



8 al 11 de Noviembre de 2022

Sesiones Generales

Geomecánica

Editores

Agustín Sosa Massaro, Pluspetrol S.A.
Damian Hryb, YPF S.A.
Claudia Terán, YPF S.A.
Marcelo Frydman, Phoenix Global
Martín Paris, Socio Personal
Alejandro Nawratil, CAPSA
Scarlet Guerra, Sinopec Argentina
Ariel Sánchez Camus, UN de La Plata

Organiza



INSTITUTO ARGENTINO
DEL PETRÓLEO Y DEL GAS

Auspicia

Schlumberger

Mendoza 2022

Editores	Agustín Sosa Massaro	Damián Hryb
	Claudia Terán	Marcelo Frydman
	Martín Paris	Alejandro Nawratil
	Scarlet Guerra	Ariel Sánchez
Coordinadora	Alejandra Castro	
Diseño	Néstor H. Páez	
Edición	Talleres Trama S.A.	

©Instituto Argentino del Petróleo y del Gas
Queda hecho el depósito que previene la ley 11.723.
Reservados todos los derechos.

Los contenidos de los Trabajos Técnicos incluidos en esta Obra expresan exclusivamente la opinión de sus autores quienes han consentido al Editor y al Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (IAPG) su incorporación en la misma por lo que se encuentran sujetos a los correspondientes derechos de propiedad intelectual e industrial.

La reproducción, distribución, explotación, transformación, puesta a disposición y/o comunicación pública, ya sea a título oneroso o gratuito, no autorizadas de tales contenidos constituye una infracción de los derechos de propiedad intelectual y/o industrial de sus titulares y podrá dar lugar a la ejecución de las acciones judiciales o extrajudiciales que pudieran corresponder en el ejercicio de sus derechos.

Geomecánica / editado por Agustín P. Sosa Massaro ... [et al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, 2022.
Memoria USB, PDF

ISBN 978-987-48859-9-9

1. Geociencias. I. Sosa Massaro, Agustín P., ed.
CDD 551.01



11º CONEXPLO - “El Desafío de Consolidar el Crecimiento”

Del 8 al 12 de noviembre de 2022, Hotel Cóndor de los Andes, Mendoza

Presidente: Claudia Borbolla, Total Austral S.A.

Secretario: Marcelo Santiago, ENAP Sipetrol Argentina S.A.

Secretario de Finanzas: Alberto Luna, IHS Markit

Secretario Técnico: Marcos Cohen, Pan American Energy S.L.

Sesiones Generales:

- **Exploración y Sistemas Petroleros:** Juan Iñigo, Pluspetrol S.A.
- **Desarrollo y Sustentabilidad:** Luciano Di Benedetto, YPF S.A.
- **Geología Estructural y Tectónica:** Pablo Giampaoli, YPF S.A.
- **Estratigrafía y Análisis de Cuencas:** Pedro Kress, YPF S.A.
- **Geofísica:** Federico Späth, YPF S.A.
- **Evaluación de Formaciones:** Alberto Ortiz, NZC Solutions
- **Geomecánica:** Agustín Sosa Massaro, Pluspetrol S.A.

Coordinación de Simposios:

Marco Gardini, Socio Personal

- **Exploración Offshore en el Sector Sur del Margen Atlántico Sudamericano:** Sebastián Galeazzi, Pluspetrol S.A.
y Néstor Bolatti YPF S.A.

- **Magmatismo y Sistemas Petroleros:** Marta D'Angiola, Weatherford Argentina S.A.
- **Campos Maduros:** Tania Galarza, Pluspetrol S.A.
- **Desarrollo de Vaca Muerta:** Dolores Vallejo, Chevron Argentina S.R.L.
- **Microsísmica y Sísmica Pasiva:** Luis Vernengo, Pan American Energy SL

7° Jornadas de Geotecnología: Claudia Galarza, Tecpetrol S.A.

Programa de Estudiantes: Muriel Miller, Socia personal

Coordinación de Sesión de Posters: Oscar Mancilla, Socio Personal y Hernán de la Cal, Roch S.A.

Sesión especial Transición Energética: Alberto Luna, IHS Markit

Coordinación de Mesas Redondas: Ricardo Manoni, YPF S.A.

Actividades de Jóvenes Profesionales: Matías Cuberes, YPF S.A. y María Eugenia Novara, Pluspetrol S.A.

