largo plazo, por lo menos de 5 años, que incluyan el mantenimiento y la asistencia técnica y que aseguren un buen funcionamiento que se extienda en el tiempo. El desarrollo de la tecnología solar térmica depende de lograr costos asequibles y una amplia aceptación social, por lo cual resultaría fundamental promover la capacitación de los vecinos y de una red de técnicos confiables.

Por último, en muchas construcciones nuevas se han eliminado las conexiones a GN. Esta medida tiene un gran impacto en el consumo eléctrico. Los equipos eléctricos convencionales de calentamiento de agua, es decir termotanques eléctricos con resistencia eléctrica, tienen típicamente un consumo eléctrico para calentar unos 180 litros/día de unos 3,3 MWh/año, lo cual es equivalente a todo el consumo medio eléctrico de todos los otros artefactos eléctricos del hogar. Además, al tener que realizar la cocción en forma eléctrica como así también la calefacción, la demanda eléctrica crece fuertemente en las viviendas electro-intensivas, aumentando a más del doble su consumo eléctrico, comparado con las viviendas que disponen de servicios de GN por redes. Dado lo crítico que resulta el sistema eléctrico en la Argentina, este punto debería ser analizado cuidadosamente. Esto hace que el análisis de la eficiencia de los equipos de calentamiento de agua sea un aspecto crucial del sistema eléctrico y de gas del país.

En todos los casos, tanto los usuarios que tienen acceso al GN como los que utilizan electricidad o GLP, se podrían beneficiar en forma significativa, adquiriendo los equipos de ACS con etiqueta "A" o mejor en eficiencia, por eso es crucial educar a los usuarios para que tengan en cuenta esta recomendación a la hora de renovar sus equipos de ACS.

Por último, cabe señalar que el sistema de etiquetado en eficiencia

de equipos de ACS en la Argentina resulta obsoleto, y es necesario una revisión. Primero se deberían crear nuevas categorías como A+, A++, etc. para acomodar los equipos más eficientes que surgieron en el mercado. Además, se hace imprescindible una unificación del sistema de etiquetado, para sistemas de ACS que usan distintos tipos de insumos para funcionar: solar, electricidad, gas natural, GLP, etc. Por último, se requiere que en las etiquetas se informen las emisiones de gases de efecto invernadero, por ejemplo, al indicar los kg (CO_2)/año.

Agradecemos el apoyo brindado por el Subsidio CONICET-YPF para la realización de este trabajo, como el apoyo de varias instituciones, como ENARGAS, ex Subsecretaria de Ahorro y Eficiencia Energética de la Nación. Asimismo, agradecemos a muchos colegas por su apoyo y sus comentarios, en particular a Christian Navntoft por sus valiosas sugerencias. También agradecemos especialmente a Enrique Bezzo, Juan Cáceres Pacheco y José Weisman.

Bibliografía

[1] Ürge-Vorsatz, D. y otros, Energy End-Use: Buildings,» de Global Energy Assessment: Toward a Sustainable Future, Cambridge, Cambridge University Press, 2012, pp. 649-760.

[2] Iannelli, L. M., "Eficiencia en el Calentamiento de Agua Sanitaria para Uso Residencial en Argentina-Tesis", CEARE-UBA, Buenos Aires, 2019.

[3] Hohne, P., K. Kusakana y B. Numbi, "A review of water heating technologies: An application to the South Africa", Energy Reports, vol. 5, nº 2019, pp. 1-19, 2019.

[4] Wikipedia, "Bomba de calor", 2020. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_de_calor.

[5] CAFAGAS Cámara Argentina de Fabricantes de Artefactos a Gas - Buenos Aires, "Cominación Privada", http://www.cafagas.org.ar/, 2015.

[6] "La energía solar térmica se expande en la Argentina", Infobae, 19 de enero de 2019.

[7] Wikipedia, "Cogeneration", 2019. [En línea]. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Cogeneration.

[8] Atmaca, M. y otros, "Application of Cogeneration on a Housing Complex", Journal of Clean Technology, vol. 4, nº 2, pp. 129-135, 2016.

[9] Secretaría de Energía de la Nación Argentina, [En línea]. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia. [Último acceso: febrero 2020].

[10] ENARGAS, "Ente Nacional Regulador del Gas", 2019. [En línea]. Disponible en: www.enargas.gov.ar.

[11] Gastiarena M. y otros, "Gas versus Electricidad: Uso de la energía en el sector residencial", Petrotecnia, vol. LVI, pp. 50-60, abril 2017.

[12] Iannelli L. y otros, "Eficiencia en el calentamiento de agua. Consumos pasivos en sistemas convencionales y solares híbridos". Petrotecnia, vol. LV, nº 3, pp. 586-595, agosto 2016.

[13] "Consumo de agua en la Ciudad de Buenos Aires- Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires", 2013. [En línea].

[14] "IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", [En línea]. Disponible en: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-2-1.html. [Último acceso: 20 de julio de 2016].

[15] Sensini, P. "Eficiencia en la Cocción en Argentina, comparación entre diferentes equipos empleados en la cocción de alimentos", Tesina-UNSAM, Buenos Aires, 2017.

[16] Sensini P. y otros, "Eficiencia Energética en la cocción ¿Cuáles son artefactos de cocción más eficientes en Argentina?", Energías Renovables y Medio Ambiente, vol. 41, pp. 57-67, octubre 2018.

[17] Bermejo A., E. J. Bezzo, P. L. Cozza, J. A. Fiora, M. A. Maubro, R. Prieto y S. Gil, "Eficiencia de calefones-importancia de los consumos pasivos", Buenos Aires, 2013.

[18] Iannelli L. y S. Gil, "¿Cómo hacer un diagnóstico de los consumos a partir de la factura y reducir los gastos de gas?", Petrotecnia, vol. LX, nº 1, pp. 144-146, 2019.

[19] IDAE, Instituto para la Diversificacion y Ahorro de la Energía, "PROYECTO SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España", http://www.idae.es/, Madrid, 2011.

[20] Lanson A. y A. Bianchi, "Estimación del Ahorro Energético Que Podría Obtenerse del Uso de Sistemas Termosolares Híbridos en Distintos Puntos de Argentina", Energías Renovables y Medio Ambiente, vol. 36, pp. 67-74, 2015.

[21] "Trends in global water use by sector United Nations Environment Programme (UNEP)", [En línea]. Disponible en: http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article43.html . [Último acceso: 29 de junio de 2016].

[22] ENARGAS, "Ente Nacional Regulador del Gas - Normativa - Normas Tecnicas - Aterfactos," Ente Nacional Regulador del Gas - Argentina, [En línea]. Disponible en: https://www.enargas.gob.ar/secciones/normativa/normas-tecnicas.php.

[23] Prieto R. y S. Gil, «¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente del gas,» Petrotecnia, vol. LIV, nº Dic., pp. 81-92, 2013.

[24] Iannelli L. y otros, "Eficiencia en el calentamiento de agua caliente sanitaria en Argentina", Energías Renovables y Medio Ambiente, ASADES, vol. 39, pp. 21-29, 2017.

1 Sistema solar térmico complementado con un sistema de energía convencional. [24]
2 Dispositivo diseñado para absorber la radiación solar y transformarla en energía térmica para calentar el agua. [24]
3 En el sur de la Argentina existe un sobreconsumo que va más allá de las bajas temperaturas, posiblemente asociado a los altos subsidios de la energía en esta región, lo cual distorsiona el análisis. [23]
4 Un usuario se refiere a una vivienda conectada a la red. Es decir, un usuario corresponde a un medidor, y estadísticamente a 3,1 personas.
5 Modulante: equipo que mantiene la temperatura de salida del agua seleccionada en forma constante y no tiene piloto.
6 Desde 2013 el etiquetado de calefones a gas es mandatorio y, a partir de fines de 2018, lo es el etiquetado de termotanques a gas.
7 Un m^3 (GN) equivale a 10,8 kWh.

Nanotecnología



¿Es la nanotecnología escalable a un proceso convencional de inyección de polímero?
La aplicación de nanotecnología en la industria de los hidrocarburos está en aumento, si bien para aplicaciones en recobro mejorado aún se encuentra en fase experimental de técnicas convencionales tanto térmica como no térmica, especialmente la recuperación por métodos químicos. El objetivo de este trabajo es evaluar la escalabilidad de dichas investigaciones desde el laboratorio hacia las condiciones operativas reales.

aplicada a procesos de **recuperación mejorada de petróleo**

Por ***Sebastián Llanos Gallo*** (Universidad Industrial de Santander, UIS),
Eduardo José Manrique Ventura, Henderson Iván Quintero y Rubén Hernán Castro (Ecopetrol)

La recuperación de petróleo de los yacimientos colombianos se encuentra, en su mayoría, en recuperación primaria o flujo natural, donde la energía del yacimiento sufre una significativa pérdida de presión y/o energía inicial que afectan las propiedades del fluido y, por consiguiente, su depletamiento acelerado (Ali y Thomas, 1996; Taber, Martin *et al*., 1996).

Debido a esto, diversos métodos de recuperación mejorada de aceite son necesarios para aumentar o mantener la energía del yacimiento y con esto aumentar la eficiencia de recuperación de aceite (Bavière, 1991). Uno de los métodos de recuperación con mayor madurez técnica y operativa en nivel mundial es la inyección de agua, cuyo fin es mantener y/o adicionar energía al yacimiento inyectando grandes volúmenes de agua de disposición o captación, que incrementen ligeramente la eficiencia de barrido del petróleo (Sorbie, 2013).

Sin embargo, en la inyección de agua se han identificado una serie de limitaciones, como relaciones desfavorables de movilidad, alta interdigitación y alto corte de agua en productores, entre otros, que han sido estudiados en detalle tanto a escala de laboratorio y de campo (Craig, 1971; Willhite, 1986). A pesar de que los procesos de inyección de agua son ampliamente conocidos, se implementan en diferentes partes del mundo y alrededor del 40% de la producción mundial de petróleo es aportada por este método de recuperación (Alvarado y Manrique, 2010), su eficiencia de barrido volumétrico es limitada por factores geológicos y petrofísicos donde las condiciones tanto de la roca como del fluido son adversas.

Por lo tanto, después de un proceso de inyección de agua, más del 60% del petróleo original en el lugar puede permanecer en el yacimiento (Levitt y Pope, 2008). Por esta razón, se requieren métodos de recuperación de aceite con mayores eficiencias de desplazamiento que aporten la mayor cantidad posible de barriles limpios en superficie.

Particularmente, el factor de recuperación promedio en Colombia se encuentra alrededor del 18%, de los cuales aproximadamente el 88% de la producción corresponde a recuperación primaria, el 11% a recuperación secundaria y el 1% restante a métodos EOR (Trujillo Portillo, Mercado Sierra *et al*., 2010). La inyección de polímeros es uno de los principales y más conocidos métodos de recobro mejorado de petróleo, estos son inyectados al yacimiento con el fin de mejorar la movilidad efectiva del aceite, reducir la permeabilidad relativa del agua y aumentar la eficiencia de barrido.

En Colombia, la inyección de polímeros ha sido aplicada en yacimientos maduros, como Yariguí, Casabe y Chichimene, entre otros (Maya-Toro, Castro-García *et al*., 2015; Maya, Jimenez *et al*., 2015), con el fin de aumentar la viscosidad de la fase acuosa, disminuir la relación de movilidad, aumentar la eficiencia de barrido y el factor de recobro con el fin de aumentar los barriles de aceite en superficie.

Sin embargo, el rendimiento del proceso disminuye drásticamente en aplicaciones donde el medio poroso evidencia alta heterogeneidad horizontal y vertical por efectos de cizalla, profundidades mayores a 9000 ft, viscosidades del crudo mayores a 150 cP, temperaturas mayores a 90 °C, altas salinidades del agua de formación y/o captación, agentes bacterianos, oxidación y efectos físico-mecánicos, entre otros (Zhang, Zhang *et al.,* 2006; Seright, Campbell et al., 2010; Sorbie, 2013). Lo expuesto representa un gran conjunto de desventajas al usar este tipo de técnicas como método de recuperación mejorada de aceite (Ayatollahi y Zerafat, 2012).

Por otro lado, en el paso de inyección de agua a inyección de polímeros, las fuerzas viscosas (μ) toman mayor relevancia para aumentar hasta en un orden de magnitud; sin embargo, no es suficiente para movilizar el aceite residual. La mayoría de los procesos de control de movilidad buscan adicionar químicos como polímeros (por ejemplo, poliacrilamidas hidrolizadas o HPAM (Dyes, Caudle *et al.,* 1954).

Además, el rango de aplicación contempla aceites ligeros y medianamente pesado, bajas salinidades y de medias a altas permeabilidades junto con bajas temperaturas (FLOERGER 2016). De esta manera, con la inyección de polímeros aumenta el volumen de petróleo contactado del yacimiento, se reduce la canalización y aumenta el porcentaje de petróleo recobrado.

Sin embargo, los compuestos químicos empleados en los procesos de inyección de polímeros, como la HPAM (Manrique, Muci *et al.,* 2007) se ven comúnmente afectados por la degradación térmica, química, biológica y mecánica tanto en la superficie como en las condiciones del yacimiento, lo que dificulta la eficacia de la técnica (Mogollon y Lokhandwala, 2013).

El comportamiento de las soluciones poliméricas a condiciones dinámicas de flujo a diferentes esfuerzos y tasas de corte es una de las variables para tener en cuenta, debido a su carácter pseudoplástico. Las soluciones poliméricas al ser fluidos no newtonianos, su viscosidad es función de la tasa y esfuerzo de corte, y son variable y dependiente de la geometría, velocidad de flujo en tuberías y yacimiento, distribución de los canales de flujo de la formación, debido a la relación de la degradación del polímero cuando se atraviesa por diferentes escenarios de campo (Seright, Seheult *et al.,* 2008).

Por otro lado, en un proceso de inyección de polímeros la eficiencia vertical y areal aumenta significativamente, debido a la dinámica de flujo de la solución polimérica por la formación en donde mitiga la canalización a causa de su mayor viscosidad, y de esta manera contacta una mayor porción del aceite residual. Como consecuencia, el diferencial de presión en el yacimiento y el barrido volumétrico aumenta, influyendo de manera importante en la fracción o volumen poroso inaccesible (VPI), donde las moléculas de polímero son más grandes en comparación con las gargantas de poro y en la reducción de la permeabilidad aparente de la roca por el incremento de la viscosidad de los fluidos inyectados en un proceso de desplazamiento con polímeros.

Nanotecnología

En la última década se ha evidenciado un crecimiento en el diseño y la fabricación de nanomateriales, específicamente de nanopartículas (NP) (Wang, Duan *et al.,* 2005). Las nanopartículas son todas aquellas partículas que tiene una dimensión en el rango de 1 nm a 100 nm.

Poe ello, en esta escala las propiedades físicas y químicas de estos materiales, como el área superficial, el volumen, la conductividad, la reactividad, el magnetismo, etc. pueden

tener aplicaciones de mayor nivel en comparación con la escala micro y macro. Estas propiedades convierten a las nanopartículas en una alternativa muy prometedora para la optimización de procesos y/o productos en la industria del petróleo, y así garantizar un suministro de energía más eficiente que satisfaga la demanda de petróleo mundial actual y futura**.**

Nanotecnología aplicada en la industria de los hidrocarburos

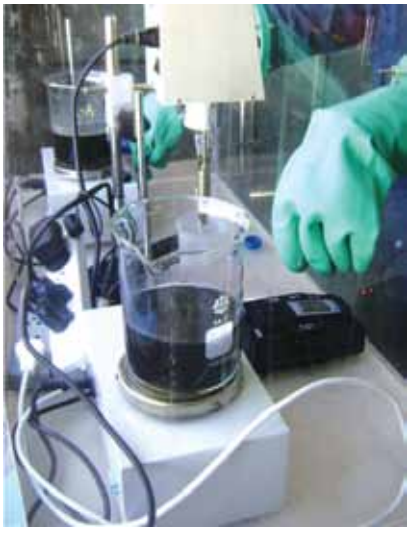
En la búsqueda de procesos más eficientes de recuperación de crudo en yacimientos de crudo pesado y extrapesado, la industria petrolera debido a la creciente demanda mundial, la declinación en las reservas y el aumento en el porcentaje de la recuperación de crudo tiene la necesidad de desarrollar sistemas novedosos y con gran potencial para convertir las reservas de crudos pesados y extrapesados, en productos con menores costos de producción y operación, pero con mayor valor agregado. Los avances en la nanotecnología ofrecen la posibilidad de ir más allá de las actuales alternativas para el suministro de energía mediante la introducción de tecnologías más eficientes y ecológicamente racionales (Francisco, 2013).

La nanotecnología ofrece un enorme potencial, como las nanopartículas se encuentran en una escala nanométrica, proporcionan un transporte efectivo en la formación, es decir, una alta movilidad en el medio poroso. Esto resulta beneficioso en muchos de los procesos de la industria de los hidrocarburos como en procesos de EOR en donde permitiría recuperar el mayor porcentaje de aceite residual de yacimientos actuales y depletados, en operaciones que afecten la formación permitiendo mitigar el daño a la formación a causa de la perforación, la migración de finos y el bloqueo por emulsiones, entre otros (Bennion, 2002).

Nanotecnología en la inyección de polímeros: degradación térmico-química

La aplicación de la nanotecnología está empezando a ser estudiada a escala experimental con pocas aplicaciones a escala de campo en procesos EOR con nanopartículas en polímeros dispersos en el agua de inyección para disminuir la degradación térmica, química y mecánica que sufren los polímeros al permanecer por un largo período a condiciones de yacimiento, teniendo en cuenta que las nanopartículas son estables térmica y químicamente (aumento de la perdurabilidad a condiciones de yacimiento). La interacción de nanopartículas en la matriz del polímero con el fin de mejorar su dispersión y adsorción en este, han sido estudiadas ampliamente, ya que estas propiedades pueden verse mejoradas mediante la modificación química y/o física superficial de las nanopartículas (Zou, Wu *et al*., 2008; Lau, Yu *et al*., 2016).

La dispersión de nanomateriales en la matriz del polímero impactan fuertemente sus características potencializando sus propiedades, como aumentar la viscosidad y la resistencia a la degradación (Ray y Okamoto, 2003; Hussain, Hojjati *et al*., 2006). Asimismo, se ha logrado la reducción en la degradación térmica y química de un polímero comercial con la adición nanopartículas de sílice hasta un 60%. Además, al reemplazar una porción del sistema con nanopartículas, la cantidad de polímero se reduce obteniendo mejores propiedades viscoelásticas y un comportamiento estable del polímero (Giraldo, Giraldo *et al*., 2017). Hu y col. (2017) mostraron que la adición de nanopartículas de óxido de sílice a soluciones poliméricas mejoran significativamente la viscosidad y las propiedades viscoelásticas de HPAM en solución a condiciones de alta temperatura y alta salinidad.



Los resultados mostraron que después de 12 días a una temperatura de 80 °C se obtiene una estabilidad del polímero y un aumento en la viscosidad con la adición de 0.8 %p/p de nanopartículas. Además, por medio de análisis de espectroscopía infrarroja logran asociar la interacción de los grupos superficiales de las nanopartículas como silanoles y los grupos carbonilos de la HPAM mediante puentes de hidrógeno, entrecruzando las cadenas poliméricas y aumentando su elasticidad. Yousefvand y col. (2015) estudiaron el comportamiento reológico del fluido polímero/agua después de la adición de nanopartículas en condiciones de laboratorio.

Los autores mostraron que las suspensiones resultantes tienen un comportamiento de tipo nanofluido y que el aumento de la viscosidad del sistema puede atribuirse principalmente a las propiedades de reticulación de las nanopartículas. Sin embargo, las concentraciones de polímero y nanopartículas usadas son amplias (>1%p/p), lo que aún es considerado un reto operativo, técnico y económico para ser aplicado en campo.

Nanotecnología en la inyección de polímeros: flujo en medios porosos

Para el entendimiento del comportamiento de soluciones poliméricas con nanopartículas en flujo dinámico, es necesario evaluar las interacciones fluido-fluido y fluido-roca del sistema polímero-nanopartículas-roca-aceite a las condiciones petrofísicas y operativas reales de yacimiento con el fin de determinar el efecto de cada componente en la humectabilidad, retención hidrodinámica, adsorción, tensión interfacial y por ende el aumento en el factor de recobro de aceite. En diversos estudios (Torsæter *et al.,* 2012; Hendraningrat, Shidong *et al*., 2012; Yu, An *et al*., 2012; Li, Kaasa *et al*., 2013), se han investigado ampliamente el transporte y el efecto de nanopartículas de diferentes naturalezas y humectabilidades (0.01, 0.1, 0.5%p/p) en medios porosos (areniscas, arcillas y dolomitas) considerando factores como la mojabilidad, la adsorción-desorción (1.27 mg/g a 5000 ppm), permeabilidad (250-450 mD), deltas de presión y recuperación de aceite.

Estos estudios indican la significativa alteración de la mojabilidad del



La elección inteligente para prestaciones de alta exigencia.

En TUBHIER, la tecnología y el desarrollo continuo, son los pilares para elaborar nuestros productos, de acuerdo a los más exigentes estándares de calidad.

Nuestro objetivo es ofrecer las mejores soluciones, a las variadas necesidades del Cliente.

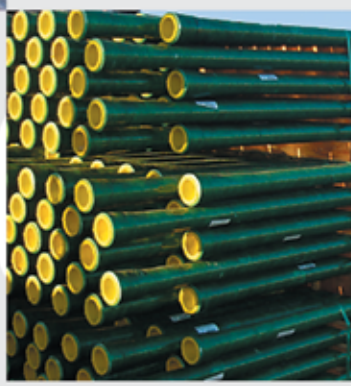


Caños de acero

- Casing API 5CT.
- Line pipe API 5L
- Line pipe ASTM A 53
- Usos generales IRAM-IAS-U500-228

Tuberías ERFV

- Line pipe API 15HR y accesorios.



TUBHIER

Villa Mercedes, San Luis
Argentina
tubhier@tubhier.com.ar
www.tubhier.com.ar

5L-0233
5CT-0303
15HR-0021

ISO-9001
ISO-14001
OHSAS-18001

medio hacía un medio mojado fuertemente por el agua, reducción de la permeabilidad del medio, debido a la retención de nanopartículas, que a su vez se debe a la adsorción-desorción del medio poroso alrededor de 50 mD.

Además, encontraron que la adsorción de nanopartículas en diferentes medios porosos requiere menos de 12 horas para alcanzar el equilibro, en donde la adsorción en mono y multicapa resulta ser irreversible y es mayor en rocas arcillosas en comparación con areniscas limpias.

Zamani y Maini (2009) estudiaron el comportamiento de la filtración de fluidos en medios porosos en donde se identifica que las fuerzas fisicoquímicas partículas suspendidas-roca, el tamaño de las partículas, la velocidad del fluido y el tamaño de poro son los principales factores en la reducción de la permeabilidad, el aumento en el gradiente de presión y la modificación del medio poroso. Zhang y col. (2015) encontraron que las nanopartículas entre 5-50 nm fluyen fácilmente a través del medio poroso (empaques).

Sin embargo, las interacciones fisicoquímicas entre las nanopartículas y la roca generan retenciones reversibles e irreversibles considerables que dependen de la concentración y tipo de nanopartículas, la tasa de inyección y el contenido de arcillas. Aseguran que este comportamiento es diferente a una adsorción de solutos (depende del medio poroso) y un proceso de filtración (depende de la capacidad de retención y reversibilidad del proceso).

Por otro lado, el efecto de iones mono y divalentes en presencia de nanopartículas y polímeros podría aumentar la afinidad y/o adsorción de las nanopartículas hacia el medio poroso, ya sean areniscas, arcillas o rocas calcáreas. Sin embargo, la presencia de sales refleja menores tiempos de ruptura y mayores recobros a mayor salinidad y concentración de nanopartículas (Abhishek, Hamouda *et al.*, 2018; Bessaies-Bey; Fusier *et al.*, 2018; Ameli, Moghbeli *et al.*, 2019).

Todas estas investigaciones recopilan una serie de experimentos y metodologías de flujo de nanofluidos en medios porosos con altas concentraciones de nanopartículas (Np>500 ppm) donde factores, como la adsorción, desorción, bloqueo, transporte y agregación de nanopartículas son determinantes a la hora de evaluar y aplicar nanofluidos en medios porosos junto con las atracciones van der Waals, fuerzas de repulsión de doble capa y Born, interacciones ácido-base e hidrodinámicas que rigen el comportamiento del nanofluido en todo momento (Khilar y Fogler, 1998; Ju, Dai *et al.*, 2002).

Esta investigación pretende evaluar experimentalmente la inyectividad de soluciones poliméricas y nanopartículas a condiciones de una inyección real de campo. Se plantea un caso de inyección de polímero (250 mg/L) y nanopartículas (100 mg/L) como una de las opciones tecnológicas para optimizar la inyección de polímeros en medios de altas temperaturas y salinidades.

Se asume una inyección de 0.4 VP de este sistema en el patrón de un pozo inyector, que representaría la inyección de aproximadamente 200 toneladas de nanopartículas si se inyectaran 18.8 MMbbls. Por lo tanto, para validar la viabilidad de inyectar sistemas de nanopartículas a escala de proyectos de recobro (EOR) se debe demostrar que la inyección de estas cantidades de nanopartículas no genere un daño a la formación (pérdidas de inyectividad).

Materiales y reactivos

El polímero comercial usado es una poliacrilamida parcialmente hidrolizada (HPAM, de sus siglas en inglés) de un peso molecular y porcentaje de hidrolisis proporcionados por el productor de 2-6 MDa y 30%, respectivamente. Las nanopartículas empleadas fueron nanopartículas comerciales de óxido de sílice (SiO_2 99%, Evonik - ALE) Aerosil 380 con un área superficiales de 380 m^2/g.

El trazador usado es KCl (99%) y el agua de inyección consiste en agua

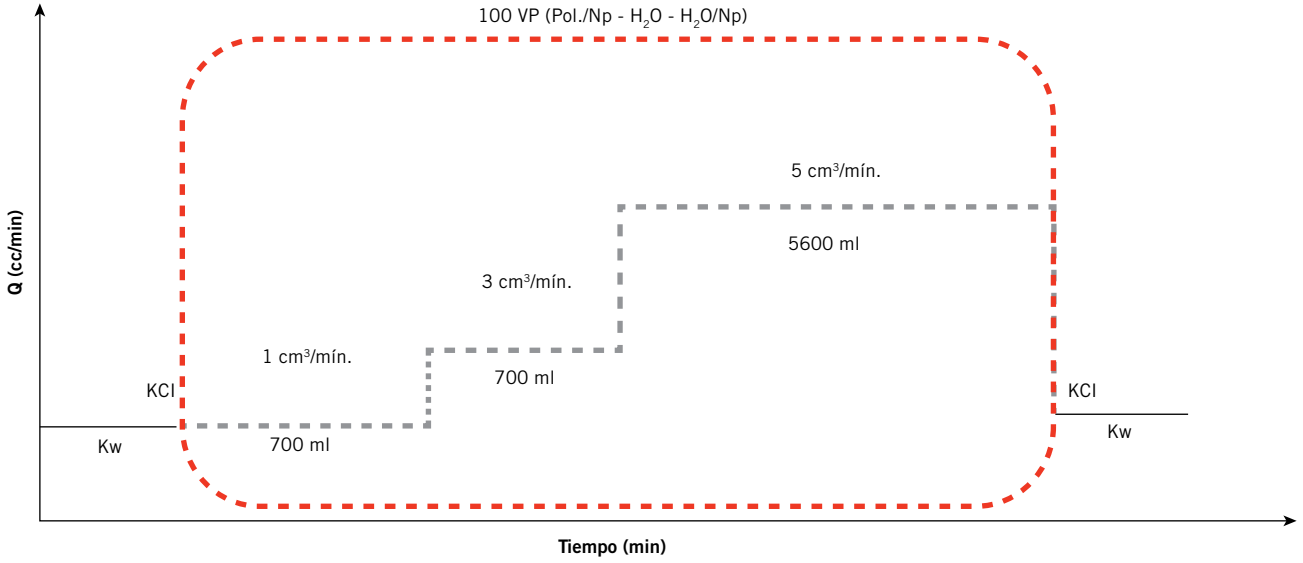


Figura 1. **Esquema de inyección de agua, salmuera y soluciones poliméricas con nanopartículas en función del tiempo y la tasa de inyección a condiciones atmosféricas en núcleos de Berea saturados en agua (Sw = 100%).**

tipo II (destilada con pH≈6). Para la evaluación en condiciones dinámicas se usaron núcleos vírgenes de Berea con rangos de permeabilidad al aire de aproximadamente 500 mD.

