

2do. Foro de expertos: Producción de hidrocarburos de yacimientos no convencionales

Tecnologías para la explotación
de yacimientos no convencionales

Presenta:
Juan Almeida

Marzo 2025



Agenda

- Desafíos para la Explotación de Yacimientos No Convencionales en Mexico
- Explotación de Yacimientos No Convencionales – Caso Norteamérica/Argentina
- Entendiendo el Subsuelo para el éxito de la explotación de Yacimientos No Convencionales
- Descarbonización en el Desarrollo de Yacimientos No Convencionales
- Algunas Consideraciones para la Explotación de No Convencionales en Mexico
- Preguntas y Respuestas

Ocho (8) aspectos de interés inmediato y propuestas de solución



1

Responsabilidad Social & Ambiental

Regulaciones/ Protección del Medio Ambiente
Uso de Suelo/Monitoreo de Acuíferos



2

Adquisición del Agua

200-800k barriles por pozo
16 a 52 albercas olímpicas de
2500 m³



3

Mezcla de Químicos/Aditivos

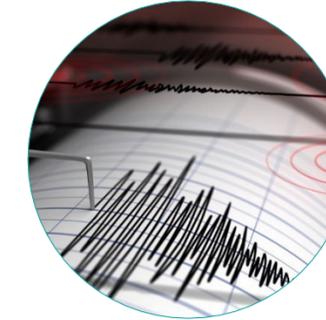
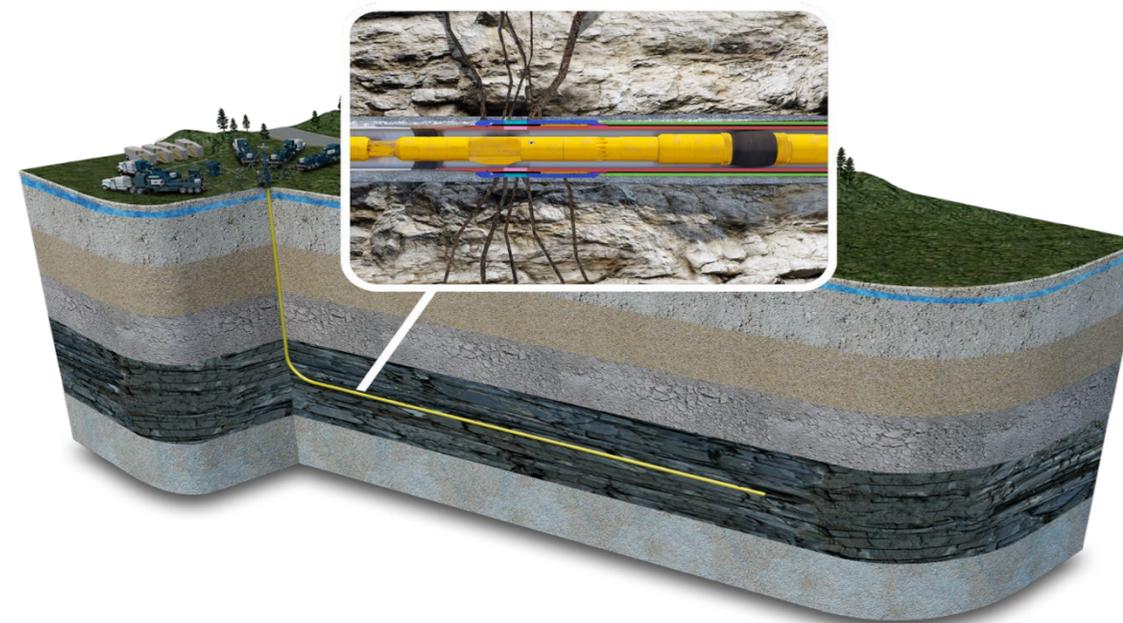
Slickwater ~ 13 químicos (0.05%)
Fluidos energizados ~ 28 químicos
(1.50 %)



4

Inyectar el Fluido de Fractura

Geometría de la fractura
Integridad de pozo / cementación



5

Sismicidad Inducida

Propagación de la fractura
Integridad del sello/falla



6

Manejo del Agua Producida

Agua proveniente del Flowback
Agua Producida durante
Producción



7

Manejo del Aguas Residuales

Re-uso en Operaciones de
Fracturamiento
Reinyección en pozos Clase II /
Tratamiento



8

Emisiones

Huella de Carbono
Fugas de Metano

Tecnologías para la explotación de yacimientos no convencionales – Reguladores vs Industria

+20 Regulaciones discutidas por la Academia y la Industria para explotar yacimientos no convencionales en EEUU

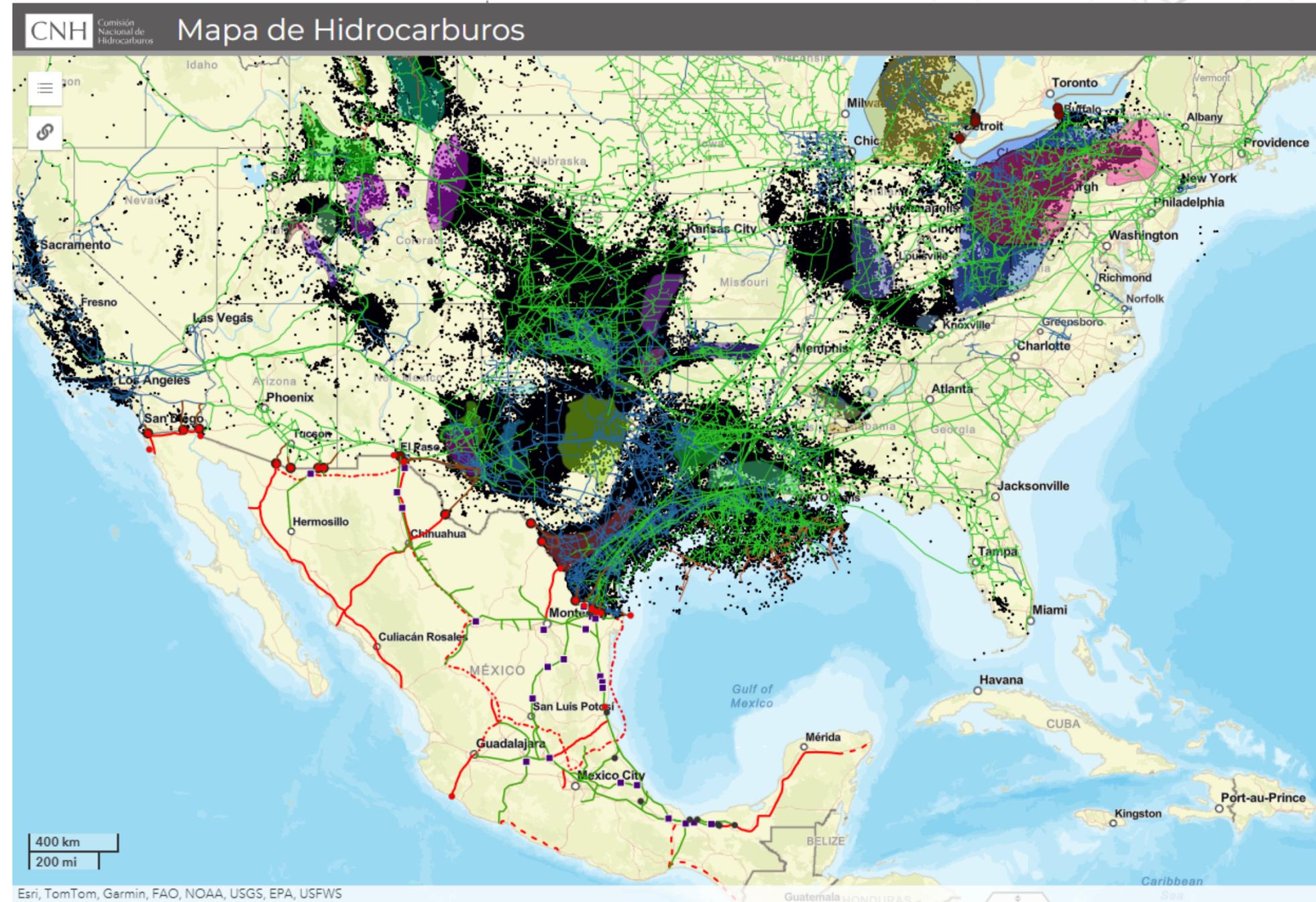
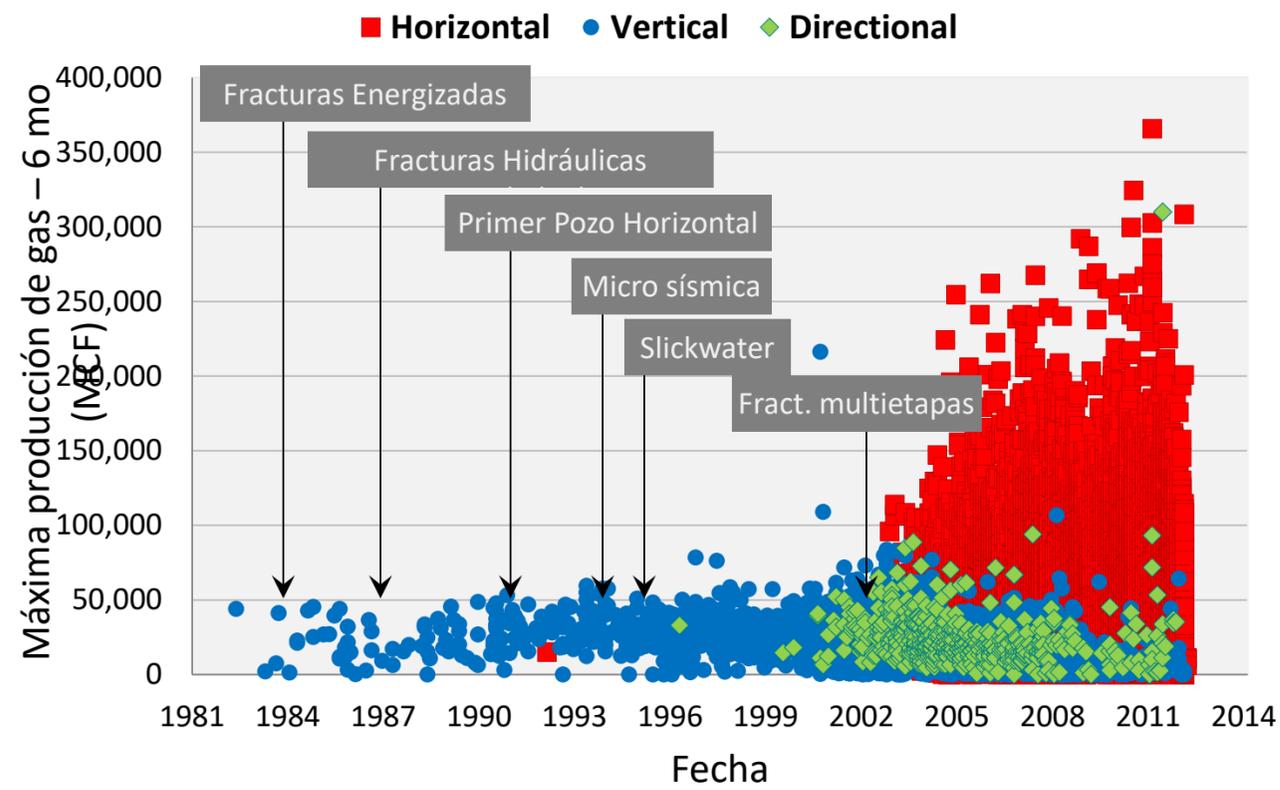


