



8 al 11 de Noviembre de 2022

Sesiones Generales

Geología Estructural y Tectónica

Editores

Pablo Giampaoli, YPF S.A.
José Allard, UN de la Patagonia San Juan Bosco
Ernesto Cristallini, UBA, CONICET
Laura Giambiagi, CONICET
Matías Ghiglione, UBA
Ramiro López, YPF S.A.
René Manceda, Consultor
Emilio Rojas Vera, YPF S.A.

Organiza



INSTITUTO ARGENTINO
DEL PETRÓLEO Y DEL GAS

Mendoza 2022

Editores	Pablo Giampaoli Ernesto Cristallini Matías Ghiglioni René Manceda	José Allard Laura Giambiagi Ramiro López Emilio Rojas Vera
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.

Geología estructural y tectónica / editado por Pablo Giampaoli ... [et al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, 2022.
Memoria USB, PDF

ISBN 978-987-48859-5-1

1. Geociencias. I. Giampaoli, Pablo, 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 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

Pablo Giampaoli¹

1: YPF S.A. pablo.giampaoli@ypf.com

Históricamente, la geología estructural y la tectónica han ejercido un rol fundamental en la exploración y desarrollo de los hidrocarburos, constituyendo un elemento de primer orden a la hora de elaborar una propuesta de perforación de pozo o construir un modelo geológico del subsuelo. Acompañando a los avances tecnológicos y teóricos que permitieron la incorporación de nuevos tipos de datos y flujos de trabajo, la geología estructural y la tectónica han evolucionado aportando soluciones más precisas y ampliando su campo de acción, desde el análisis de los efectos de la tectónica en el desarrollo de los sistemas petroleros, hasta la caracterización petrográfica de reservorios naturalmente fracturados. Más recientemente, la prospección de acumulaciones no-convencionales expande aún más esta frontera incorporando, entre otros temas, el análisis de los efectos de las microestructuras en la productividad de los reservorios, o el impacto de las discontinuidades preexistentes en la perturbación local del campo de esfuerzos y su efecto en la eficiencia de las operaciones de perforación y estimulación de pozos.

Los dieciséis trabajos que constituyen este volumen abarcan algunos de los temas antes mencionados e incorporan otros nuevos que demuestran la actualidad y vitalidad que mantiene esta disciplina en los flujos de trabajo de generación de proyectos de exploración y desarrollo. De oeste a este, los trabajos presentados se extienden desde la Cordillera de los Andes hasta la región costa afuera de la Cuenca del Colorado; mientras que de sur a norte van desde los Andes Australes del sur