Metodología

Diámetro hidrodinámico de partícula

Para la determinación del diámetro de partícula y tamaño de agregado de polímero-nanopartícula se emplea la técnica de dispersión dinámica de luz (DLS, de sus siglas en inglés) y análisis de rastreo de nanopartículas (NTA, por sus siglas en inglés) en un rango de 10^6 a 109 partículas/mL con el fin de obtener el tamaño hidrodinámico y dispersión de las nanopartículas en el fluido. Para la medición, las muestras de nanopartículas son dispersadas en el fluido (agua destilada) en diferentes concentraciones (10, 20, 30, 40, 50, 100, 250 y 500 mg/L) y luego es sometida a ultrasonido durante y previo a la medición a temperatura ambiente durante 1 hora.

Potencial zeta y punto isoeléctrico

Para la medición del potencial zeta se empleó un Zetasizer ZS (Malvern Panalytical, UK), donde se aplica un campo eléctrico a una dispersión de nanopartículas en agua. Las nanopartículas que poseen una nube de carga superficial positiva o negativa migran hacia el lado opuesto de la carga aplicada. Mientras las partículas se mueven, la dispersión de luz que generan las partículas en el medio causa el Efecto Doppler, dependiendo del movimiento electroforético de las partículas.

Estabilidad de nanopartículas

Para el seguimiento y la determinación de la estabilidad de las nanopartículas en medio acuoso, se empleó un Turbiscan Classic (Formulaction, FRA) en donde la concentración de



100 ppm de nanopartículas en agua y polímero a condiciones atmosféricas su estabilidad es evaluadas en función del tiempo (hasta 7 días). El procedimiento consiste en la dispersión y recepción de luz a través de la muestra por transmisión (T) y retrodispersión (BS) en función de la distancia y la concentración de partículas.

Preparación del nanofluido polímero-nanopartículas

Las soluciones poliméricas fueron preparadas y caracterizadas siguiendo la norma API 63, considerando las recomendaciones de agitación, tiempo total de solubilidad, hidratación, radio de filtrabilidad y filtrabilidad acumulada para asegurar su homogeneidad, estabilidad e inyectividad. Para esto, primero se prepara una solución madre de polímero (2000 mg/L) en agua destilada y posteriormente la solución es diluida a una concentración específica (200, 250 y 300 mg/L) y luego evaluada a una concentración de nanopartículas de 100 mg/L, todo esto teniendo en cuenta la viscosidad objetivo del campo a evaluar (30 cP a 25 °C).

Una vez que la solución polimérica se encuentra totalmente hidratada, se procede con la adición de las nanopartículas mediante mezclado homogéneo lento (300-500 RPM). Esta metodología consiste en la adición de las nanopartículas previamente secadas (120 °C y expuestas a desecador por 24 horas) de la manera más dispersa y lenta posible (para evitar la aglomeración del sistema) en la solución polimérica hasta obtener una solución homogénea (t >4 horas). Se recomienda usar ultrasonido sin calentamiento (sonda) durante y previo a la aplicación del nanofluido para asegurar dispersión física de las nanopartículas.

Comportamiento reológico de las soluciones poliméricas con nanopartículas

Las mediciones reológicas para las soluciones poliméricas antes y después del flujo por el medio poroso se realizaron usando un reómetro Anton Para MCR 702 (Anton Paar GmbH, AUT) con la geometría de doble gap a condiciones atmosféricas en un intervalo de velocidad de cizallamiento de 4 a 400 s^{-1}. Cada muestra es sometida a las diferentes tasas de corte con el fin de conocer el comportamiento de la viscosidad del nanofluido a las tasas de cizalla presentes en el medio poroso para cada tasa de inyección (1, 3 y 5 cc/min).

Muestra	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Volumen poroso (cm^3)	Volumen de granos (cm^3)	Porosidad (%)	Permeabilidad al aire (mD)
B1	30,613	3,737	70,93	264,84	21,125	528,514
B2	30,537	3,726	71,78	261,188	21,558	547,027

Tabla 1. **Características petrofísicas de los núcleos de Berea.**

Modelamiento del comportamiento viscoso de las soluciones poliméricas

Cada comportamiento reológico de las soluciones poliméricas es representado mediante modelos reológicos. En este caso, el modelo de Carreau presentó los mejores ajustes respecto de otros modelos, y serán ajustados mediante el parámetro de error medio cuadrático (RSME, de sus siglas en inglés) (Montgomery, 1991; Nassar y Betancur *et al.*, 2015). El modelo Carreau (Carreau, 1972) introduce parámetros reológicos como el tiempo de relajación que requiere el sistema para regresar al equilibrio (λ_c). Por otro lado, los parámetros de viscosidad a un esfuerzo de cizalla en el tiempo de cero e infinito ($\mu_{0,\gamma}$ y $\mu_{\infty,\gamma}$) son alterados significativamente en presencia de nanopartículas en comparación con el sistema base del sistema polimérico.

Evaluación del sistema polímero-nanopartículas a condiciones dinámicas

Para la evaluación de la inyectividad de nanofluidos polímero-agua-nanopartículas a través de medios porosos a condiciones de inyección representativas de campo se usaron núcleos de Berea procurando mantener las mismas características de permeabilidad y porosidad en todos los núcleos (Tabla 1) a las mismas condiciones de flujo (1, 3 y 5 cc/min). Los núcleos de Berea son de 12 pulgadas (1 ft) de longitud, 1.5 pulgadas de diámetro y un volumen poroso de aproximadamente 70 cm^3 a condición de saturación de agua (Sw). La inyección consiste en fluir 100 VP distribuidos en 10, 10 y 80% para cada tasa de 1, 3 y 5 cc/min, respectivamente (Figura 1) y que corresponden a 0.4 VP del yacimiento (18.8 MMbbls) incluyendo 100 ppm de nanopartículas (200 toneladas). La tasa de inyección del piloto de inyección de polímero en campo es de 5750 bbl/d en un intervalo de 300 ft. Esta tasa de inyección fue escalada para representar la inyectividad del nanofluido en un espesor de 1.5 pulgadas (diámetro del núcleo de Berea). El volumen total inyectado en el núcleo de Berea es de aproximadamente 7 litros y 700 mg de nanopartículas de óxido de sílice. Por otro lado, el medio poroso es analizado antes y después de la inyección de la solución polimérica con nanopartículas mediante microscopía electrónica de barrido acoplada a rayos X (SEM/EDS), con el fin de evaluar el efecto del tratamiento inyectado en términos de interacción con la mineralogía de la roca.

Evaluación del medio poroso mediante el método de momentos

La inyección de un trazador en un medio poroso permite evaluar volúmenes porosos barridos y canales hidráulicos de las zonas permeables mediante el método de los momentos, el cual se fundamenta en el concepto de la distribución de los tiempos de residencia (Danckwerts, 1953; Deans, 1978; Shook; Ansley *et al.*, 2004, Shook y Forsmann, 2005). Para un trazador conservativo (1% KCl) inyectado como un pulso con volumen definido (0.1 VP) durante un tiempo determinado, el volumen poroso barrido, Vs, es determinado de la concentración de trazador producido de acuerdo con la siguiente ecuación (Shook y Pope *et al.*, 2009):

$$V_S = q_{iny}\frac{m_{prod}}{M_{Tiny}}\left(\frac{\int_0^\infty q_{prod}C_{prod}tdt}{\int_0^\infty q_{pro}C_{prod}dt} - \frac{V_{slug}}{2}\right)$$

$$m_{prod} = \int_0^\infty q_{prod}C_{prod}dt$$

Montaje y protocolo experimental

El protocolo experimental para la evaluación de la inyectividad de soluciones poliméricas con nanopartículas fue realizado en la muestra B1, mientras que para la inyección de agua y agua/nanopartículas fue usada la muestra B2. Ambos medios porosos a condiciones de Sw 100%. Para la Etapa 1 se evalúa el proceso de inyección de una solución polimérica en presencia de nanopartículas a tasas de inyección (1, 3 y 5 mL/min) con esfuerzos de corte equivalentes en cara de pozo (81.9, 245.8 y 409.8 s^{-1}) de la siguiente manera:

1. Saturación del núcleo en agua destilada en el portanúcleos con presión de confinamiento inicial de 800 Psi (24 horas).
2. Inyección de agua destilada hasta alcanzar condiciones de estabilidad (4 deltas de presión).
3. Inyección de 0.1 VP (7 mL) de

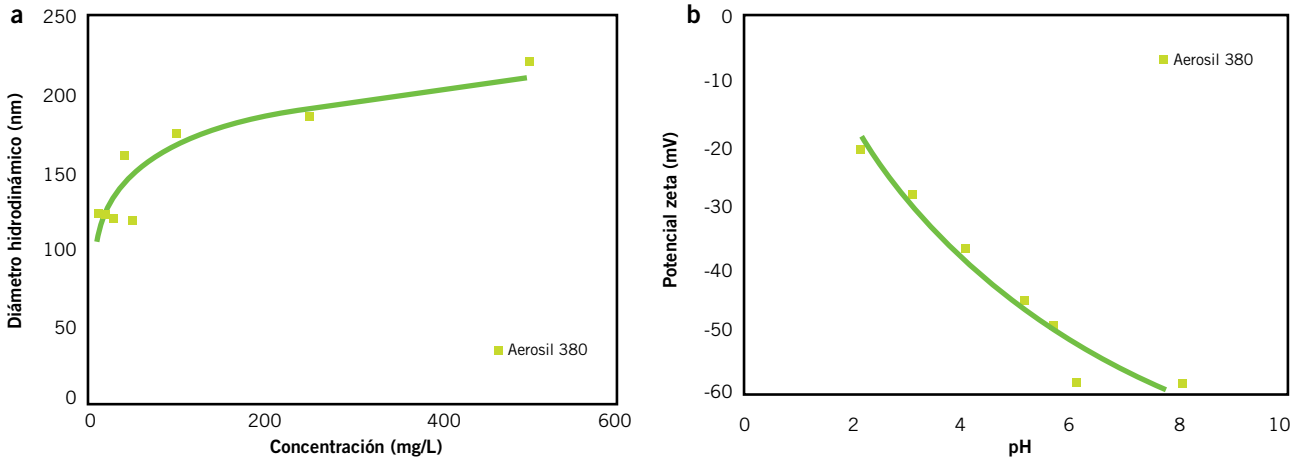


Figura 2. **a) Diámetro hidrodinámico y b) comportamiento electrocinético de nanopartículas de SiO_2 en agua tipo II a 30 °C.**

producto argentino

BORCEGUÍ CATER

IMPERMEABLE



NUEVO MODELO

70 1950/2020 KAMET

WWW.KAMET.COM.AR

REPUBLICA ARGENTINA

SELLO CONFORMIDAD NORMA IRAM 3610

SECURITY SUPPLY S.A. Cnel. Sayos 2753 (B1822CFI) Valentín Alsina - Buenos Aires, Argentina - (+5411) 4208-1697
info@calzadoskamet.com.ar

trazador (1% KCl), registrando en todo momento los volúmenes producidos de agua y la caída de presión.

4. Inyección de agua destilada hasta alcanzar la conductividad del agua inyectada y condiciones de estabilidad (4 deltas de presión).
5. Inyección del nanofluido (250 ppm polímero + 100 ppm NP) a las tasas definidas (Figura 1), registrando en todo momento los volúmenes producidos y la caída de presión.
6. Inyección de agua destilada post-nanofluido hasta alcanzar la conductividad del agua inyectada y condiciones de estabilidad (4 deltas de presión).
7. Inyección de 0.1 VP (7 mL) de trazador (1% KCl), registrando en todo momento los volúmenes producidos de agua y la caída de presión.
8. Inyección de agua destilada post-salmuera hasta alcanzar la conductividad del agua destilada inyectada y condiciones de estabilidad (4 deltas de presión).

Para las etapas 2 y 3 se evalúa el proceso de inyección de agua y agua/nanopartículas a tasas de inyección (1, 3 y 5 mL/min) con esfuerzos de corte equivalentes en cara de pozo (81.9, 245.8 y 409.8 s^{-1}) de la siguiente manera:

1. Saturación del núcleo en agua destilada en el portanúcleos con presión de confinamiento inicial de 800 Psi (24 horas).
2. **Etapa 2:** inyección de agua destilada hasta alcanzar condiciones de estabilidad para cada tasa de flujo (4 deltas de presión).
3. Inyección de 0.1 VP (7 mL) de trazador (1% KCl), registrando en todo momento los volúmenes producidos de agua y la caída de presión.
4. Inyección de agua destilada hasta alcanzar la conductividad del agua inyectada y condiciones de estabilidad (4 deltas de presión)
5. Inyección de agua destilada a las tasas definidas en el protocolo de trabajo (100 VP), registrando en todo momento los volúmenes producidos y la caída de presión.
6. **Etapa 3**: inyección de agua destilada hasta alcanzar condiciones de estabilidad (4 deltas de presión).
7. Inyección de nanofluido (agua + 100ppm NP) a las tasas definidas en el protocolo de trabajo (100 VP), registrando en todo momento los volúmenes producidos y la caída de presión.
8. Inyección de agua destilada hasta alcanzar condiciones de estabilidad (4 deltas de presión).
9. Inyección de 0.1 VP (7 mL) de trazador (1% KCl), registrando en todo momento los volúmenes producidos de agua y la caída de presión.
10. Inyección de agua destilada post-salmuera hasta alcanzar la conductividad del agua destilada inyectada y condiciones de estabilidad (4 deltas de presión).

Resultados

El comportamiento de las nanopartículas de óxido de sílice (SiO_2) en medio acuoso fue evaluado a diferentes concentraciones con el fin de determinar su tamaño hidrodinámico y a una concentración fija de 100 mg/L para el comportamiento electrocinético en función del pH debido a que será la concentración por evaluar a condiciones dinámicas. En la figura 2 se presenta el diámetro hidrodinámico de las nanopartículas el cual indica un tamaño constante desde 10 mg/L a 50 mg/L, lo cual determina un tama-

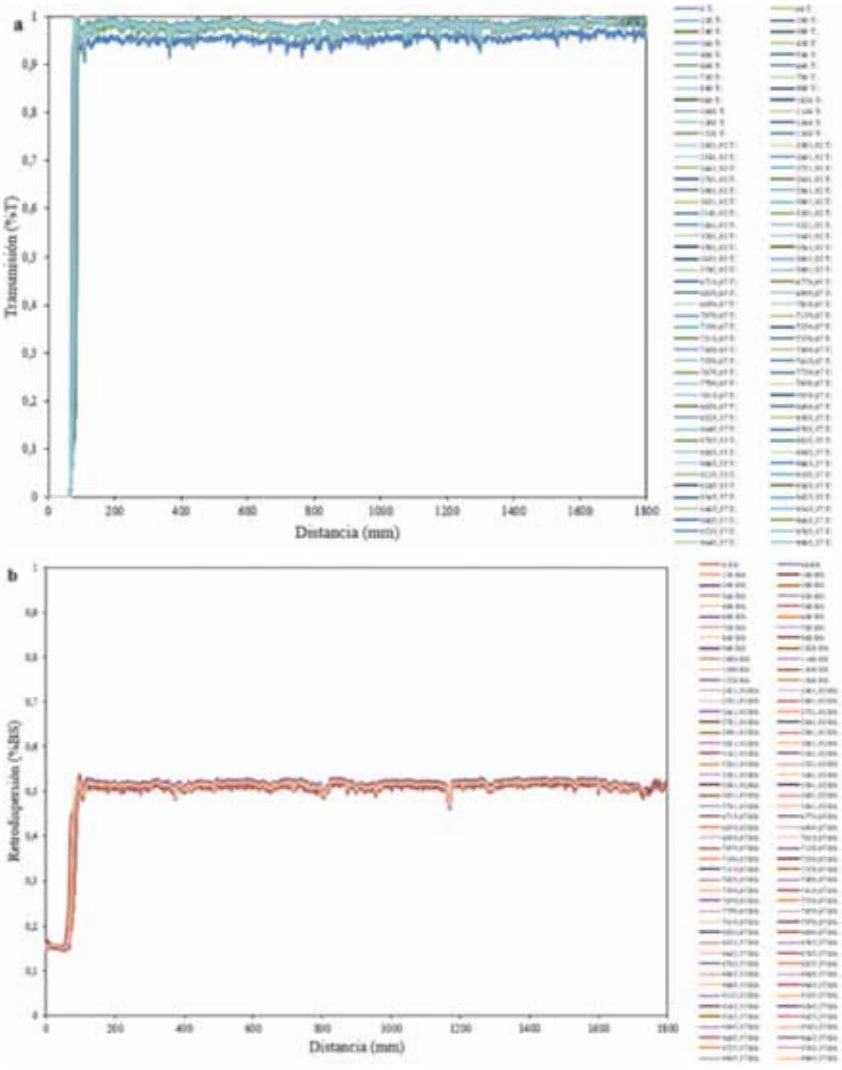


Figura 3. **Comportamiento de la estabilidad mediante a) Transmisión (%T) y b) Retrodispersión (%BS) del sistema agua/nanopartículas durante un período de 7 días a 30 °C.**

ño de partícula de 119 nm consistente con lo informado por Chen (Chen, Øye *et al.*, 2005) donde reporta un tamaño de 190 nm junto con un comportamiento de aglomeración estable incluso después del sometimiento a ultrasonido. Además, el análisis de seguimiento de partícula indica una distribución de partícula con mayor concentración (0.9 partículas/mL) entre 103-230 nm a 100 mg/L de nanopartículas de SiO_2. Por un lado, la distribución de cargas negativas sobre la superficie energética de las nanopartículas aumenta proporcionalmente conforme aumenta el pH en el medio, debido a la cantidad de iones disponibles en solución. Por otro lado, la región del potencial zeta <-30 mV correspondiente a pH>3.5 representa una región amplia de pH para mantener la estabilidad electrostática del sistema a un pH entre 6~7 en el agua tipo II (Olhero y Ferreira, 2004; Chen, Øye *et al.*, 2005).

En la figura 3 se presenta la estabilidad de las nanopartículas de SiO_2 en agua tipo II durante 7 días a condiciones atmosféricas. La estabilidad de las nanopartículas presenta un comportamiento constante durante el tiempo evaluado para la concentración de 100 mg/L de nanopartículas sin presentar ninguna variación en la transmisión (%T) y retrodispersión (%BS) del sistema en comparación con la muestra base (agua tipo II en ausencia de nanopartículas). Esto sugiere que las nanopartículas dispersas en agua tipo II presentan un efecto de doble capa difusa con mayor espesor en comparación a un sistema con presencia de iones lo que aporta a la estabilidad de la suspensión en el sistema a las condiciones evaluadas (Li, Hadia *et al.*, 2018).

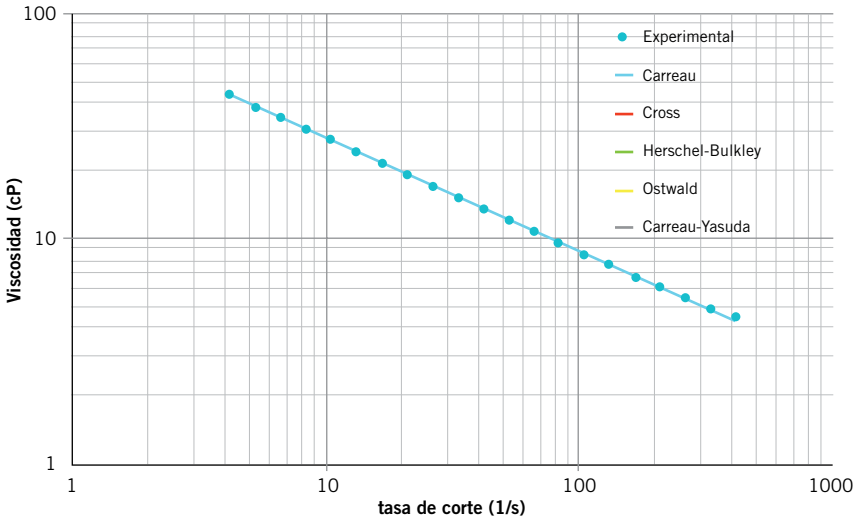


Figura 4. **Ajuste de modelos reológicos a datos experimentales de viscosidad de la solución polimérica a 250 mg/L en agua tipo II y 30 °C.**

Por otro lado, el comportamiento de la solución polimérica con agua destilada (agua tipo II) presenta valores de viscosidad a las concentraciones evaluadas consistentes con lo informado en literatura (Giraldo; Giraldo *et al.*, 2017; Lady Giraldo, 2018). La concentración a evaluar es de 250 mg/L, la cual representa la viscosidad objetivo del campo seleccionado de 30 cP a condiciones de superficie. En la figura 4 se presenta el ajuste de los datos experimentales a los diferentes modelos de viscosidad donde se observa una diferencia del error cuadrático medio menor a 1%. Sin embargo, el modelo que se ajusta con el menor error es el modelo de Carreau (%RSME<0.08) en comparación con los modelos de Cross, Herschel-Buckley, Ostwald y Carreau-Yasuda. Por lo tanto, se selecciona el modelo de Carreau para representar el comportamiento reológico de la solución polimérica en este estudio.

La viscosidad y el tamaño de agregados de las soluciones poliméricas en presencia y ausencia de nanopartículas se presenta en la figura 5. La adición de 100 mg/L de nanopartículas a la concentración objetivo de 250 mg/L incrementa la viscosidad del sistema de igual manera que la concentración de 300 mg/L de polímero. Sin embargo, los tiempos de relajación (0.93), el índice de pseudoplasticidad (0.29), la

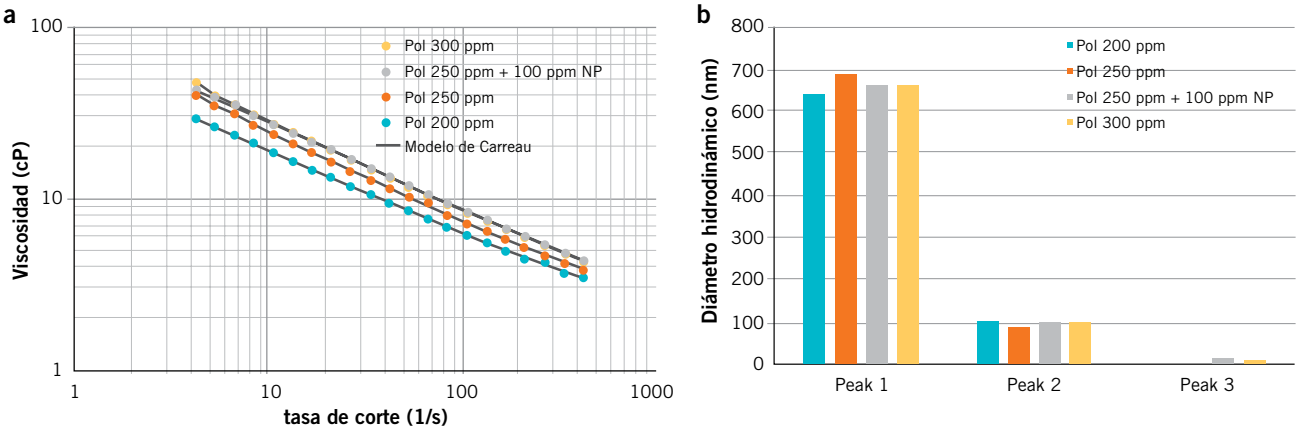


Figura 5. **a) Comportamiento reológico y b) Tamaños hidrodinámicos de las soluciones poliméricas antes de la inyección en medio poroso ajustados al modelo de Carreau a 7.3 1/s a 30 °C.**

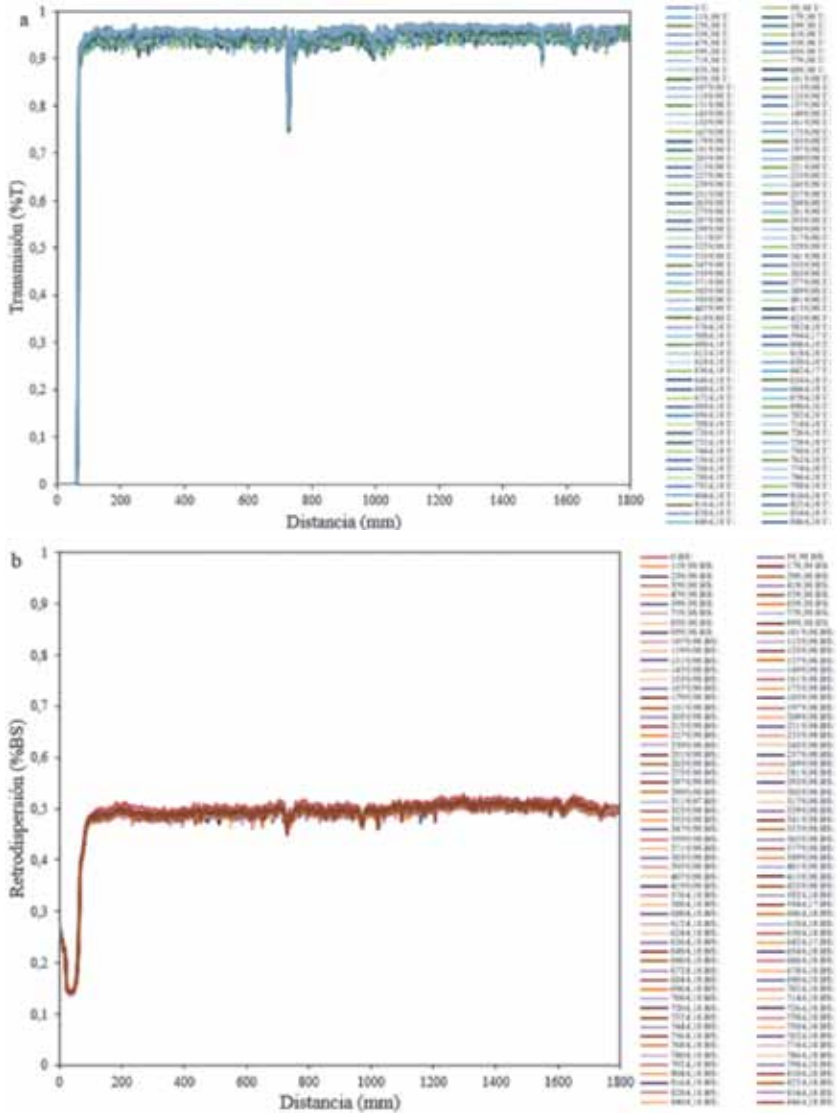


Figura 6. **Comportamiento de la estabilidad mediante a) Transmisión (%T) y b) Retrodispersión (%BS) del sistema polímero/nanopartículas durante un período de 7 días a 30 °C.**

viscosidad inicial (95 cP) y final (2.45 cP) presentan mejoras significativas después de la adición de nanopartículas en comparación con el sistema base de 250 mg/L (0.98, 0.3, 95 cP, 1.4 cP). Asimismo, los tamaños de agregado del sistema polimérico en presencia de nanopartículas disminuyen comportándose de manera muy similar a la solución polimérica con mayor concentración (300 mg/L). Es decir, el sistema adquiere una mayor viscosidad con tamaños de agregados característicos de un aumento de la concentración de polímero, lo que indica una nueva red o entrelazamiento de las cadenas poliméricas con las nanopartículas.