Tecnologías para la explotación de yacimientos no convencionales – Modelo NA

Modelo Norteamericano para Desarrollos “No convencionales”

Elementos Claves del Crecimiento de No Convencionales en EEUU

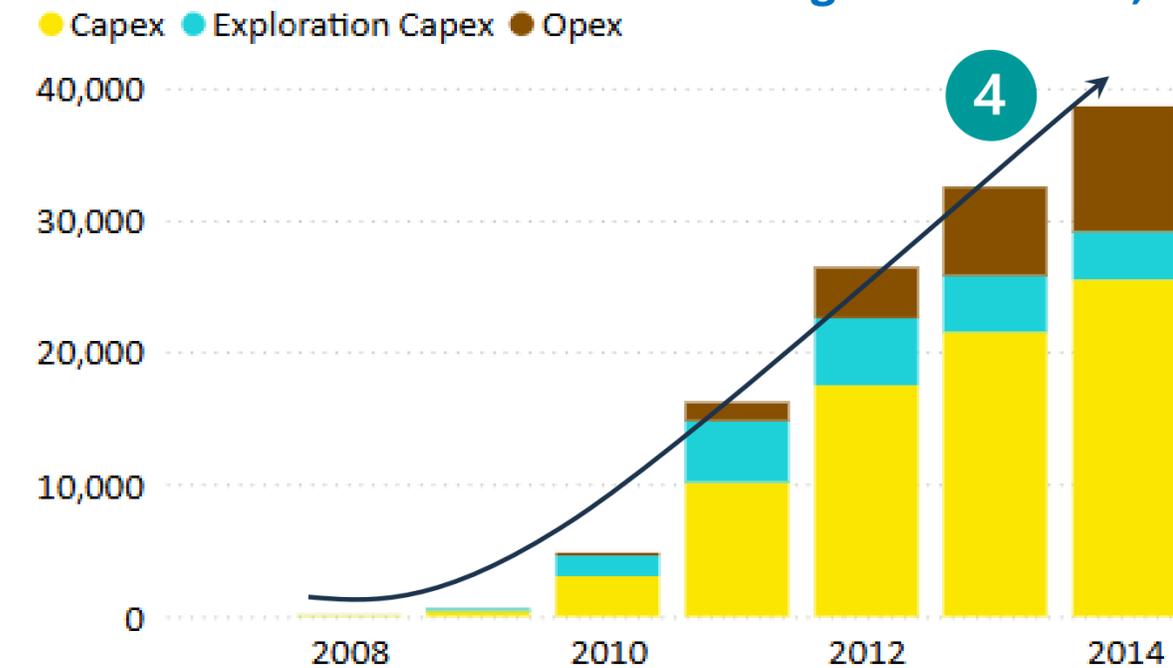
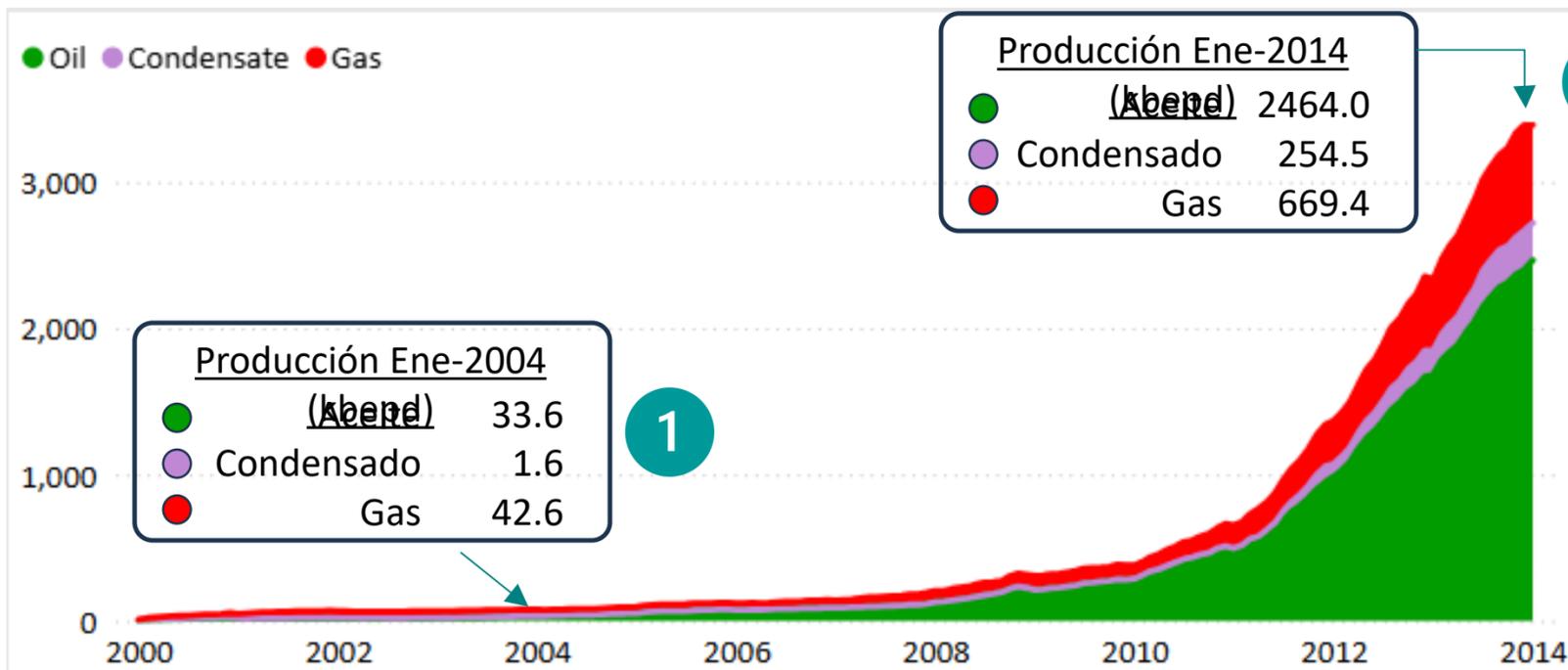
1. Rica Base de Recursos No Convencionales
2. Pozos Horizontales
3. Fracturamiento Hidráulico Multietapas
4. Acceso al agua
5. Estructura Regulatoria para la Explotación de No-Convencionales
6. Amplia Infraestructura de Distribución
7. Densidad de Población Relativamente Baja en Zonas de Explotación
8. Un Amplio Mercado de Gas Natural



