



ETO. CONGRESO 
**Producción
y Desarrollo
de Reservas**
HACIA UN DESARROLLO DE
RECURSOS SUSTENTABLE

 **INSTITUTO ARGENTINO
DEL PETRÓLEO Y DEL GAS**

24 · 27 Octubre 2016
Llao Llao Hotel&Resort
Bariloche, Argentina

YPF

**“Caracterización geológica y puesta en valor de la
Fm. Quintuco. Incremento de reservas y
producción adicional al Proyecto Vaca Muerta en
Yacimiento Loma Campana, Cuenca Neuquina”**

Desarrollo No Convencional YPF 



Agenda

- 1- Objetivos.
- 2- Introducción al Proyecto Loma Campana.
- 3- Antecedentes Fm. Quintuco en Loma La Lata.
- 4- Marco geológico Fm. Quintuco.
- 5- Primer y Segundo Proyecto de Reparaciones.
- 6- Workflow de Caracterización Geológica.
- 7- Optimización de Estimulaciones.
- 8- Producción y Reservas.
- 9- Conclusiones.



Objetivos

- ✓ El Proyecto consistió en poner en valor a la Fm Quintuco en Loma Campana, mediante la identificación y ejecución de 20 reparaciones en pozos que estuvieran en producción por *casing* de la Fm. Vaca Muerta, ejecutándolas al momento de bajar IFP.
- ✓ La iniciativa giró en torno a las premisas de desarrollar e incorporar reservas, sumar producción adicional y maximizar la rentabilidad de pozos ya ejecutados con objetivo Fm. Vaca Muerta.



Proyecto Loma Campana

Antecedentes históricos: Ensayos de petróleo en Fm. Vaca Muerta en varios pozos perforados en la década del '80 (VN.x-1, Ban.x-1, LLL.a-21), en el ámbito de Loma La Lata.

2008: Exploración YPF inicia estudio de evaluación de potencial de rocas generadoras, con foco en cuenca neuquina (Fm. Vaca Muerta).

2010: Primer pozo del “Proyecto Vaca Muerta”: LLL-479, resulta descubridor de petróleo.

2011: Se lleva a cabo una campaña de delineación del campo, perforando 7 pozos exploratorios y 11 avanzadas.

2012: Se perforan 28 pozos de desarrollo.

2013: Comienza piloto de desarrollo modo factoría, perforando 110 sondeos.

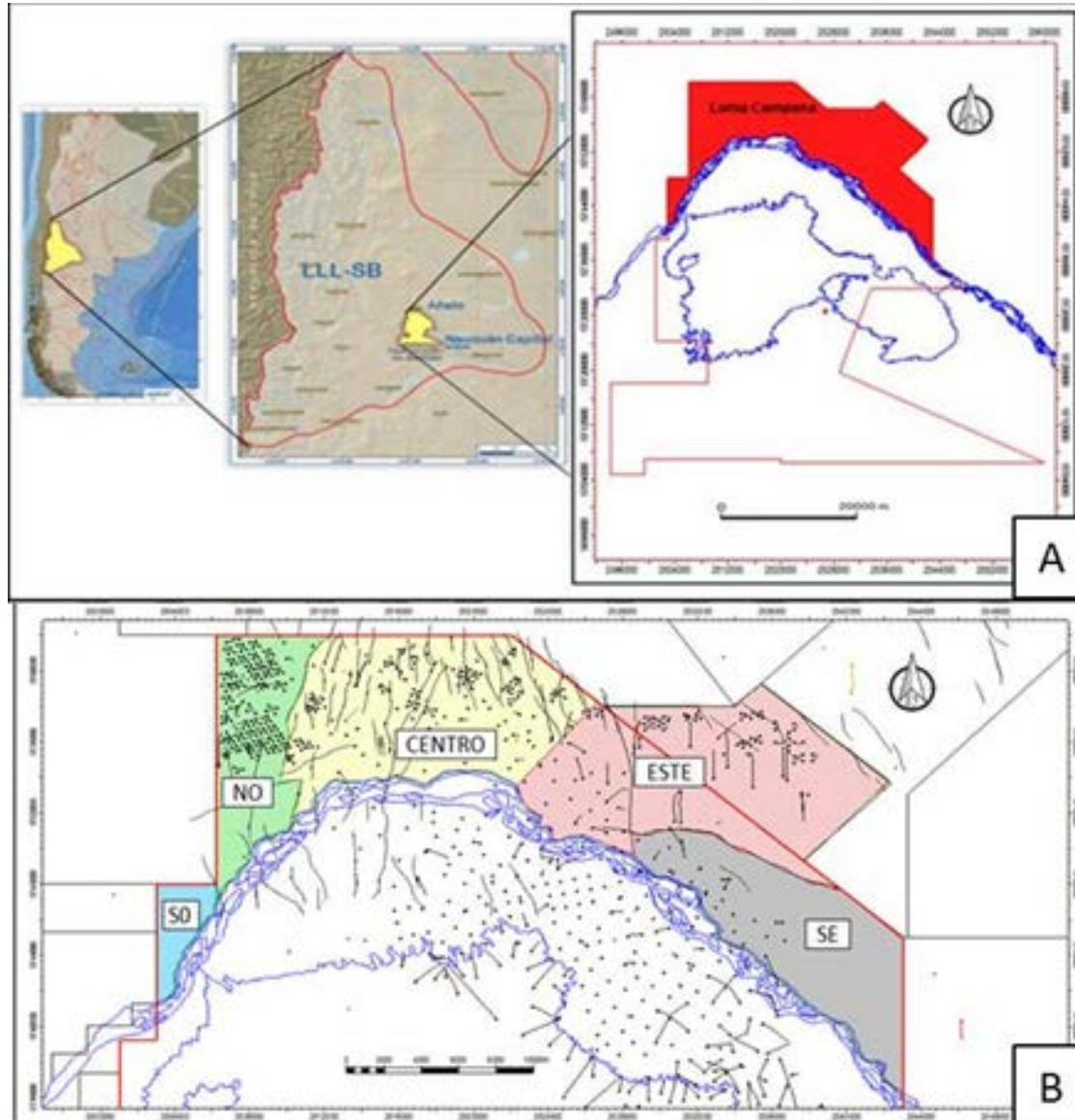
2014: Se rubrica acuerdo YPF-Chevron para el desarrollo conjunto del yacimiento Loma Campana, perforándose 165 pozos.

2015: Se perforaron 125 pozos.

✓ Actualmente el proyecto cuenta con más de 440 pozos en producción de la Fm. Vaca Muerta, convirtiéndose en el segundo yacimiento productivo de Argentina, con una producción diaria de más de 31 kbbl y 47 kboe.



Ubicación Geográfica





Antecedentes Fm. Quintuco

- ✓ La Fm. Quintuco ha sido productora de hidrocarburos en el ámbito de Loma La Lata desde 1979, con interesantes acumuladas en diversos sondeos, destacándose los pozos LLL-53 (150.000 m³), y más recientemente LLLN.x-1 (121.000 m³, en producción).
- ✓ Si bien el objetivo geológico primario del desarrollo de Loma Campana lo constituyen las fangolitas bituminosas de la Fm. Vaca Muerta, varios pozos aportan producción de Quintuco.
- ✓ El mecanismo de entrapamiento es estratigráfico, asociado a un sistema de fisuramiento natural sobrepresionado.