La estabilidad de la solución polimérica es presentada en la figura 6 donde a partir de los 720 minutos (12 horas) hay presencia de agregados polímero-nanopartícula de mayor tamaño en el sistema. Sin embargo, estos agregados permanecen constantes sin precipitación en el tiempo evaluado, lo que representa estabilidad de la dispersión de nanopartículas en la fase polimérica debido a la continua interacción de los grupos funcionales del polímero y las nanopartículas que permiten la formación de una nueva estructura favorecida por la adsorción polímero-nanopartícula (Giraldo; Giraldo *et al.,* 2017; Hu, Haruna, *et al.* 2017; Lady Giraldo, 2018).

Además de la estabilidad de la nanopartícula en la solución polimérica, es necesario evaluar su inyectividad mediante el radio de filtrabilidad y filtrabilidad acumulada. Los tiempos de filtración de una solución polimérica de 250 mg/L estuvieron cerca de 144 a 155 minutos, lo que indica que presenta un radio de filtrabilidad entre 0.94 y 0.96. Sin embargo, después de la adición de nanopartículas a ese mismo sistema, los tiempos de filtrado superan los 450 minutos con unos radios de filtrabilidad de 3 y 5 que indican que el sistema se encuentra bastante alejado de fluir como el agua (RF=1) o quizás esta técnica de caracterización convencional de soluciones poliméricas no es la requerida para sistemas con nanopartículas dispersas. Por otro lado, la filtrabilidad acumulada del sistema en ausencia de nanopartículas alcanza un plateau en la presión de inyección y luego permanece aproximadamente estable. Esto es representativo en una inyección convencional de polímero mientras que después de la adición de nanopartículas, el sistema presenta un incremento en la presión de inyección sin alcanzar una estabilidad, debido al continuo requerimiento de energía para permitir el flujo a través del espacio permeable en donde factores, como la retención mecánica, hidrodinámica y/o bloqueo son variables críticas del proceso.

La evaluación dinámica de la solución polimérica en presencia de nanopartículas (Figura 8a) y la dispersión de nanopartículas en agua (Figura 8b)

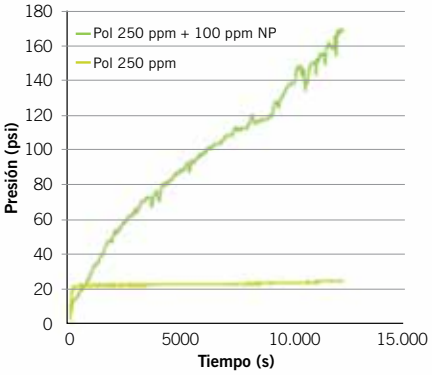


Figura 7. **Filtrabilidad acumulada de las soluciones poliméricas en presencia y ausencia de nanopartículas a través de un filtro de 5 µm a tasa de 2 cc/min a 30 °C.**

SABEMOS QUE NECESITAMOS ENERGÍA PARA CRECER. POR ESO, EXPLORAMOS Y DESARROLLAMOS NUEVOS RECURSOS PARA NUESTRO PAÍS.

Usamos la innovación y la tecnología para operar de manera responsable, contribuyendo al desarrollo de la comunidad y limitando los impactos en el medio ambiente.



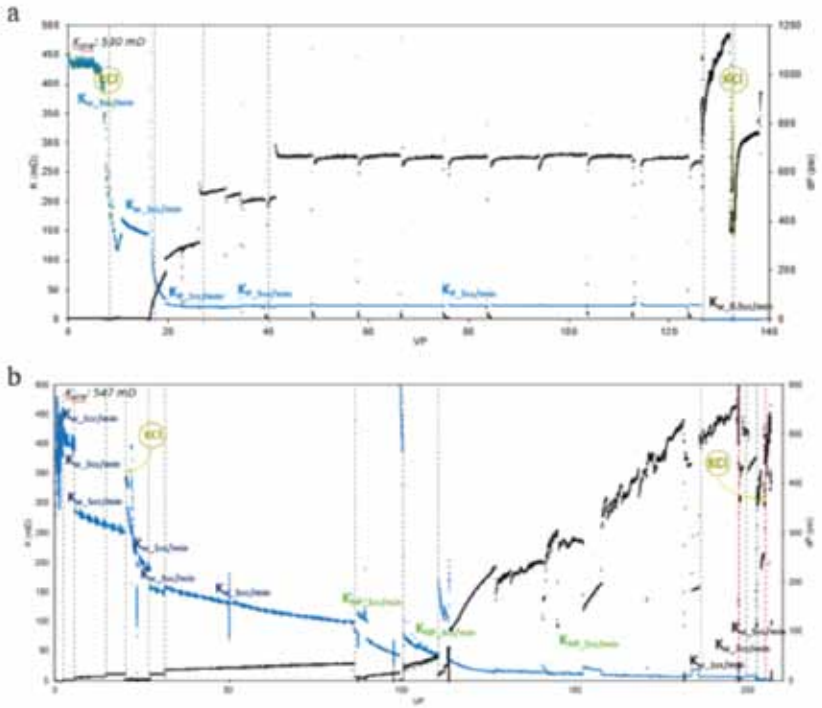


Figura 8. **Comportamiento dinámico de a) solución polimérica 250 mg/L + 100 mg/L de nanopartículas de SiO_2 y b) agua tipo II + 100 mg/L de nanopartículas de SiO_2 a través de un núcleo Berea Sw 100% a 30 °C.**

fueron realizadas en muestras de Berea (B1-530 mD y B2-547 mD) a diferentes tasas de inyección (1, 3 y 5 cc/min) y a condiciones de saturación de agua (Sw 100%), presión de poro de 1100 psi, presión de producción de 200 psi y 30 °C. La figura 8a presenta el comportamiento de la presión (dP) y la permeabilidad (K) de la solución polimérica con 100 mg/L nanopartículas en función de los volúmenes porosos inyectados (VP) en donde se inicia con la inyección de agua tipo II (destilada) para la obtención de la permeabilidad al agua (Kw=437 mD y 1.5 psi) reduciendo un 17% la permeabilidad original. Seguidamente, se evidencia que la inyección de 0.1 VP de trazador (1% KCl) que afecta negativamente la permeabilidad del medio un 67% (Kw=144 y 4.7 psi) respecto de la permeabilidad inicial. Esto sugiere que la presencia de algunos minerales arcillosos y/o feldespatos (Figura 12) junto con el continuo lavado de una salmuera de KCl en medios saturados con agua de muy baja salinidad podría causar un daño asociado por el intercambio iónico entre el medio poroso y el fluido inyectado, como una lixiviación de las trazas de materiales arcillosos y/o ferrosos presentes en la roca (Civan, 2015). La solución polimérica con nanopartículas ingresa a un medio poroso afectado por un intercambio iónico y/o daños asociados en donde los primeros 10 VPs reduciendo la permeabilidad en un 85% para la tasa de 1 cc/min (K=21 mD y 315 psi), seguido de 10 VPs a 3 cc/min y 80 VPs a 5 cc/min con una permeabilidad ligeramente constante (K=22 mD), pero con mayor diferencial de presión alrededor de 490 psi y 667 psi, respectivamente, hasta una reducción de permeabilidad total de más de 90% luego de la inyección de agua y trazador. Este comportamiento es característico del transporte de partículas en medios porosos donde la energía necesaria para ingresar va aumentado a medida que aumenta la distancia de propagación de las partículas en el medio poroso (Civan, 2015). Es decir, entre más distante llegue la dispersión de partículas en el medio poroso desde la cara de inyección, mayor energía se requerirá para poder mantener suspendidas dichas partículas en el seno del fluido con el fin de evitar su entrampamiento, retención, precipitación y/o bloqueo en el medio poroso (Druetta y Picchioni, 2019). Por otro lado, en la figura 8b se presenta el comportamiento de la presión y la permeabilidad de la dispersión de 100 mg/L de nanopartículas a través del

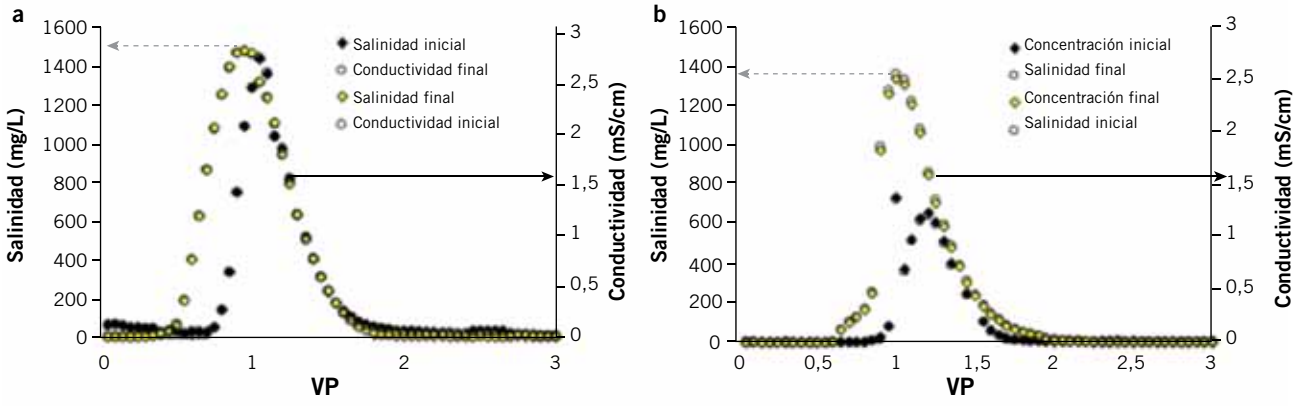


Figura 9. **Comportamiento dinámico del trazador (1% KCl) a) antes y después de la inyección de la solución polimérica 250 mg/L + 100 mg/L de nanopartículas de SiO_2 y b) antes y después de la inyección de agua tipo II + 100 mg/L de nanopartículas de SiO_2 a través de un núcleo Berea a Sw 100% t 30 °C.**

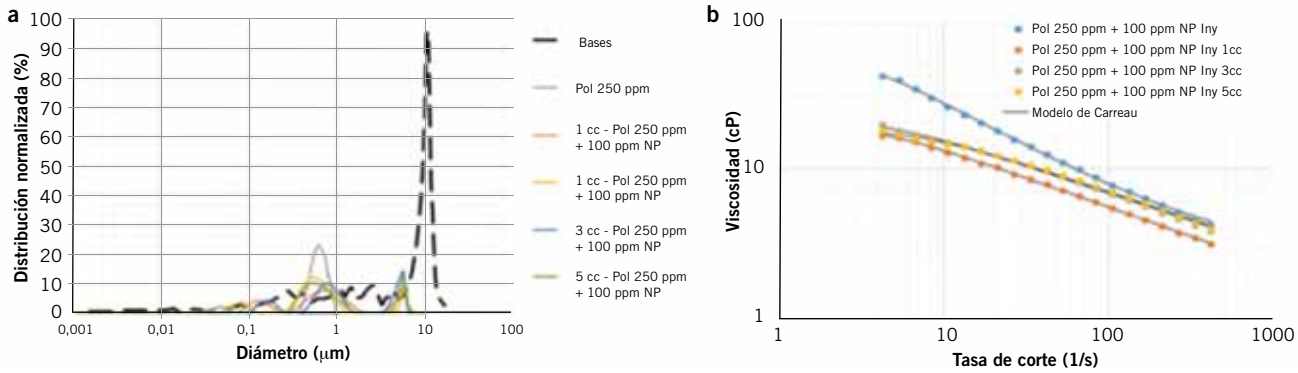


Figura 10. **a) Comportamiento hidrodinámico y b) Reológico de la solución polimérica a 250 mg/L + 100 mg/L de nanopartículas de SiO_2 después de la inyección a diferentes tasas (1, 3 y 5 cc/min) a través de un núcleo Berea a 30 °C.**

medio poroso, donde se evalúan los efectos de tasa de inyección, concentración de nanopartículas y volúmenes porosos inyectados. Los resultados obtenidos en esta prueba presentan la reducción en la permeabilidad hasta un 90% (Kw=1.5 mD y 460 psi), debido a las altas tasas de inyección en conjunto con la inyección de nanopartículas. Este resultado coincide con lo informado por Youssif *et al.* (2018) en donde la inyección de 0.05%p/p de nanopartículas a 0.8 cc/min redujo más del 70% de la permeabilidad del medio poroso, determinando una relación inversamente proporcional de la concentración y la tasa de inyección con la permeabilidad. Además, el efecto combinado de inyección a altas tasas, transporte de partículas e inyección de grandes volúmenes (100 VP) como sería la inyección de una solución polimérica o cualquier otro fluido de acarreo con nanopartículas a través de la cara de formación, traería fenómenos adsorptivos reversibles e irreversibles, transporte, agregación y bloqueo como también la dependencia de diferentes fuerzas que dominan estos fenómenos como fuerzas Van Der Waals (atractivas), doble capa (repulsivas), repulsión de Born, interacciones ácido-base e hidrodinámicas que en conjunto deberían estar en equilibrio para mantener un sistema estable (Torsater; Engeset *et al.*, 2012, Hendraningrat; Li *et al.,* 2013; Li,



Desempeño confiable
Innovación tecnológica

Superior Energy Services provee servicios de Wireline, Slickline y Coiled Tubing en la industria del Petróleo y del Gas en Argentina, atendiendo el mercado local desde 1996. Junto con las divisiones de **Workstrings, Wild Well Control y Stabil Drill**, **Superior Energy Services** mantiene su compromiso de innovar en la industria, con personal capacitado y cumpliendo las normas de Salud, Seguridad, Medioambiente y Calidad.

STABILDRILL
WILD WELL CONTROL
WORKSTRINGS INTERNATIONAL
Superior ENERGY SERVICES

Superior Energy Services Argentina
Wireline & Slickline – Coiled Tubing & FPDO
www.superiorenergy.com
Tel: +54.11.5530.1150

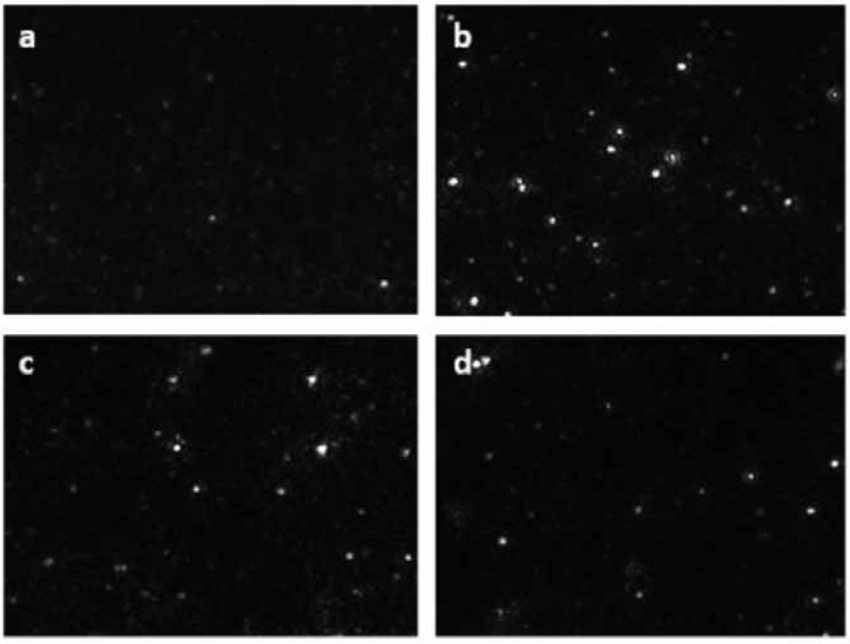


Figura 11. Comportamiento hidrodinámico de la solución polimérica a 250 mg/L en a) ausencia y b) presencia de 100 mg/L de nanopartículas de SiO_2 después de la inyección b) 1 cc/min, c) 3 cc/min y d) 5 cc/min a través de un núcleo Berea a 30 °C.

Hendraningrat *et al.,* 2013).

La figura 9a presenta el estado del medio poroso antes y después del desplazamiento de 100 VPs de la solución polimérica con 100 mg/L de nanopartículas, mientras que en la figura 9b se presenta el comportamiento del trazador en el medio poroso donde fue desplazada la dispersión de nanopartículas. Para ambos medios porosos el tiempo de residencia del trazador (1% KCl) determina un volumen poroso contactado de 22.9 cc y 48.3 cc, lo que evidencia una disminución del 67% y el 31% del volumen poroso inicial, respectivamente; que resulta en un canal permeable de muy baja capacidad de flujo, debido a efectos desfavorables generados por los fluidos, las tasas y los volúmenes de inyección. Este resultado confirma el efecto negativo en la reducción de la permeabilidad, que está estrechamente relacionada con la disminución del volumen poroso disponible para el flujo. Sin embargo, la concentración de KCl para las dos pruebas es diferente, debido a la severidad del daño conjunto de la retención hidrodinámica en la cara de la formación, que es más drástica en el desplazamiento dinámico de la solución polimérica con nanopartículas.

Por otro lado, el monitoreo de los efluentes del sistema polímero-nanopartículas a través de tamaños hidrodinámicos y el comportamiento reológico presentados en la figura 10 comparan el tamaño de los agregados de la solución polimérica con el tamaño de garganta de poro en la muestra de Berea en donde se evidencia una mayoría de agregados menor a 1 µm. Por otro lado, se destaca una existencia importante de agregados de 5 µm, lo que indica una baja probabilidad de bloqueo por agregados, pero con una posibilidad de retención hidrodinámica a medida que el medio poroso va perdiendo permeabilidad consistente con los aumentos en la energía o presión de inyección junto con la perdida de viscosidad de la solución polimérica al atravesar el medio poroso, causado por esfuerzo de corte a que se somete el fluido en cada tasa de inyección alcanzando viscosidades de 4, 5 y 9 cP para las tasas de 1, 3 y 5 cc/min, respectivamente. Los tiempos de relajación, índices de pseudoplasticidad, viscosidades iniciales y en el infinito de los efluentes después del flujo en el medio poroso siguen una tendencia a disminuir en comparación con el sistema base (solución sin degradación mecánica) hasta en un 50%. Sin embargo, la dispersión de las nanopartículas en los efluentes presenta buena estabilidad sin precipitación después del esfuerzo de cizalla y dilución consecuencia del desplazamiento en el medio poroso, como lo presenta la figura 11.

Por último, la muestra de roca fue seccionada después de la inyección de la solución polimérica con nanopartículas (Figura 13) para ser comparada con la muestra virgen antes de la inyección (Figura 12). La figura 12a presenta la roca virgen antes de la inyección, como granos de cuarzo con poros despejados junto con material fino de carácter arcillosos entre poros y sobre granos (caolinita agrupadas

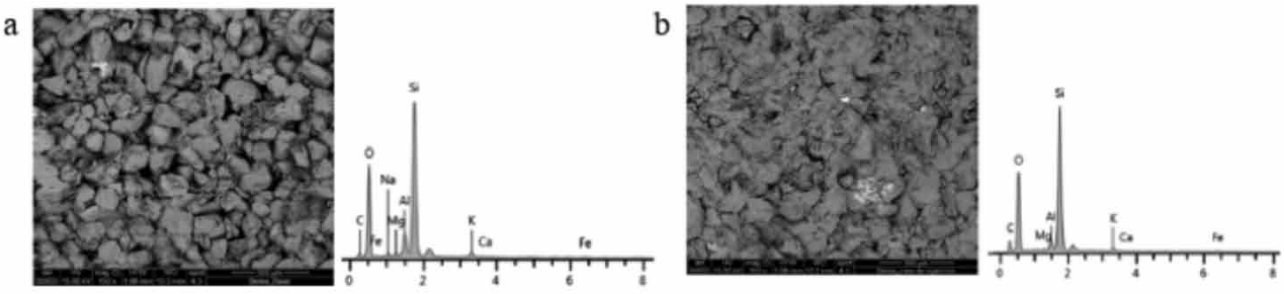


Figura 12. Micrografía y composición general de la sección de cara del núcleo de Berea a) antes y b) después de la inyección de la solución polimérica a 250 mg/L + 100 mg/L de nanopartículas de SiO_2 a diferentes tasas mediante análisis SEM-EDS.

23RD WORLD PETROLEUM CONGRESS

DEC 5-9, 2021 | HOUSTON, USA

Tap into the future of energy in Houston, December 2021. Gain access to game-changing technology and people providing cleaner, smarter, safer, more accessible solutions from 700 expert speakers spanning five days of everything oil and gas.

Learn More and Register Today at 23WPCHouston.com



© 2020_WPC01

PRESENTED BY

Chevron · HALLIBURTON · accenture · HESS · ExxonMobil · bp · Qatar Petroleum · Baker Hughes · aramco · ConocoPhillips

en librillos y cementando a bordes de grano e illita como laminillas de bordes filamentosos). Adicionalmente, se identificaron feldespato de potasio como fragmento y minerales con contenido de hierro y oxígeno como cemento rellenando los poros que pudieron ser determinantes en la interacción e intercambio iónico con el fluido inyectado de polímero-nanopartículas con consecuencias de más del 50% en la reducción de la permeabilidad del medio poroso, debido a la reducción del espacio poroso entre granos por relleno de material particulado (Figura 12b).

A través de toda la sección de la roca se observan las trazas del material nanoparticulado que migró desde la cara de inyección cada vez con mayor presión hasta la cara de producción en menor proporción como se presenta en la figura 13. Las micrografías y análisis composicionales de las muestras de roca en la cara de inyección, sección media y cara de producción evidencian la presencia de nanopartículas junto con polímero rellenando los espacios del medio poroso con mayor severidad en la cara de formación en donde el efecto de las tasas de inyección y la concentración de nanopartículas parece ser más crítico junto con posibles problemas de agregación y/o precipitación del material nanoparticulado desde el cilindro de inyección hasta la cara de inyección debido al efecto de la presión de empuje y reposo del nanofluido. Este aspecto representa otra variable crucial a la hora de inyectar a escala de campo en donde se hace necesario el uso de ondas vibratorias o energía que disperse en todo momento el material disperso en el fluido de acarreo seleccionado, lo que implicaría adaptaciones y/o rediseño de los sistemas de inyección convencionales en campo.

Conclusiones

Las metodologías y los protocolos experimentales propuestos en este estudio tienen el objetivo de evaluar la inyectividad de un nanofluido polímero-nanopartículas a condiciones representativas en la cara de formación (1, 3 y 5 cc/min) y grandes volúmenes porosos inyectados (100 VP correspondientes a 18.8 MMbbls y 200 toneladas de Nanopartículas) para simular el escalamiento experimental de la inyección de 0.4 VP.

Los resultados indican que los efectos de tasa de inyección, concentración de nanopartículas, naturaleza de los fluidos y volúmenes inyectados impactan drásticamente la permeabilidad del medio poroso desbalanceando el equilibrio entre las fuerzas de atracción y repulsión existentes en los fenómenos de adsorción, desorción, transporte, agregación y bloqueo entre la roca y el material nanoparticulado disperso de manera estable en el seno de la solución polimérica.

Los diferenciales de presión evidenciados en las pruebas de inyección del nanofluido indican restricciones al flujo cada vez más severos a medida que aumenta el volumen poroso inyectado y la tasa de flujo lo que sería crítico en la inyección en campo para las cantidades evaluadas, además es necesario resaltar la importancia de mantener el nanofluido en total dispersión y movimiento constante desde su preparación hasta su posterior inyección, ya sea con modificación física mediante la adsorción de surfactantes o macromoléculas sobre la superficie de las nanopartículas o por la modificación química mediante agentes silanos con grupos hidrolizables u organofuncionales.

Esto con el fin de evitar o disminuir la probabilidad de floculación y/o agregación del material nanoparticulado que es propenso a la retención hidrodinámica en el medio poroso.

La investigación plantea que antes de un escalamiento a condiciones reales de campo, es necesaria la rigurosidad técnica, operativa y científica de las condiciones experimentales para obtener aplicaciones EOR diseñadas adecuadamente con mejores panoramas para su potencial implementación.

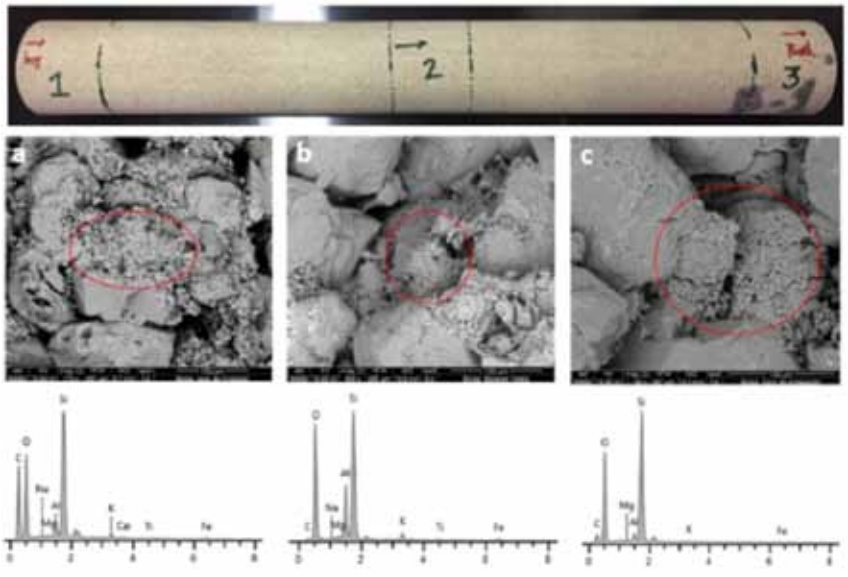


Figura 13. **Micrografía y composición general de la sección de cara del núcleo de Berea a) antes y b) después de la inyección de la solución polimérica a 250 mg/L + 100 mg/L de nanopartículas de SiO2 a diferentes tasas mediante análisis SEM-EDS.**

Agradecimientos

Los autores agradecen a Ecopetrol, el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) y a la Universidad Industrial de Santander (Acuerdo UIS-Ecopetrol # 25) por permitir la publicación de esta investigación.