Tecnologías para la explotación de yacimientos no convencionales – Modelo NA

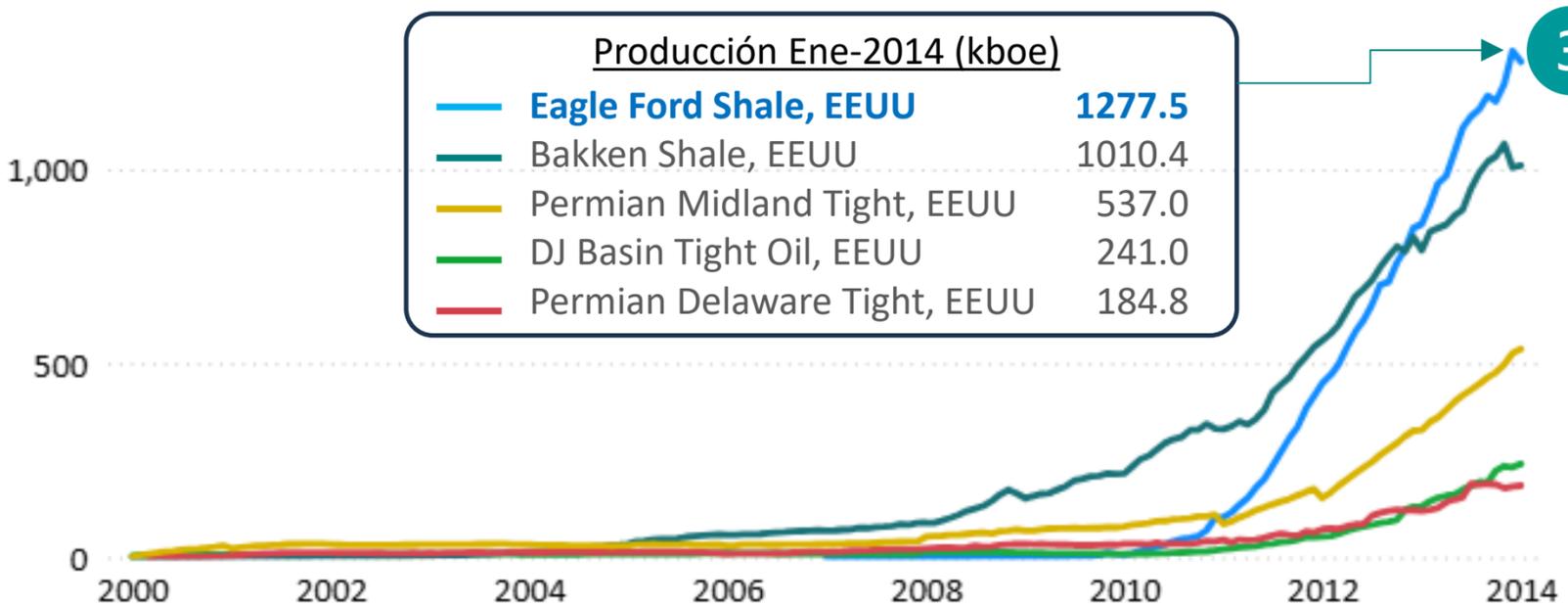
Modelo Norteamericano para Desarrollos “No convencionales – Aceite de Lutitas”

CAPEX & OPEX (MMUSD) Eagle Ford Shale, EEUU



FUENTE: RystadEnergy

FUENTE: RystadEnergy



Datos de Producción de yacimientos de aceite en lutitas en los EE.UU

- 1 En enero de 2004, la producción diaria de líquidos era de apenas 35 kbpd
- 2 Una década después, la producción de líquidos alcanzó 2.7 Mbpd
- 3 La mayor producción en 2014 se obtuvo de los plays Eagle Ford, Bakken y Permian
- 4 Eagle Ford alcanzó una producción de petróleo eq. de 1.0 Mbpd en seis años de inversión

Colegio de Ingenieros Petroleros de México, A. C.



1

Responsabilidad Social & Ambiental

Regulaciones/ Protección del Medio Ambiente
Uso de Suelo/Monitoreo de Acuíferos



Beneficios Atención

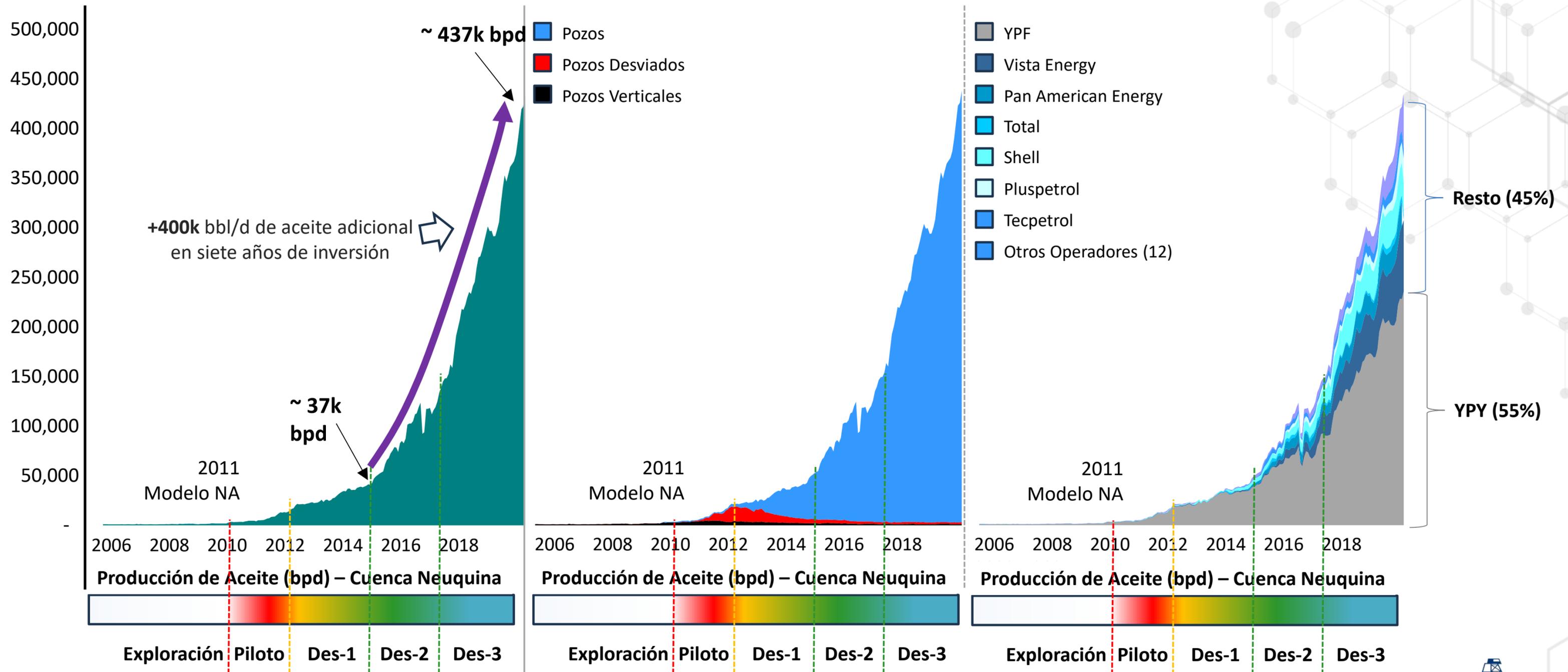


Beneficio	Atención
Soberanía Energética	1. Riesgo de contaminación de aguas superficiales y subterráneas
Fortalecimiento de la economía nacional	2. Riesgo de daños a la salud y al medio ambiente
Reducción en precios de energía y combustibles	3. Riesgo de emisiones en comunidades cerca del desarrollo
Mantener precios del gas bajos	4. Inadecuado manejo de desechos/aguas residuales
Generación de empleos en la Industria del transporte y ductos	5. Uso excesivo del agua e incremento de la huella industrial/ mayor tráfico
Generación de empleos en las actividades de exploración y producción	6. Impacto en la calidad del habitat cerca del desarrollo/ plusvalía
Mayores Ingresos por Impuestos (escuelas, hospitales y otros servicios)	7. Liberación de metano que impacta las condiciones de clima
Uso del gas natural como energía de transición	8. Incrementar frecuencia de sismos alrededor de la zona de desarrollo
Compatible con otras fuentes de energía renovables, como solar y eólica	9. Retraso en el desarrollo de energías renovables más sostenibles



Tecnologías para la explotación de yacimientos no convencionales – Modelo Argentina

Producción de aceite durante el periodo 2011-2024 y su relación con tipo de pozos y operador