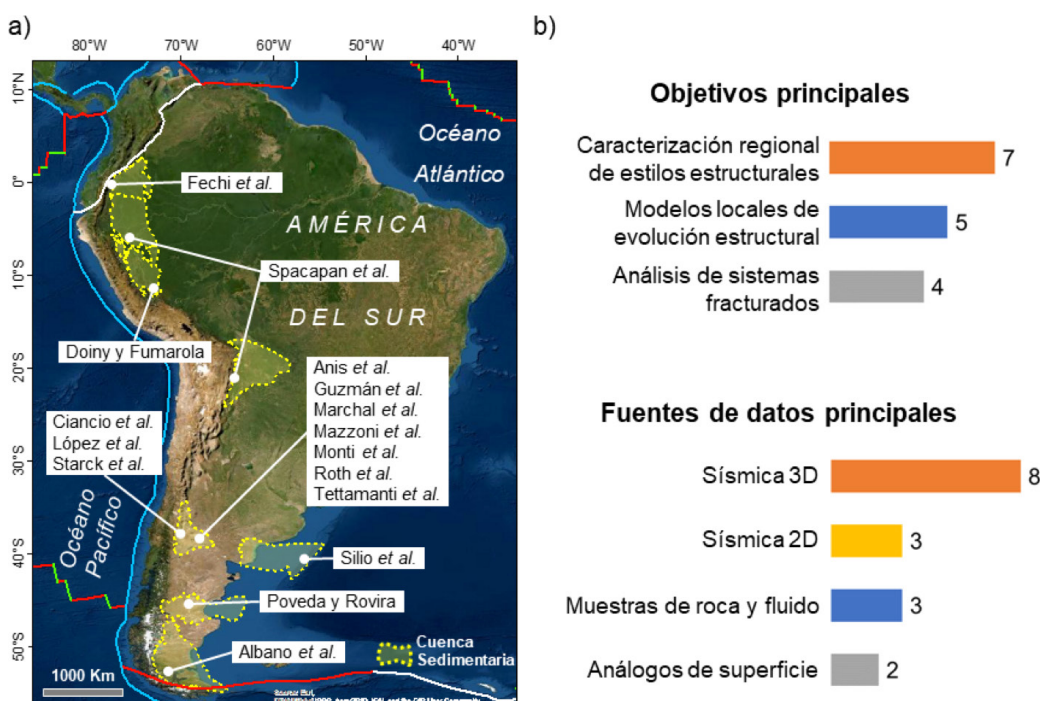


Figura 1. Síntesis de las contribuciones presentadas en este volumen: a) Mapa de ubicación general de las áreas de estudio; y b) Clasificación simplificada de los objetivos y fuentes de datos principales de los dieciséis trabajos presentados.

de Argentina hasta el piedemonte de los Andes Septentrionales del sur de Colombia (Fig 1a). Si bien la distribución de los trabajos es amplia e incluye una gran variedad de ambientes tectónicos y estilos estructurales, se destaca una mayor concentración de estudios situados en la Cuenca Neuquina, con foco en la caracterización y evolución de las estructuras y el análisis de reservorios fracturados.

Una clasificación simplificada, y necesariamente incompleta, de los objetivos y temas principales tratados en las distintas contribuciones de este volumen permite identificar tres ejes generales de investigación (Fig 1b): (1) Caracterización regional de estilos estructurales, mecanismos de deformación, evolución cinemática y su impacto en los sistemas petroleros (ej.: trabajos de Albano et al., Doiny y Fumarola, Fечи et al., Mazzoni et al. y Starck et al.); (2) Modelos locales de evolución estructural y su efecto en el desarrollo y productividad de reservorios convencionales y no-convencionales y/o o en la distribución de esfuerzos y la respuesta geomecánica resultante (ej.: contribuciones de Anis et al., Guzmán et al., Marchal et al., Poveda y Rovira, Roth et al., Silio et al.); y (3) Caracterización y análisis de sistemas naturales fracturados para la construcción de modelos de distribución de fracturas en el subsuelo, cálculo de recursos y estimación de parámetros de perforación (ej.: contribuciones de Ciancio et al., López et al., Monti et al. y Tettamanti et al.). Cabe aclarar que algunos de los trabajos citados podrían ubicarse en más de uno de los temas sintetizados.

En cuanto a la naturaleza de los datos utilizados en los trabajos presentados pueden distinguirse cuatro fuentes principales (Fig 1b): (1) Información sísmica 2D en trabajos de extensión regional situados en áreas con complejidad estructural (ej.: trabajos de Fечи et al., Spacapan et al. y Starck et al.); (2) Cubos de sísmica 3D en zonas próximas a centros productivos, de mucha utilidad para la construcción de modelos detallados de la geometría y evolución cinemática de las estructuras y su impacto en las características de los reservorios y sellos locales (ej.: contribuciones de Anis et al., Doiny y Fumarola, Guzmán et al., Marchal et al., Mazzoni et al., Poveda y Rovira, Roth et al. y Silio et al.); (3) Muestras de roca y fluido para estudios petrográficos, geoquímicos y geocronológicos, entre otros, y de gran utilidad para la caracterización de fracturas naturales, la reconstrucción de la historia de deformación y el modelado de sistemas petroleros (ej.: trabajos de Albano et al., Monti et al., Spacapan et al. y Tettamanti et al.); y (4) Análogos de superficie para la caracterización de reservorios fracturados, la construcción de modelos conceptuales y cuantitativos, y el estudio de la relación entre la historia de deformación y la migración de los hidrocarburos (ej.: contribuciones de Ciancio et al., López et al. y Tettamanti et al.). Nuevamente, los datos utilizados en los trabajos mencionados podrían incluirse en más de una de estas categorías.