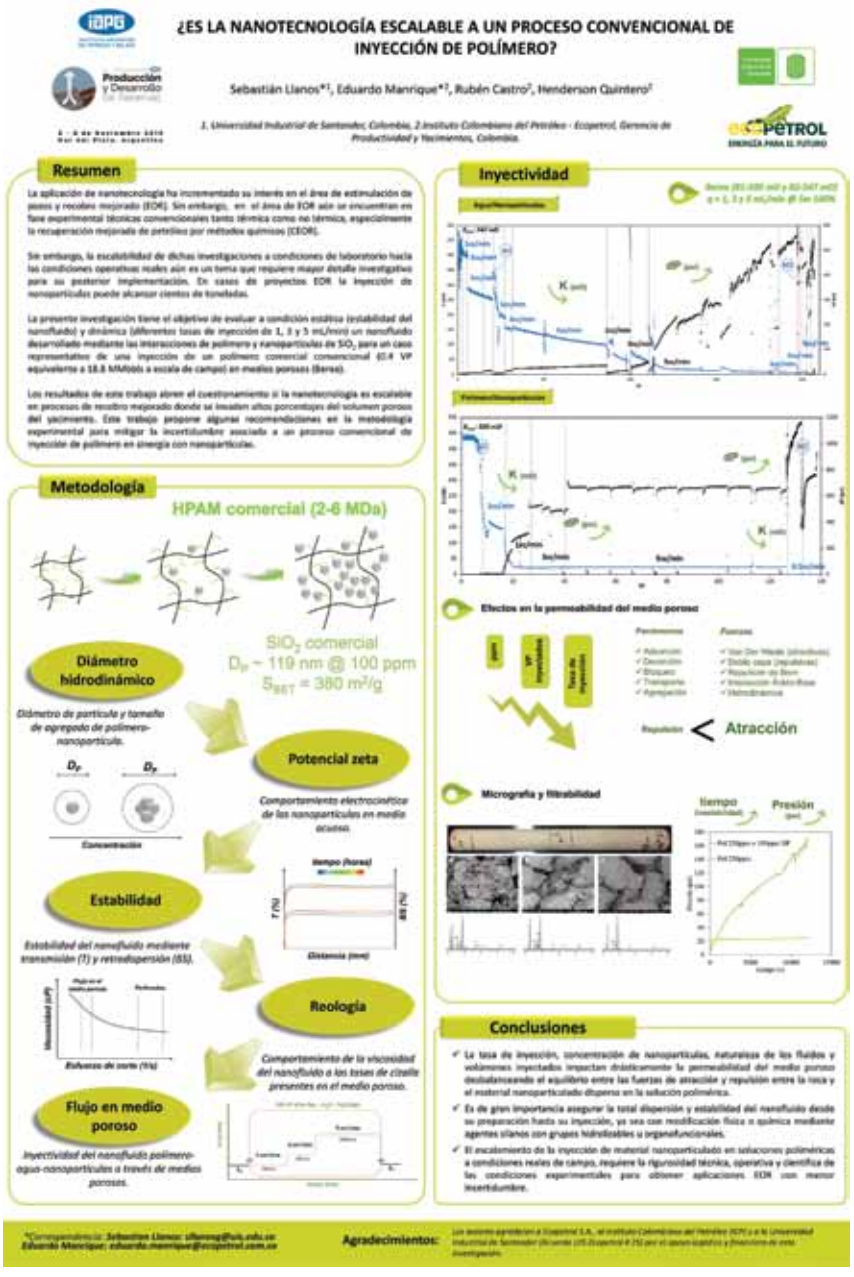
Referencias

Abhishek, R., A. Hamouda and A. Ayoub (2018). "Effect of silica nanoparticles on fluid/rock interactions during low salinity water flooding of chalk reservoirs." Applied Sciences 8(7): 1093.

Ali, S. and S. Thomas (1996). "The promise and problems of enhanced oil recovery methods." Journal of Canadian Petroleum Technology 35(07).

Alvarado, V. and E. Manrique (2010).

"Enhanced oil recovery: an update review." Energies 3(9): 1529-1575.
Ameli, F., M. R. Moghbeli and A. Alashkar (2019). "On the effect of salinity and nano-particles on polymer flooding in a heterogeneous porous media: Experimental and modeling approaches." Journal of Petroleum Science and Engineering 174: 1152-1168.
Ayatollahi, S. and M. M. Zerafat (2012). Nanotechnology-assisted EOR techniques: New solutions to old challenges. SPE International Oilfield Nanotechnology Conference and Exhibition, Society of Petroleum Engineers.
Bavière, M. (1991). Basic concepts in enhanced oil recovery processes, Springer.
Bennion, D. B. (2002). "An overview of formation damage mechanisms causing a reduction in the productivity and injectivity of oil and gas producing formations." Journal of Canadian Petroleum Technology 41(11).
Bessaies-Bey, H., J. Fusier, S. Harrisson, M. Destarac, S. Jouenne, N. Passade-Boupat, F. Lequeux, J.-B. d. E. de Lacaillerie and N. Sanson (2018). "Impact of polyacrylamide adsorption on flow through porous siliceous materials: State of the art, discussion and industrial concern." Journal of colloid and interface science 531: 693-704.
Carreau, P. J. (1972). "Rheological equations from molecular network theories." Transactions of the Society of Rheology 16(1): 99-127.
Civan, F. (2015). Reservoir formation damage, Gulf Professional Publishing.
Craig, F. F. (1971). The reservoir engineering aspects of waterflooding, HL Doherty Memorial Fund of AIME New York.
Chen, S., G. Øye and J. Sjöblom (2005). "Rheological properties of aqueous silica particle suspensions." Journal of dispersion science and technology 26(4): 495-501.
Danckwerts, P. (1953). "Theory of mixtures and mixing." Research 6(7): 355-361.
Deans, H. (1978). Using chemical tracers to measure fractional flow and saturation in-situ. SPE Symposium on Improved Methods of Oil Recovery, Society of Petroleum Engineers.
Druetta, P. and F. Picchioni (2019). "Polymer and nanoparticles flooding as a new method for Enhanced Oil Recovery." Journal of Petroleum Science and Engineering 177: 479-495.
Dyes, A., B. Caudle and R. Erickson (1954). "Oil production after breakthrough as influenced by mobility ratio." Journal of Petroleum Technology 6(04): 27-32.
FLOERGER, S. (2016). "Geología del petróleo, Sistemas petrolíferos EOR 101." 22.
Francisco, C. S. J. (2013). Nanotecnología aplicada a la industria petrolera.
Giraldo, L. J., M. A. Giraldo, S. Llanos, G. Maya, R. D. Zabala, N. N. Nassar, C. A. Franco, V. Alvarado and F. B. Cortés (2017). "The effects of SiO2 nanoparticles on the thermal stability and rheological behavior of hydrolyzed polyacrylamide based polymeric solutions." Journal of Petroleum Science and Enginee-



ring 159: 841-852.
Hendraningrat, L., S. Li and O. Torsæter (2013). "A coreflood investigation of nanofluid enhanced oil recovery." Journal of Petroleum Science and Engineering 111: 128-138.
Hendraningrat, L., L. Shidong and O. Torsaeter (2012). A glass micromodel experimental study of hydrophilic nanoparticles retention for EOR project. SPE Russian Oil and Gas Exploration and Production Technical Conference and Exhibition, Society of Petroleum Engineers.
Hu, Z., M. Haruna, H. Gao, E. Nourafkan and D. Wen (2017). "Rheological Properties of Partially Hydrolyzed Polyacrylamide Seeded by Nanoparticles." Industrial & Engineering Chemistry Research 56(12): 3456-3463.
Hussain, F., M. Hojjati, M. Okamoto and R. E. Gorga (2006). "Review article: polymer-matrix nanocomposites, processing, manufacturing, and application: an overview." Journal of composite materials 40(17): 1511-1575.
Ju, B., S. Dai, Z. Luan, T. Zhu, X. Su and X. Qiu (2002). A study of wettability and permeability change caused by adsorption of nanometer structured polysilicon on the surface of porous media. SPE Asia Pacific oil and gas conference and exhibition, Society of Petroleum Engineers.
Khilar, K. C. and H. S. Fogler (1998). Migrations of fines in porous media, Springer Science & Business Media.
Lady J. Giraldo, S. L., Camilo A. Franco, Farid B. Cortés (2018). Synergy of SiO2 nanoparticle-polymer in enhanced oil recovery process to avoid formation damage caused by retention in porous media and improve resistance to degradative effects. Formation Damage in Oil and Gas Reservoirs: Nanotechnology Applications for its Inhibition/Remediation. C. A. C. Franco, Farid B, Nova Science Publishers. 1: 46.
Lau, H. C., M. Yu and Q. P. Nguyen (2016). Nanotechnology for Oilfield Applications: Challenges and Impact. Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference, Society of Petroleum Engineers.
Levitt, D. and G. A. Pope (2008). Selection and screening of polymers for enhanced-oil recovery. SPE Symposium on Improved Oil Recovery, Society of Petroleum Engineers.
Li, S., N. J. Hadia, H. C. Lau, O. Torsæter, L. P. Stubbs and Q. H. Ng (2018). Silica Nanoparticles Suspension for Enhanced Oil Recovery: Stability Behavior and Flow Visualization. SPE Europec featured at 80th EAGE Conference and Exhibition, Society of Petroleum Engineers.
Li, S., L. Hendraningrat and O. Torsaeter (2013). Improved oil recovery by hydrophilic silica nanoparticles suspension: 2 phase flow experimental studies. IPTC 2013: International Petroleum Technology Conference.
Li, S., A. T. Kaasa, L. Hendraningrat and O. Torsæter (2013). Effect of silica nanoparticles adsorption on the wettability index of Berea sandstone. Paper SCA2013-059 presented at the international symposium of the society of core analysts held in Napa Valley, California, USA.
Manrique, E. J., V. E. Muci and M. E. Gurfinkel (2007). "EOR field experiences in carbonate reservoirs in the United States." SPE Reservoir Evaluation & Engineering **10**(06): 667-686.
Maya-Toro, G.-A., R.-H. Castro-García, R. Jiménez-Díaz and S.-F. Muñoz-Navarro (2015). "Analysis of mixing parameters for polymer gels used for the correction of water injection profiles." CT&F-Ciencia, Tecnología y Futuro 6(1): 43-68.
Maya, G., R. Jimenez, R. Castro, J. Mantilla, J. Vargas, F. Cardenas, F. Fernandez, H. Quintero, A. Zaitoun and E. Manrique (2015). Design and Implementation of the First Polymer Flooding Project in Colombia: Yariguí-Cantagallo Field. SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference, Society of Petroleum Engineers.
Mogollon, J. L. and T. Lokhandwala (2013). Rejuvenating Viscous Oil Reservoirs by Polymer Injection: Lessons Learned in the Field. SPE Enhanced Oil Recovery Conference, Society of Petroleum Engineers.
Montgomery, D. C. (1991). "Design and analysis of experiments."
Nassar, N. N., S. Betancur, S. c. Acevedo, C. A. Franco and F. B. Cortés (2015). "Development of a population balance model to describe the influence of shear and nanoparticles on the aggregation and fragmentation of asphaltene aggregates." Industrial & Engineering Chemistry Research 54(33): 8201-8211.
Olhero, S. and J. Ferreira (2004). "Influence of particle size distribution on rheology and particle packing of silica-based suspensions." Powder Technology 139(1): 69-75.
Ray, S. S. and M. Okamoto (2003). "Polymer/layered silicate nanocomposites: a review from preparation to processing." Progress in polymer science 28(11): 1539-1641.
Seright, R. S., A. Campbell, P. Mozley and P. Han (2010). "Stability of partially hydrolyzed polyacrylamides at elevated temperatures in the absence of divalent cations." Spe Journal 15(02): 341-348.
Seright, R. S., J. M. Seheult and T. Talashek (2008). Injectivity characteristics of EOR polymers. SPE annual technical conference and exhibition, Society of Petroleum Engineers.
Shook, G. M., S. L. Ansley and A. Wylie (2004). "Tracers and tracer testing: design, implementation, and interpretation methods." DOI **10**: 910642.
Shook, G. M. and J. H. Forsmann (2005). Tracer interpretation using temporal moments on a spreadsheet, Idaho National Laboratory (INL).
Shook, G. M., G. A. Pope and K. Asakawa (2009). Determining reservoir properties and flood performance from tracer test analysis. SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Society of Petroleum Engineers.
Sorbie, K. S. (2013). Polymer-improved oil recovery, Springer Science & Business Media.
Taber, J. J., F. D. Martin and R. Seright (1996). EOR screening criteria revisited. Symposium on improved oil recovery.
Torsater, O., B. Engeset, L. Hendraningrat and S. Suwarno (2012). Improved oil recovery by nanofluids flooding: an experimental study.

SPE Kuwait international petroleum conference and exhibition, Society of Petroleum Engineers.
Trujillo Portillo, M. L., D. P. Mercado Sierra, G. A. Maya, R. H. Castro Garcia, C. P. Soto, H. H. Perez and V. Gomez (2010). Selection methodology for screening evaluation of enhanced-oil-recovery methods. SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference, Society of Petroleum Engineers.
Wang, D., H. Duan and H. Möhwald (2005). "The water/oil interface: the emerging horizon for self-assembly of nanoparticles." Soft Matter 1(6): 412-416.
Willhite, G. P. (1986). "Waterflooding."
Yousefvand, H. and A. Jafari (2015). "Enhanced oil recovery using polymer/nanosilica." Procedia Materials Science 11: 565-570.
Youssif, M. I., R. M. El-Maghraby, S. M. Saleh and A. Elgibaly (2018). "Silica nanofluid flooding for enhanced oil recovery in sandstone rocks." Egyptian Journal of Petroleum 27(1): 105-110.
Yu, J., C. An, D. Mo, N. Liu and R. L. Lee (2012). Study of adsorption and transportation behavior of nanoparticles in three different porous media. SPE improved oil recovery symposium, Society of Petroleum Engineers.
Zamani, A. and B. Maini (2009). "Flow of dispersed particles through porous media—deep bed filtration." Journal of Petroleum Science and Engineering 69(1-2): 71-88.
Zhang, L.-h., D. Zhang and B. Jiang (2006). "The rheological behavior of salt tolerant polyacrylamide solutions." Chemical engineering & technology 29(3): 395-400.
Zhang, T., M. J. Murphy, H. Yu, H. G. Bagaria, K. Y. Yoon, B. M. Nielson, C. W. Bielawski, K. P. Johnston, C. Huh and S. L. Bryant (2015). "Investigation of nanoparticle adsorption during transport in porous media." SPE Journal 20(04): 667-677.
Zou, H., S. Wu and J. Shen (2008). "Polymer/silica nanocomposites: preparation, characterization, properties, and applications." Chem. Rev 108(9): 3893-3957.

Sebastian Llanos Gallo *es Ingeniero de petróleos, Magíster en Ingeniería de petróleos, Universidad Nacional de Colombia. Coinvestigador Universidad Industrial de Santander-Ecopetrol. Investigación aplicada a la interacción fluido-fluido y fluido-roca de nanotecnología en procesos de recuperación mejorada de crudos pesados y extrapesados, polímeros sintéticos, biopolímeros y surfactantes en ambientes sintéticos y relevantes en alianzas Universidad Nacional de Colombia-Ecopetrol.*

Eduardo José Manrique Ventura *es Bs. y PhD en Química, Universidad Central de Venezuela, Caracas. Especialista en Recobro (IOR/EOR), ICP – Ecopetrol, S.A. 30+ años de experiencia en daños de formación, ingeniería de yacimientos, monitoreo y procesos de inyección secundaria y de recuperación mejorada. Empresas donde he trabajado: PDVSA (Venezuela); Statoil (Noruega), Departamento de Energía de los Estados Unidos (U.S. DOE), Consultor Internacional en Questa Engineering, Colorado; Director de Ingeniería de Yacimientos en TIORCO (Nalco-Stepan), Colorado; Consultor Internacional en MI3 Petroleum Engineering, Colorado y Ecopetrol, S.A. (ICP). Más de 70 publicaciones y libro en el área de recobro mejorado. Miembro de la SPE desde hace más de 20 años*

Henderson Iván Quintero Pérez *es Ingeniero Químico, Universidad Industrial de Santander, Colombia. MSc y PhD, Universidad Estadual de Campinas, Brasil. Profesional A de innovación y tecnología, ICP – ECOPETROL, S.A. 11+ años de experiencia en empresas de energía y Oil & Gas, profesional de investigación y desarrollo en proyectos Offshore, Recobro mejorado, Ingeniería de procesos de tratamiento de fluidos de producción para Ecopetrol y sus filiales, Proyectos I+D+i en Petrobras, Fapesp (Sao Paulo).*

Rubén Hernán Castro García *es Ingeniero de Petróleos, Universidad de América, Colombia. MSc Universidad Industrial de Santander y Candidato a doctor, Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Profesional A de innovación y tecnología, ICP – ECOPETROL, S.A. 11+ años de experiencia en empresas de energía y Oil & Gas, profesional de investigación y desarrollo en proyectos de recobro mejorado con inyección de agua, polímeros, CDG, entre otros.*



IPH®

Garantía de calidad para las más altas exigencias y diversas aplicaciones.

(5411) 4469-8100
www.iphglobal.com

Monitoreo y seguimiento de variables en equipos de *Pulling*



Por ***Fernando Figueroa, Andrés Rossi, Elías Cobo Medvedesky, Leonardo Ahrtz, María Laura Muñoz, Juan Carlos Jones, Carlos Jatib, Gabriela Albertini e Isaac Julián*** (PanAmerican Energy)

Este trabajo resultó seleccionado de las *22° Jornadas Técnicas de Petróleo y Gas del IAPG* realizadas por la Seccional Sur del IAPG, a cargo de la Comisión Técnica de esa Seccional.



Cerro Dragón es un Yacimiento de grandes dimensiones y cuenta actualmente con 19 equipos de *pulling* que realizan más de 170 intervenciones mensuales.

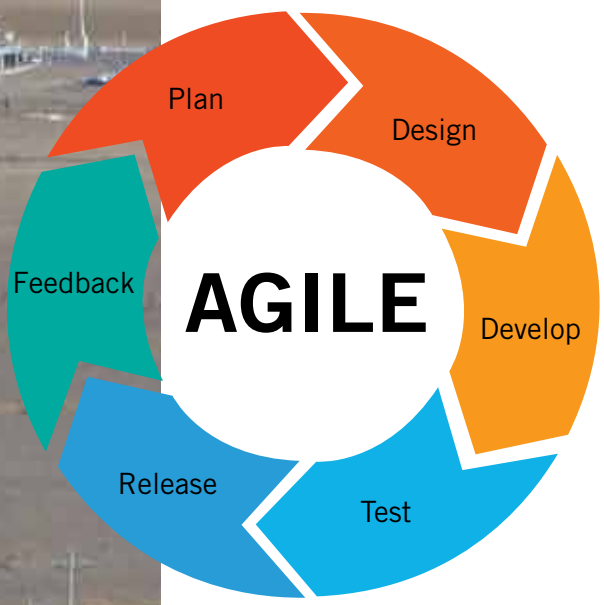
Ante este escenario y con la necesidad de medir y mejorar la eficiencia de los equipos se planteó el desafío monitorear y controlar desde un centro de control la actividad de estos en tiempo real, para detectar tiempos no productivos, anticipar desvíos y tomar decisiones con todas las variables disponibles soportado por un grupo de especialistas.

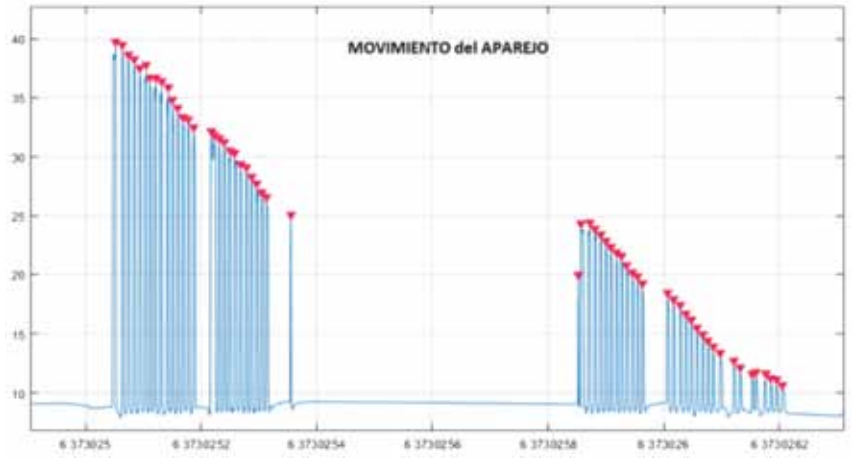
Se comenzó con la instalación de sensores de peso de herramienta, presión de circuito hidráulico, presión de boca de pozo, carrera de aparejo y velocidad del viento, entre otros.

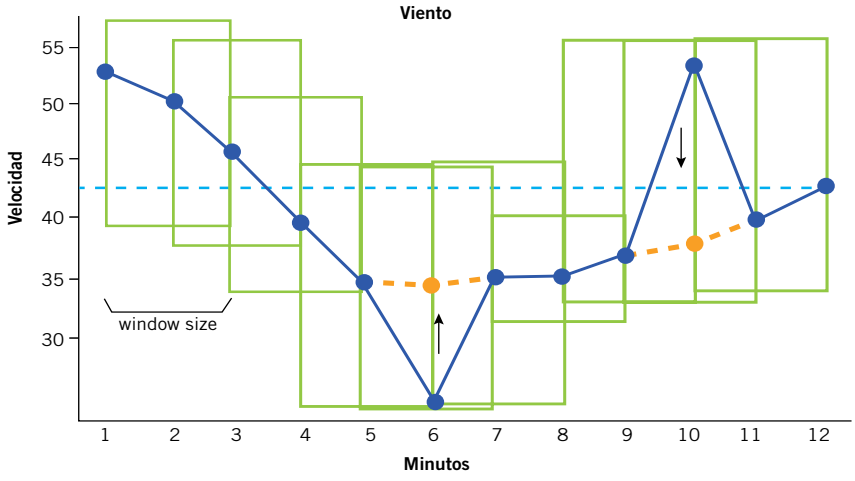
Posteriormente, se recurrió dentro la compañía al sector de Tecnología Operacional, para desarrollar un aplicativo que permitiera visualización real time, historia, reportes y estadísticas.

Se implementaron metodologías ágiles que permitieron adaptar la forma de trabajo a las condiciones del proyecto, así se consiguió flexibilidad y celeridad al adecuar la respuesta a las circunstancias específicas de la realidad operacional y al fijar objetivos cortos y alcanzables alineados por un *feedback* periódico.

Una vez obtenidos los datos telemedidos del equipo, el mayor desafío consistió en convertirlos en información útil para los usuarios, tanto para

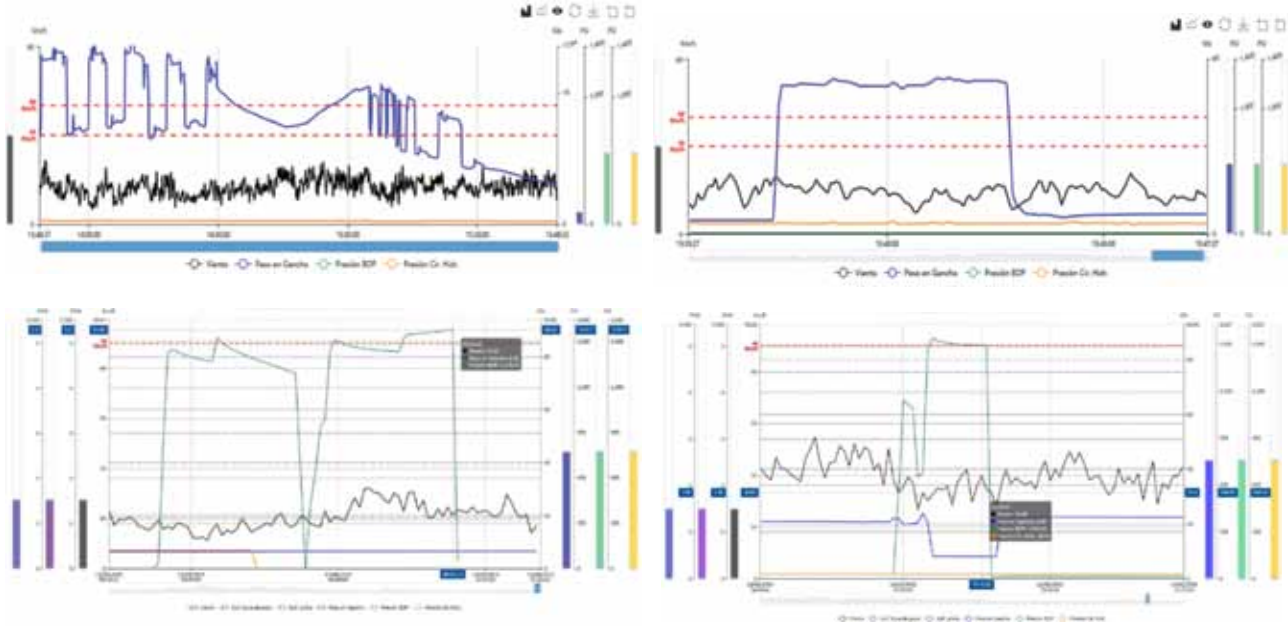




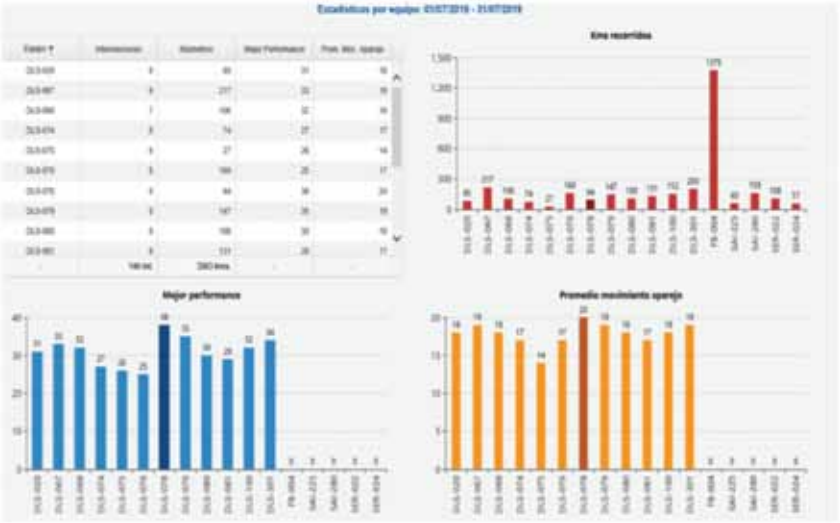




la visualización en tiempo real como para los reportes de intervención. Para esto se desarrollaron algoritmos analíticos de las señales de los sensores que transforman los datos en información asociada a las maniobras realizadas, generando reportes de performance del movimiento del







aparejo, datos de duración de las maniobras, tiempo operativo y tiempos no productivos.

El resultado es un aplicativo que permite visualizar en tiempo real la operación de equipos de *pulling* desde una sala de monitoreo instalada en el yacimiento.

Desde allí, los especialistas controlan y supervisan *online* los equipos, analizan tendencias, brindan soporte y capturan oportunidades de mejora.

A la vez validan maniobras claves durante las interveciones, por ejemplo:

- Prueba de hemetecidad de TBG.
- Prueba de funcionamiento de bomba mecánica.

Complementariamente se desarrolló la sección analítica que permite medir la performance de los equipos, punto de partida para mejorar y optimizar la eficiencia de los recursos.

Esta ha sido una demostración de lo que es posible realizar con esta técnica.

Los próximos pasos, a futuro, consistirán en realizar análisis avanzados de la información extraída con técnicas de *Data Mining*, para la generación de alertas temprana de desvíos y de *planning*. ■



Cuáles son **los mecanismos de falla de las tuberías de polietileno** y cómo evitarlos

Por ***María Camila Quintana, Federico Rueda, Nahuel Rull*** y ***Patricia María Frontini***
Autora responsable: ***Patricia Frontini***

Este artículo describe los mecanismos y los métodos de prueba para estudiar el comportamiento de la propagación rápida y el crecimiento lento de fisuras en las tuberías de polietileno sometidas a presión de acuerdo con las normativas vigentes.

El polietileno (PE) ha revolucionado el diseño de sistemas de tuberías sometidas a presión interna a nivel mundial. Debido a una combinación especial de sus propiedades, el PE y otros sistemas plásticos han reemplazado de manera progresiva e irreversible a los materiales tradicionalmente utilizados en la fabricación de tuberías para todo tipo de fluidos durante los últimos 50 años.

Los grados comerciales específicos de PE han evolucionado hasta proporcionar un buen equilibrio entre la resistencia mecánica, la rigidez, la dureza y la durabilidad consistente con los requisitos a largo plazo para la conducción de gas y agua, la acción del suelo y el entorno en servicio. Los sistemas están diseñados normalmente sobre una base de diseño de 50 años, pero actualmente, los tiempos de vida previstos están por encima de los 100 años.