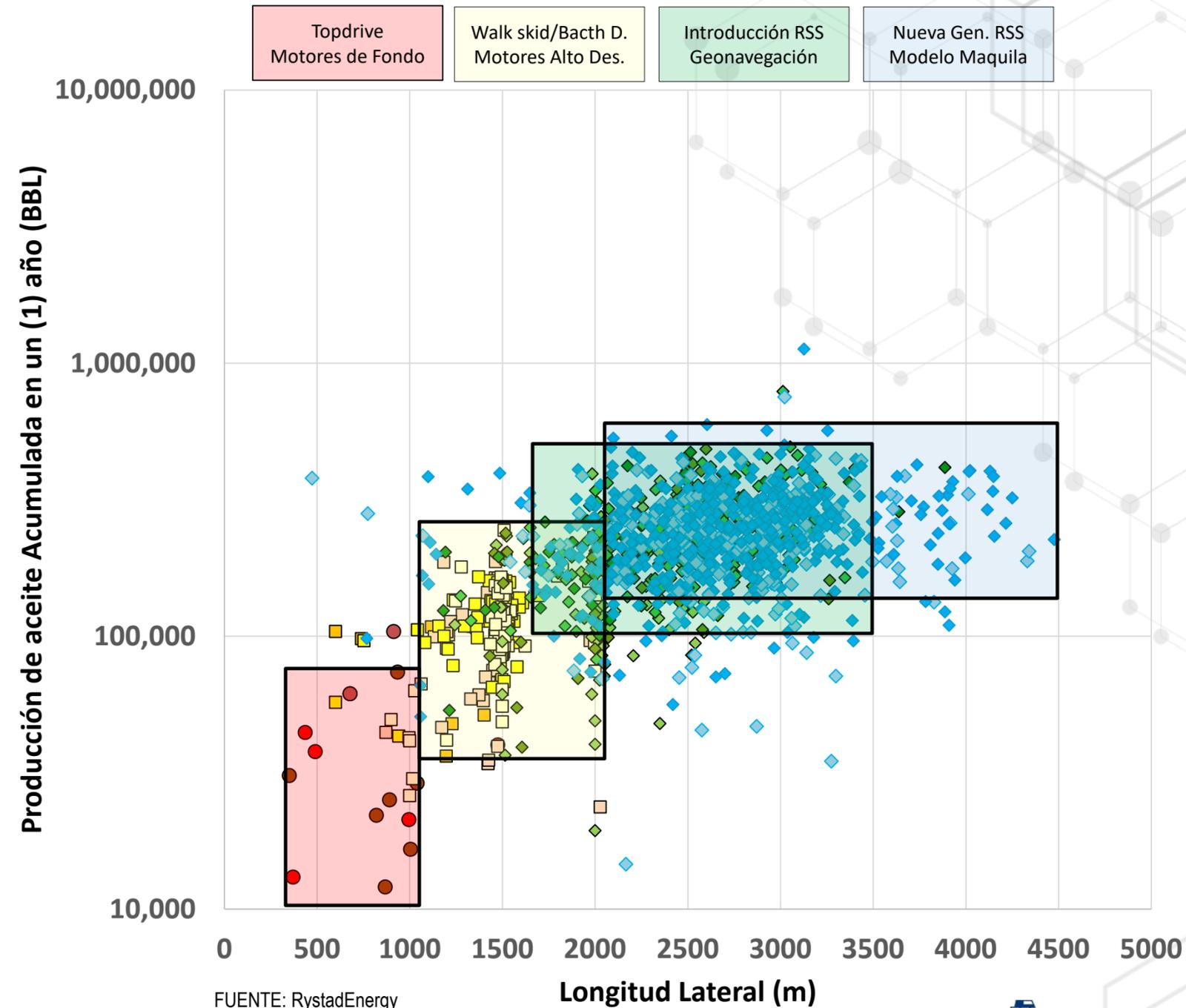
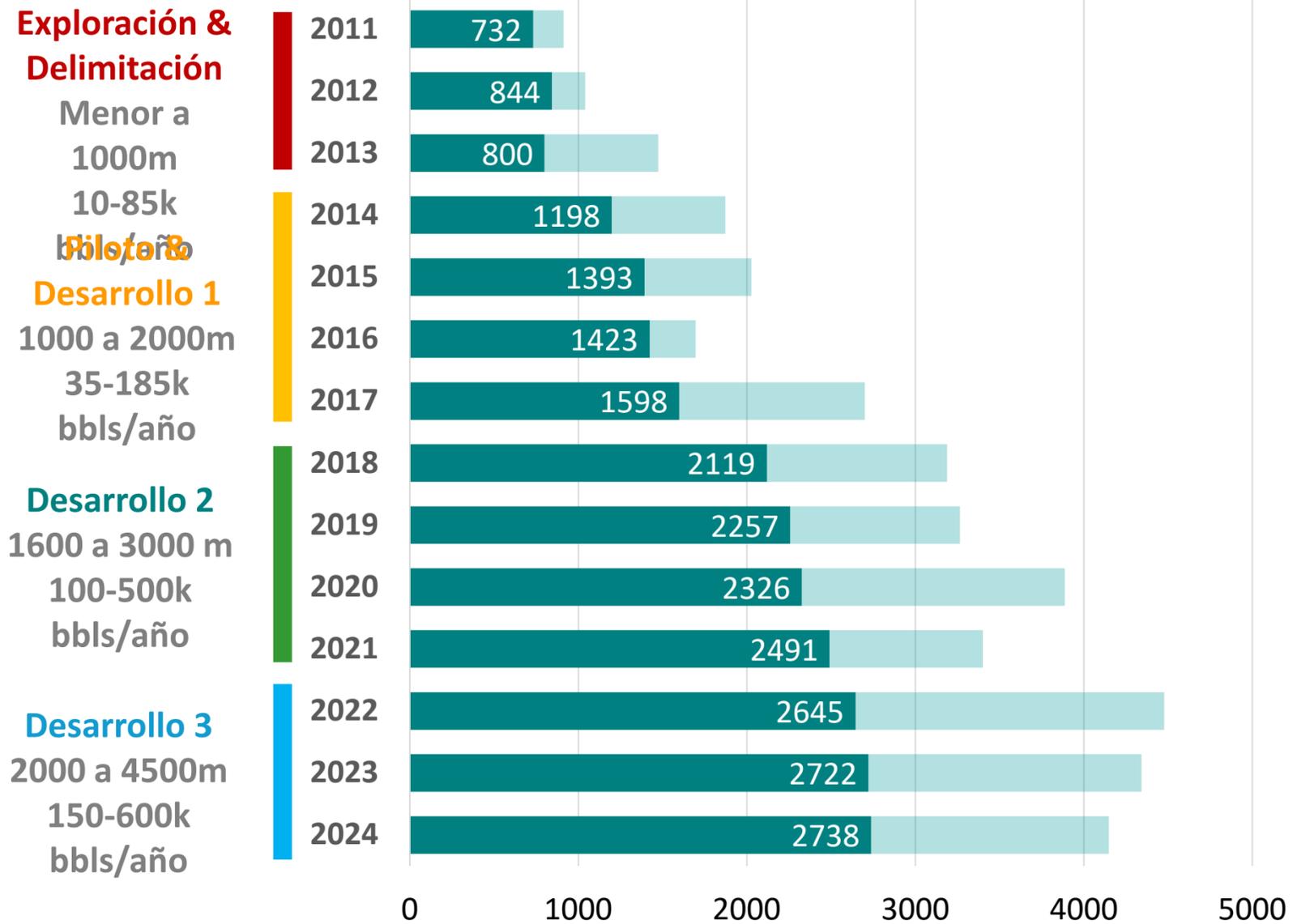
FUENTE: RystadEnergy

Colegio de Ingenieros Petroleros de México, A. C.



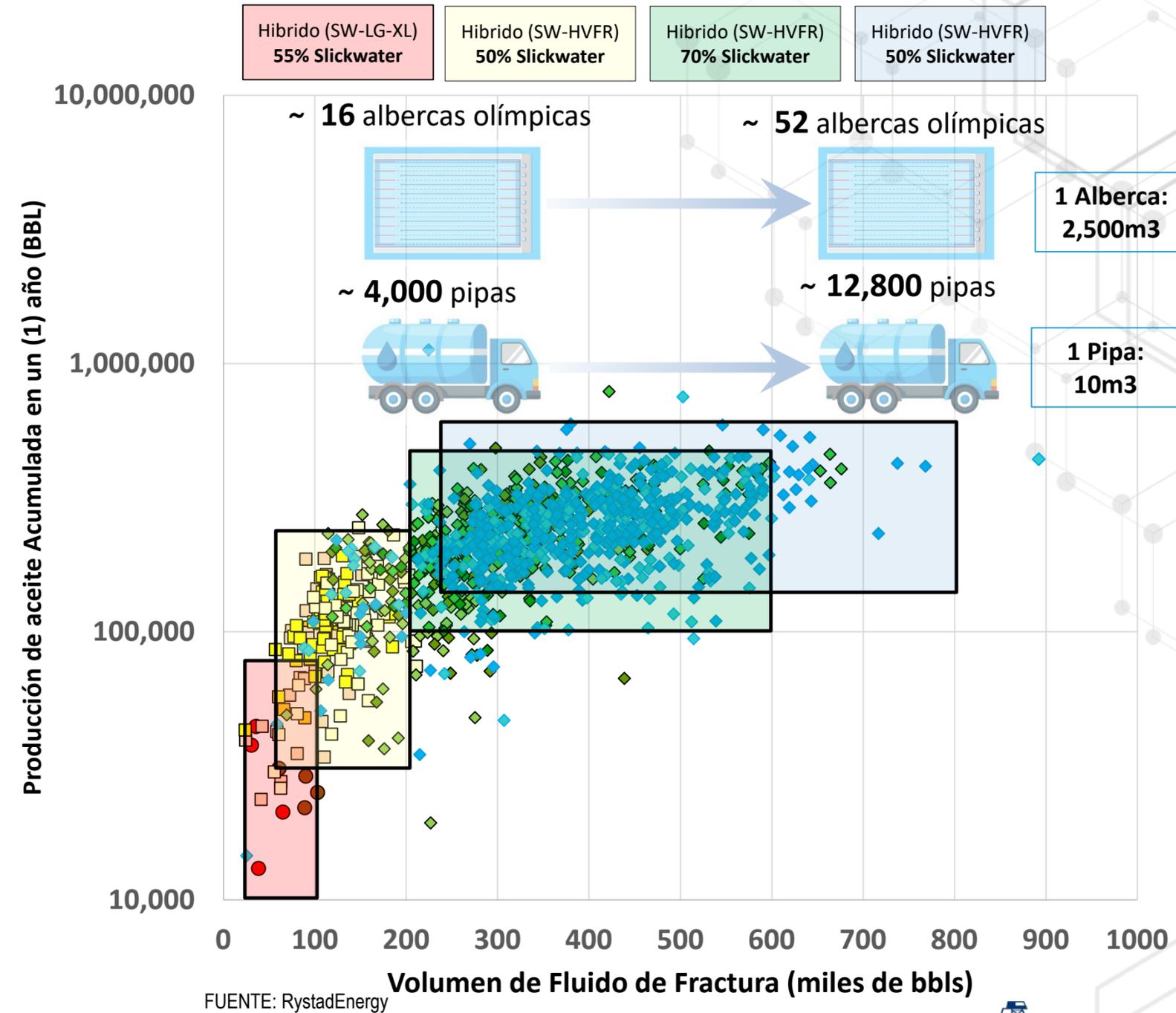
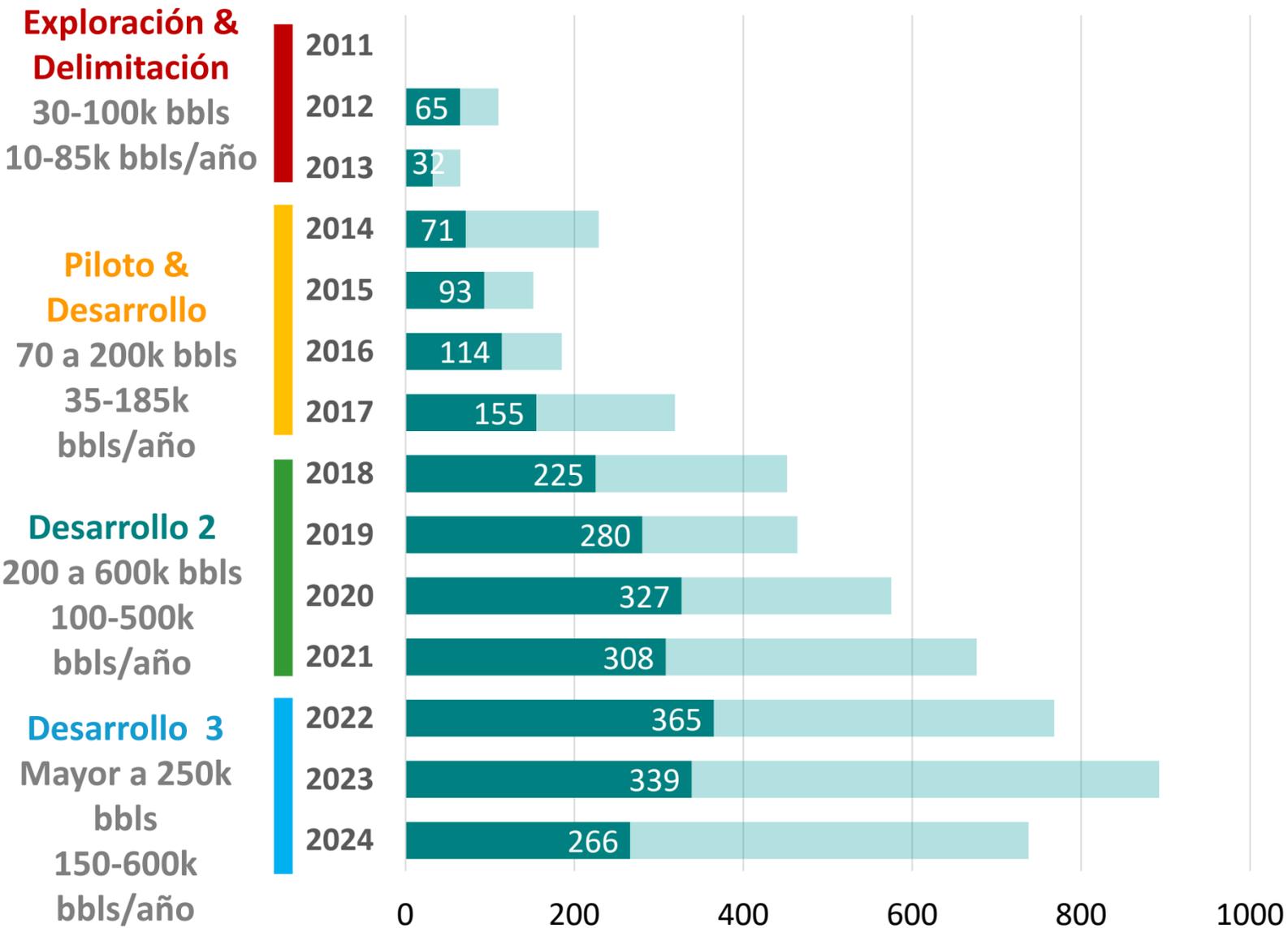
Tecnologías para la explotación de yacimientos no convencionales – Caso Argentina