Coordinación Almuerzos Temáticos: Yolmir Farías Jerez, Petroquímica Comodoro Rivadavia

Cursos de Capacitación: Alejandro Bande, Tecpetrol S.A.

Viajes de Campo: Luis Rébora, Socio Personal y Gustavo Vergani, Socio Personal

Staff IAPG

Daniel Rellán

Martín Kaindl

Alejandra Cuñado

Alejandra Castro

EL DESAFÍO DE CONSOLIDAR EL CRECIMIENTO

Prólogo

Claudia Borbolla

Presidente

11º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos

“El desafío de consolidar el crecimiento,” lema que nos convoca, refleja, en diversos planos, el camino que se despliega delante de nosotros. El principal es aquel que involucra la necesidad de progreso de un país que ya ha demostrado ser tan rico en recursos energéticos, pero al que resulta imperativo acompañar con desarrollo sostenido, reglas claras, estudios y proyecciones fundadas y debidamente programadas.

La Argentina posee una historia en exploración, desarrollo y producción de hidrocarburos muy rica y variada. Actualmente demuestra a todas luces contar con recursos hidrocarburíferos de nivel mundial. Una cartera de desarrollo que en la última década ha rejuvenecido por completo la cuenca más prolífica del país, llevándola al podio mundial en niveles de reservas. Tal es la curva de aprendizaje, que, acompañada del espíritu explorador ya identificado desde sus comienzos, la potencialidad se proyecta hacia otras cuencas.

Como si eso fuera poco, el *offshore* abre sus puertas a una etapa de exploración que reivindica la actividad luego de al menos 25 años. Con la participación de las principales empresas nacionales e internacionales que depositan su interés genuino en la búsqueda de nuevas fronteras.

Todo lo antedicho, si se capitaliza apropiadamente, ha de permitir consolidar el esperado crecimiento de nuestro país.

Por otro lado, este congreso está construido con el trabajo denodado de decenas de profesionales, convencidos de que cumbres como CONEXPLO representan cada 3 o 4 años un punto de inflexión para el desarrollo profesional. Aquí, centenares de profesionales de las geociencias, empresarios y autoridades gubernamentales se conectan e intercambian de manera transversal su conocimiento y experiencias en pos de generar crecimiento técnico y nuevamente desplazar las fronteras del entendimiento.

Es por eso, que el mensaje expresado por esta nueva edición de CONEXPLO se construye de cara a un mejor futuro, con la expectativa de lograr cimentar sólidamente las bases para avanzar y crecer con seguridad.

La Comisión Organizadora de este congreso, que tengo el gran honor de presidir, merece mi más sincero agradecimiento. Muchos son los aspectos que hemos sabido cambiar con el objetivo de mejorar. He sido incansablemente acompañada en la implementación de nuevas ideas. Entre ellas, diagramar de manera diferente las temáticas y actividades que aquí se ofrecen. Se inicia en esta ocasión una nueva etapa, a partir de la cual los trabajos, cuya alta calidad técnica es reconocida edición tras edición, se publican en plataforma digital de acceso mundial e irrestricto.

Por primera vez, y de manera imprescindible, el Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos es acompañado por temáticas de transiciones energéticas y sustentabilidad. El compromiso está cada vez más arraigado, los hidrocarburos son necesarios para mantener la actividad mundial, pero siempre garantizando la eficiencia en las actividades relacionadas, mientras se transita el camino hacia energías verdes para llegar a una reducción de la huella de carbono y la neutralidad climática, como lo indican los objetivos al 2050.

Agradecer al Instituto Argentino del Petróleo y el Gas, por su apoyo y reconocimiento. Por darnos este espacio de intercambio técnico con altos estándares. A su equipo, quienes de manera eficiente y armoniosa, impulsan hacia adelante en búsqueda de la mejora continua.

Mi reconocimiento a los profesionales que desinteresadamente colaboran con la publicación de material de calidad, que probablemente sintetiza el trabajo denodado de años. Lo mismo a los colegas geocientistas que participan detrás de toda esta organización garantizando el adecuado arbitraje y corrección de los trabajos, para que el lector encuentre en estas páginas material de referencia que pueda ser punto de partida para nuevas ideas y descubrimientos.