La tubería de PE es durable y flexible. El PE es altamente resistente a la corrosión y a los productos químicos cuando se encuentra enterrada. Por tanto resulta muy adecuado para el transporte de gas natural, ya que es menos propenso a las fugas que las tuberías de acero. Las tuberías y accesorios de PE se usan ampliamente en los sistemas de distribución de gas y agua, en revestimientos anticorrosión y en minería ya que poseen un excelente historial de eficiencia y confiabilidad, además de las ventajas económicas (Figura 1).

El PE ofrece a la industria de tuberías las siguientes ventajas:

- Fabricación económica y flexibilidad de diseño: bajo costo de





Figura 1. **Tuberías y accesorios de polietileno**

material y de transformación mediante extrusión y moldeo por inyección. Las instalaciones de tuberías de PE tienen ventajas de costo a largo plazo, debido a sus propiedades físicas, juntas libres de fugas y costos de mantenimiento reducidos.

- Diseño integrado: componentes multifuncionales, elementos de ensambles (acoples y accesorios) estándares.
- Flexibilidad: facilidad de transporte y manipulación, puede usarse con tecnologías "sin zanjas"; presenta gran resistencia a la actividad sísmica. La tubería de PE es semirrígida para soportar altas cargas externas. Su naturaleza flexible se expande con sobretensiones que aumentan la vida útil de la tubería.
- Biológicamente inerte.
- Alta resistencia al impacto y a la abrasión.
- Durabilidad a largo plazo: vida útil de 50 a 100 años.
- Baja fricción: la tubería de PE no acumula incrustaciones mejorando la eficiencia del flujo de transferencia.
- Beneficios ambientales por ser reciclable.
- Se trata de tuberías ligeras que se instalan fácilmente sin equipos pesados de elevación. Los métodos de instalación alternativos (perforación direccional horizontal, explosión de tuberías, deslizamiento, arado y planta, tubería sumergida o flotante, etc.) pueden ahorrar tiempo y dinero considerables en la mayoría de las aplicaciones.

Por los motivos mencionados, el PE y otros sistemas plásticos se utili-

zan para una amplia gama de aplicaciones, destacándose en el suministro de gas, en caso de fugas, tiene consecuencias potencialmente graves. Una primera evaluación de la confiabilidad de los sistemas de tuberías plásticas se logró mediante el análisis estadístico de fallas y de los mecanismos que las produjeron (1-4). Si bien los primeros sistemas de PE demostraron un rendimiento satisfactorio en comparación con los materiales de tuberías tradicionales, como el hierro, el acero y el hormigón, tales estudios también sirvieron para identificar los aspectos que necesitaban una mejora: la calidad de las juntas y la resistencia al agrietamiento prematuro por esfuerzos que surgen de la carga puntual con piedras, sistemas de raíces y el asentamiento del suelo. Estas observaciones dieron como resultado la generación de códigos de práctica estrictos para la fabricación y la instalación de tuberías plásticas, acompañadas por el desarrollo de nuevos grados comerciales de PE de mayor rendimiento, así como metodologías de prueba asociadas que permitieron evaluar y validar su rendimiento (5-16).

Los estudios pioneros revelaron que los sistemas de tuberías de plástico fallan por dos mecanismos principales de fractura que pueden clasificarse como "Crecimiento lento de fisuras" (SCG) y "Propagación rápida de fisuras" (RCP) (Figura 2).



Figura 2. **Fracturas frágiles típicas de tuberías de polietileno: a) a largo término, sin daño lateral; b) propagación crítica de grieta, rápida; grieta dinámica con de material, espesor de pared grueso; d) grieta "running crack", propagación a muy alta velocidad, comportamiento cíclico y frágil con efecto de latemperatura. Extraído de *Reliability index computation for HDPE pipe using critical stress intensity factor.* Kamel CHAOUI a, Latifa ALIMI a,b, Salaheddine AZZOUZ. 23ème Congrès Français de Mécanique Lille, 28 Août au 1er Septembre 2017.**

Qué implica para las tuberías de PE el fenómeno conocido como crecimiento lento de fisuras (SCG)

La mayoría de las fallas en campo de las tuberías son atribuibles a roturas por crecimiento lento de fisuras (SCG, en inglés *Slow Crack Growth Propagation*). Estas fracturas se caracterizan por el crecimiento estable de una grieta con poca deformación plástica a través de la pared de la tubería. Este mecanismo suele ocurrir cuando la tubería se encuentra sujeta a fuerzas de flexión continuas como resultado, por ejemplo, del movimiento del suelo (17).

El fenómeno consiste en la propagación de una grieta, generalmente desde la superficie externa a la superficie interna de la tubería. Esta grieta puede iniciarse en fallas microscópicas por el aumento local de la tensión, inherentes al producto básico de la tubería o, más probablemente, por defectos. Son fallas mecánicamente frágiles, típicamente fracturas tipo hendidura paralelas a la dirección de extrusión de la tubería. La tensión circunferencial en la pared de la tubería es la fuerza impulsora para la apertura de grietas.

La propagación de la grieta a través de la pared de la tubería puede demorar varios años antes de provocar una fuga de gas. También, pueden iniciarse fisuras circunferenciales en la superficie exterior o interior de las tuberías, debido a tensiones secundarias, como la flexión o el impacto sobre el material. La falla prematura de las uniones termofusionadas constituye una falla común donde el agrietamiento se inicia por la presencia de concentraciones de tensión generadas por malas prácticas de instalación. Visualmente, las superficies de fractura son típicamente lisas, sin signos de deformación plástica como se muestra en la figura 3.

Los tres modos principales en que fallan las tuberías de PE son dúctil (modo I), frágil (modo II) y frágil/química (modo III) (Figura 4). La falla dúctil se asocia con la fluencia del material y refleja su propensión a sufrir deformación plástica irreversible cuando está bajo solicitación mecánica superior a su tensión de fluencia. Este mecanismo, resulta de la deformación plástica localizada con adelgazamiento de pared, producido generalmente en u zona de espesor

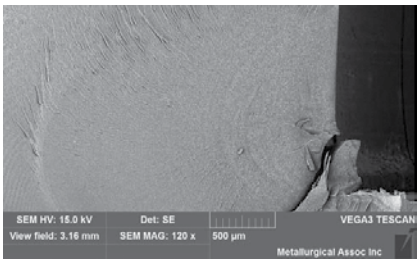


Figura 3. **Micrografía SEM que muestra una superficie muy lisa coincidente con en el origen de la grieta indicativa de fractura frágil a través del fenómeno de crecimiento lento de grietas. Extraído de *Case studies of plastic failures associated with metal fasteners*, Jeffrey A. Jansen, *The Madison Group*; ANTEC 2016.**

de pared más bajo. A esto le sigue la expansión de la zona deformada y la ruptura final de la misma cuando la tensión local excede la resistencia mecánica del polímero orientado durante el proceso de estiramiento bajo esfuerzo (17-20).



Figura 4. **Esquema ilustrativo de la falla de tuberías de PE presurizadas con el tiempo.**

El SCG se produce en las zonas más tensionadas antes de la falla global por reventado. Las tuberías fallan de manera frágil con tensiones significativamente más bajas que la tensión de fluencia del material. Como es sabido, los polímeros, como el PE son materiales viscoelásticos y su respuesta mecánica es una combinación de la de sólidos elásticos y fluidos viscosos. En consecuencia, exhiben una relación no lineal, tensión-deformación y sus propiedades dependen del tiempo bajo carga, temperatura, ambiente químico y el nivel de tensión o deformación aplicado (21) (Figura 5).

Los diseñadores son conscientes de que muchos polímeros pueden soportar niveles de deformación del 300% o más. Sin embargo, a largo término la ventana para el esfuerzo admisible es considerablemente más pequeña. Todos los polímeros cuando se

CURSOS IAPG 2020

CURSOS STREAMING



Calendario de **Cursos Streaming**

Este año el IAPG puso en marcha la capacitación vía streaming que pone de manifiesto el dinamismo y creatividad en su oferta pedagógica para la industria. Los cursos fueron diseñados en módulos cortos, utilizando la plataforma Cisco WebEx Training a través de la cual los participantes acceden a presentaciones; cuentan con herramientas que facilitan el aprendizaje y tienen instancias de intercambio con el instructor. Todo esto, desde cualquier lugar del mundo con acceso a Internet, en PC, tablet o celular. Al inscribirse, los participantes reciben un instructivo sobre el uso de la plataforma. Los cursos In Company del IAPG incluyen el dictado de estas capacitaciones Streaming. Asimismo, todos los cursos se pueden presentar al Programa de Crédito Fiscal para Capacitación Pyme del Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.

03 al 07 AGOSTO
Introducción a la Industria del Petróleo
Instructores: L. Stinco, A. Liendo, M. Chimienti, P. Subotovsky, A. Heins

04 al 07 AGOSTO
Mediciones de Hidrocarburos
Instructor: D. Brudnick

18 al 21 AGOSTO
Auditoría y Control en Empresas de Oil & Gas
Instructor: R. Campo

24 al 28 AGOSTO
Métodos de Levantamiento Artificial
Instructor: P. Subotovsky

25 al 28 AGOSTO
De la Roca Madre al Reservorio No Convencional
Instructor: R. Veiga

31 AGO al 04 SEP
Introducción a los Sistemas de Gestión de la Energía y la Norma ISO 50.001
Instructora: A. Heins

07 al 11 SEP
Estaciones de Medición y Regulación de Gas Natural
Instructor: D. Brudnick

07 al 11 SEP
Eficiencia Energética en Industrias de Procesos
Instructora: A. Afranchi

Para más información solicitarla a cursos@iapg.org.ar

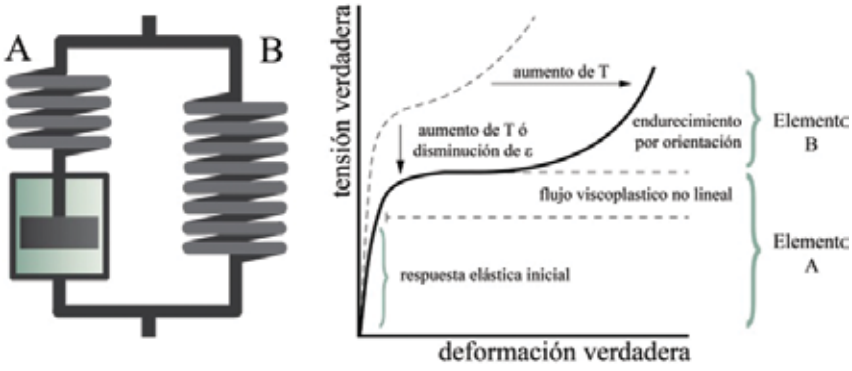


Figura 5. **Representación reológica del comportamiento mecánico del PE.**

exponen a una solicitación de tensión constante exhiben *creep*, una deformación no reversible dependiente del tiempo. La ruptura por *creep* constituye el evento terminal y es una medida del tiempo que un material tarda en fallar bajo una carga constante. La misma puede acelerarse por un aumento de la temperatura, concentradores de tensión como muescas, esfuerzos cíclicos y el contacto con entornos químicos específicos (líquido o vapor), comúnmente conocidos como agrietamiento por estrés ambiental (ESC).

A nivel microscópico, existen muchos defectos inherentes dentro de la microestructura de la pared de la tubería que promueven la concentración de esfuerzos. Con la aplicación de unos pocos MPa de esfuerzo, el límite elástico del polímero se excederá localmente. El desarrollo de zonas de micro-fluencia localizada inhibe la acción de estos defectos e inicialmente los estabiliza. En consecuencia, se generan zonas delgadas en forma de placa que crecen en planos normales a la dirección de la tracción principal. Dentro de la zona afectada se produce una expansión del volumen llamada cavitación. Este fenómeno se denomina "*craze*", en español podríamos llamarlo microcavitación (23) (Figura 6). Con la subsiguiente multiplicación de las cavidades, la zona continúa desarrollándose y el material entre cavidades se estira para formar fibrillas altamente orientadas que soportan las cargas hasta que se alcanza un punto en el que las fibrillas más estiradas se rompen. Con la ruptura de fibrillas, aumenta la tensión en el vértice del *craze* y, por tanto, también la tasa de crecimiento del mismo con la consecuente extensión de las fibrillas adyacentes. Esta secuencia se repite hasta que el *craze* se convierte en una fisura. La grieta continúa avanzando detrás del *craze* hasta que alcanza una longitud crítica que da como resultado la fractura completa y falla de la tubería.

Propagación rápida de fisuras (RCP): qué significa para la tubería de PE para gas

La propagación rápida de grietas (RCP) es un tipo de falla por fractura rápida que puede iniciarse en una soldadura termofusionada defectuosa, daño producido por terceros como impacto de alta velocidad provocado por el equipo de excavación o un pulso de presión de la tubería. Una vez iniciadas, las fisuras pueden viajar a alta velocidad a lo largo de la tubería en distancias significativas siempre que la energía almacenada de la fuente de presión contenida sea suficiente para impulsar la grieta más rápido que la velocidad a la que se libera la energía. La propagación se produce a una velocidad crítica que se aproxima a la velocidad del sonido. Entonces, la grieta se volverá inestable, ramificándose en un patrón sinusoidal, hasta que disminuya la velocidad y se detenga.

Las características típicas de una grieta RCP son una trayectoria sinusoidal a lo largo de la tubería, una superficie de fractura frágil y "marcas *hackle*" en la dirección de la grieta. Los operadores, cuando eligen una tubería de PE, deben probar la presión que puede soportar para asegurarse de que limitan la posibilidad de RCP (24).

La propagación rápida de fisura depende de varios factores:

- Diámetro del tubo: a medida que aumenta el diámetro exterior, aumenta la posibilidad de RCP.
- Presión de operación: a medida que aumenta la tensión/presión de la tubería, aumenta la posibilidad de que ocurra RCP.
- Temperatura de operación: a medida que la temperatura disminuye, la posibilidad de RCP aumenta; y la resistencia del material de la tubería a la fractura por impacto y a la RCP.

Si bien este modo de falla no ha sido muy común en las tuberías de PE, sus potenciales y nefastas consecuencias son muy significativas para la distribución de gas (Figuras 2c y 2d). Para evitar fallas catastróficas, los sistemas de tuberías deben ser diseñados para que la RCP no se produzca. Por tanto, las compañías operadoras de tuberías se deben asegurar que las tuberías sean aptas para operar a temperaturas invernales que podrían promover el fenómeno de RCP. La presión también es un factor significativo, ya que un pulso de presión en la tubería podría contribuir a la RCP por aumento de la tensión en la pared de la tubería. En el caso de que se produzca una RCP, las consiguientes ondas de presión pue-

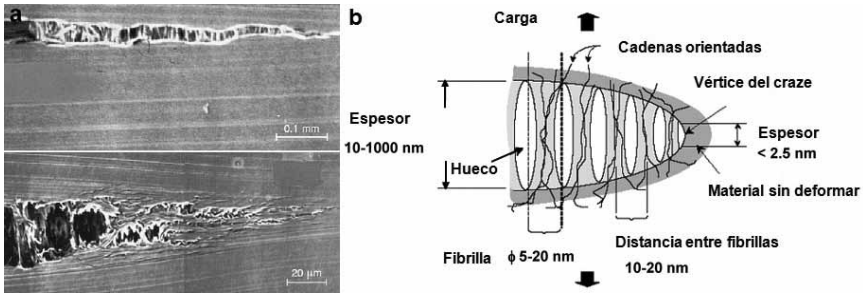


Figura 6. **Estructura de *craze* y micrografías mostrando red fibrilar del *craze*, transición de grietas en PE y *craze* multiples. Adaptado de "*Crack Growth in PE*" *PhD thesis of T. Riemslag (1997) University of Delft.***

den dar lugar a la fragmentación de la tubería, haciendo que los pedazos se desplacen a gran velocidad alcanzando grandes distancias.

La normalización como impulsora del éxito de sistemas de tuberías de polietileno sometidas a presión

Las especificaciones normalizadas proporcionan una serie de requisitos mínimos de calidad para el material y los productos asociados. Estos requisitos impulsan mejoras en los materiales y proporcionan las bases para la definición de sistemas de mejor desempeño.

El desarrollo de materiales más adecuados brinda mayor seguridad, durabilidad, permite un mejor funcionamiento, un uso de instalaciones más exigentes, la utilización de técnicas innovadoras y la operación de sistemas en condiciones menos benignas.

La industria de tubos de plástico ha desarrollado con éxito normas para garantizar la durabilidad y la alta confiabilidad, gracias a un fuerte compromiso de toda la cadena de valor: proveedores de materias primas, fabricantes de productos, laboratorios de prueba y no menos importante, de los usuarios finales. A su vez, las normas han generado el incentivo para que los proveedores mejoren el rendimiento del material y que los fabricantes desarrollen productos más innovadores (19).

La industria es dinámica y, durante los últimos 25 años, se ha dado un gran paso en cuanto reguarda a la calidad de los materiales comerciales. Esto se tradujo en sistemas que soportan mayores presiones y niveles más altos de durabilidad, lo que permite utilizar técnicas de instalación más desafiantes o que se puedan emplear en condiciones más agresivas.

En las aplicaciones de tuberías PE sometidas a presión se deben satisfacer las propiedades físicas básicas del material, cumplir con las clasificaciones dimensionales con fines de diseño, demostrar la resistencia al crecimiento lento de grietas y a la propagación rápida según se indica en la especificación del producto.

Los estándares regionales e internacionales incluyen pruebas para determinar la resistencia de la tubería a los principales mecanismos de fractura: crecimiento lento de grietas (SCG) y propagación rápida de grietas (RCP). Los procedimientos de diseño deben seguirse para garantizar que no se produzcan fallas por fractura durante el funcionamiento. La normalización vigente tiene en cuenta estos fenómenos pero es de esperar que siga evolucionando para incluir nuevos desarrollos e innovaciones con vistas a una mayor promoción de la industria específica.



Figura 7. ***Pipe notch test*** **según Norma ISO 13.479.**

Normas específicas

Normativa NAG 140

En relación con los mecanismos descriptos, recientemente la Resolución del Ente Nacional de Regulación de Gas, ENARGAS Nº I/3665 del 26-02-2016, estableció que a partir del 1 de enero de 2019 solo se certificarán productos del "Sistema de Tuberías Plásticas de Polietileno (PE) (Materia Prima, Tubos, Accesorios y Válvulas) para el Suministro de Combustibles Gaseosos" conforme a la NAG140 (2016). *http://www.enargas.gov.ar/MarcoLegal/Normas/GrupofiI.php*. En la Parte 2 de la Norma NAG140 se propone la calificación de las tuberías según las Normas ISO 13479, 13480 y 13477. Estas son: i) ISO-13479 – "Tubos de poliolefinas para el transporte de fluidos. Determinación de la resistencia a la propagación de la fisura. Método de ensayo de la propagación lenta de la fisura de un tubo con entalla (ensayo de entalla)"; ii) ISO-13480 – "Tubos de Polietileno. Resistencia al crecimiento lento de la fisura (ensayo del cono)" y iii) ISO-13477 – "Tubos termoplásticos para el transporte de fluidos. Determinación de la resistencia a la propagación rápida de fisuras (RCP). Ensayo a pequeña escala en régimen permanente (ensayo S4)".

Pruebas de crecimiento lento de fisuras: resistencia al agrietamiento por esfuerzo

Pipe notch test

La resistencia al crecimiento lento de grietas (SCG) es una propiedad crítica para el polietileno (PE), especialmente para el utilizado en tuberías a presión. Se han desarrollado varios métodos de prueba a lo largo del tiempo, tanto para la resina como para las tuberías. Los métodos intentan acelerar el mecanismo para obtener tiempos de prueba razonables (*Fast Tests for Slow Cracks*). Lo hacen a través de temperaturas elevadas, concentradores de tensión, geometrías restringidas, tensioactivos o alguna combinación de estos factores.

Las tuberías de PE se prueban a temperaturas elevadas para predecir el comportamiento a largo plazo a temperaturas más bajas. Las tuberías se han probado en un amplio rango de presiones y de temperaturas de hasta 80 °C. Se ha comprobado que mientras las presiones más altas dan lugar a fallas dúctiles, las presiones más bajas promueven fallas frágiles, relacionadas con el fenómeno de resistencia al crecimiento lento de grietas. El cambio en el comportamiento se denomina punto de inflexión ("rodilla") con un descenso en la curva de esfuerzo de ruptura seguido de fallas predominantemente frágiles (Figura 4). El "*Pipe notch test*" (Figura 7) se describe en la Norma ISO 13479 "*Polyolefin pipes for the Conveyance of fluids - Determination of resistance to crack propagation - Test method for slow crack growth on notched pipes (notch test)*" o – "Tuberías de poliolefina para el transporte de fluidos - Determinación de la resistencia a la propagación de grietas - Método de prueba para el crecimiento lento de grietas en tuberías con entalla". Las *notch resistance/Slow crack growth notched pipe*/Las pruebas de Resistencia al Crecimiento lento de grietas de tuberías con entallas de acuerdo con los principios de la ISO 13479 se han incluido en NAG 140. Para el HDPE, se usaron los mismos requisitos de la prueba sin entalla para el PE80 (tensión hidrostática de tubería sin entallas de 4.0MPa, 80°, C≥ 165 h). En consecuencia, resulta posible simular directamente el efecto de las entallas externas que podrían aparecer durante la instalación de la tubería. La pro-

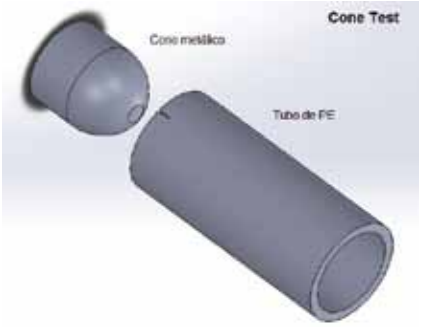


Figura 8. **Esquema del test *small-scale steady-state* (S4 test) según Norma ISO 13477.**

fundidad de la entalla es del 20% del grosor de la pared de acuerdo con las profundidades de defectos similares observados en la práctica (25).

La prueba simula el crecimiento lento de grietas y el tiempo de falla real registrado en tuberías con entallas. El medio de prueba cumple con la norma ISO 1167 en términos de temperatura y presión interna constantes. Las tuberías de PE se prueban a 80 ºC bajo ciertos niveles de presión que dependen del SDR (*Standard Dimension Ratio*).

La norma ISO requiere un tiempo de prueba de 165 h a 80 °C a 9, 20 Bar para PE 100.

Cone Test

El agrietamiento producido por efectos de las tensiones y el medio ambiental, ESCR, se evalúa mediante una prueba de agrietamiento por estrés ambiental llamado prueba de cono de acuerdo con la norma ISO 13480. Las condiciones de relajación por tensión utilizadas en la prueba son similares a las condiciones de carga de los sistemas subterráneos. Esta prueba permite una clasificación fácil, rápida (la duración de la prueba es de aproximadamente cinco días) y económica de los materiales en función de su resistencia a la fisuración. La prueba del cono utiliza un cono sobredimensionado que se coloca en un tubo con muescas previamente mecanizadas. La deformación es inducida por la inserción del cono de diámetro graduado en un extremo de la tubería. La velocidad de crecimiento de la grieta es entonces una medida de la resistencia de las tuberías al SCG. También en estas pruebas, la elección del medio tensioactivo y la temperatura es esencial para obtener resultados en un tiempo razonable, en especial para los grados de mayor resistencia al fenómeno (27).

En la práctica, se corta un tramo de tubería de 15 cm de largo y se le practica una única entalla de 10 mm de largo con hoja de afeitar nueva a lo largo de la dirección axial en la pared exterior de la tubería en un extremo, como se muestra en la figura 8, luego, se inserta un mandril a un ritmo constante.

Debido a que el diámetro del mandril utilizado en la prueba de cono es 1,12 veces mayor que el diámetro interno nominal de las tuberías, la tubería se expandirá y se generará una tensión constante en toda la tubería después de la inserción del mandril. A continuación, se sumerge el conjunto en una solución acuosa al 5% en peso de un tensioactivo no-iónico: nonilfenol-poliglicoléter con 11 Mol EO a una temperatura bien controlada de 80 °C.

El incremento de la longitud de fisura de los tubos se mide a intervalos de tiempo regulares. Luego se traza la curva del incremento de la longitud de la grieta frente al tiempo y se extrapola al eje de tiempo. El punto de intersección de la curva y el eje de tiempo se define como el tiempo de inicio de la grieta y la pendiente de la curva resulta ser la tasa de crecimiento de la grieta. Se permite una tasa de crecimiento de fisuras de 10 mm/día como máximo.

Resistencia a la propagación rápida de fisuras

Simulación del fenómeno RCP en tuberías de plástico: *Ensayo S4*

Los principales métodos de prueba para estudiar la propagación rápida de grietas (RCP) son la prueba de escala completa (*Full Scale Test*) y la prueba de estado estable a pequeña escala (*Small Scale Steady State*, S4). La prueba de escala completa (ISO 13478:2007) proporciona la evaluación más confiable de la presión crítica (pc). La presión crítica pc es el valor crítico de la presión de operación a la cual una grieta rápida recorre toda la longitud de la tubería (27).

Esta presión resulta función de las propiedades del material, las dimensiones de la tubería y las propiedades del fluido a presión. No obstante, la prueba de escala completa es demasiado costosa y laboriosa en su ejecución. Por lo tanto, la prueba S4 fue desarrollada para lograr un RCP de estado estacionario sobre muestras más pequeñas restringiendo la descompresión que normalmente acompaña a la propagación de la grieta (28). La prueba sirve para determinar los efectos de parámetros que influyen fuertemente en el comportamiento de la RCP, como el espesor de la pared de la tubería, el diámetro de la tubería, la temperatura de prueba y el grado del material de la tubería, entre otros.

La prueba S4 está estandarizada en la norma ISO 13477 "Tubos termoplásticos para el transporte de fluidos -*Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Determination of resistance to rapid crack propagation* - Determinación de la resistencia a la propagación rápida de grietas (RCP)". La prueba simula el fenómeno de RCP en tuberías de plástico y mide la capacidad de detención o propagación de una grieta iniciada. En las tuberías, una grieta frágil podría viajar por una longitud de varios cientos de metros, casi a la velocidad del sonido.



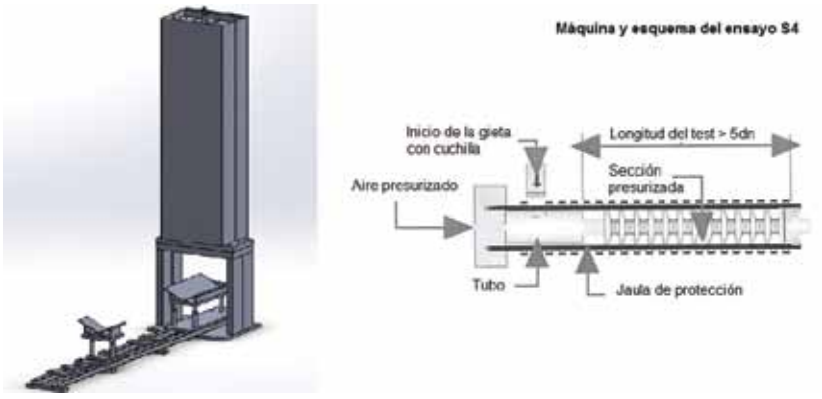


Figura 9. ***Cone test*** **según Norma ISO 13.480.**

Las normas ISO actuales permiten un máximo de 10 Bar para gas natural y 25 Bar para tuberías de agua potable como presión de funcionamiento. Las muestras de tubería de prueba rectas tienen una longitud igual a siete veces el diámetro externo de la tubería. Todas las pruebas se especifican con tubos SDR 11 de 110 mm con una longitud de 800 mm y se llevan a cabo a una temperatura de acondicionamiento de 0 °C usando nitrógeno o aire para presurizar la tubería. Las tuberías están preparadas con tapas estancas que se montan sobre cada extremo. El aparato de prueba está diseñado para simular la propagación de una grieta longitudinal de tipo rápida que se inicia en una pequeña muesca realizada dentro de la tubería (Figura 9).