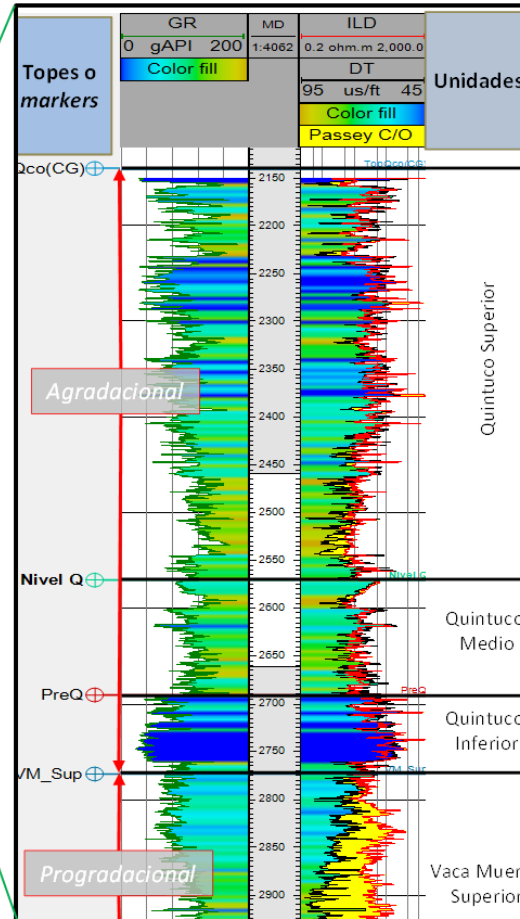
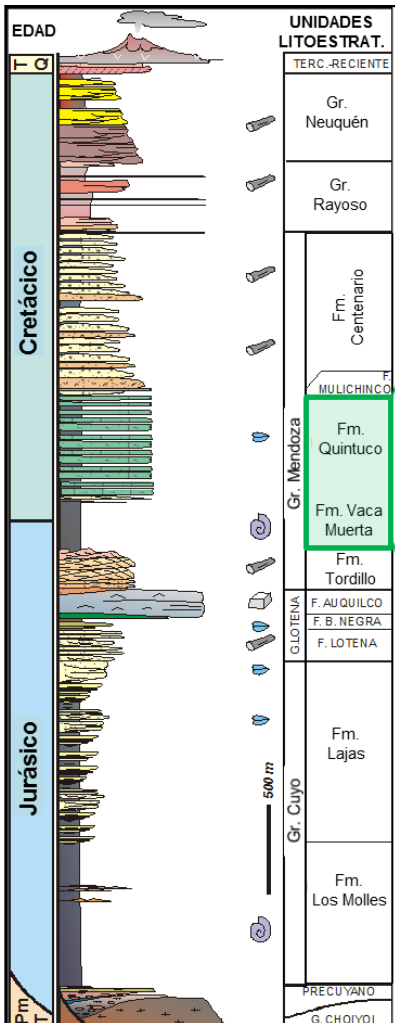
Marco geológico Fm. Quintuco

3 zonas claramente diferenciadas:

Sección Inferior: Nivel PreQ de 120 m. Progradante con una somerización hacia depósitos proximales de plataforma interna. Sello de carácter regional por encima. Intervalo sobrepresionado (350 y 500 kg/cm²).

Sección Media: Geometrías progradacionales a agradacionales, patrones de apilamiento plano paralelos. *Grainstones* y *packstones* oolíticos, asociadas a barras carbonáticas de alta energía (Nivel Q).

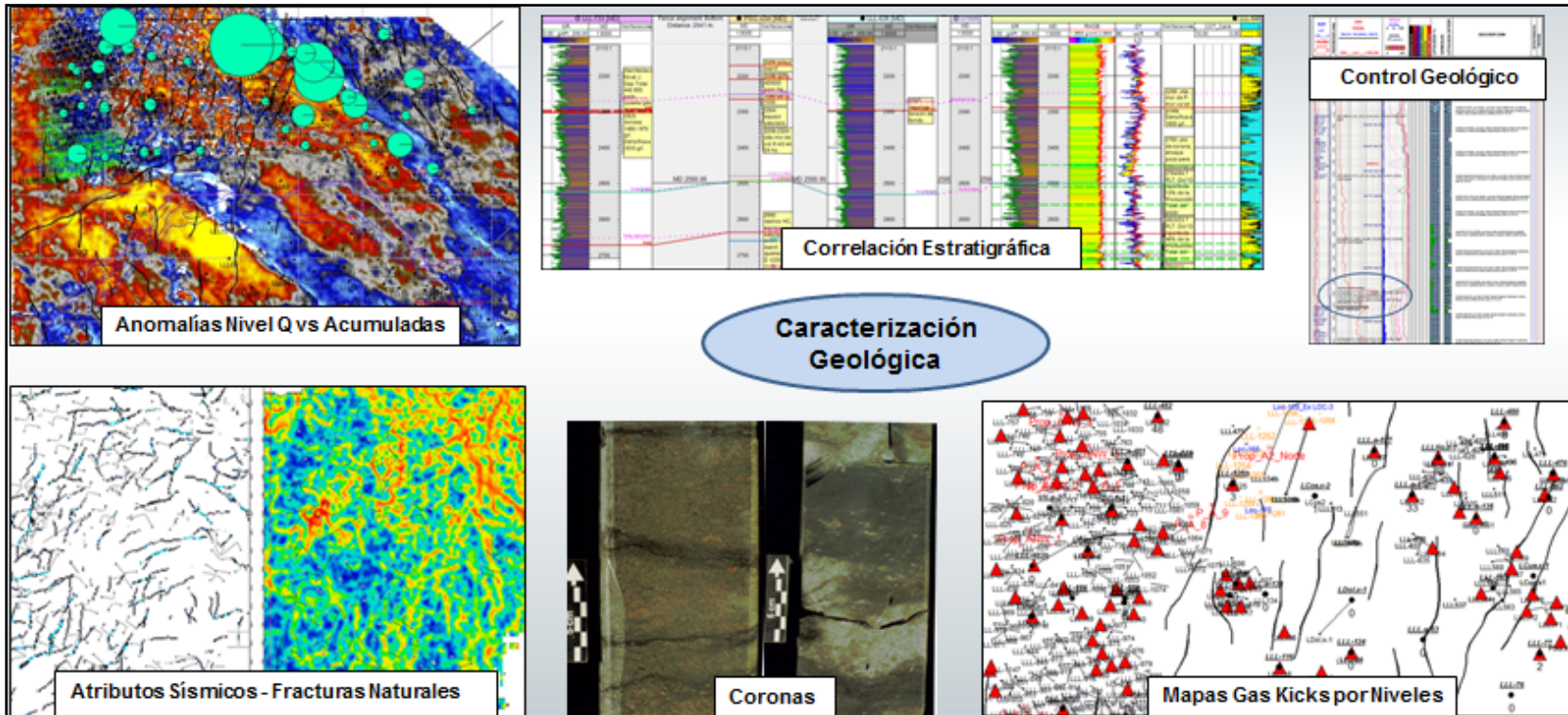
Sección Superior: Fangolitas calcáreas limosas que gradan a *grainstones* y *packstones* oolíticos. Nivel J, manifestaciones sector NO.