Por último, a las empresas que contribuyen con la organización del congreso mediante su acompañamiento. También, sobre todo, porque permiten la publicación de información propia, fidedigna, seria y la participación de sus profesionales.

Espero que, a lo largo de la lectura y consulta a través de estas páginas, el lector pueda identificar el esfuerzo que hay detrás de cada concepto, mensaje e ilustración compartidos. Valorar el aporte idóneo con el solo objetivo de ayudar a consolidar el crecimiento individual y colectivo de nuestra comunidad profesional. Y que sin dudas se transfiera a la sociedad en su conjunto.

Sesiones Generales
Tema GEOMECAÁNICA
“El eslabón entre la ingeniería y las geociencias”

Agustín Sosa Massaro¹

1: Pluspetrol S.A. asosa01@pluspetrol.net

La mecánica de rocas estudia la respuesta de las rocas ante una perturbación inducida, por ejemplo, por los seres humanos o por la naturaleza misma. Dentro de un yacimiento los estudios geomecánicos son de vital importancia para predecir el comportamiento del reservorio en particular y del sistema petrolero en general, ya que estos sufren importantes perturbaciones durante la perforación, el punzado, el fracturamiento hidráulico, puesta en producción, etcétera.

La constante demanda energética mundial y las nuevas políticas económicas han impulsado a la industria petrolera a lograr grandes avances en lo referente a técnicas de extracción de hidrocarburos y ha llevado a técnicos, profesionales de la industria y científicos a estudiar formaciones rocosas con grandes acumulaciones de hidrocarburos que antes se consideraban improductivas. Alcanzar el fin último de modelar el comportamiento mecánico de las rocas pelíticas del tipo shale ante los esfuerzos inducidos, requiere del estudio de varias disciplinas entre las que se encuentran la geología, geofísica, petrofísica, geomecánica, ingeniería, física y matemática, además de recurrir al uso de softwares de interpretación, procesamiento y modelado de registros eléctricos, imágenes, sísmica 2D y 3D, etcétera.

Es así que el IAPG le ha dado nuevamente a la Comisión de Geomecánica un espacio para exponer sus avances y trabajos dentro del marco del 11º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos de Argentina del año 2022.

En esta oportunidad se presenta una segunda instancia de profundización en el conocimiento de la Formación Vaca Muerta, derivada del conocimiento provisto por la Transecta Regional de González et al. (2016) donde se integró información de subsuelo, como sísmica, registros de pozos y testigos corona, junto con información de afloramientos. Para ello, se trabajó de forma de “coopetición” demostrándose una vez más la importancia de la cooperación entre empresas para lograr un mejor entendimiento de un activo tan productivo y útil para el desarrollo de un país como son los depósitos de hidrocarburos de tipo no convencional. De esta forma, la unión de profesionales con datos y conocimientos diversos permitió la integración y formulación de un flujo de trabajo unificado para lograr mejorar el entendimiento regional de las diversas variables geomecánicas. El resultado fue un importante artículo donde se desarrollan las especificaciones técnicas para arribar a una Transecta Geomecánica generada a partir de modelos geomecánicos 1D en pozos pertenecientes a 13 bloques donde se analizaron las rocas de grano fino y alta heterogeneidad, compuestas principalmente

por la intercalación de facies carbonáticas, margosas y pelíticas caracterizando datos de pozo y de laboratorio, en forma conjunta con la inversión sísmica de la mayor parte de esta transecta, en lo que se conoce como la Transecta Geofísica. La intención fue la de cooperar con un mejor entendimiento de las variaciones geomecánicas de la Formación Vaca Muerta, tanto a nivel local como regional en una dirección predominante NW-SE. Los parámetros analizados fueron aquellos que conforman el modelo geomecánico acorde para este tipo de formaciones, tales como propiedades elásticas y de resistencia anisotrópicas, presión poral y los esfuerzos principales.

Además, esta nueva edición del 11° CONEXPLO 2022, contará con importantes contribuciones en temas muy diversos que abarcan el almacenamiento subterráneo de gases, el comportamiento mecánico de las evaporitas, ensayos de laboratorio, optimización del uso de trépanos, optimización de parámetros de perforación incluso en tiempo real y análisis del estado del pozo, estudios relacionados al impacto mecánico en las rocas durante la producción, análisis regionales a nivel cuenca de orientación de esfuerzos y magnitudes, manejo de orificios y su impacto en el retorno de las inversiones, microfrac a pozo entubado para calibración del modelo geomecánico, una amplitud de temas que resaltan la importancia actual de la geomecánica así como su carácter multidisciplinario en diferentes campos de acción.