La energía obtenida durante el impacto producido por la caída repentina de un peso con una cuchilla, pretende asegurar el no inicio de la propagación rápida de una grieta si la resistencia al RCP está por debajo del nivel energético impuesto. La condición requerida para el arresto de las fisuras se define cuando la grieta inducida no iguale o exceda 4.7 veces el diámetro externo de la tubería.

Conclusiones y perspectivas

Recientemente la *American Gas Foundation* realizó un informe titulado "*Gas Distribution Infrastructure: Pipeline Replacement and Upgrades*" que indica claramente que las tuberías plásticas son actualmente el material preferido en la industria de la distribución de gas (29, 30, 35). La Argentina no es la excepción a esta tendencia. Se espera que continúe una alta tasa de crecimiento de la industria de tubos de plástico, impulsada por el aumento de muchas aplicaciones dentro del mercado, la inversión en infraestructura en los países emergentes y la renovación de sistemas metálicos corrosivos en los países desarrollados.

No hay duda de que la estandarización ha apuntalado el éxito de la industria de tuberías plásticas. La industria ha apoyado firmemente la estandarización, involucrándola en toda la cadena de valor, desde los proveedores de materias primas hasta los usuarios finales, lo que ha generado el desarrollo de materiales y productos de mejor desempeño en servicio.

El Instituto Argentino del Petróleo y el Gas (IAPG) en un informe del año 2015 (31, 33) manifiesta que la distribución de gas natural se asoma como una de las cuestiones estratégicas más importantes del país. La Argentina posee una de las reservas más importantes de *shale-gas* en el mundo con excelentes perspectivas de desarrollo: Vaca Muerta ha sido señalada como la segunda mayor del mundo.

Actualmente, el grupo de Ing. de Polimeros de Intema (*www.polymer-sengineering.com*, figura 10) está instalando un laboratorio para brindar soporte altamente calificado en integridad estructural de tuberías plásticas para el transporte de gas natural (Proyecto Start-Up 2018-0608).

Las instalaciones serán aptas para realizar los ensayos que demandan las normas internacionales más importantes actualmente en vigencia en el país y la región (30, 34-35). En especial se construirá un equipo para realizar el Test S4, sin necesidad de enviar las muestras a los laboratorios europeos y evitando los inconvenientes que esta operación conlleva. Por otra parte, se fortalecerá el dictado de cursos específicos de formación en desempeño mecánico de tuberías plásticas para sectores industriales. El grupo ha desarrollado fuertes vínculos con la industria nacional y extranjera de tuberías plásticas para el gas y petróleo, entre otras, desarrollando métodos de prueba y estrategias para termoplásticos resistentes al impacto y a la propagación lenta de fisuras región (36).

Lugar de trabajo

Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA).



Figura 10. **Grupo y laboratorio de ingeniería de polímeros de INTEMA.**

Referencias

1. T. Hill, Assessment of PE pipe systems, condition and residual life. Plastics Pipes X, 1998.
2. F. Scholten, M. Wolters, M. Wenzel, J. Wust, J. Heinemann, A. Bockenheimer, Structural integrity of PE gas/water pipes of the first generation, 3R Special Edition, 2 / 2011.
3. W. Mueller, Development of polymers for pipemaking. Plastics Pipes Conference 3, 1974.
4. R. Dewitt, High performance PE compounds for safer gas and water transportation. PPVIII, 1992.
5. ISO 12162:2010, Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications — Classification, designation and design coefficient.
6. ISO 4427-1/2/3/5 Plastics piping systems – Polyethylene (PE) pipes and fittings for water supply.
7. ISO 4437-1/2/3/5 Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels – Polyethylene (PE)
8. ISO 9080:2012, Plastics piping and ducting systems - Determination of the longterm hydrostatic strength of thermoplastics materials in pipe form by extrapolation (ISO 9080:2012).
9. ISO 13479:2009, Polyolefin pipes for the conveyance of fluids - Determination of resistance to crack propagation - Test method for slow crack growth on notched pipes
10. ISO 13478:2007, Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids – Determination of resistance to rapid crack propagation – Full scale test (FST).
11. ISO 13477:2008, Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids – Determination of resistance to rapid crack propagation – Small scale Steady state test (S4 test)
12. ISO 16770:2004, Plastics — Determination of environmental stress cracking (ESC) of polyethylene — Full-notch creep test (FNCT).
13. EN 12201-1/2/3/4/5:2011, Plastics piping systems for water supply, and for drainage and sewerage under pressure — Polyethylene (PE).
14. EN 1555-1/2/3/4/5:2010, Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels — Polyethylene (PE).
15. Plastic Pipe Institute TR-4 - HDB/HDS/SDB/PDB/MRS Listed Materials, 3/12/2013.
16. Plastic Pipe Institute TR-3 - HDB/HDS/PDB/SDB/MRS/CRS Policies, 3/2012.
17. A. Suhkadia, M. Lamborn, P. Deslauriers, R. Garcia, C. Dominguez, Assessing the slow crack growth resistance of polyethylene resins and pipe service lifetime predictions, Plastics Pipes XV, E. Palermo, Comparison between PE 4710 (PE 4710 PLUS) and PE 100 (PE 100+, PE 100RC).
18. Low temperature performance; 30/9/2019 The nature of polyethylene pipe failure | Plastics Today: https://www.plasticstoday.com/extrusion-pipe-profile/nature-polyethylene-pipe-failure/6347137615310 2/9.
19. Proceedings of the 17th Plastic Pipes Conference PPXVII September 22-24, 2014, Chicago, Illinois, USA. Standardisation driving the success of Polyethylene pressure piping systems. S H Beech P Belloir C Salles.
20. Modeling of axisymmetric slow crack growth of high-density polyethylene with circular notched bar specimen using crack layer theory. Jung-Wook Wee, Byoung-Ho Choi. International Journal of Solids and Structures 97–98 (2016) 189–199.
21. Deformation and failure of semi-crystalline polymers under dynamic tensile and biaxial impact loading. J.P. Torres a,*, P.M. Frontini a, M. Machado b, Z. Major. International Journal of Impact Engineering 98 (2016) 52–61.
22. Polymer Volume 19, Issue 10, October 1978, Pages 1186-1188. Polymer A theory of the environmental stress cracking of polyethylene. H. R. Brown.
23. Failure mechanisms in polyolefines: The role of crazing, shear yielding and the entanglement network. May 2011Polymer 52(14):2979-2990.DOI: 10.1016/j.polymer.2011.03.055. Project: Slow Crack Propagation in Polyolefins Rudy Deblieck Rudy Deblieck D. J. M. van Beek K. Remerie K. Remerie Iani Macmillan Ward Iani Macmillan Ward.
24. "Increasing Importance of Rapid Crack Propagation (RCP) for Gas Piping Applications –Industry Status". Presented at: Plastics Pipes Conference XIV By: Dr. Gene Palermo Palermo Plastics Pipe (P3) Consulting www.plasticspipe.com William J. Michie, Jr. Dr. Dane Chang.
25. The development of the "notched pipe test" for the assessment of the slow crack growth resistance of polyethylene pipe W. J. AIIwood and S.H. Beech- Construction and Building Material s 1993 Volume 7 Number 3 157.
26. Polymer Bulletin. September 2010, Volume 65, Issue 6, pp. 609-621 Cite as High-density polyethylene pipe with high resistance to slow crack growth prepared via rotation extrusion. Min Nie Shi Bing Bai Qi Wan.
27. Engineering Fracture Mechanics. Volume 42, Issue 4, July 1992, Pages 663-673. Rapid crack propagation in pressurised plastic pipe—I. Full-scale and small-scale RCP testing. Author links open overlay panel J. M. Greig P. S. Leevers P. Yayla.
28. Polymer Testing. Volume 23, Issue 6, September 2004, Pages 727-735. Test Method.Specimen temperature conditioning and drift before an S4 pipe fracture test.P.S.LeeversaS.HillmansenaL.de F. F. Moreno.
29. S. Tymkowicz. Gas distribution infrastructure: pipeline replacement and upgrades – cost recovery issues and approaches. Technical report, Yardley Associates, 2012.
30. URL https://www.enargas.gob.ar/secciones/normativa/normas-tecnicas-items.php?grupo=1.
31. De vaca muerta al hogar de los argentinos. Technical report, IAPG, 2015. URL http: //www.iapg.org.ar/download/Downstream.pdf.
32. Julieta del Canto Juliana Comunelli. Logística de hidrocarburos en argentina. Technical report, UIDIC - Área Transporte, 2016.
33. Fernando Risuleo. Análisis de la infraestructura de gas natural en la república argentina.Technical report, Cámara argentina de la construcción, 2010. URL http://create.usc.edu/research/50788.pdf.
34. Audiencia pública número 87. Technical report, Metrogas, 2016. URL https://www.enargas.gob.ar/secciones/audiencias-publicas/RTI/metrogas/A2016_39846.pdf.
35. Polyethylene piping distribution systems for components of liquid petroleum gases. Technical report, Plastic Pipe Industry, 2013.
36. Agnelli, S., Baldi, F., Blackman, B. R. K., Castellani, L., Frontini, P. M., Laiarinandrasana, L., ... Visser, R. (2015). Application of the load separation criterion in J-testing of ductile polymers: A round-robin testing exercise. *Polymer testing*, *44*, 72-81. https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2015.03.01



Cursos Online

Los cursos Online se desarrollan a través de la plataforma de cursos **IAPG Online**. La misma se encuentra disponible 7x24 es decir los **7 días de la semana las 24 horas**, posibilitando el acceso en cualquier hora del día según la disposición del participante. Esta forma de trabajo, personalizad y adaptada a las necesidades y posibilidades de cada participante garantiza un aprendizaje efectivo con herramientas sumamente fáciles de utilizar.

Los cursos In Company del IAPG incluyen el dictado de las capacitaciones de modalidad Online. Asimismo, todos los cursos se pueden presentar al Programa de Crédito Fiscal para Capacitación Pyme del Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.

Abierta la inscripción

Curso Básico
La Industria de E&P de Petróleo y Gas Natural

Instructor: **Rubén Caligari**

Herramientas de Proyectos:
WBS - Administración de alcance

Instructor: **Nicolás Polverini, Fabián Akselrad**

Registros de Pozo I y II

Instructor: **Alberto Khatchikian**

Para más infomación: cursos@iapg.org.ar

INSTITUTO ARGENTINO DEL PETROLEO Y DEL GAS

Maipú 639 (C1006ACG) - Buenos Aires, Argentina
Tel: (54 11) 5277 IAPG (4274) - www.iapg.org.ar

Shale en ARGENTINA
www.shaleenargentina.org.ar


www.llo-goneita.com
Equipos petroleros

Realidad virtual aplicada a la formación de las personas

Por ***Ing. Aníbal Rodríguez*** (Seccional Sur del IAPG)

A poco de la inauguración del simulador virtual de la Seccional Sur, ofrecemos una descripción de cómo esta herramienta ha llegado para quedarse a ayudar en las operaciones.

En un mundo en el que la generación de conocimiento avanza a una velocidad que no para de crecer, es necesario incorporar herramientas novedosas que sean útiles para la capacitación, el entrenamiento y la formación del personal de una empresa.

Pero antes de seguir adelante con los conceptos, es necesario definir qué entendemos por capacitación, entrenamiento y formación.

Capacitar a una persona implica enseñarle el cómo (por ejemplo, en el caso de aprender a manejar un automóvil, enseñarle los cambios, palancas, arranque, normas de tránsito, etc.).

Entrenar es la aplicación de ese "cómo" de manera que la persona incorpore los conceptos a su accionar (volviendo al caso de manejo de automóviles, sería una persona que puede llevar el vehículo en forma adecuada, pasando los cambios y realizando las distintas acciones de manera fluida y en algunos casos, automática). Una persona entrenada, al no tener que razonar para ejecutar algunas funciones, ya que las tiene incorporadas, libera su mente y se puede aplicar a situaciones eventuales con mayor capacidad.

Cuando hablamos de formación, finalmente, nos referimos a una persona entrenada y que culturalmente acciona dentro del marco de las buenas prácticas (normas y procedimientos), considerando en su accionar aspectos de seguridad (seguridad de las personas, del medio ambiente y de los equipos), de productividad (óptimo aprovechamiento de los recursos a su disposición) y de mejora continua (generar la cultura de la superación mediante la formación continua).

Por lo dicho, la formación es el escalón más elevado cuando se busca preparar a las personas en una empresa y esta formación debe ser un proceso continuo en el tiempo.

Si nos referimos a las herramientas que se dispone en la actualidad, una de las más novedosas y efectivas es la realidad virtual (RV).

Es importante tener claro algunos conceptos, que por más evidentes que parezcan, son fundamentales a la hora de aplicar la RV para procesos de formación, y para ello dejaremos asentadas unas premisas:

1. La RV es una herramienta. Si el contenido del curso es superficial, la RV no le dará profundidad. Por esto, un buen curso requiere fundamentalmente, de un buen contenido.
2. No en todos los casos es aplicable la RV. Como toda herramienta, será útil su aplicación en los cursos, temas y momentos que se requiera.
3. Es el docente quien maneja la herramienta y debe saber cuándo y cómo su aplicación será óptima. La cantidad de alumnos, la disponibilidad de equipo y el tiempo destinado al ejercicio, entre otras, son consideraciones que el docente debe evaluar al diseñar el curso.
4. Si bien la RV es una herramienta muy potente, es importante considerar el uso de otras herramientas integradas (es muy difícil armar un auto solo con una caja de llaves tubo, debemos complementarlas con otras herramientas).

Realidad virtual

Definimos "realidad" como todo aquello que existe de forma auténtica o verdadera.

Por otro lado, "virtual" es lo que tiene la virtud de generar un efecto, pero que realmente no se concreta, o sea, no existe.

Por lo dicho, "realidad virtual" es un concepto que se contrapone, ya que habla de lo real y lo efectista.

Y ese es el secreto del éxito de la RV, llevar a la persona a un entorno que no es el real, por ejemplo, la luna, la persona sabe que no está ahí, pero siente todas las sensaciones de estar en ese entorno, ya que si bien su conciencia dice que no está en la luna, todo su cuerpo y sus sentidos le están enviando al cerebro el mensaje de que sí está.

Definiremos tres tipos de RV:

1) La realidad virtual inmersiva
2) La realidad virtual interactiva
3) El multijugador

1) Realidad virtual inmersiva

Este tipo de realidad hace que la persona se encuentre en un determinado ambiente (un yacimiento, la luna, etc.), pueda recorrerlo, mirar el piso, el cielo, los costados, todo, como si estuviera en él. No puede interactuar con él mismo, solo recorrerlo y sentirse inmerso en él.

La aplicación de la **realidad virtual inmersiva** en la capacitación se puede utilizar en las siguientes situaciones:

- Recorrer un determinado entorno, por ejemplo, un yacimiento, identificando los distintos equipos y su distribución.
- Recorrer un entorno y detectar sus defectos.
- Recorrer un entorno e identificar zonas de peligro.
- Participar como observador de un proceso productivo.

Para este tipo de experiencia se pueden utilizar dos métodos:

Una CAVE. Es un volumen que contempla cuatro áreas de proyección (tres paredes y suelo). El tamaño de las paredes puede ser, por ejemplo, de 3 m x 2.40 m. Sobre las 3 paredes y el piso se proyecta la imagen del entorno correspondiente, la persona se encuentra dentro de la CAVE (Figura 1).

La proyección se realiza a través de proyectores, que están sincronizados por una serie de computadoras con un software específico. Adicionalmente, la CAVE cuenta con un sistema de rastreo, que se coloca en el observador, que detecta la posición exacta del observador y permite la interacción en tiempo real.

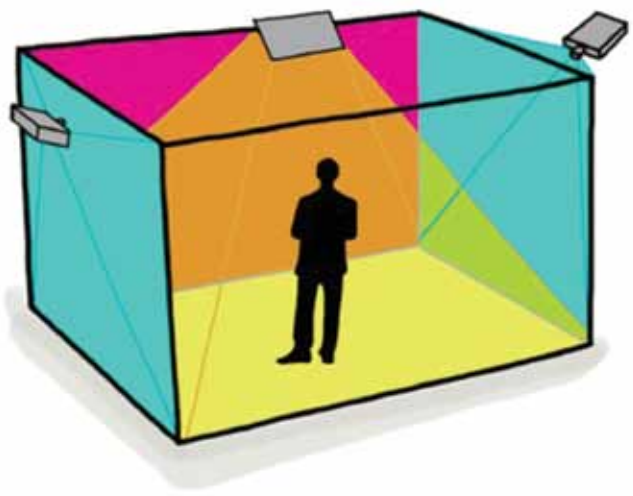


Figura 1. **Posible *Setup* de CAVE.**

Casco de RV

El casco de RV es una variante que permite obtener los mismos resultados que la CAVE, pero es más práctico y económico, requiere menos espacio y se transporta con facilidad.

Requiere de los siguientes aspectos:

- Definir un área (acorde a la necesidad y el espacio disponible). Según el modelo de casco utilizado, esta área se puede establecer marcándola con los *joysticks* del casco o con dos cámaras, que delimitan el área de trabajo.
- Un casco de RV, que puede ser con o sin cable, en el primer caso se requiere de una PC; en el segundo, el casco trae incorporado un procesador.

El casco tiene la ventaja de permitir la movilidad por entornos muy grandes, ya que el usuario puede tele transportarse mediante el accionamiento de una tecla de su *joystick*.



2) RV interactiva

Llamamos RV interactiva al proceso donde el alumno puede estar inmerso en el ambiente que se ha determinado e interactuar con él.

Es especialmente aplicable para entrenar en operaciones complejas y que entrañen riesgo para las personas, el medio ambiente y los equipos. Es una excelente herramienta para entrenamiento en operaciones de riesgo.

Por ejemplo, el alumno se sitúa en una cabina que simula un equipo de perforación, acciona los distintos comandos y van sucediendo reacciones en función sus acciones. También, el instructor puede generar variantes (cambio de características del suelo, pega de tubería, aparición de gases, emisión de gas sulfhídrico, etc.) que el alumno deberá resolver.

La realidad virtual interactiva agrega complejidad al desarrollo, dado que, además del hardware y el software, ahora se agrega un motor matemático, que relaciona a ambos.

El motor matemático tiene la función de relacionar la física propia del proceso que se está simulando con el software y el hardware, en ambas direcciones.

El motor matemático permite al simulador generar la reacción correspondiente ante cualquier acción que se genere, ya sea por cambios impuestos desde el instructor como acciones realizadas por el alumno.

La RV interactiva es un nivel superior, porque sale de lo meramente descriptivo y pasa a sumergirse en la complejidad del proceso que se está simulando. Para estos desarrollos son necesarios, además de los expertos en software, en hardware y los expertos técnicos del proceso que se quiere simular, contar con especialistas en simulación matemática, que son los encargados de la construcción del motor.

Tenemos dos tipos de RV interactiva:

- La RV interactiva con casco
- La RV interactiva mixta

RV interactiva con casco

Básicamente es el mismo caso que la RV inmersiva, pero el alumno tiene dos joysticks que actúan como sus manos y esto le permite mover palancas, accionar botones y perillas y cada una de estas acciones generará una reacción en el equipo como resultado del procesamiento del motor matemático ante ese estímulo.

Para este caso el único *hardware* es el casco y los joysticks, todo lo demás es virtual.

Este método tiene la ventaja de ser más económico y fácil de transportar.



RV interactiva mixta

La RV mixta en su hardware tiene un simulador que emula las condiciones de trabajo del equipo simulado tanto en la forma física como en las acciones y reacciones que se puedan obtener operando estos equipos.

Un ejemplo muy conocido son los simuladores de cabina de avión, los cuales son utilizados periódicamente por los pilotos para su entrenamiento.

La cabina es inmersiva y, además, tiene todos los elementos de comando correspondientes para realizar la operación.

En la figura 2 se puede ver un equipo de simulación de un equipo de torre para el sector petrolero.

Este sistema es el más efectivo, pero requiere de una importante inversión para su desarrollo.

Respecto de su posibilidad de traslado, en Comodoro Rivadavia hay un equipo, el Aquila Patagonia 1.0 que es móvil, esto es, está montado en un tráiler de manera que el simulador se puede trasladar al sitio que la operación requiera.



AQILA PATAGONIA 1.0



AQILA PATAGONIA 2.0

3) RV multijugador

A la RV mixta se le agrega la posibilidad de incorporar otros participantes, los cuales lo hacen con cascos de RV. Estos participantes forman parte de la operación, el maquinista operador del simulador los puede ver y solicitarles que realicen alguna tarea. Estos, que están virtualmente en el terreno de trabajo y realmente en cualquier lugar (incluso un lugar remoto), operan y realizan los trabajos solicitados con los joysticks que son utilizados como si fueran sus manos.

Conclusiones

- La RV es una herramienta de entrenamiento muy potente. Cuando los procesos que se desean simular son complejos (caso petrolero), se requiere mucha profundidad y especialización por parte del equipo de desarrollo.
- En Comodoro Rivadavia tenemos tres simuladores para equipos de torre:
  - Un simulador de perforación que pertenece a la empresa Panamericam Energy.
  - Los otros dos están instalados en la base de la firma DLS y en la sede del IAPG Seccional Sur, que pertenecen a GCR training Technology, permiten simular tanto en operaciones de perforación, *workover* y *pulling*. ■



Congresos

La nueva realidad que impuso mundialmente el trabajo en cuarentena llevó a repensar la manera de reunirse y capacitarse hasta regresar a la llamada "nueva normalidad", con un esperable retorno a una mayor y progresiva presencialidad. Las diversas Comisiones del IAPG no son ajenas a este desafío y aprovecharon la oportunidad para realizar de manera *online* los más completos y calificados seminarios, *workshops* y jornadas, como precalentamiento para los Congresos presenciales.

Seminario de Desarrollo de No Convencionales: Diez años de Vaca Muerta

A los 10 años de las primeras fracturas hidráulicas en la Fm. Vaca Muerta, la exploración y el desarrollo del *play* avanzan con ciclos expansivos-recesivos de actividad. Ante desafíos comunes, la Comisión de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos del IAPG propone un debate sobre cómo imaginar su desarrollo en las próximas décadas.

Con charlas acerca del desafío del *shale*, Geonavegación, efecto *parent-child*, optimización de producción, *well spacing* e interferencia, *landing-zone*, volumen estimulado y drenado, entre otros.

Para más información sobre fechas de esta actividad no arancelada: http://www.iapg.org.ar/web_iapg/congresos/iapg-on-line/iapg-on-line

SEMINARIO DE DESARROLLO DE NO CONVENCIONALES
DIEZ AÑOS DE VACA MUERTA

Ciclo de Conferencias - Desafíos y oportunidades en tiempos complejos

La Comisión de Producción y Desarrollo de Reservas desarrolló un ciclo de 9 conferencias virtuales, con el objetivo de abordar temas de actualidad, relacionados con las operaciones en campos hidrocarburíferos, en el marco de la coyuntura actual, caracterizada por bajos precios y reducida demanda, sumado al efecto del COVID-19.

El nuevo escenario de precios bajos de los hidrocarburos, reducida demanda, sumado al efecto del COVID-19 ha obligado a replantear las estrategias en las empresas operadoras, compañías de servicios, como en el resto de los distintos segmentos de la cadena de valor del sector

Ciclo de Conferencias 2020
Exploración y Desarrollo
"Compartir experiencias, ampliar las miradas"
COMISIÓN DE EXPLORACIÓN Y DESARROLLO DE HIDROCARBUROS
11° CONGRESO DE EXPLORACIÓN Y DESARROLLO DE HIDROCARBUROS

y preguntarse: ¿cómo seguir? Para ayudar a contestar esta pregunta, las charlas programadas incluyen el siguiente temario: el desafío de operar yacimientos en tiempos inciertos, la comercialización de petróleo y gas ante estas mismas circunstancias, la mejora de costos en servicios a pozos: *Pulling, Wireline, Slickline, Hot Oil/Water*; eficiencia en métodos extractivos, eficacia en plantas de tratamiento, gestión energética, Transformación Digital; y la visión, respectivamente, de las empresas de servicios, de las operadoras, de las provincias y de la cadena de valor en este escenario de precio bajos. Para más información sobre fechas de esta actividad no arancelada: http://www.iapg.org.ar/web_iapg/congresos/iapg-on-line/iapg-on-line

Ciclo de charlas de magmatismo y sistemas petroleros

Con miras al IX Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos del IAPG, en que se impartirá el Simposio de mismo nombre, la Comisión de Exploración del instituto ha desarrollado este ciclo de encuentros sobre Magmatismo y Sistemas petroleros. Con una mirada eminentemente técnica y especializada, se proponen temas como las rocas volcánicas de distintos yacimientos. Para más información sobre fechas de esta actividad no arancelada: http://www.iapg.org.ar/web_iapg/congresos/iapg-on-line/iapg-on-line



Ciclo 2020 de Conferencias de exploración y desarrollo

Bajo el lema "Compartir experiencias, ampliar las miradas" en estos tiempos desafiantes, la Comisión de Exploración y Desarrollo del IAPG abre un nuevo canal de comunicación para compartir conocimientos y facilitar el intercambio de experiencias de los grandes temas de la exploración argentina, mediante una serie de conferencias virtuales, con enfoque multidisciplinario.

Los temas que se incluyen en esta serie de encuentros son el *offshore* y la evolución de las cuencas mesozoicas y apertura del Atlántico Sur, el impacto de las Geociencias en el rejuvenecimiento de campos maduros, los aspectos regionales de Vaca Muerta analizada desde la geomorfología y caracterización sísmica de reservorios y ambientes deposicionales de la roca madre; o desde su caracterización geoquímica; la aplicación de técnicas de estratigrafía sísmica con ejemplos de Cuenca Austral y Cuenca Neuquina, entre otros. Para más información sobre fechas de esta actividad no arancelada: http://www.iapg.org.ar/web_iapg/congresos/iapg-on-line/iapg-on-line



Antesala del 4° Congreso de Integridad y Corrosión en la Industria del Petróleo y del Gas



En preparación al congreso que se realizará más adelante (ver en estas mismas páginas), la Comisión de Integridad anticipa los grandes temas que se refieren al mantenimiento de ductos y toda la temática relativa a esa disciplina.

El temario va desde los desafíos a la integridad de tuberías de conducción soterradas (mecanismos de daño y fallas, estudios y mitigación); cambio de paradigma en el desarrollo de aceros al C de uso estructural con resistencia mecánica y tenacidad mejorada; integridad de las tuberías de ERFV y su relación con los mecanismos de daño y guía de selección de tecnologías para la recuperación de integridad de pozos con *casing* roto.

Para más información sobre fechas de esta actividad no arancelada: http://www.iapg.org.ar/web_iapg/congresos/iapg-on-line/iapg-on-line

1° Jornadas virtuales (R)evolución Digital del Petróleo y Gas



El 15 y 16 de septiembre próximos, organizadas en conjunto por las Comisiones de Geotecnología e Informática y la de Innovación Tecnológica del IAPG, se realizarán las Primeras Jornadas Virtuales (R)evolución Digital para Petróleo & Gas - Explorando nuevas realidades tecnológicas que se realiza en modalidad *online*.

La tecnología e innovación hoy se hacen imprescindibles para proyectar nuestra industria hacia el futuro. En estas Jornadas se podrá mostrar y conocer los últimos avances en tecnología informática, datos, digitalización, simulación e innovación, y las habilidades y competencias requeridas para utilizar todos estos recursos en su conjunto en una industria cada vez más competitiva y desafiante.