Promedio/máxima **Longitud Lateral** (m) por pozo y su relación con la producción de aceite | Periodo 2011-2024



Tecnologías para la explotación de yacimientos no convencionales – Caso Argentina

Volumen de **Fluido de Fractura (kbbls)** por pozo y su relación con la producción de aceite | Periodo 2011-2024

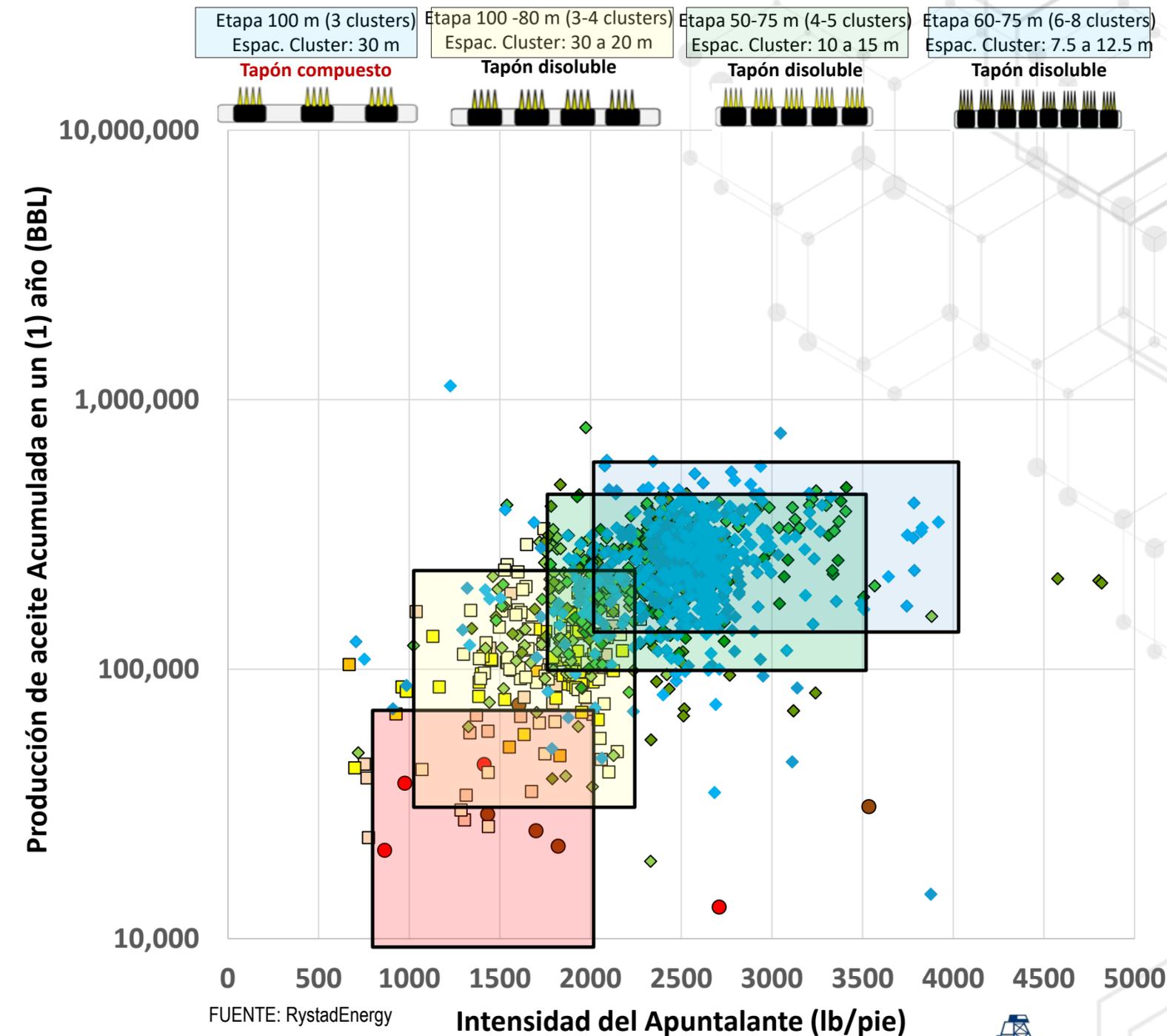
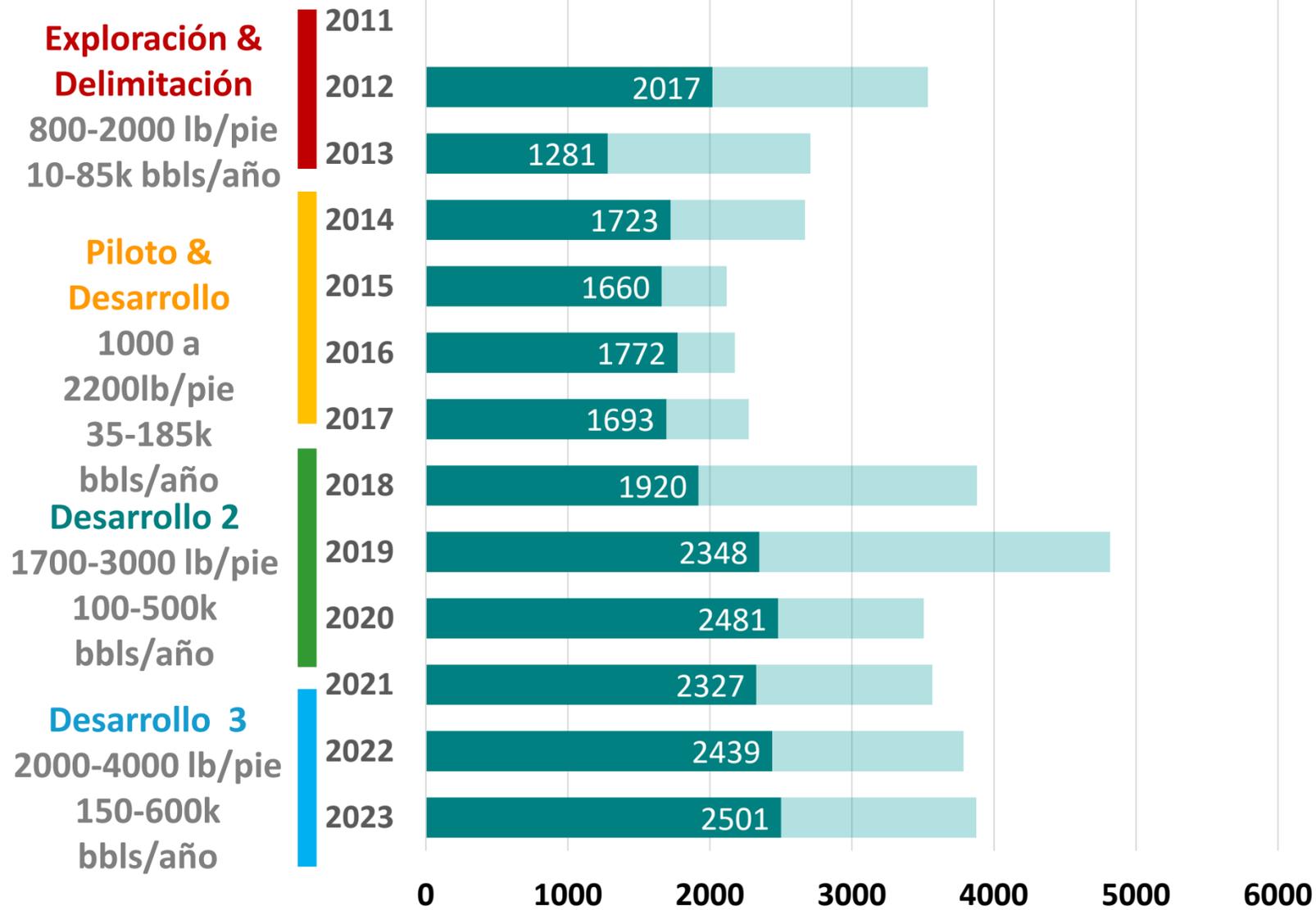