Primer Proyecto Reparaciones

✓ *Drivers* para la identificación de la cartera del primer proyecto de reparaciones:



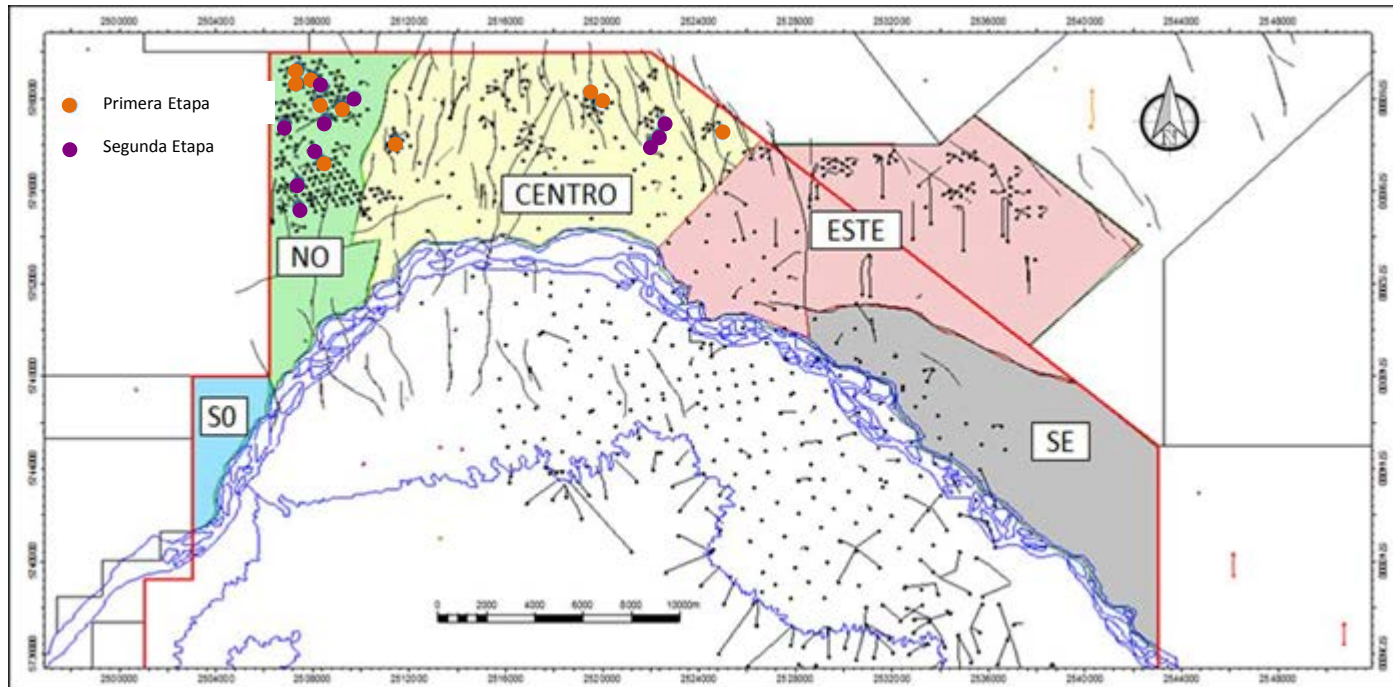
✓ Se buscó respetar las siguientes condiciones de borde:

- 1) Último control de producción < 10 m³/d.
- 2) Pozos sin IFP (CSG).
- 3) Respetar dos distanciamientos en fondo de otro pozo productor del mismo nivel estratigráfico, a fin de minimizar interferencias.



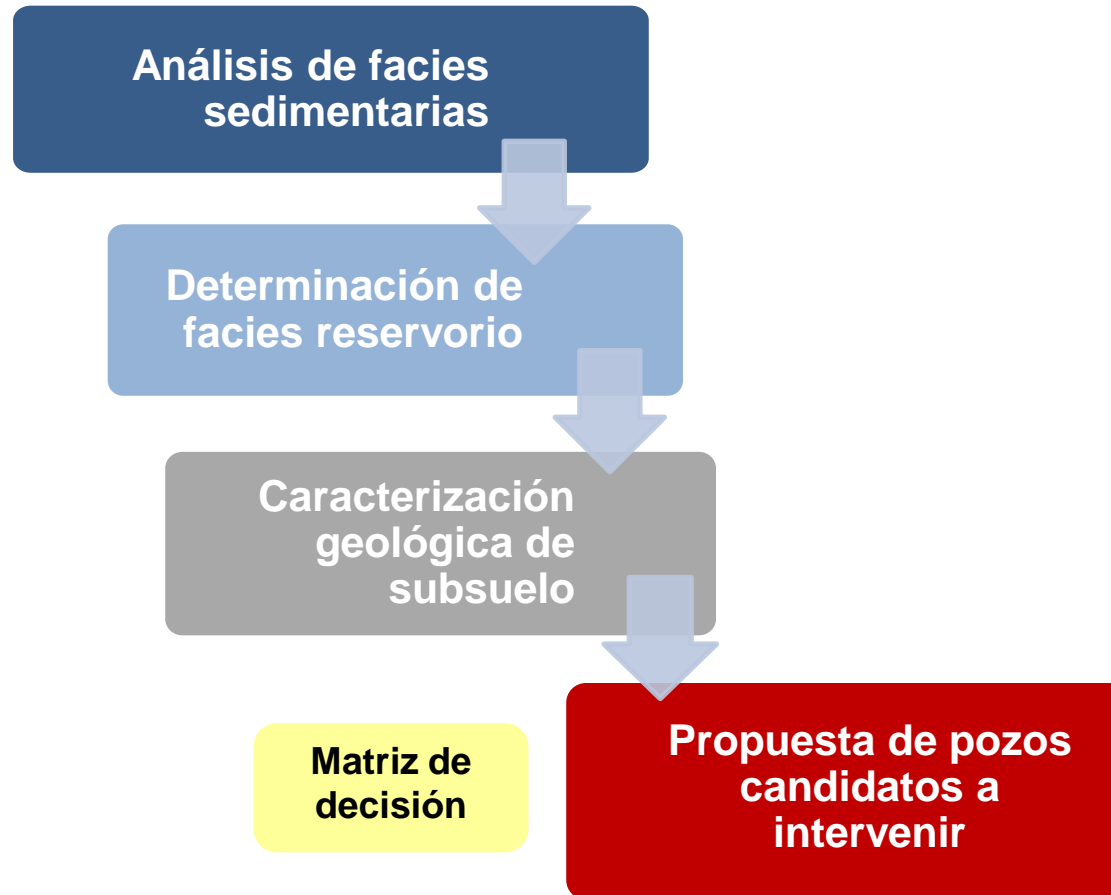
Segundo Proyecto Reparaciones

- ✓ En un posterior análisis de oportunidades, se establecieron nuevos criterios de selección y evaluación de pozos, basados principalmente en un nuevo estudio integrado de propiedades de subsuelo.
- ✓ Se plantea como objetivo lograr una optimización del recurso respecto a la campaña de reparaciones anterior.