Las Jornadas se desarrollarán enteramente en forma virtual, permitiendo una mayor cantidad de expositores y participantes tanto del interior del país como del exterior. Esto enriquece las visiones y experiencias compartidas.

Para más información sobre esta actividad no arancelada: http://www.iapg.org.ar/congresos/2020/revoluciondigital/index.html

NOVEDADES DE LA **INDUSTRIA**

Naturgy: prevención *online* sobre intoxicación con CO

En el marco de su ciclo Naturgy Live, la distribuidora de gas de zona Norte y Oeste del conurbano bonaerense comenzó a brindar, el miércoles 5 de agosto, capacitaciones sobre prevención de accidentes con monóxido de carbono (CO), a cargo de la Dra. Victoria Di Nardo, experta en toxicología.

La capacitación se realizó a través de la cuenta de la empresa en Instagram (usuario *@naturgyar*). Se explicó cómo identificar intoxicaciones con monóxido de carbono, qué efectos genera en el organismo y el modo de tratarlas.

Naturgy Live es el ciclo de acciones digitales que la distribuidora ideó como alternativa para continuar con sus programas de Responsabilidad Social más allá del aislamiento social dispuesto para hacerle frente a la pandemia de coronavirus (COVID-19). Este ciclo permite la capacitación y la formación de personas mediante transmisiones en vivo interactivas, con distintos contenidos específicos de cada uno de estos programas.

Tanto los vivos en Instagram como las capacitaciones *online* de Uso Responsable y de Energía sabor, sumadas a las nuevas herramientas de digitalización en la atención al cliente, la incorporación de nuevas funcionalidades en la Oficina Virtual y el envío de facturas por mail son acciones implementadas por Naturgy, en los últimos meses con motivo de la pandemia de la COVID-19, en pos de cumplir con la premisa de acercar más y mejores herramientas que mejoren la calidad de vida de los usuarios.

Desde 1992, la licenciataria hoy denominada Naturgy BAN S.A. brinda su servicio de distribución de gas natural por redes. Es la segunda distribuidora de gas de la República Argentina por volumen de ventas, con más de 1.620.000 clientes residenciales, 49.000 comerciales y 1.200 industrias, 400 estaciones de GNC y 3 subdistribuidoras. La extensión de las redes de gas natural asciende a 26.200 km.



Tenaris renovó su sitio web

Tenaris lanzó un sitio web actualizado que ofrece a los clientes un acceso simplificado a la información del producto y a los desarrollos de la empresa a través de un diseño interactivo y de navegación fácil.

Entre las nuevas características del sitio, que se lanzó en julio en su versión en español, se encuentra un buscador de productos en un lugar destacado del sitio, que invita a los clientes actuales o potenciales a completar un campo de llamada con lo que están buscando, para así obtener resultados rápidos y un enlace para explorar el tema más a fondo.

El sitio reestructurado también atrae la atención a las fichas técnicas y brinda un fácil acceso a la cartera de especificaciones del producto desde la parte superior de la página y en todo el sitio para mayor comodidad.



"Mejorar la experiencia del cliente con un fácil acceso a la información del producto y los servicios digitales fue fundamental para el rediseño", dijo Nigel Worsnop, Director de Marketing de Tenaris. "Como empresa, hemos estado incorporando una serie de soluciones para racionalizar nuestras operaciones y servicios industriales, y queríamos alinear esta visión con la forma en que presentamos nuestra marca en nuestro sitio web, proporcionando una estructura y flujo simplificados, claros y eficientes".

La renovación del sitio web se realizó con el fin de desarrollar un sitio que conecte de forma inteligente a los visitantes con la información acerca de Tenaris, los productos, los servicios, las carreras y las acciones de sustentabilidad, utilizando un diseño calculado y las mejores prácticas de arquitectura web.

A través de gráficos atractivos, el nuevo sitio incluye siete categorías que lo organizan, con 35 páginas



principales, a diferencia de los 120 originales, y evita el uso de micrositios al ubicar todos los elementos bajo el dominio de Tenaris.

El sitio web fue diseñado tanto para dispositivos de escritorio como móviles, con el fin de proporcionar una experiencia de navegación mejorada.

Schneider Electric y EcoDataCenter, por la positividad climática

Schneider Electric, en la transformación digital de la gestión de la energía y la automatización, se asocia con EcoDataCenter para crear un centro de datos con una huella de carbono ultra baja en el corazón de su hospedaje de equipos informáticos de alto rendimiento en Falun, Suecia. EcoStruxureTM Building Operation, el sistema UPS Galaxy VX con iones de litio y MasterPact ™ MTZ de Schneider Electric son solo algunas de las soluciones que garantizan que la instalación de hospedaje de equipos pueda cumplir el objetivo de positividad climática y de ser uno de los centros de datos más sostenibles de los países nórdicos. Además, el hub de servicios conectados de Schneider proporciona monitoreo remoto y acceso 24/7 al establecimiento crítico de EcoDataCenter.

Dada la necesidad de contar con gestión de energía confiable que garantice el tiempo de autonomía y la eficiencia energética de los servidores de los clientes, EcoDataCenter se asoció con Schneider Electric. “Gracias a las soluciones que nos ofrece Schneider Electric, esperamos lograr un PUE (Eficacia del uso de energía) de 1,15 y, al combinarlo con energía renovable, garantizaremos ser uno de los centros de datos más sostenibles en los países nórdicos y, con suerte, en el mundo”, dice Mikael Svanfeldt, Chief Technology Officer de EcoDataCenter.

Digitalización sostenible

Schneider Electric integró la solución EcoStruxure for Cloud & Service Providers en la nueva construcción de EcoDataCenter. Con EcoStruxure como arquitectura abierta, EcoDataCenter pudo conectar sin inconvenientes el hardware, software y monitoreo existentes a través de las herramientas de análisis y servicios de la plataforma. EcoDataCenter ahora cuenta con datos de medidores y sensores conectados que generan informes analíticos sobre la eficiencia operativa del centro de datos y sobre su índice de sostenibilidad. El hub de servicios conectados ahora monitorea los sensores críticos en forma remota y le brinda a EcoDataCenter monitoreo remoto experto y resolución de problemas las 24 horas y los 7 días de la semana a cargo del equipo de ingenieros en servicios de Schneider Electric.



Al construir un centro de datos, EcoDataCenter tiene en cuenta el bienestar de la comunidad. Gracias al monitoreo, la eficiencia y la conectividad que proporciona EcoStruxure, EcoDataCenter puede reciclar el desperdicio de calor del establecimiento a las compañías de servicios locales. EcoDataCenter utiliza esa eficiencia para devolverla a la red eléctrica local, y eso les permite ir más allá de las emisiones netas nulas y lograr así la positividad climática.

Dos plantas de agua helada Uniflair™ Turbocor se suman al control climático del establecimiento y complementan las temperaturas generalmente bajas de los países nórdicos, en especial durante los días de humedad del verano. Dentro de la arquitectura de EcoStruxure, cuatro sistemas UPS Galaxy VX brindan respaldo a 1250 kW de la carga del cliente mediante su modo ECOnversion con un 99% de eficiencia. Esta energía de respaldo libera energía que puede derivarse a los clientes.

“Es un honor para Schneider Electric asociarse con EcoDataCenter para alcanzar su visión de ser el primer centro de datos de hospedaje de equipos con positividad climática del mundo”, dijo Christina Backlund, VP de Energía segura, países nórdicos y bálticos de Schneider Electric. “Trabajando juntos, EcoDataCenter y Schneider han demostrado que es completamente práctico que un centro de datos bien diseñado sea eficiente y resiliente y que, a su vez, cumpla con los objetivos de sostenibilidad que en este caso beneficia el entorno y también a la comunidad local”.

Scania: Segundo encuentro de la Mesa de Transporte Sustentable

Liderado por Scania Argentina y la Red Argentina del Pacto Global de la ONU, se realizó el segundo encuentro de la Mesa de Transporte Sustentable. Esta edición puso el foco en el gas como el combustible alternativo de mayor potencial en la región.

Luego de un exitoso primer encuentro en el que se presentaron los objetivos del grupo de trabajo y la importancia de contar con un sistema de transporte sustentable, Scania presentó los beneficios para el ambiente del gas como combustible alternativo. Participaron más de 25 empresas de logística y dadores de carga pertenecientes a la Red Argentina de Pacto Global de Naciones Unidas.

Lucas Woinilowicz, Gerente de Desarrollo de Negocios de la firma sueca, fue el encargado de presentar los beneficios de la utilización del gas como combustible alternativo, tanto para el transporte de cargas como de pasajeros.

"Reducción del 20% de emisiones de CO_2, disminución de contaminación sonora y mejoras en los costos operativos del orden del 40% son algunos de los beneficios que proporciona el gas", comentó Woinilowicz. "Sumado a ello, la alta disponibilidad de este combustible en la Argentina y la región, lo convierten en una opción ideal para el transporte", concluyó el directivo.

A inicios de este año Scania presentó Green Efficiency, su línea de productos impulsados a gas y biogás, que conforma una variante sustentable creada con el objetivo de lograr un transporte más eficiente y sustentable.

Scania es proveedor líder de soluciones de transporte sustentable y uno de los principales fabricantes de camiones pesados, buses y motores industriales y marinos. Los servicios tienen una participación creciente en los negocios de la compañía, asegurando a los clientes soluciones de transporte eficientes y con alta disponibilidad operacional. Con 52.000 colaboradores en nivel mundial, la empresa está presente en más de 100 países, con líneas de producción en Europa, Asia, y América latina y con un sistema de intercambio global de componentes y vehículos completos. En 2018, los ingresos netos de Scania alcanzaron los 137,1 millones de coronas suecas. En Argentina, Scania está presente desde 1976, cuenta con 1018 empleados y una red de concesionarios con 28 puntos de servicio en todo el país.

Aggreko satisface la demanda energética en tiempo récord, pese al contexto de pandemia en el nivel mundial

Situada en el extremo noroeste de México, la ciudad de Mexicali es una de las más calurosas del país. Ante las temperaturas excepcionalmente altas esperadas para este verano que resulta en un incremento de la demanda energética, Aggreko presentó una solución moderna, eficiente y en los tiempos que el cliente requería, pese a las enormes limitaciones logísticas generadas por la pandemia en el nivel mundial.

Como en todas las grandes ciudades ubicadas en zonas de altas temperaturas, la demanda energética en Mexicali es creciente durante el verano. Con el objetivo de garantizar el servicio eléctrico a 3.3 millones de personas, durante un período de temperaturas que se espera que estén por encima del promedio, Energía Solar Cachanilla (ESCO) decidió contratar a Aggreko, especialista en energía modular y móvil, quien presentó una solución de 48 MW, para instalarse en tiempo récord.





Pero el proyecto de Mexicali contaba con un desafío extra. Por la pandemia de la COVID-19, la mayoría de los aeropuertos se encontraban cerrados, lo que dificultaba la llegada de los especialistas de Aggreko, tanto desde México como desde otros países de la región. Ante esto, la compañía realizó gestiones logísticas para que estos especialistas pudieran llegar a tiempo desde varias localidades para gestionar la instalación de los 62 generadores a gas natural (55 QSK60 y 7 J420C) distribuidos en dos locaciones, que estarían operando 24/7 para generar 48 MW de energía.

"En ESCO trabajamos todos los días comercializando energía y además apoyando a nuestros clientes con sus demandas energéticas para los ciudadanos de Mexicali. Hacerlo de forma eficiente y segura en época de una demanda excepcional es todo un desafío. Por eso sumamos la ayuda de Aggreko, que nos garantiza 48 MW adicionales para no correr ningún riesgo", afirmó Jorge Valdéz, Gerente General de ESCO.

El éxito de esta nueva solución prestada a ESCO es el fruto del trabajo conjunto con autoridades locales e internacionales para cumplir con los tiempos de instalación del proyecto, así como con la llegada del equipo técnico.

"Los especialistas que están trabajando en Mexicali se ofrecieron voluntariamente a ser parte del proyecto. Es una muestra más del enorme compromiso que tenemos en Aggreko con llegar a nuestros clientes con soluciones eficientes, pese al difícil contexto que nos toca vivir", afirma Pablo Varela, Director Ejecutivo de Aggreko para América latina y el Caribe.

Además, el equipo de seguridad y salud de Aggreko revisó el cumplimiento de todas las pautas y recomendaciones establecidas para garantizar la salud y la seguridad del personal, el cliente y las comunidades cercanas. El cuidado conjunto es nuestra principal herramienta para garantizar la seguridad sanitaria y, al mismo tiempo, sostener un servicio de excelencia para nuestros cliente".

IEASA cierra la campaña 2020 con precios récord

Por su sigla, GNL significa Gas Natural Licuado y se utiliza para poder trasladar el gas en estado líquido de un lugar a otro mediante barcos. El procedimiento de licuar gas natural precisa del enfriamiento del gas natural a –160 °C, reduciendo 600 veces su volumen. Para su traslado se utilizan barcos, que mantienen esa baja temperatura. El proceso del gas licuado se compone de tres fases:

- Licuación de Gas en puerto de carga.
- Transporte mediante buques metaneros.
- Regasificación e inyección a la red de gasoductos del país de destino para que luego llegue a nuestros hogares, las industrias, etc. Cada buque que ingresa viaja desde destinos lejanos, como Trinidad y Tobago, Estados Unidos, Qatar, y requieren de una planificación estricta para el ingreso y el posterior desarrollo de la operación en el puerto de descarga. El traslado del buque desde puerto de carga hasta la Argentina puede durar hasta 35 días.



IEASA realiza el seguimiento del buque y observa al instante la evolución de la demanda interna, manteniendo una coordinación permanente con todos los actores involucrados. El clima pude afectar tanto la factibilidad del ingreso de cargamentos, como la desviación de la demanda respecto de las estimaciones previas.





Esto obliga a mantener la sintonía con todas las autoridades intervinientes, como Prefectura, el operador del regasificador y agencias marítimas para que cada operación tenga buen término. Cada buque debe navegar por medio del Río Paraná de las Palmas, cuyo ingreso está limitado por el calado y precisa de suma atención en cada procedimiento. IEASA coordina estas minuciosas acciones para recibir cada cargamento.

Mediante estas operaciones contribuimos al abastecimiento de hasta el 25% del total de gas inyectado en el sistema nacional. Esto es posible, ya que al ser la empresa Estatal de energía somos la herramienta estratégica a través de la cual el Estado complementa la producción local de nuestros yacimientos de gas.

Informe Campaña 2020

Con la adjudicación del IV tender de GNL, completamos las compras instruidas para 2020, logrando los mejores precios en 12 años de historia, lo que generará un beneficio sustancial para el país y sus recursos.

Para la compra de GNL efectuamos procesos competitivos internacionales mediante el requerimiento de propuestas (*Request for proposal*) a proveedores y cada apertura de ofertas la transmitimos en vivo desde nuestra página web donde se podrá acceder a los resultados de las licitaciones. Coordinación que llevamos adelante junto con YPF como operador de la terminal Escobar y con el operador del regasificador.

Este trabajo en conjunto le ha permitido lograr el récord histórico de inyección de gas desde el buque regasificador, alcanzando un pico máximo equivalente a 22,7 MMm^3/día. Todo ello en momentos de pandemia donde las condiciones son aún más difíciles, por eso se vuelven más valiosos estos logros.



Wärtsilä gana un contrato de planta de energía de 200 MW en Sudamérica

El grupo tecnológico Wärtsilä suministrará una planta de energía flexible de 200 MW de carga base a un país en los Andes del Norte. La flexibilidad de la solución Wärtsilä eficiente pero de inicio rápido proporcionará la capacidad de equilibrio de la red que es esencial con cantidades crecientes de generación intermitente de energía eólica y solar que ingresan a los sistemas de energía. Al mismo tiempo, servirá como una planta de capacidad para respaldar el sistema en caso de escasez. El contrato se firmó en junio.

La operación comercial está programada para comenzar a fines de 2021. Cuando esté en funcionamiento, la planta de 200 MW suministrará electricidad a la red nacional.

La planta estará impulsada por 11 motores Wärtsilä 50SG que funcionan con gas natural. Wärtsilä está suministrando e instalando la planta sobre una base completa de ingeniería, adquisición y construcción (EPC).

Gonzalo Granda, Gerente de Desarrollo de Negocios, Wärtsilä Energy dijo: "Este es un paso importante para Wärtsilä, ya que continuamos expandiéndonos desde nuestros mercados tradicionales en esta región a un nuevo segmento clave: carga base flexible. Estamos felices de que este cliente de un paso importante en la inversión en este proyecto".

Sampo Suvisaari, Director de Negocios de Energía para América Latina Norte, Wärtsilä Energy sostuvo: "La planta será otro ejemplo de la mejor solución de carga flexible Wärtsilä en su clase en un sistema con una alta proporción de energía renovable. Estamos en el camino hacia un futuro de energía cien por ciento renovable, lo que significa que se necesitará cada vez más una carga eficiente y de arranque rápido y flexibilidad para equilibrar los sistemas de energía. También fue notable que el contrato de construcción se negoció de forma remota de principio a fin".



Naturgy presentó la 16° edición de su Informe de Responsabilidad Corporativa

Naturgy presenta la décimo sexta edición de su Informe de Responsabilidad Corporativa, que reúne los avances logrados durante 2019, así como los desafíos que plantea este 2020 donde la pandemia de coronavirus llevó a readaptar todos los planes de acción.



"A través de las páginas de este documento, podrán identificar los principales logros de nuestra gestión en materia económica, social y ambiental, que son el reflejo de los esfuerzos realizados por nuestros colaboradores para avanzar en la integración de prácticas responsables en nuestras operaciones", sostuvo Alberto González Santos, Gerente General de Naturgy en la Argentina.

Líder en esta materia, la compañía ha elaborado sus informes siguiendo los más reconocidos estándares internacionales de sustentabilidad. Desde la primera edición, en 2004, Naturgy pasó gradualmente por las distintas ediciones y los niveles de aplicación de las guías de Iniciativa de Reporte Global, prestigiosa organización internacional que promueve criterios de rigor y transparencia en la elaboración de los informes de sostenibilidad que realizan las principales empresas del mundo. Este año, el informe se realizó de acuerdo con la Guía de Estándares de Global Reporting Initiative, a los 10 Principios del Pacto Mundial de Naciones Unidas (este documento es la COP en su versión Avanzada) y trabajando con la herramienta SDG Compass, para integrar y rendir cuenta de los avances de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

"Llevamos ya 16 años de historial en esta triple rendición de cuentas, que nos han permitido fortalecer nuestro sistema de medición de la gestión sustenta-

ble del negocio, teniendo como resultado indicadores robustos y comparables, que permiten medir el éxito de nuestros esfuerzos en la creación de valor, no solo económico, sino también social y ambiental. En este camino recorrido, ha sido clave la inclusión de herramientas y acciones para conocer las expectativas de nuestros grupos de interés, y así poder dar respuesta a las mismas. A través de un diálogo abierto y transparente escuchamos a nuestros públicos para conocer sus inquietudes y así enriquecer la gestión de nuestro negocio y avanzar en acciones que nos permitan alcanzar una sociedad más justa y próspera", afirmó Bettina Llapur, Directora de Comunicación de Naturgy.

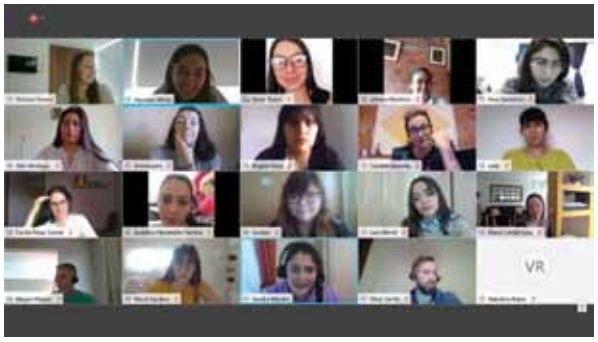
El informe se realizó con el apoyo de Sustentia y fue verificado externamente por Deloitte Argentina, quienes prestaron plena conformidad para la edición. Desde el primer informe en 2004, se creó dentro de la compañía, el Grupo de Sustentabilidad encargado de integrar todas las áreas en la gestión de la responsabilidad corporativa y de participar en el análisis y medición de indicadores.

Esta nueva edición del informe de sustentabilidad, a la luz de las terribles consecuencias de la pandemia de la COVID-19 en el mundo entero, reafirma que la actuación de las empresas debe ser analizada siempre teniendo en cuenta su triple impacto. Al respecto, Bettina Llapur sostuvo: "Ahora, más que nunca, debemos analizar todo el desempeño de las empresas como actores sociales responsables y creemos que su impacto en la comunidad será decisivo para la recuperación de los daños ocasionados por la pandemia".

El Informe de Responsabilidad Corporativa 2019 está disponible en la página Web de la empresa: https://www.naturgy.com.ar/servlet/ficheros/1297164303845/IRCnaturgy2019.pdf

GeoPark reúne a sus becarias en un espacio virtual

GeoPark se complace en informar que, desde el pasado junio, creó su grupo de Becarias en Workplace, integrando así a 13 estudiantes universitarias de la Argentina, Chile y Colombia en un espacio virtual que la compañía utiliza como canal de comunicaciones internas. El nuevo sitio busca promover la interacción y la vinculación entre las beneficiarias del Programa de Becas Universitarias Timothy O´ Shaughnessy para Mujeres en Ciencias e Ingenierías que GeoPark desarrolla desde 2013. Al mismo tiempo, les ofrecerá propuestas pensadas especialmente para el acompañamiento académico y profesional de las estudiantes a través de capacitaciones, charlas y espacios de consulta con experimentados profesionales de la compañía en diferentes regiones. Antes de comenzar el encuentro virtual, la Directora de Capacidades y Cultura de GeoPark, Agustina Wisky, brindó la bienvenida a las becarias y enfatizó la convicción con la que la Compañía lleva adelante su programa de educación. "Este es un pilar fundamental para el desarrollo de nuestras comunidades y con este programa contribuimos al crecimiento de cada territorio donde operamos, brindando más oportunidades laborales y mejorando la calidad de vida de las personas".







Durante el evento de creación del espacio virtual, las becarias celebraron esta nueva forma de conectarse entre ellas y también con referentes de la industria. "Nos agrega valor en nuestro crecimiento y desarrollo académico, y nos permite interactuar con otros profesionales y futuras colegas de la región", destacó Jocelyn Vallejos, estudiante de Ingeniería Civil y becaria por la ciudad de Punta Arenas, Chile.

Por su parte, Micol Aguilera, estudiante de Ingeniería Química de Cutral Có, localidad en la provincia argentina de Neuquén, recalcó la posibilidad de conocerse con otras becarias y hacer parte de una nueva comunidad.

"Con esta plataforma nos vamos a sentir mucho más cerca a pesar de la distancia, y lo más especial es que nos hacen sentir parte de la empresa", dijo. Para Adriana Del Pilar Martínez Rincón, estudiante de Ingeniería Eléctrica del departamento de Casanare en Colombia, se trata de "una gran oportunidad para intercambiar conocimiento con otras alumnas y poder interactuar con prestigiosos profesionales".

A través de su Programa de Becas Universitarias para mujeres en carreras de Ciencias e Ingenierías, GeoPark busca brindar acceso a educación universitaria a jóvenes de las regiones donde la Compañía opera, generando la posibilidad de formarse en carreras de Ciencias e Ingenierías o afines.

El Programa hoy cuenta con estudiantes en diferentes etapas de sus carreras académicas y sus estudios abarcan disciplinas como Ingeniería Química, Ingeniería Civil, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Eléctrica.

En el marco de su estrategia de sustentabilidad, GeoPark tiene como prioridad impulsar proyectos educativos en las comunidades vecinas a sus operaciones, con el compromiso de convertirse en el vecino y aliado preferido a partir de una relación sustentable de aprendizaje y beneficio mutuo.

GeoPark es una compañía independiente líder en Latinoamérica en exploración, operación y consolidación de hidrocarburos con plataformas y activos de crecimiento en Colombia, Perú, Argentina, Brasil, Chile y Ecuador. Bajo su misión "Crear Valor y Retribuir", la compañía impulsa programas de inversión social sostenibles y articulados con el Estado, las autoridades locales y las comunidades, con el fin de propiciar cambios favorables en los entornos en los que actúa.

Taller de Diversidad e Inclusión organizado por la CIQyP® y el IPA

La Cámara de la Industria Química y Petroquímica (CIQyP®) y el Instituto Petroquímico Argentino (IPA) comunican la realización del Taller "Diversidad e Inclusión en la Industria Química Argentina", en julio último.

La actividad virtual fue organizada por la CIQyP®, en conjunto con la Red de Diversidad e Inclusión del IPA, y buscó generar un espacio en el cual las empresas





líderes del sector puedan compartir las acciones que llevan a cabo en materia de D+I, con su principal foco en el género. Este encuentro, que contó con varios referentes del sector, como YPF, Dow y BASF, fue una oportunidad para intercambiar ideas y puntos de vista acerca de cómo el sector está impulsando transformaciones en Diversidad + Inclusión.

Este tipo de propuestas forman parte del trabajo que están realizando en conjunto la CIQyP® y el IPA desde abril, luego de comunicar la unificación de ambas entidades, las cuales mantienen cada una su identidad y cuyo objetivo es modernizar y potenciar la representatividad de la industria; organizar estructuras más livianas con foco en la conexión y cooperación; alinearse a los propósitos de los Socios/Industria y lograr un trabajo colaborativo con otras instituciones del sector.

La Cámara de la Industria Química y Petroquímica es una asociación civil sin fines de lucro, fundada en 1949 con el objeto de representar a las empresas del sector químico y petroquímico. Agrupa a más de 150 compañías afines que representan el 80% del valor agregado industrial del sector conformado por grandes, medianas y pequeñas empresas de capital internacional y nacional. Promueve el crecimiento y desarrollo sustentable del sector por medio de iniciativas de sus empresas socias y la administración del PCRMA®, un programa voluntario que impulsa la mejora continua en seguridad, salud ocupacional y medio ambiente.

El Instituto Petroquímico Argentino es una insti-

tución privada sin fines de lucro, cuyos objetivos fundamentales don la promoción de la investigación tecnológica aplicada, la realización de estudios y análisis sectoriales, la capacitación de técnicos y profesionales para la actividad petroquímica y la realización de otros servicios que apuntan al desarrollo de la petroquímica. Vale destacar que la estructura societaria del IPA es única, pues sus miembros son empresas públicas y privadas, de producción, distribución, comercialización, ingeniería, instituciones universitarias y de investigación y profesionales independientes.

Agrekko: el futuro de la energía está en la descentralización

La Energy Information Administration (EIA), institución responsable de recopilar, analizar y difundir información energética de Estados Unidos y el mundo, indica que el consumo global de energía aumentará un 50% para 2050. Frente a esta situación Aggreko, experto en energía modular y móvil, desarrolló las microrredes, una solución que genera medios para tener mayor autonomía en la generación de energía, y así poder hacer frente a la creciente demanda.

La necesidad de generar energía amigable con el ambiente y el aumento de los precios de las energías renovables da lugar a pensar un nuevo modo de ver los sistemas de energía en nivel global. Las microrredes que propone Aggreko, permiten reducir costos, además de incrementar la eficiencia energética, integrando fuentes térmicas con renovables a través de sus baterías de almacenamiento. El desafío de nuestro futuro cercano se encuentra en la descentralización de la generación de energía, para que tenga la flexibilidad de responder a distintas necesidades. Estas aplicaciones son muy exitosas para proyectos Mineros y de Petroleo y Gas que se encuentran fuera de la red.

Las microrredes proveen a sus usuarios un mayor control sobre el consumo de energía. Brindan un amplio menú de opciones para generación de energía, tipos de combustible y modos de almacenamiento. Todas estas innovaciones permiten un control absoluto sobre los costos y las emisiones, para llevar adelante operaciones con un control total de los gastos energéticos y las fuentes que utilizamos.