De lo expuesto anteriormente podemos concluir que la aplicación de los conceptos, técnicas y metodologías de la geología estructural y la tectónica continúan brindando información indispensable para el entendimiento de la formación, geometría y posibilidad de ocurrencia de acumulaciones de hidrocarburos en el subsuelo, así como de la distribución y capacidad productiva de reservorios convencionales y no-convencionales. Hacia el futuro es posible prever una mayor sistematización y frecuencia en la utilización de la información sísmica 2D y 3D para la construcción de modelos evolutivos y predictivos, similares a los documentados en este volumen, complementados con la incorporación de datos geocronológicos y geoquímicos para la integración de las reconstrucciones estructurales en el modelado 2D y 3D del sistema petrolero. La combinación de datos de afloramientos, coronas y estudios petrográficos, posiblemente potenciados por herramientas de ciencia de datos y la información de afloramientos virtuales, permitirá reducir el rango de incertidumbre de los modelos de subsuelo.

Agradecimientos

A los autores, árbitros y referentes quienes con su compromiso y dedicación han logrado materializar la construcción de este volumen. Al secretario técnico Marcos Cohen por confiarme la coordinación de este tema y a Alejandra Castro por su eficiencia y buena predisposición para atender todas mis consultas. Por último, un agradecimiento especial a la Gerencia de Exploración de YPF por apoyar la realización de esta actividad.

Comité Organizador

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

Coordinador: Pablo Giampaoli, YPF S.A.

Referentes

José Allard, UN de la Patagonia San Juan Bosco

Ernesto Cristallini, UBA, CONICET

Laura Giambiagi, CONICET

Matías Ghiglione, UBA

Ramiro López, YPF S.A.

René Manceda, Consultor

Emilio Rojas Vera, YPF S.A.

Daniel Starck, Consultor

Especial agradecimiento a todos los árbitros que revisaron los trabajos técnicos de este tema de las Sesiones Generales

José Allard, UN de la Patagonia San Juan Bosco

Alejandro Bande, Tecpetrol S.A.

Matías Barrionuevo, YPF S.A.

Florencia Bechis, CONICET, UN Río Negro

Walter Brinkworth, YPF S.A.

Lucía Ciancio, YPF S.A.

Luis Constantini, Consultor

Clara Correa Luna UBA, CONICET

Carlos Cruz, CG7 Petroleum

Fabián Dominguez, YPF S.A.

Nicolás Foix, UN de la Patagonia San Juan Bosco

Natalia Fortunatti, UN del Sur

Raúl Giacosa, SEGEMAR, UN Río Negro

Cecilia Guzmán, CONICET, Geonandina SRL, Capsa Capex

Matías Ghiglione, UBA CONICET

Martín Iribarne, Geopark Argentina SAU

Pedro Kress, YPF S.A.

Jeremías Likerman, UBA, CONICET

Ramiro López, YPF S.A.

René Manceda, RM Geoestructural Consultant

Martín Mazzoni, UBA

José Mescua, CONICET - UN Cuyo

Miguel Ramos, UBA, CONICET

Emilio Rojas Vera, YPF S.A.