Colegio de Ingenieros Petroleros de México, A. C.



Tecnologías para la explotación de yacimientos no convencionales – Caso Argentina

Promedio/máxima **Intensidad de apuntalante** por pozo y su relación con la producción de aceite | Periodo 2011-2024



Colegio de Ingenieros Petroleros de México, A. C.

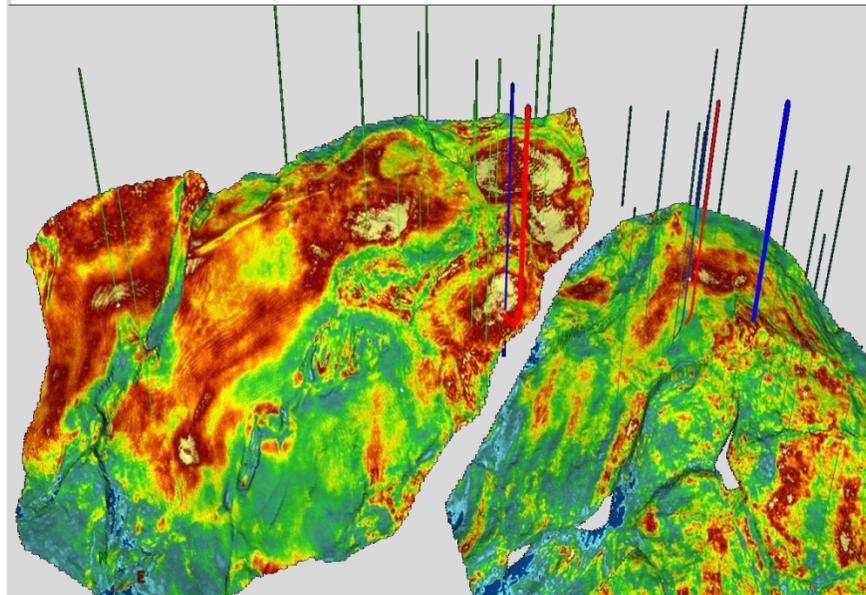


Tecnologías para la explotación de yacimientos no convencionales – Caracterización

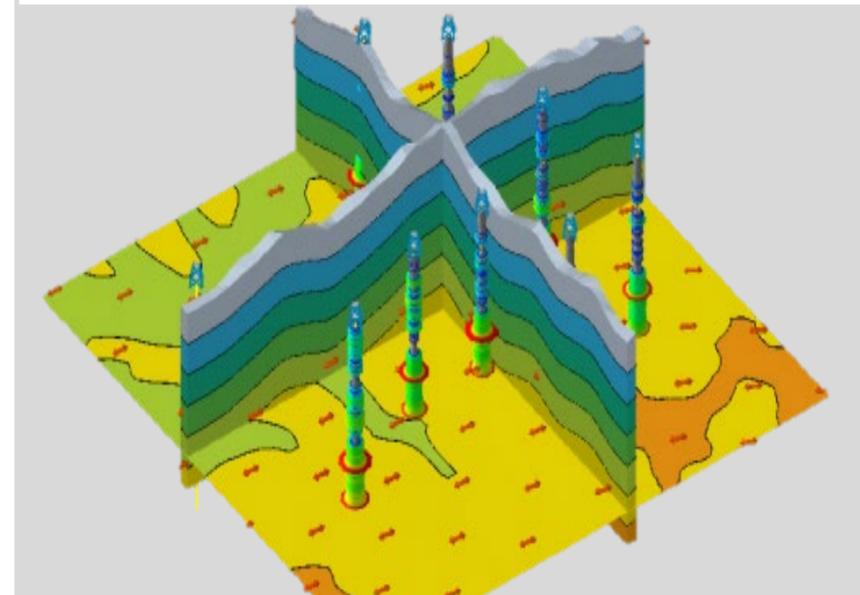
Los yacimientos “**no-convencionales**” no son iguales – Lo que funciona en NA, no siempre aplica en todas partes



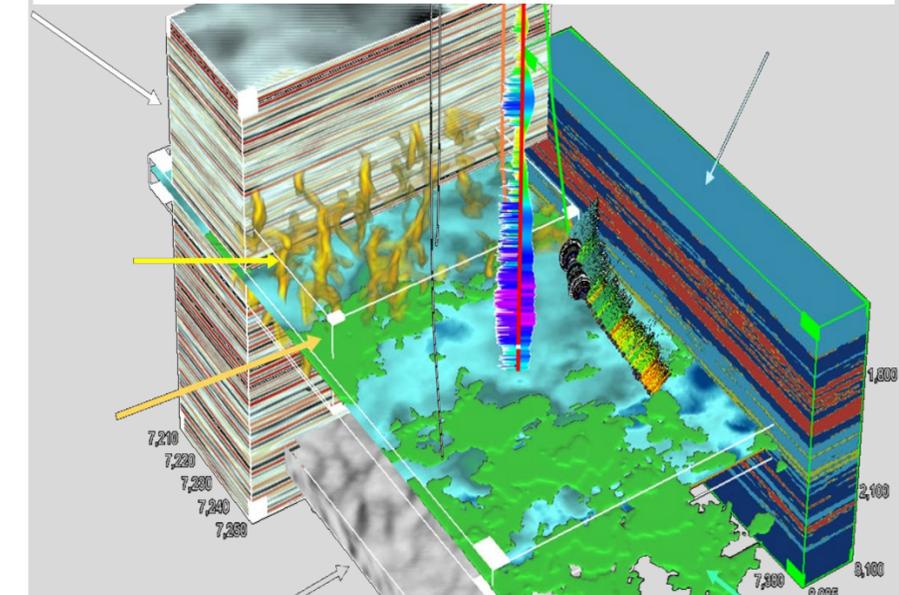
RECURSO PROSPECTIVO



RECURSO FRACTURABLE

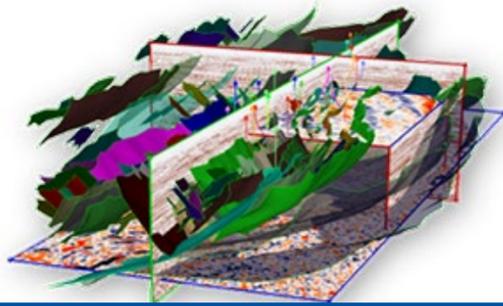


RIESGOS DE EXPLOTACIÓN

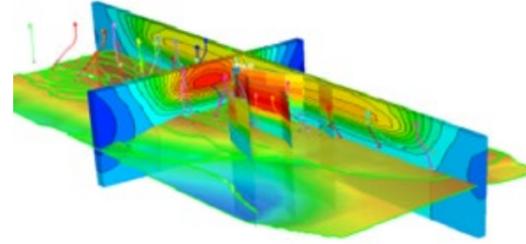


Colegio de Ingenieros Petroleros de México, A. C.