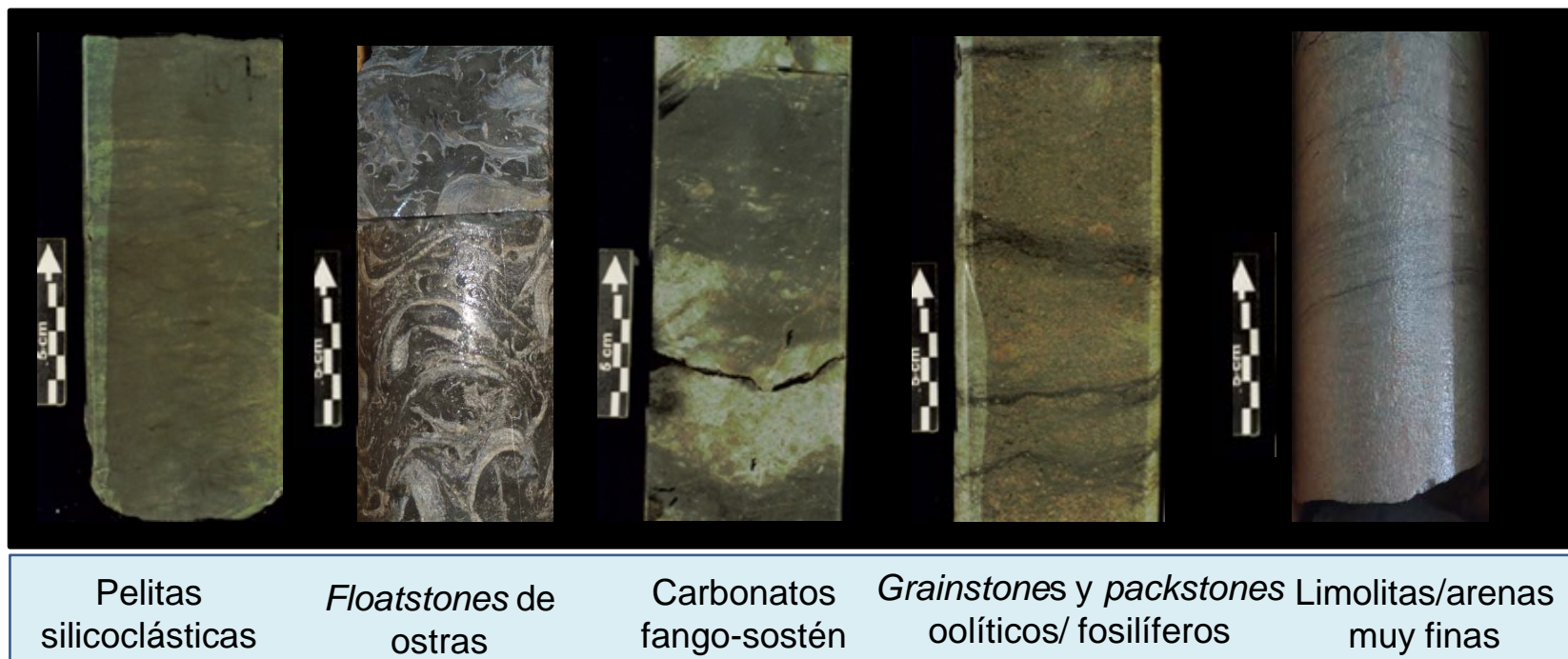
Segundo Proyecto Reparaciones



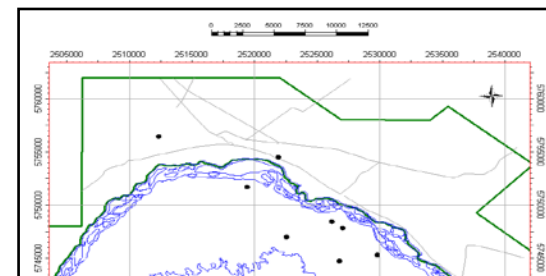


Análisis de Facies sedimentarias

- ✓ Descripciones de litofacies de testigos corona correspondientes a 6 pozos del Bloque LLL- Sa. Barrosa.



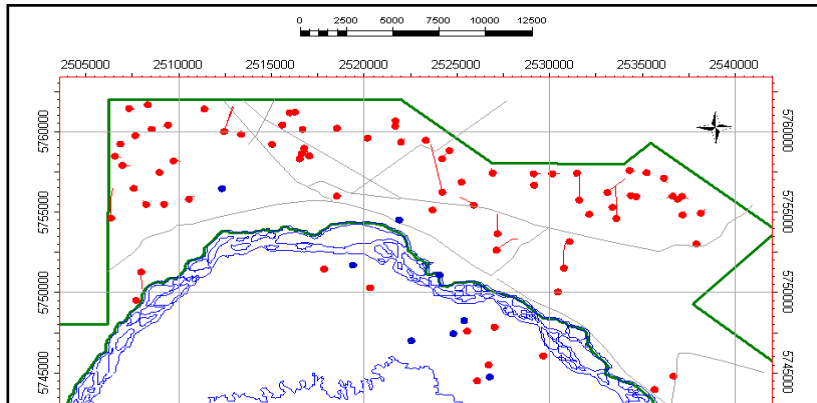
- ✓ Amplia heterogeneidad litológica, textural y estructural.
- ✓ Integración con datos petrofísicos, registros eléctricos y control geológico.



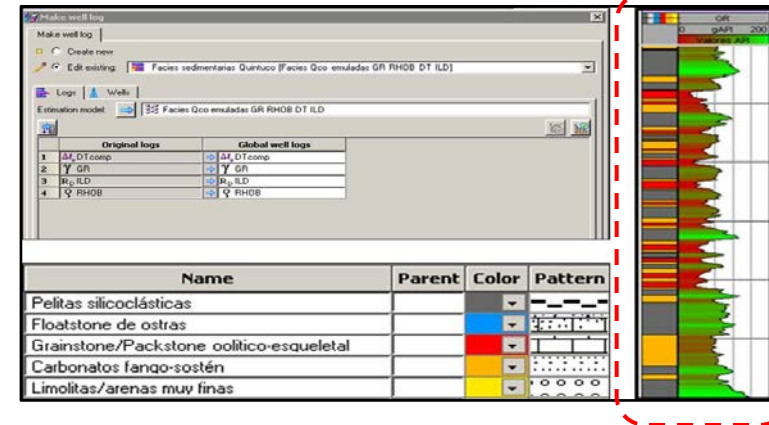


Análisis de Facies sedimentarias

- ✓ Digitalización de facies permite crear red neuronal de facies simuladas.
- ✓ Logs de control geológico, registros de pozo mineralógicos y descripciones de testigos corona no ingresados en la red, puntos de control del método.
- ✓ Distribución de redes neuronales en el bloque:



- Pozos con testigos corona
- Pozos con red neuronal



- ✓ Correlaciones estratigráficas entre pozos (niveles productivos).
- ✓ Identificar facies reservorio.
- ✓ Evaluar niveles punzados.
- ✓ Contar con información en zonas carentes de CG y perfiles.



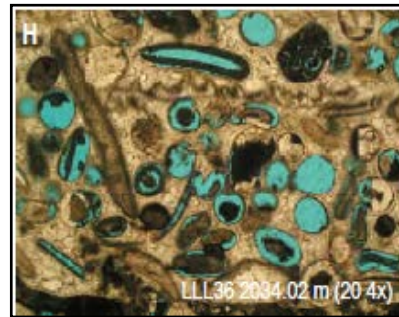
Determinación de facies reservorio

✓ Tipos de porosidad observadas en testigos corona:



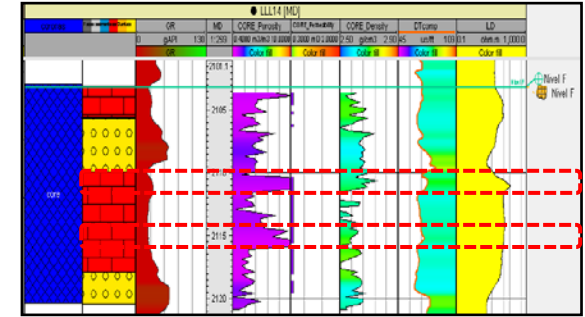
Not fabric selective

	Fracture
	Channel
	Vug
	Cavern
	Stylolitic



Fabric selective

	Intergranular
	Intragranular
	Intercrystalline
	Mouldic
	Fenestral
	Shelter
	Framework



✓ Validación de niveles punzados en registros PLT de pozos reparados.