"La descentralización de los sistemas de energía permite adaptar la producción a lo que cada cliente necesita. La prevalencia de sistemas descentralizados va a seguir creciendo globalmente, su disminución en las emisiones, sus costos más bajos y su flexibilidad no dejan duda de que son el futuro", afirma Pablo Varela, Director Ejecutivo de Aggreko para Latinoamérica y el Caribe.

En un mundo que cambia permanentemente, siempre es necesaria energía modular y flexible, que permita solucionar problemas de manera rápida y eficiente. Aggreko se propone ayudar a sus clientes a determinar formas claras y eficientes de adaptar la energía a sus usos y necesidades.

Pampa Energía invirtió 350 millones de dólares en la Central Genelba



Pampa Energía invirtió 350 millones de dólares en la Central Genelba, que se transforma en una de las más grandes y eficientes del país, con una potencia instalada de 1.237MW.

El presidente de la Nación, Alberto Fernández, participó recientemente en una videoconferencia del acto de puesta en marcha del nuevo Ciclo Combinado de la Central Termoeléctrica Genelba, ubicada en Marcos Paz, provincia de Buenos Aires.

Pampa Energía invirtió 350 millones de dólares en la obra que demandó el trabajo de más de 1.500 personas. Con esta ampliación, Genelba pasa a tener 1.237 MW de potencia instalada, suficiente para generar energía para 2.500.000 hogares. Y lleva el total de potencia de Pampa Energía a superar los 5.000 MW, equivalente al 12% de la potencia instalada de todo el país.

Del acto participaron el intendente de Marcos Paz, Ricardo Curutchet, quien dio las palabras de bienvenida y reconoció la importancia de la obra para su distrito y para el país, funcionarios nacionales, provinciales y municipales, empresarios y el personal de Pampa.

"Esta obra nos enorgullece, no solo por el nivel tecnológico, sino también por el esfuerzo y el profesiona-

lismo que puso nuestra gente para poder terminarla a tiempo, a pesar de la pandemia y las dificultades", dijo Marcelo Mindlin, presidente de Pampa.

Luego señaló que con esta obra la empresa consolida un plan de expansión que incrementó 1.475 MW la potencia instalada, lo que demandó inversiones por más de 1.500 millones de dólares. Y agregó: "estamos convencidos de que este no es momento de parar. Por eso, trabajamos, en sociedad con YPF, en el cierre del Ciclo Combinado de la Central Termoeléctrica Ensenada Barragán, donde invertiremos alrededor de 200 millones de dólares. Creemos que el desarrollo de tecnología eficiente es la única manera de reducir el costo de la energía eléctrica de manera sustentable".

Por último, Mindlin recordó: "En 2003 nos juntamos un grupo de empresarios argentinos con el sueño de construir una empresa energética líder, de capitales nacionales: así nació Pampa Energía. En ese año, el 70% de la potencia instalada estaba en manos de empresas extranjeras. Gracias a las sucesivas convocatorias que hizo el Estado y al esfuerzo inversor de muchos empresarios, esa relación se revirtió. Hoy el 70% de la potencia instalada corresponde a compañías nacionales".

El Ciclo Combinado tiene la gran ventaja de generar mayor cantidad de electricidad sin consumir más combustible, ya que la turbina de vapor es alimentada por los gases que emanan las turbinas de gas. Este proceso aumenta considerablemente su eficiencia y contribuye al mayor cuidado del ambiente.

Buenos Aires, junio 25 de 2020.

AmCham renueva autoridades

La Cámara de Comercio de Estados Unidos en Argentina, AmCham, anunció la conformación del nuevo Directorio vigente desde junio de 2020. Bajo la presidencia de Roberto Alexander (IBM), la última asamblea de socios aprobó la renovación de autoridades y decidió la incorporaron nuevos directores pertenecientes a las compañías más importantes del país. En línea con el compromiso asumido desde AmCham hace algunos años, en pos de incorporar más mujeres al Directorio, este año un 30% es ocupado por CEOs mujeres. El objetivo es llegar a un 50% para 2024.

Comité Ejecutivo

Presidente: Roberto Alexander - IBM
Vicepresidente I: Facundo Gómez Minujín - J. P Morgan
Vicepresidente II: Sergio Kaufman - Accenture
Secretario: Pablo Orsei - Motorola Solutions
Tesorero: Gabriel Sakata - Cisco Systems
Prosecretaria: Gabriela Renaudo - Visa
Protesorera: Mariana Schoua - Orazul Energy
Vocal: Paula Altavilla - Whirlpool
Vocal: Daniel De Nigris - ExxonMobil
Vocal: Martín Genesio - AES
Vocal: Luis Guastini - ManpowerGroup


Alexander, Roberto
IBM
Presidente


Gómez Minujín, Facundo
J.P. Morgan
Vicepresidente


Kaufman, Sergio
Accenture
Vicepresidente II

Directores Titulares

Manuel Abelleyra - DirecTV
Carlos Bargiela - Metlife
Diego Bekerman - Microsoft
Pablo Beramendi - Google
Silvia Bulla - DuPont
Juan Diddi - Bristol-Myers Squibb
Mariano Dolhare - Hewlett Packard
Julio Figueroa - Citibank
Gabriel López - Ford
Enrique Seeber - American Express
Nicolás Váquer - Pfizer
Alejandro Yapur - Arcos Dorados
Mauricio Zanatta - Prudential Seguros



Profesionales & consultores

VYP CONSULTORES S.A.
Desarrollo de Yacimientos
Exploración
Análisis de Economía y Riesgos
Auditoría y Certificación de R&R
(54-11) 5352-7777 www.vyp.com.ar
El mejor asesoramiento para sus proyectos y negocios de E&P

GiGa Consulting
Incluidos en el Registro de Auditores y Certificadores de Reservas de la Secretaría de Energía
Alejandro Gagliano
agagliano@gigaconsulting.com.ar
Hugo Giampaoli
hgiampaoli@gigaconsulting.com.ar
Edificio Concord Pilar
Sección Zafiro Of.101-104
Panamericana Km.49,5 (1629)
Pilar - Bs. As.- Argentina
Tel: +54 (230) 4300191/192
www.gigaconsulting.com.ar

Promocione sus actividades en *Petrotecnia*
Los profesionales o consultores interesados podrán contratar un módulo y poner allí sus datos y servicios ofrecidos.

Informes: Tel.: (54-11) 5277-4274 Fax: (54-11) 4393-5494
E-mail: *publicidad@petrotecnia.com.ar*

Directores Suplentes

Gabriela Aguilar - Excelerate Energy
Manuel Aguirre - Vista Oil & Gas
Martín Barbafina - PwC Argentina
Gabriela Bardin - Procter & Gamble
Verónica Binaghi - Visteon
Guillermo Browne - MSD
Eduardo Coduri - EY
Fernando Cozzi - Cargill
Juan Farinatti - Bayer
Dolores Fernández Lobbe - Walmart
Néstor García - KPMG
Cecilia Giordano - Mercer
Carlos Homedes - Nike
Guillermo Malm Green - Brons & Salas
Tatiana Marante - Janssen
Javier Martínez Álvarez - Tenaris
Diego Alfredo Ordóñez - Dow
Federico Ovejero - GM
Andrea Peña Niño - United Airlines
Silvina Prette - FedEx Express
Alejandro Sánchez - Abbot Laboratories
Karla Schlieper - Mondelez
Sebastián Wodka - S.C. Johnson & Son
Lorena Zicker - Amazon Web Services

Nuevo presidente del Grupo Sener

Desde Madrid, la firma Sener anunció que a partir del julio, Andrés Sendagorta, hasta ahora vicepresidente de SENER, es el nuevo presidente del grupo, al tomar la posta de Jorge Sendagorta, quien continuará vinculado al Grupo SENER como presidente de honor.

Andrés Sendagorta es diplomado en Dirección General por el Instituto de Estudios Superiores de la Empresa (I.E.S.E Universidad de Navarra), miembro del Consejo Rector de Instituto de Estudios Bursátiles y presidente de la Asociación de Empresa Familiar de Euskadi (AEFAME). Capitán de Corbeta y piloto naval de reactores Harrier a bordo de portaaviones (U.S. Navy y Armada Española). En 2009 fue condecorado con la Gran Cruz del Mérito Naval.



La vinculación profesional de Andrés Sendagorta con SENER se fraguó, primero, como consejero y diez años después, desde 2000, como vicepresidente del Grupo. En 2018 fue nombrado presidente de la Fundación SENER. Para Andrés Sendagorta, "Tras 20 años como directivo de SENER, es un honor poder liderar este equipo de magníficos profesionales en los nuevos retos que tenemos por delante y quiero agradecer a mi predecesor el apoyo con el que he contado siempre como vicepresidente y con el que sé que contaré también ahora que Jorge Sendagorta sigue en SENER en calidad de presidente de honor".

Jorge Sendagorta ha señalado que "Toda mi vida he estado vinculado a SENER y lo seguiré estando, pero ahora toca hacerlo desde otro espacio y hacerlo después de haber preparado esta sucesión de modo ordenado y conforme establece nuestro protocolo familiar en estos últimos años.

Estoy profundamente satisfecho de la transición realizada, SENER queda en las mejores manos, y desde mi nueva posición tendré ocasión de presenciar las nuevas páginas de la historia de SENER que comiencen ahora".

Además del nombramiento de presidente, se ha nombrado a Jorge Sendagorta Cudós nuevo CEO, para suceder a Jorge Unda. Jorge Sendagorta Cudós era hasta ahora, y desde 2018, el director general de SENER Ingeniería. Formado como Ingeniero Superior Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI con especialidad en Ingeniería Mecánica, cursó un máster en esa misma especialidad en la Universidad de Berkeley, California.

Cuenta también con un máster en Administración de Empresas por el IESE. Tras su paso por FCC y General Electric, comenzó su carrera en SENER en 2012 como director de proyecto en el área de energía. En 2015 fue nombrado Country Manager de SENER en México, la principal oficina del Grupo SENER fuera de España con más de 350 profesionales.

Más información: Oihana Casas. Comunicación. SENER. Tel (+34) 918077318 /(+34) 679314085 www.grupo.sener

Para Jorge Sendagorta Cudós, "Ha sido un privilegio trabajar junto a Jorge Unda y aprender de él. Ahora es el momento de seguir trabajando junto con el nuevo presidente de SENER, Andrés Sendagorta, y nuestras personas para desarrollar el SENER del mañana". Jorge Unda ha indicado que "SENER ha sido mi casa durante una parte importantísima de mi vida. Empieza una nueva etapa con nuevos liderazgos que deberán afrontar los retos que se les presenten en este siglo XXI y que hagan de SENER un grupo mejor".

Tenaris, "Campeona de la Sustentabilidad" por tercera vez consecutiva



Por tercera vez consecutiva, Tenaris fue distinguida entre los Campeones de la Sustentabilidad del año por la Asociación Mundial del Acero (Worldsteel). Desde su creación en 2018, Tenaris siempre ha obtenido el galardón.

La Worldsteel es una de las mayores y más dinámicas entidades industriales del mundo, con miembros en los principales países productores de acero. En ella confluyen empresas, asociaciones regionales e institutos de investigación. Sus integrantes reúnen el 85% de la producción global de acero.

Este reconocimiento es el resultado de un proceso de varios pasos. Para ser elegidas, las empresas deben firmar primero la Carta de Desarrollo Sustentable de Worldsteel, cuyos ejes son la seguridad y la salud de todos los involucrados en el proyecto industrial, el desarrollo de las comunidades circundantes, una gestión ética y transparente y el cuidado del medioambiente.

Luego, las compañías deben proporcionar mediciones durante todo el año en los seis indicadores de sustentabilidad de la institución, que incluyen la eficiencia de los materiales, los sistemas de proceso de gestión ambiental, la tasa de frecuencia de lesiones con tiempo perdido, la capacitación de los empleados, la inversión en nuevos procesos y productos y el valor económico distribuido.

Las empresas también tienen que facilitar datos del Inventario del Ciclo de Vida (LCI) al programa de recolección de Worldsteel, dirigido a garantizar la sustentabilidad de los productos siderúrgicos y sus derivados.

Además de las mediciones, se espera que las compañías trabajen con objetivos sustentables, destacando todos los datos y logros en un Informe Anual de Sustentabilidad. Una empresa también debe ser preseleccionada en al menos una categoría de los premios Steelie de Worldsteel, que reconocen aportes extraordinarios a la industria, o distinguida en el Programa de Reconocimiento de Seguridad y Salud para completar la elegibilidad.

Normalmente, los premios Campeones se entregan en la junta directiva de Worldsteel, pero debido a la pandemia de la COVID-19, este año los premios se enviaron a representantes de las empresas en sus países de origen.

"A largo plazo, el mundo reanudará un camino de crecimiento y la necesidad de un suministro confiable de energía será esencial para la recuperación. Pero si bien debemos estar preparados para el futuro, también debemos actuar con rapidez y resolución para enfrentar los desafíos de hoy en día", manifestó Paolo Rocca, CEO de Tenaris, tras recibir el galardón.

TGN en el ciclo de charlas del Centro Argentino de Ingenieros

Con el título "Aislamiento Social: ¿tiempo de oportunidades?", TGN participó del ciclo de charlas organizado por el CAI con el objeto de compartir sus experiencias a partir de la declaración de cuarentena, para ilustrar cómo su compromiso con la innovación tecnológica en cada área de la empresa le permitió abordar el desafío al estar preparados de antemano.



"Ante un evento tan disruptivo como la pandemia de la COVID-19, el proceso de inversión, innovación y cambio cultural iniciado hace algunos años fueron factores claves para dar las respuestas operativas, de soporte tecnológico y de contención tanto a nuestros clientes como a nuestros equipos" señaló el Ing. Daniel Ridelener, Director General de TGN, al iniciar la presentación.

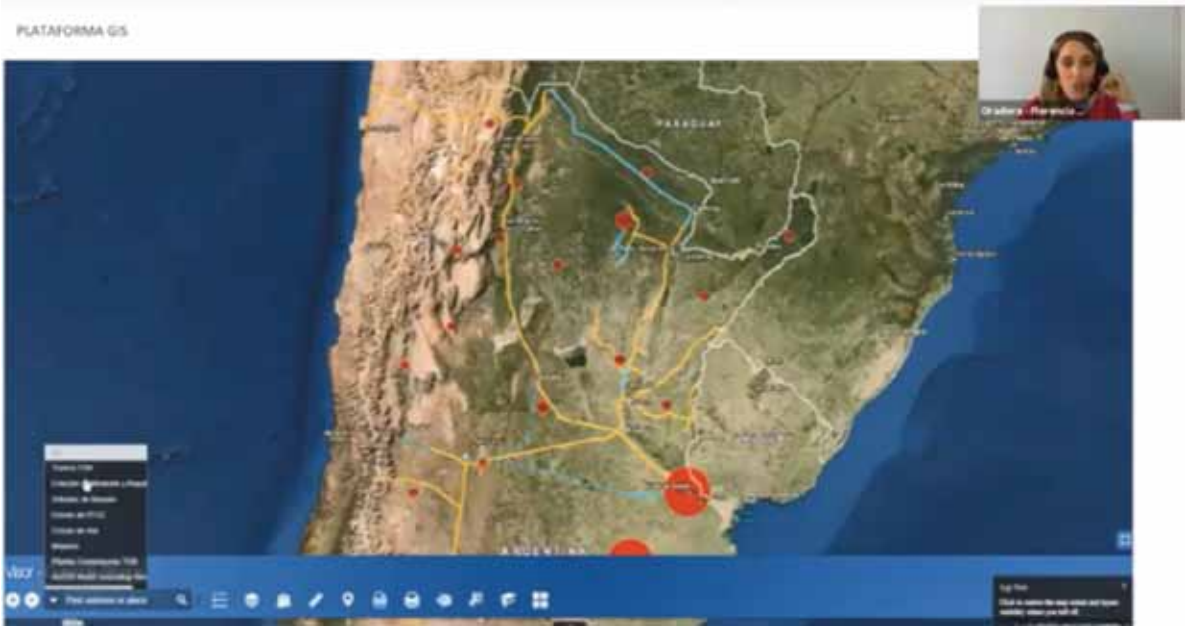
Antes de introducir a los colaboradores que lo acompañaron durante este encuentro, Ridelener expuso sobre la actividad de TGN y su dispersión geográfica

IBC™
International Bonded Couriers

International Bonded Couriers

• Courier Internacional y Nacional
• Cargas Aéreas y Marítimas
• Servicio Puerta a Puerta

Bartolome Mitre 1612 PB c.p. (1037) - Capital Federal
Tel. 0810-3450-422 desde el ext. +54 (11) 4381-7575
E-mail: ventas@ibcinc.com.ar - web:ibcinc.com.ar



y contó cómo se está acelerando el desarrollo de tecnologías aplicadas a la operación de ductos de alta presión y a la capacitación virtual de sus equipos.

A cargo de la Gerencia de Sistemas, Roberto Centomo, habló sobre los desafíos que sorteó el Área de Tecnología Informática para la habilitación masiva de colaboradores al acceso remoto a Sistemas Corporativos. "Potenciamos las herramientas colaborativas y aceleramos la transformación digital para implementar soluciones a situaciones nuevas surgidas de la ASPO. En este sentido, uno de los logros más destacados fue la implementación del RemoteEye, solución de realidad mixta que permite el soporte remoto. Para citar solo un ejemplo, un ejecutor de campo con un anteojo RealWear HMT-1 puede comunicarse con uno o más especialistas para recibir instrucciones y completar una tarea operativa".

Eduardo Daniel Mascaro, Subgerente de Tecnología Operativa, detalló el funcionamiento de la infraestructura operativa y la posibilidad del acceso remoto a las estaciones de trabajo lo cual "nos permite multiplicar capacidades locales y maximizar la eficiencia, sentando a nuestros especialistas de forma inmediata, sin importar su ubicación y minimizando tiempos de traslados y de respuestas".

Mientras Juan Schuman, Jefe de Instrumentación, Control y Energía, compartió algunos ejemplos de repuesta de asistencia y soporte remoto durante la operatoria de los sistemas de la compañía, destacando las ventajas de contar con estos recursos en un contexto como el actual. Germán Mancuso, especialista en protección anticorrosiva, ilustró un proyecto de diseño propio en el que TGN viene trabajando hace varios años sobre Tecnología y Monitoreo Remoto aplicado a la gestión y la operación de los sistemas de protección catódica en TGN.

Florencia Piñeiro, Analista de Geomática, compartió información del Sistema de Información Geográfico (GIS), una plataforma que está conectada y sincronizada con los datos técnicos de los activos de la compañía almacenados en SAP. "Los sistemas GIS son una herramienta que permiten involucrar a todos los usuarios de la compañía independientemente del lugar donde se encuentren para alimentar el reservorio de los datos, incluso en ambientes sin conexión a internet. En contextos extraordinarios como el actual, en el que los equipos realizan su trabajo en forma remota, haber transitado por procesos largos y dificultosos de digitalización de registros, almacenamiento de los datos en bases de datos geográficas garantizando su calidad y el haberlos puesto a disposición de toda la compañía ha representado un enorme beneficio. Este trabajo fue reconocido internacionalmente".

En la fase final, Paula Bokser, Jefa de Capacitación y Empleos, presentó el Centro de Transferencias de Conocimientos (CTC) que TGN viene desarrollando hace años y que permite que los líderes técnicos compartan sus conocimientos con el resto de la compañía. Y señaló: "En este marco hubo una transformación digital a través de aulas virtuales y procesos de E-learning que nos permitió continuar con las capacitaciones a pesar de este escenario adverso". Asimismo, destacó la implementación de la realidad virtual para entrenar a los profesionales en diferentes áreas operativas, logrando estar a la vanguardia en la formación profesional. "El uso de herramientas de Realidad Aumentada para operar y dar soporte a nuestros gasoductos en forma remota y distribuida logró mejorar la experiencia de nuestros operadores en campo a la hora de realizar sus tareas, reducir los tiempos de resolución y generar evidencia digital del proceso" y acotó "La mayoría de estos desarrollos que estamos comentando en esta charla ya se venían desarrollando y esto nos permitió estar mejor preparados para enfrentar este escenario".

De los aportes de cada uno de los colaboradores de TGN para abordar la temática propuesta por el CAI surge el compromiso de TGN con la innovación tecnológica como un hilo conductor que une transversalmente todas las áreas de la compañía, apuesta a la que se suma un ambiente profesional joven y dinámico donde el cambio cultural apostó a la mejora de clima y el crecimiento de cada uno de sus integrantes.

La presentación completa se puede ver en el Linkedin de TGN @transportadoradegasdelnorte o en el siguiente enlace https://www.youtube.com/watch?v=5BG4S-4Pps4



Agenda plena, en cuarentena

La cuarentena impuesta a raíz de la pandemia de COVID-19 llevó al instituto a repensar la manera de realizar sus actividades programadas para 2020.

Y desde luego, no fue obstáculo para llevar adelante una actividad intensa basada en nuevos cursos con la modalidad *streaming* y exitosos seminarios y series de jornadas *online* de prácticamente todas las comisiones, con numerosa asistencia, que aún seguirán hasta fin de año.



Próximos cursos *streaming*

08 Agosto

24 al 28 de agosto
MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL
Instructor: *P. Subotovsky*

25 al 28 de agosto
DE LA ROCA MADRE AL RESERVORIO NO CONVENCIONAL
Instructor: *R. Veiga*

31 de agosto al 4 de septiembre
INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA Y LA NORMA ISO 50.001
Instructora: *A. Heins*



09 Septiembre

7 al 11 de septiembre
ESTACIONES DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DE GAS NATURAL
Instructor: *D. Brudnick*

7 al 11 de septiembre
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INDUSTRIAS DE PROCESOS
Instructora: *A. Afranchi*

14 al 18 de septiembre
INTRODUCCIÓN AL PROJECT MANAGEMENT, OIL & GAS
Instructores: *F. Akselrad* y *N. Polverini*

14 al 18 de septiembre
INTRODUCCIÓN A LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO
Instructores: *L. Stinco, A. Liendo, M. Chimienti, P. Subotovsky y A. Heins*

14 al 18 de septiembre
INGENIERIA DE RESERVORIOS
Instructor: *J. Rosbaco*

22 al 25 de septiembre
CÁLCULO Y CLASIFICACIÓN DE RESERVAS DE RECURSOS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES
Instructor: *J. Rosbaco*

23 al 25 de septiembre
DOCUMENTACIÓN DE INGENIERÍA PARA PROYECTOS Y OBRAS
Instructor: *D. Brudnick*

28 de septiembre al 2 de octubre
PROCESAMIENTO DE GAS NATURAL
Instructores: *C. Casares* y *E. Carrone*

28 de septiembre al 2 de octubre
TALLER DE BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE
Instructor: *P. Subotovsky*

10 Octubre

5 al 9 de octubre
CONTROL DE CALIDAD DE PERFILES Y MEDICIONES DE LABORATORIO
Instructor: *A. Khatchikian*

19 al 23 de octubre
TALLER DE ANÁLISIS NODAL
Instructores: *P. Subotovsky*



EPG
ESTADÍSTICAS DE PETRÓLEO Y GAS

INSTITUTO ARGENTINO DEL PETROLEO Y DEL GAS

Indicadores de la industria del Petróleo del Gas

Cifras acumuladas del 1° Semestre del año 2020 Vs 1° Semestre 2019 - N°7

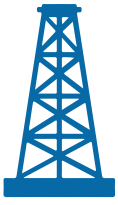


La **producción de Petróleo** total país del primer semestre 2020 fue de 14,1 millones de m3, es decir 77.545 m3/día, un 2,77 % menos que el mimo período del año anterior que fue de 79.756 m3/día.

Mientras que la **producción No Convencional de Petróleo**, creció un 31.5 % en este primer semestre, alcanzando los 18.406 m3/día, contra los 14.001 m3/día correspondiente al mismo período del año 2019.

La **producción de Gas Natural** total país en el 1er semestre 2020, alcanzó los 22,8 miles de millones de m3, es decir 125,3 millones de m3/día, un 5,8 % inferior a lo producido en el mismo período del año anterior que fue de 133 millones de m3/día.

En tanto, la **producción No Convencional de Gas**, decayó en este semestre un 2,4 %, alcanzando los 9,85 miles de millones de m3, es decir 54,1 millones de m3/día contra los 55,47 millones de m3/día registrados en el mismo período del año 2019.



La perforación cayó un 57,7 %, 189 pozos terminados en este semestre, contra 447 pozos perforados en el semestre del año anterior.



La **elaboración de petróleo** bajó un 10 %, se elaboraron 12,05 millones de m3 este año, contra 13,42 millones de m3 elaborados en el semestre del año pasado.

Las ventas de Motonaftas (Súper + Ultra) en el semestre 2020 fueron de 3,2 millones de m3, un 28,8 % menos respecto al año anterior que fue de 4,49 millones de m3, mientras que la venta de Gas Oil registró una caída del 15 % con 5,3 millones de m3 vendidos al mercado contra 6,2 millones de m3 vendidos el año pasado.



Las **importaciones de Gas Natural** crecieron es este semestre cerca del 1 %, 3,2 miles de millones de m3 importados durante el período 2020, mientras que en el mismo período del año anterior se importaron 3,17 miles de millones de m3. No se registraron **importaciones de Petróleo** en ambos períodos.

Por último, las **exportaciones de Petróleo** aumentaron un 33 %, alcanzaron 1,5 millones de m3, mientras que en el semestre del año pasado fueron 1,13 millones de m3.

Fuente: SIPG - Instituto Argentino del Petróleo y del Gas 2020© - Se puede utilizar citando la fuente.

ÍNDICE DE ANUNCIANTES



AXION ENERGY	57
BAKER HUGHES	29
CGC	Contratapa
CN SAPAG	Retiro de contratapa
COMPAÑÍA MEGA	17
CURSOS ON LINE	99
CURSOS STREAMING	93
ENSI	31
FUNCIONAL	25
GABINO LOCKWOOD	39
GIGA	115
HALLIBURTON ARGENTINA	9
IBC- INTERNATIONAL BONDED COURIERS	117
INDUSTRIAS J.F. SECCO	61
IPH	85
KAMET	73
MARSHALL MOFFAT	13
METALURGICA SIAM	15
MORKEN GROUP	63
PAN AMERICAN ENERGY	Retiro de contratapa
PECOM SERVICIOS ENERGIA	45
SHELL ARGENTINA	77
SUPERIOR ENERGY	73
TECPETROL	21
TOTAL	7
TUBHIER	69
V Y P	115
WINTERSHALL DEA	51
WPC	81

Suplemento Estadístico

HALLIBURTON ARGENTINA	RETIRO DE CONTRATAPA
INDUSTRIAS EPTA	CONTRATAPA
INGENIERIA SIMA	RETIRO DE TAPA

OBRAS VIALES Y CIVILES

CN sapag s.a.

50 AÑOS HACIENDO REALIDAD PROYECTOS

TRAYECTORIA

SUSTENTABILIDAD

FLEXIBILIDAD

COMPROMISO

CALIDAD



Contribuimos a la conectividad y al desarrollo energético

CN SAPAG S.A
Unidad de Negocio OIL & GAS
Ruta nacional N° 22 - Km 1233
CP: 8316 - Plottier - Provincia de Neuquén - Argentina
+54 299 493 4482
cnsapag@cnsapag.com.ar
www.cnsapag.com.ar

CGC

Inauguramos la primera planta de almacenamiento de gas subterráneo en Argentina, la cual permitirá producir todo el año sin interrupciones y mejorar la disponibilidad según la demanda.

Porque todo desafío es posible cuando se trabaja con pasión.

Convertir desafíos en energía



CORPORACION AMERICA