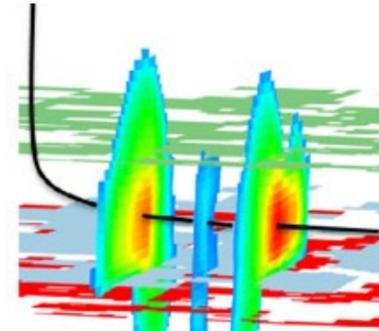




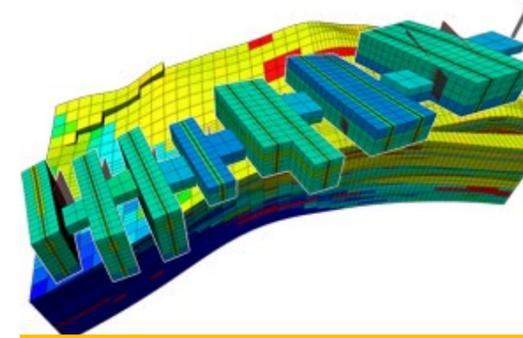
**INVERSIÓN SÍSMICA
MODELO DE SUBSUELO**



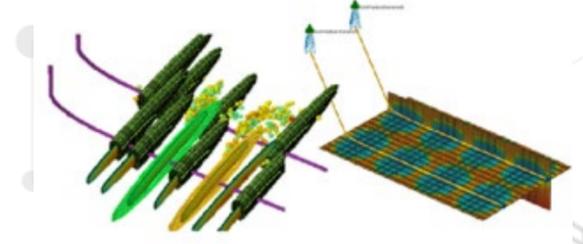
**CARACTERIZACIÓN
MULTIDISCIPLINARIA**



**MODELADO DE
FRACTURA
MULTIDIMENSIONAL - 3D**



**DEL MODELO 3D DE
FRACTURA A YACIMIENTO**



**PRONÓSTICO DE
PRODUCCIÓN**

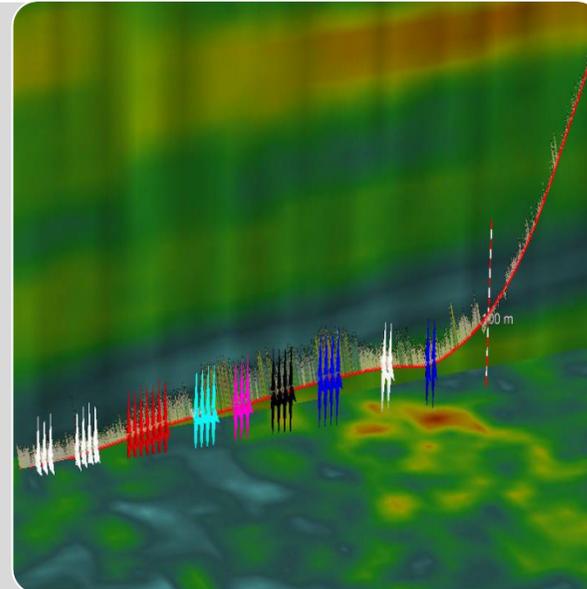
LONGITUD HORIZONTAL

Selección del intervalo óptimo para la colocación de la sección lateral



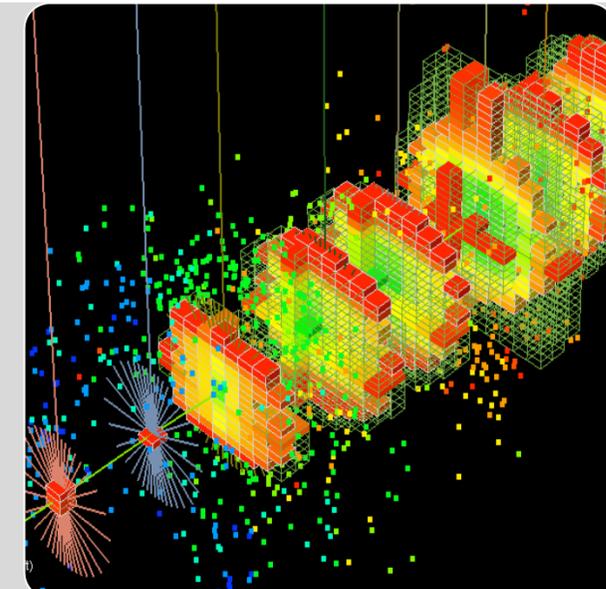
DISEÑO DE FRACTURAMIENTO

Diseño de fracturas con conductividad óptima, distribución de apuntalante y contacto con el yacimiento



MONITOREO DE ESTIMULACIÓN

Monitoreo del proceso de fracturamiento para análisis de estimulación y toma de decisiones en tiempo real





Gran Escala

Quema > 50 MMSCFD



Mediana Escala

Quema: 5-50 MMSCFD



Pequeña Escala

Quema < 5 MMSCFD

MMscfd by COUNTRY, Latitude, Longitude and Flare Level

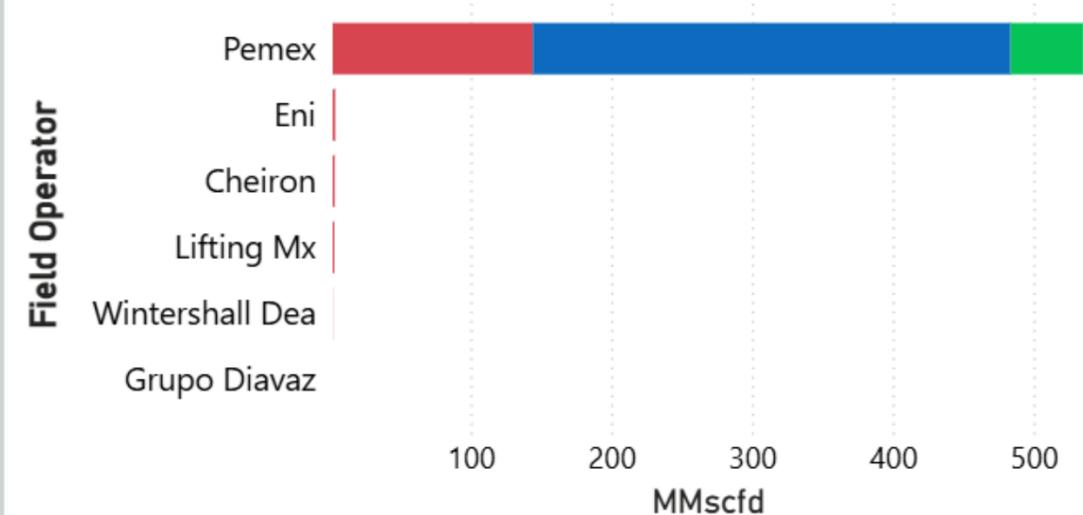


CONANP, Esri, TomTom, Garmin, FAO, NOAA, USGS, EPA | PEMEX

Powered by Esri
WORLD BANK GROUP

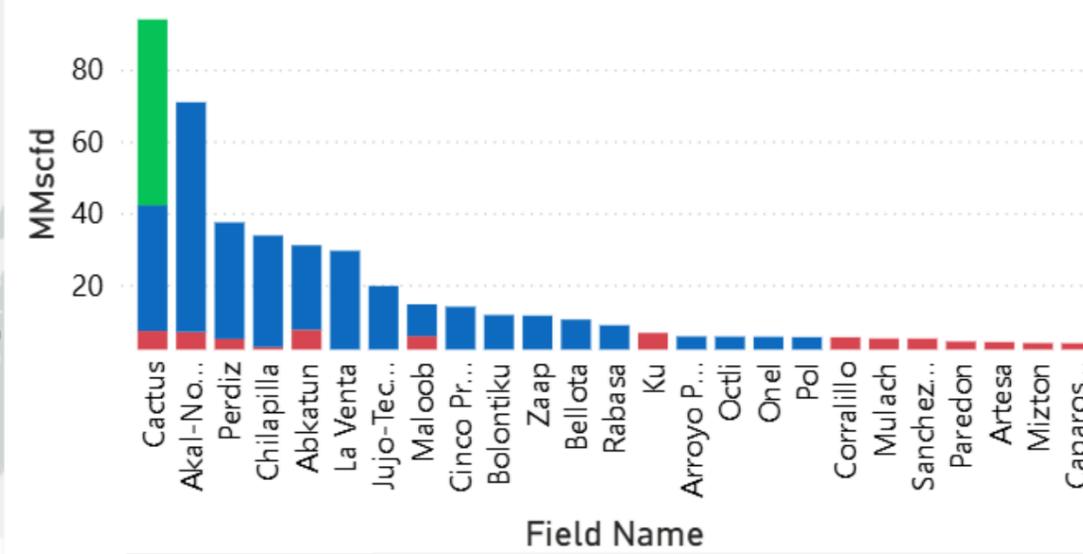
MMscfd by Field Operator and Flare Level

Flare Level ● Small ● Medium ● Large



MMscfd by Field Name and Flare Level

Flare Level ● Small ● Medium ● Large



Razones Operativas - quema de gas asociado

- Falta de infraestructura para comprimir el gas crudo, transportarlo, tratarlo y separarlo de los líquidos de gas natural (LGN), o reinyectarlo en el yacimiento.