Pozo	Punzados (m MD)		Intervalo Qco	Litología	Facies sedimentarias	Resultado PLT	
	Tope	Base				Oil (m3/d)	Gas (m3/d)
	2664	2674	Nivel L	Caliza arcillosa (mudstone)	Carbonatos fango-sostén	32,23	2901,58

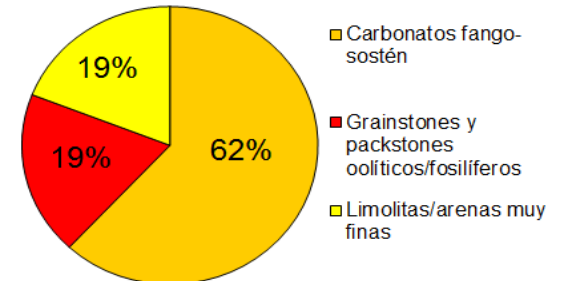
✓ Estadística de litologías que corresponden a niveles con *gas kicks* máximos (> 7100 psi):

Nivel J

Prof kick (m MD)	Pporal (psi)	Litología	Litofacies	Relacion nivel kick con fallas
2320	7000	caliza arcillosa	Carbonatos fango-sostén	no
2408	7100	Packstone	Grainstones y packstones oolíticos/fosilíferos	si
2319	7100	caliza arcillosa wackestone	Carbonatos fango-sostén	no
2329	7100	caliza arcillosa wackestone	Carbonatos fango-sostén	si
2337	7100	caliza arcillosa wackestone	Carbonatos fango-sostén	no
2407	7450	caliza wackestone-packstone	Grainstones y packstones oolíticos/fosilíferos	no
2377	7550	caliza wackestone-packstone	Carbonatos fango-sostén	parcial
2439	7800	Packstone	Grainstones y packstones oolíticos/fosilíferos	parcial

Nivel Q

Prof kick (m MD)	Pporal (psi)	Litología	Litofacies	Relacion nivel kick con fallas
2685	7500	Caliza mudstoe	Carbonatos fango-sostén	no
2594.44	7500	Caliza wackestone	Carbonatos fango-sostén	si
2555	7500	Caliza arcillosa	Carbonatos fango-sostén	no
2622	7500	Caliza mudstone	Carbonatos fango-sostén	no
2554	7600	Caliza arcillosa	Carbonatos fango-sostén	no
2644	7600	Caliza arenosa	Limolitas/arenas muy finas	parcial





Determinación de facies reservorio

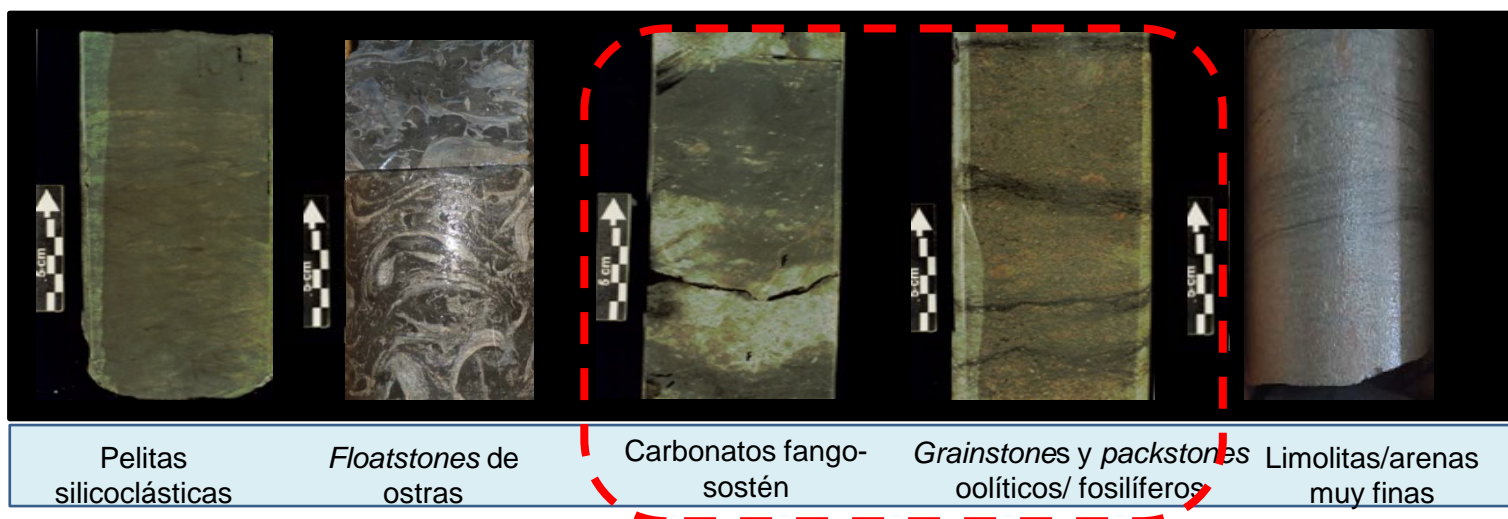
- ✓ Solubilidad de litofacies: Ensayo de HCl con dilución 15%:



Muestra	Facies sedimentarias	Solubilidad en HCl 15%
M6	<i>Grainstones y packstones</i>	73.2 %
M4		74.2 %
M8		72.5 %
M7	Carbonatos fango-sostén	46.3 %
M3		59.2 %
M9		36.6 %
M5	Pelitas silicoclásticas	13.9 %
M1		23.1 %
M10	Limolitas/arenas muy finas	17.1 %

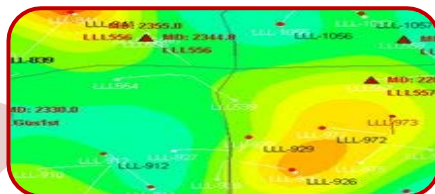


- ✓ Integración de datos y observaciones: Identificación de 2 facies reservorio (variedades de calizas):

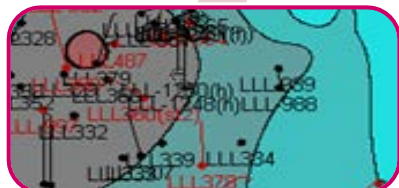




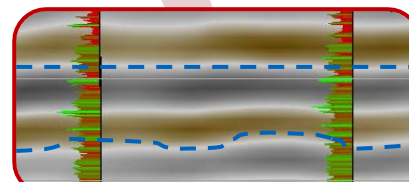
Workflow de Caracterización Geológica Optimizado