Daniel Starck, Consultor

Felipe Tapia, UBA, CONICET

Rodolfo Uranga, Universidad de Barcelona

Índice

Evolución estructural y análisis de sello de fallas de un prospecto exploratorio Costa Afuera, Cuenca Colorado Marina	1
Ofelia Silio, Ramiro López, Sebastián Arismendi, Néstor Bolatti	
Austral-Magallanes basin evolution: a model based on U-PB detrital zircon geochronology and structural data	19
Juan F. Albano, Laura Lombardi, Emilio Rocha,, Jonathan Tobal, Julie C. Fosdick, Andrea L. Stevens Goddard, Rebecca A. VanderLeest, Miguel Ramos, Pablo Giampaoli, Pedro Kress, Fernanda Raggio and Matías C. Ghiglione	
Evolución cinemática y análisis del control estructural en la deposición de los reservorios canalizados de las formaciones Comodoro Rivadavia y Yacimiento El Trébol, flanco norte de la Cuenca Golfo San Jorge, Argentina	45
Luciana Poveda, Ignacio Rovira	
El sistema dúplex del intervalo Huitrín-Rayoso en la faja plegada y fallada neuquina. Definición del frente de deformación de lámina delgada	65
Daniel Starck, Alejandro Bande y Eduardo Micucci	
Integración de información de subsuelo y afloramiento análogo para la caracterización del Reservorio Huitrín Fracturado	85
Lucía Ciancio, Ramiro G. López, Emilio A. Rojas Vera, M. Agustina López Ordines, Rosina C. Barberis	
Análisis multiescalar de fracturas naturales en afloramiento y su utilización como análogo en la construcción del modelo 3D del subsuelo, el caso de Cerro Granito y Yacimiento Campamento 1, Cuenca Neuquina	107
Ramiro López, Micaela García, Leandro D'Elia, Andrés Bilmes, Nayibe Otalora, Magdalena Tettamanti, Gabriela Buchanan, Damián Hryb, Hernán De Simone, Aldo Montagna, Rodolfo Corbera	

Análisis microtectónico comparativo entre las facies productivas de la Formación Quintuco y las sedimentitas aflorantes de la Formación Picún Leufú con énfasis en los reservorios del distrito Loma La Lata	129
Magdalena Tettamanti, Micaela García, Leandro D'Elia y Ramiro López	
Caracterización morfológica y estructural de una megaestructura de tipo MTD (Mass-Transport Deposits) de escala sísmica en el sistema Vaca Muerta-Quintuco, Cuenca Neuquina, Argentina.....	151
Denis Marchal, Federico Sattler, Joaquín Moreno, Claudio Naidés, Teresa de Barrio, Marcelo Menchi, Walter Romera	
Análisis de la evolución del lineamiento estructural de Loma La Lata Oeste - El Cordón - Lindero Atravesado a partir de nuevos datos sísmicos para la Formación Vaca Muerta.....	179
Rocío Roth, René Manceda, Vladimir Merchán Jaimes, Juan Rossi y Brian Espíndola	
Caracterización y origen de las fracturas naturales en la Formación Quintuco en base al estudio de testigos corona, Cuenca Neuquina, Argentina.....	199
Mariana Monti, Remigio Ruiz, Ramiro López, Aldo Montagna, Ignacio Brisson, Rodolfo Corbera	
Evolución estructural mediante restauración geomecánica aplicada a reservorios No Convencionales.....	217
Karina Anis, Ramiro López, René Manceda	
Análisis de la deformación en la región del engolfamiento neuquino a partir de Sísmica 3D	241
Juan Martín Mazzoni, Daniel Yagupsky, Ernesto O. Cristallini	
Análisis tectónico-estructural en las áreas de Loma Negra, Puesto Zúñiga y La Yesera.....	263
Cecilia Guzmán, Felipe Tapia, Alfredo Ambrosio, Alberto Gutiérrez Pleimling, Silvia Tejada Argañaraz, José María González, Ignacio Conci	

Modelado de sistema petrolero en ambientes de faja plegada y corrida: ejemplos del Subandino de Perú y Bolivia	289
Juan Spacapan, Ignacio Brisson, Pablo Giampaoli, Emilio Rocha, Facundo Fuentes, Marcos Comerio, Matías Di Benedetto	
 Caracterización y modelado estructural de los anticlinales Cashiriari y San Martín en la Faja Plegada y Corrida de Camisea, Andes Centrales, Perú	317
Juan Pedro Doiny Cabré y Lara Azul Fumarola	
 Evolución tectónica, provincias estructurales y secuencias tectono-estratigráficas del piedemonte de la Cuenca Putumayo, Colombia	333
Yucet Fechi, Guillermo Rossi, Nicolás Rodríguez, Adriana Gómez, Agustina Etcheverry	