Esperamos que nuestra disciplina siga creciendo, y que los aportes futuros nos permitan alcanzar las metas propuestas con mayor eficiencia, reducción de costos, y en armonía con el medio ambiente.

Comité Organizador

Tema GEOMECÁNICA

Coordinador: Agustín Sosa Massaro, Pluspetrol S.A.

Referentes

Damian Hryb, YPF S.A.

Claudia Terán, YPF S.A.

Marcelo Frydman, Phoenix Global

Martín Paris, Socio Personal

Alejandro Nawratil, CAPSA

Scarlet Guerra, Sinopec Argentina

Ariel Sánchez Camus, UN de La Plata

Especial agradecimiento a todos los referentes que también actuaron como árbitros
para revisar los trabajos técnicos de este tema

Agustín Sosa Massaro, Pluspetrol S.A.

Damian Hryb, YPF S.A.

Claudia Terán, YPF S.A.

Marcelo Frydman, Phoenix Global

Martín Paris, Soclo Personal

Alejandro Nawratil, CAPSA

Scarlet Guerra, Sinopec Argentina

Ariel Sánchez Camus, UN de La Plata

Índice

Evaluación Geomecánica de un Reservorio para Almacenamiento Subterráneo de Gas Natural en la Cuenca Neuquina: Efectos de los Ciclos de Inyección y Extracción	1
Elanor Díaz, Teresa M. Piqué, Damián Hryb, Emilio Camilión, Mercedes Perissé, Martín Sánchez	
Geomecánica de las anhidritas en la Fm. Quintuco y su impacto en la producción en el Yacimiento Puesto Morales, Río Negro, Cuenca Neuquina	15
Julio Hlebszevitch, Hermann Steinbuch, Marcelo Barroso	
Fractographic patterns on fracture surfaces in confined toughness tests in shale rocks.....	31
Gonzalo Blanco, Fabián J. Antinao Fuentealba, Leandro N. Bianchi, Pablo Tabla, José L. Otegui, Gustavo L. Bianchi	
Correlación y mapeo de parámetros geomecánicos y de perforación para la optimización de trépanos. Un caso de estudio en el Yacimiento Centenario, Cuenca Neuquina, Argentina.....	53
Pedro Casanueva, Martín Paris, Cindy Rodríguez, Guillermo Crespo	
Estimación de las pérdidas de fluido de perforación y filtrado de lodo en yacimientos naturalmente fracturados mediante un modelo numérico que acopla el plano de fractura y la zona permeable	67
Diego Vargas, Zuly Calderón	
Geomechanics while drilling: an innovative methodology to derive geo-mechanical parameters in unconventional reservoirs using surface logging data, gamma ray and machine learning	83
Jorge Sebastián Gait, Ivo Colombo, Eliana R. Russo, Filippo Casali, Mattia Martinelli	

Optimización de perforación de tramos vertical y curva a partir de propiedades geomecánicas.....	99
Rodrigo Escobar, Francisco Mela, Martín Rozado	
Impact of choke management on the return on investment in the Vaca Muerta Reservoir.....	113
Ariel Sánchez Camus, Ricardo Ramos, Nicolás Polimeni	
Metodología para la caracterización de orientación y magnitud de esfuerzos principales en pozos desviados a partir de registros caliper orientados de múltiples brazos.....	133
Juan Pablo Moreno, José Gildardo Osorio	
Prueba Microfrac en Cased Hole para medición de in-situ stress y calibración de modelo geomecánico.....	151
Abraham Arias, Javier Franquet, Ángel López	
Mapa de orientación de esfuerzos horizontales en la Cuenca Neuquina a partir de la interpretación de imágenes de pozo.....	167
Elanor Díaz, Francisco C. Chiachiarelli	
Transecta Geomecánica de la Formación Vaca Muerta.	
Un nuevo proyecto de cooperación	183
Agustin Sosa Massaro, Marcelo Frydman, Ezequiel Lombardo, Axel Canatelli, Jorge Argüello, Teresa de Barrio, Denis Marchal, Claudia Terán, Damián Hryb, Elanor Díaz, Leonardo Cruz, Martín Paris, Alejandro Nawratill	