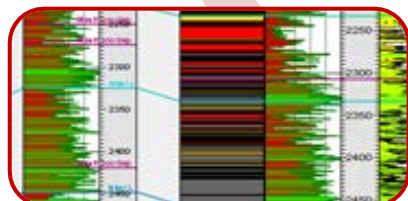
Mapas de presión poral



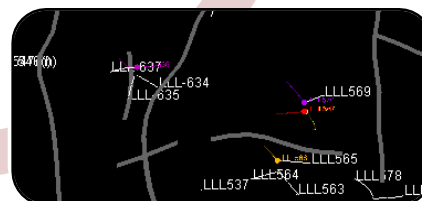
Mapas de porosidad de
reservorio



Correlación sísmica



Correlación estratigráfica

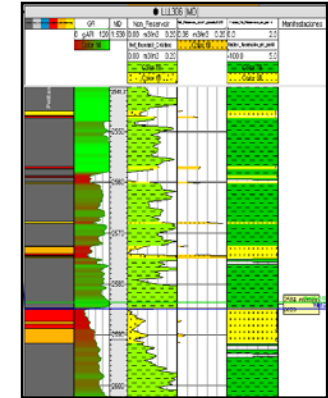
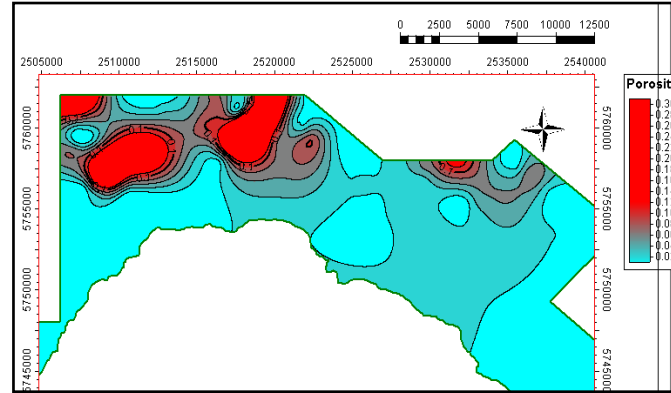
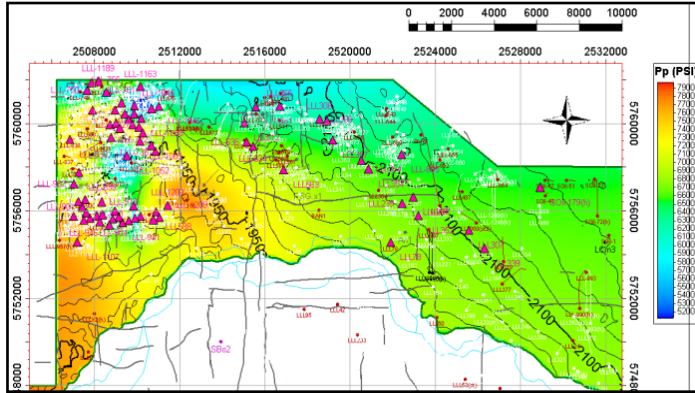


Relaciones estructurales

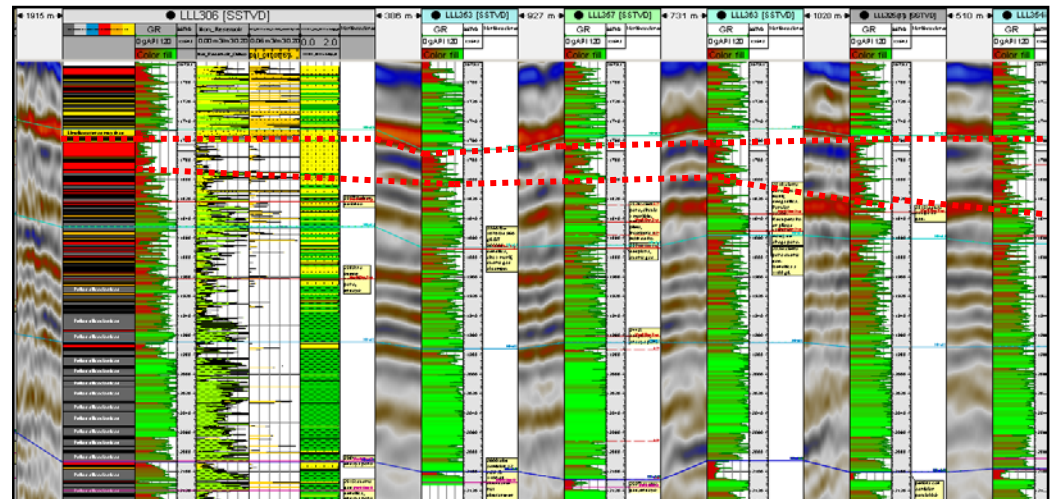
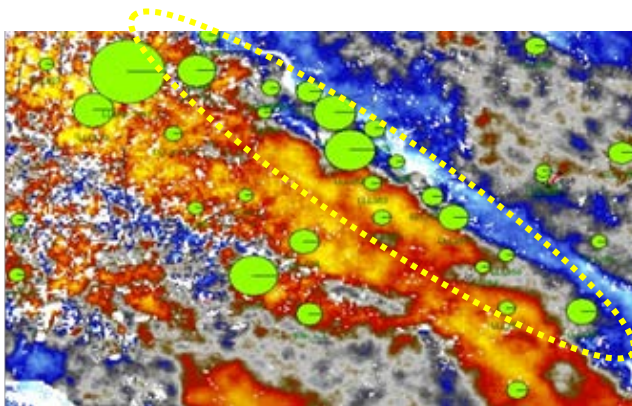


Workflow de Caracterización Geológica Optimizado

- ✓ Ejemplo de integración de mapas de *gas kicks*, porosidad y *logs* de porosidad



- ✓ Transecta NO – SE pozos ubicados sobre borde de barra carbonática Nivel Q:





Matriz de decisión

Evaluación de pozo candidato

Criterios de pre-selección	Análisis de Datos	Consideraciones			
1. Relación con plan de reparaciones 2015	Mapa del área/ Cap. IV	Evaluar zonas productivas y lecciones aprendidas			
2. Producción actual de pozo	Cap. IV	Valores inferiores a 2 m ³ /día			
3. Ensayos	OFM	Capas ensayadas durante la perforación			
Criterio	Análisis de Datos	Rango de valores asignados			
4. Antecedentes de influjos/admisiones durante la perforación	Registro UBD con dato exacto de profundidad / Mapas por nivel	<5500 psi	5500 - 6500 psi	6500-7500 psi	> 7500 psi
		0.2	0.4	0.8	1
5. Manifestaciones durante la perforación de pozos vecinos en el mismo nivel	Registros de UBD y/o partes diarios operativos en pozos viejos	NO		SI	
		0		0.5	
6. Presencia de fallas naturales que sean atravesadas por el pozo	Evaluar Atributos Sísmicos y polígonos de falla por nivel	NO	adyacencias*		SI
		0	0.5		0.75
7. Distanciamiento en fondo de pozos productores de Fm Quintuco	Mapa del área / Cap. IV	0- 300 m	200 - 600 m		>600 m
		0	0.5		0.75
Criterio para niveles a punzar	Análisis de Datos	Consideraciones			
8. Relación reservorio-sello nivel de interés	Correlaciones con log de facies	Identificar litologías reservorio/sello y su relación. Desestimar capas reservorio < 2 m potencia.			
9. Porosidad	Mapas y perfiles de porosidad	Buscar relación matriz / fisuras			
Criterio	Análisis de Datos	Excluyente			
10. Integridad del pozo	Huincul / I well File	Infraestructura adecuada (entubado, cemento, s/pesca, daños, etc)			



Análisis de daño de formación

- ✓ Detección de emulsión producto de reacción HCl con lodo de perforación que ocurre durante la operación de estimulación ácida en pozos reparados.