Eficiencia a la combustión vs forma de la



< 50% CE ~70% CE ~90% CE ~98% CE

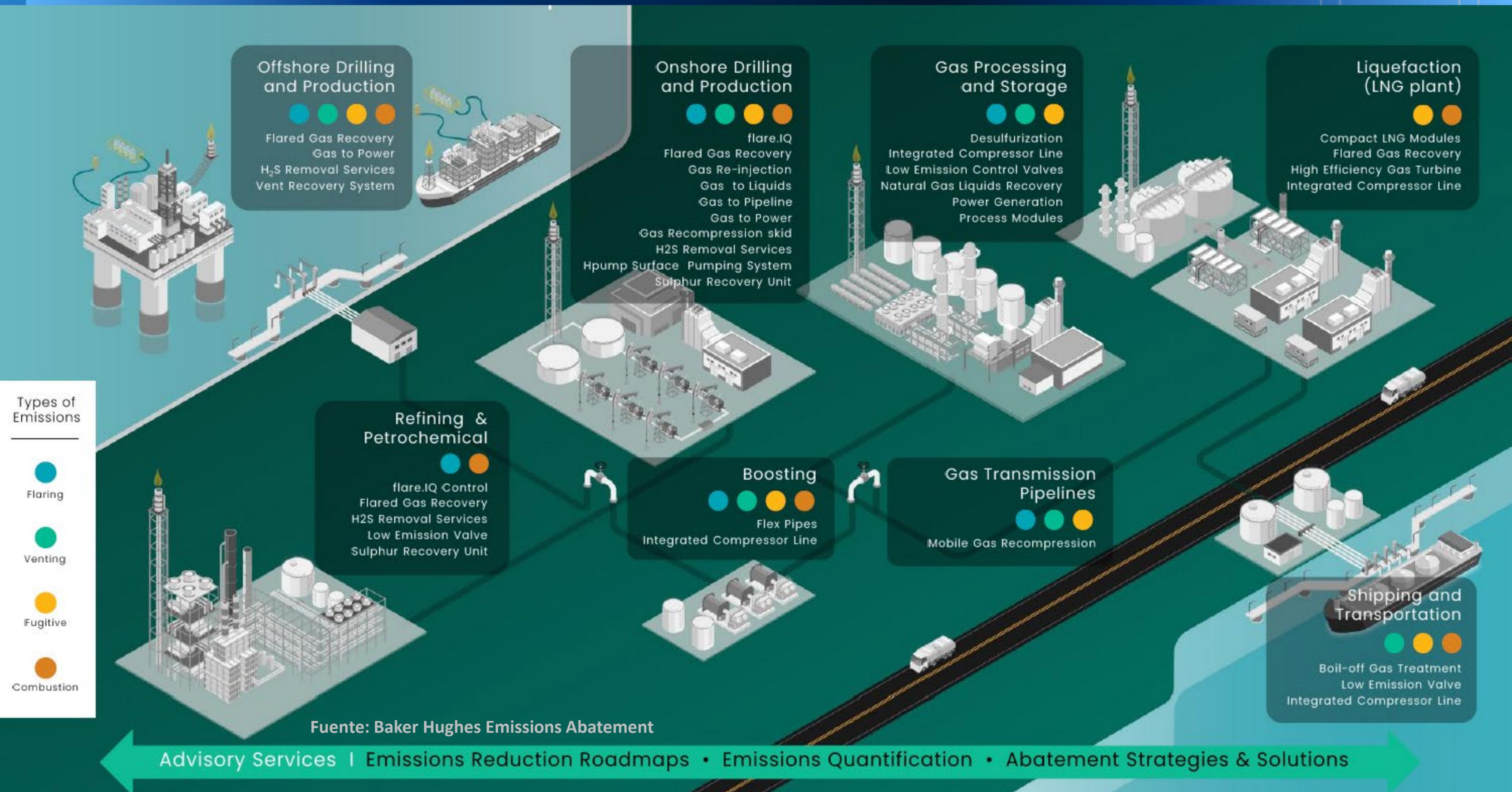
- Monitorear y medir la eficiencia de la combustión en tiempo real, lo que significa que pueden reducir la cantidad de emisiones de carbono liberadas en quema.



Colegio de Ingenieros Petroleros de México, A. C.



Tecnologías para la explotación de yacimientos no convencionales – Abatimiento de Emisiones



México tiene un marco normativo que promueve el desarrollo de no convencionales, pero sería importante revisarlo, integrarlo y actualizarlo en los siguientes **ocho** (8) puntos clave:

Monitoreo de línea base

Calidad del Agua base
Biodiversidad
Presencia de Agua Subterránea y Acuíferos
Identificación de Estructuras Geológicas
Mapeo de la sismicidad de la zona

Márgenes de Seguridad

Estándares de descarga de agua residual
Distancia mínima entre residuos y acuíferos sensibles
Distancia mínima entre residuos y zonas de recargas
Distancia mínima entre pozos y estructuras geológicas

Monitoreo de Procesos

Monitoreo de residuos, fugas y emisiones
Monitoreo de calidad y calidad de agua
Monitorear sismicidad inducida
Monitorear integridad del pozo

Divulgación Pública

Difundir composición del fluido de fractura
Difundir los resultados de monitoreo de calidad de agua
Difundir los resultados de monitoreo sísmico
Difundir máximas concentraciones de químicos/aditivos

Planes de Gerenciamiento

Plan de Adquisición de Agua/Residuos
Programa de Perforación y Abandono
Impacto de Aguas Subterráneas
Impacto de Sismicidad Inducida

Regulaciones prohibitivas

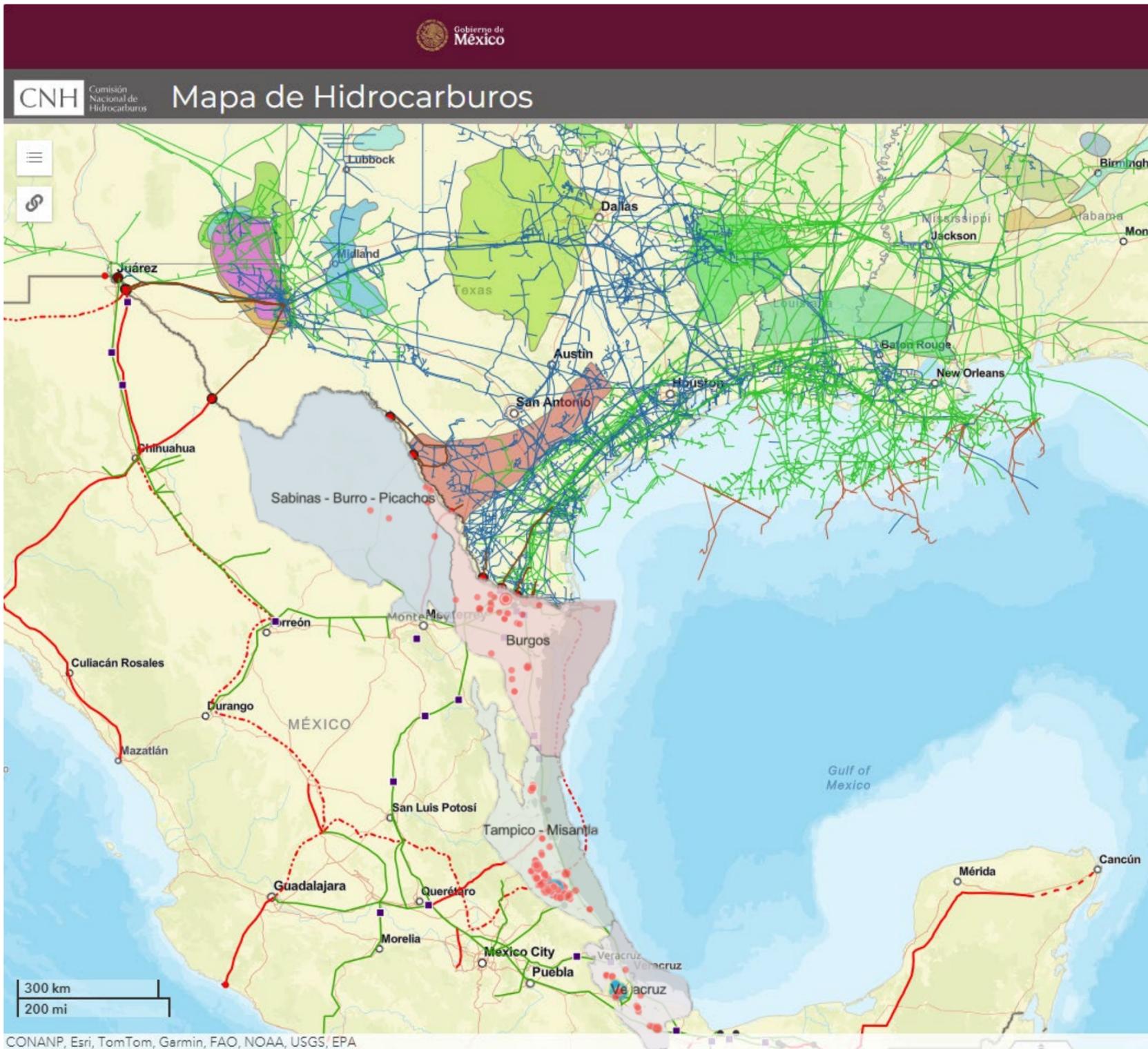
Prohibición de explotación en acuíferos sensibles
Prohibición de químicos tóxicos y cancerígenos
Prohibición de inyección de agua residual en el subsuelo
Prohibición de usar agua en zonas de alto estrés hídrico

Nuevas Tecnologías

Tecnologías para reducir huella de carbono – Operaciones Sim.
Tecnologías para tratamiento / reuso de aguas residuales
Uso de Mantenimiento Predictivo de activos en superficie
Tecnologías para minimizar impacto del ciclo de agua

Abandono de Pozos

Determinar calidad de aguas subterráneas alrededor del pozo, después del fracturamiento y antes del abandono definitivo del pozo
Monitorear la integridad del pozo luego de abandonar



Marco Regulatorio: Para asegurar un desarrollo sostenible y responsable, es fundamental que gobierno y sociedad discutan ocho áreas clave:

1. **Línea base:** Establecer parámetros iniciales para evaluar cambios.
2. **Planes de gerenciamiento:** Implementar estrategias efectivas de gestión.
3. **Márgenes de seguridad:** Definir límites seguros para operaciones.
4. **Regulaciones prohibitivas:** Identificar y prohibir prácticas dañinas.
5. **Monitoreo de procesos:** Supervisar continuamente las actividades.
6. **Nuevas tecnologías:** Adoptar innovaciones tecnológicas.
7. **Divulgación pública:** Informar transparentemente a la ciudadanía.
8. **Abandono de pozos:** Garantizar el cierre seguro de pozos inactivos.

México es diferente: enfrenta desafíos de superficie únicos en la explotación de yacimientos no convencionales, distintos a EE.UU. y Argentina (enfoque minero). Requiere un enfoque **quirúrgico** desde el inicio.

Adopción de nuevas tecnologías: Aprovechar la experiencia de Eagle Ford y Vaca Muerta en prácticas de perforación, fracturamiento y abatamiento de emisiones es clave para reducir la curva de aprendizaje en México.



Gracias



Consejo Directivo Nacional
2024 - 2026

Ingeniería por México