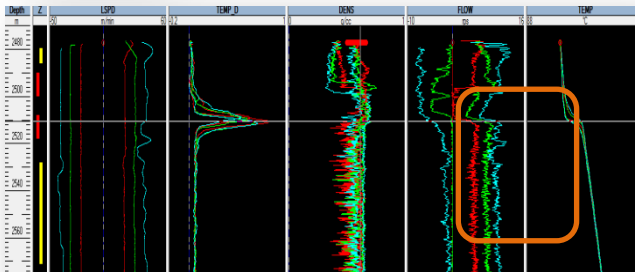


Hydrocarburo
 $\rho = 0.9 \text{ g/cm}^3$

Mezcla de sólidos
 $\rho = 3.4 \text{ g/cm}^3$

ESTUDIO POR DIFRACTOMETRIA DE RAYOS X:

Muestra	Profundidad (mbbp)	Roca Total (%)																
		Cuarzo	Feldes-patos		Arcillas	Carbonatos			Ceolitas			Sulfatos			Halla	Bartina	Magnesia	Otros
			K	F		Ca	D	S	A	Cl	L	Y	An	Ba				
Sólidos producidos	2637/43 y 2654/60	0	6	Tr	48										32		5	



- ✓ Efecto de emulsión visible en registros PLT a través de inversión de *spinners* de la herramienta.

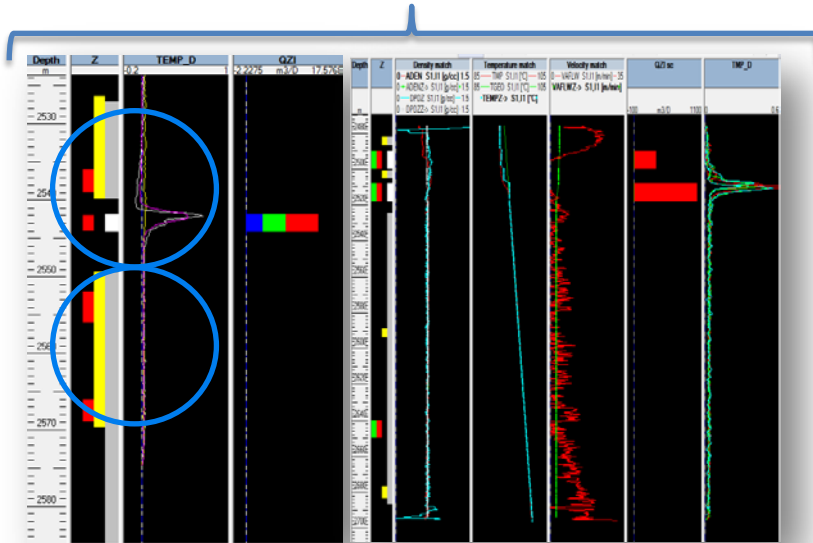
- ✓ **Acción de mejora:** se recomienda uso de preflujo de solvente en los ácidos, el cual aumentaría la probabilidad de éxito de la estimulación y mejoraría los indicadores económicos.



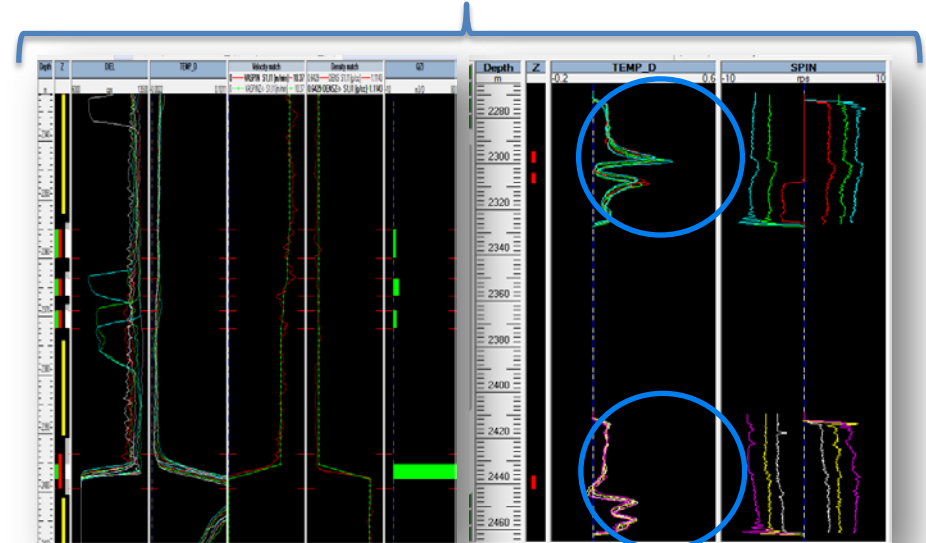
Implementación de divergentes

- ✓ Registros de PLT de pozos estimulados con y sin fluidos divergentes, permiten demostrar su efectividad a través de mayor cantidad de *clusters* productivos:

Producción sin divergentes



Producción con divergentes, aportan más zonas

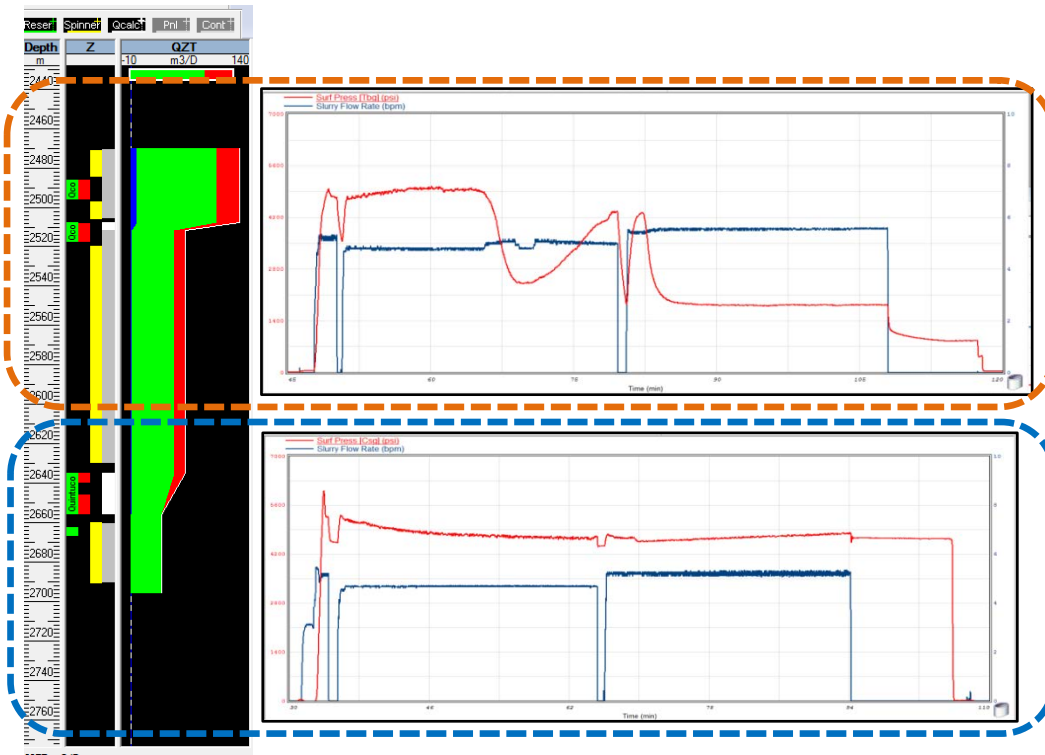


- ✓ Muchos punzados abiertos con bajo caudal dificultan la divergencia del fluido, lo cual provoca menos zonas estimuladas por tratamiento.
- ✓ **Acción de mejora:** Se recomienda incorporar su uso en los tratamientos ácidos preferentemente en condiciones de alto caudal.



Efectividad del tratamiento

- ✓ Los diseños de cartas de los ácidos se integran a respuestas de PLT para discriminar buenos y malos comportamientos de estimulación/producción:



Comportamiento general de pozos más productivos:

- ✓ Disminución de la presión al llegar el tratamiento al fondo: mayor reacción del ácido con la formación.
- ✓ Bajo ISIP final: menor energía para sostener abierta las fracturas. Rápida disipación de la presión.

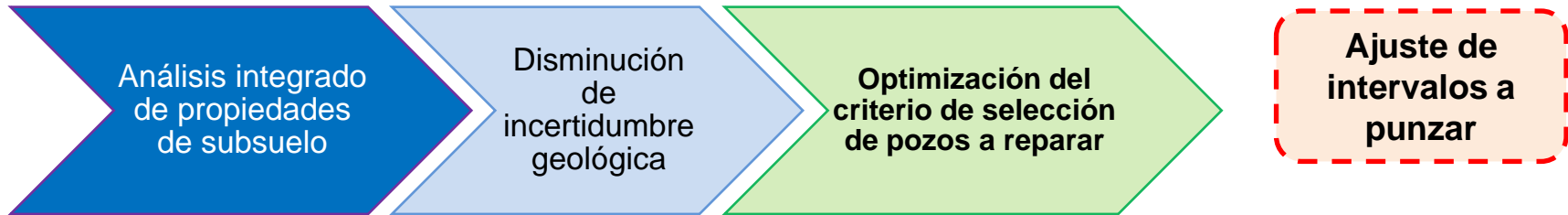
- ✓ Dicho diseño efectivo se corresponde con litologías reservorio.
- ✓ **Acción de mejora:** planificar punzados en calizas puras de extensión continua, evitando niveles arcillosos y/o heterolíticos.



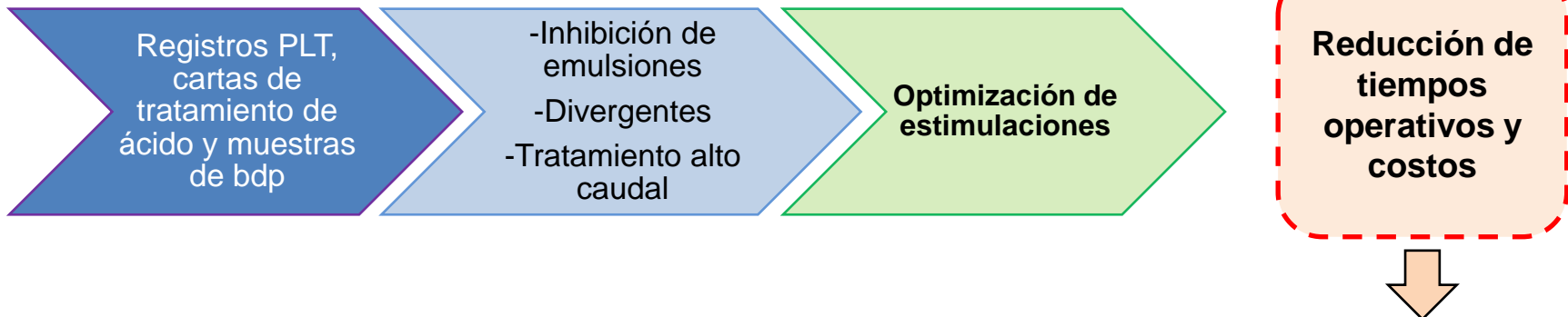
Resumen optimización de proyecto

- ✓ Los resultados del primer proyecto de reparaciones dio luz a una serie de análisis contemplados desde geología e ingeniería:

Estudio geología de subsuelo



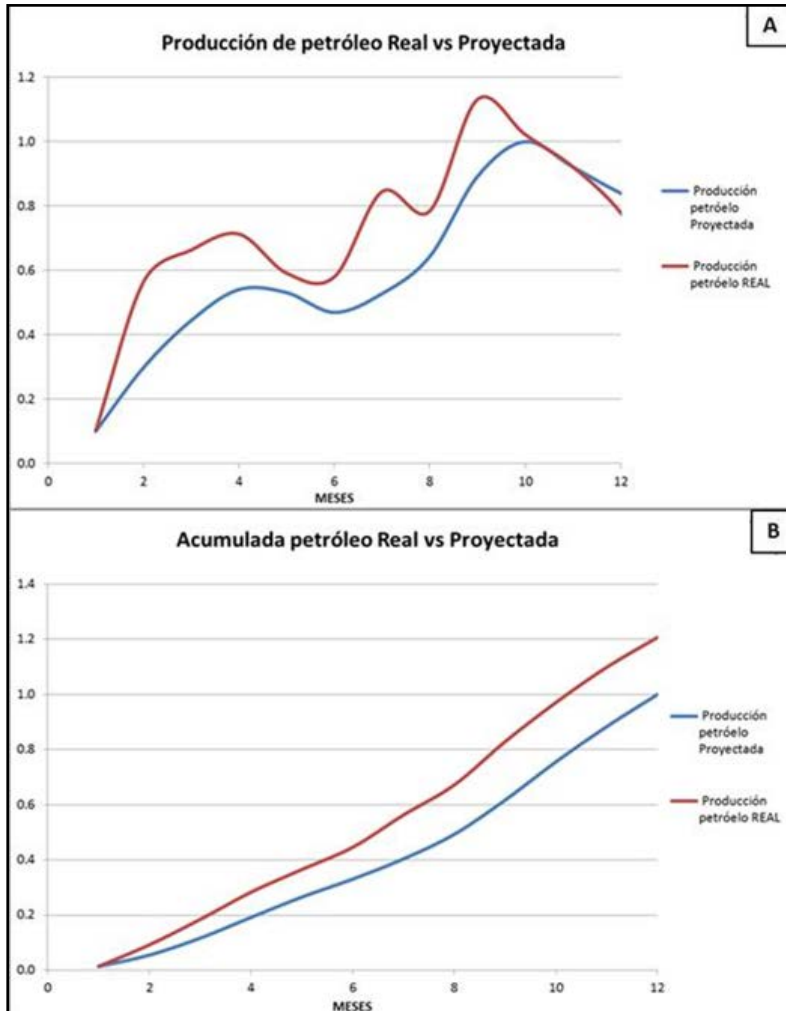
Análisis de completación



Incremento de producción y calidad de tratamiento a menor costo manteniendo los recursos



Producción y Reservas



- ✓ La productividad de las reparaciones excedió en un 20% el pozo tipo proyectado y permitió desarrollar reservas a la fecha por 400 kbbbl y 512 kboes.
- ✓ Tras la ejecución exitosa de las 20 primeras reparaciones, se presentó una nueva cartera de 15 oportunidades adicionales. Las mismas fueron incorporadas como reservas posibles de Fm Quintuco para el área Loma La Lata Norte.



Conclusiones

- ✓ Se logró probar con éxito la ejecución de intervenciones a la Fm. Quintuco en pozos que estuvieran en producción por *casing* de la Fm. Vaca Muerta, ejecutándolas al momento de bajar IFP.
- ✓ Reducción de costos operativos, producción adicional y maximización de la rentabilidad global del proyecto.
- ✓ El *workflow* de caracterización estática optimizado identificó mediante el uso de redes neuronales, reservorios con mayor potencial y la definición de una nueva cartera de oportunidades.
- ✓ Los criterios de mejora continua y lecciones aprendidas, permitieron perfeccionar la estrategia de punzados y la eficiencia de las estimulaciones.
- ✓ La productividad de las reparaciones excedió en un 20% el pozo tipo proyectado y permitió desarrollar reservas a la fecha por 400 kbbl y 512 kboes.



**MUCHAS GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**

PREGUNTAS???