



Metodología para administrar un proyecto de secundaria maduro- Caso El Trébol Noroeste

Equipo de trabajo: Christian Tesone, Claudia Ayllon, Jessica Jones, Mariana Mendoza, Marianela Capobianco,
Soledad González, Esther Medina, Marcos Almonacid, Pedro Belkenoff
Disertante: Mariana Mendoza



OBJETIVOS

Buscar oportunidades de secundaria a corto y mediano/largo plazo para mejorar el FR.

Aplicación práctica de herramientas de monitoreo y seguimiento

Respuesta comprobada, modelo geológico ajustado y sin actividad de perforación y reparación 2016.



AGENDA

- UBICACIÓN
- REVISIÓN HISTÓRICA
- GEOLOGÍA
- HISTORIA DE PRODUCCIÓN
- ESTRATEGIA DE INYECCIÓN
- MONITOREO Y SEGUIMIENTO:
 - Proyecto -Bloque-Pattern
 - Coeficiente de Dykstra-Parsons
 - Análisis de Presión
 - Eficiencia volumétrica
 - Plots de Diagnóstico
 - Mapas de Diagnóstico
- ACCIONES
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



REVISIÓN HISTÓRICA

1996-Proyecto Original

- OOIP 5.22 Mm3
- 2000 m3/d inyección
- 16 reservorios
- 462 km3 Reservas
- EUR 1.28 Mm3

1996-Implementación

- 4000 m3/d inyección
- 26 reservorios

2012 Optimización

- OOIP 8.92 Mm3
- Aumento de la selectivización vertical
- Cierre de capas de agua
- Perforación de pozos reemplazo y pozos infill
- Conversiones de productores
- Balanceo de Patterns

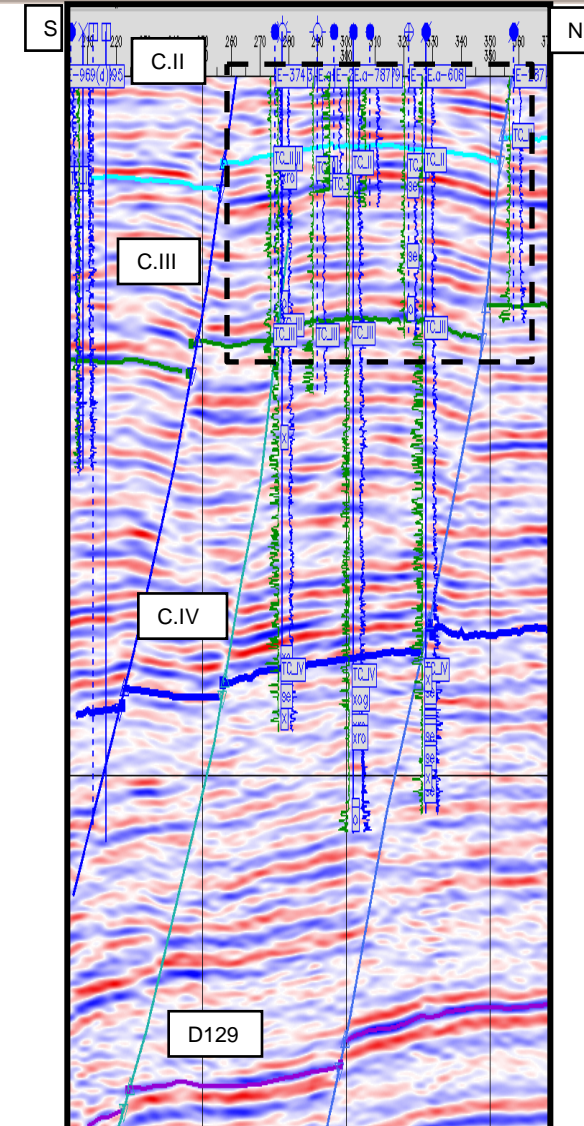
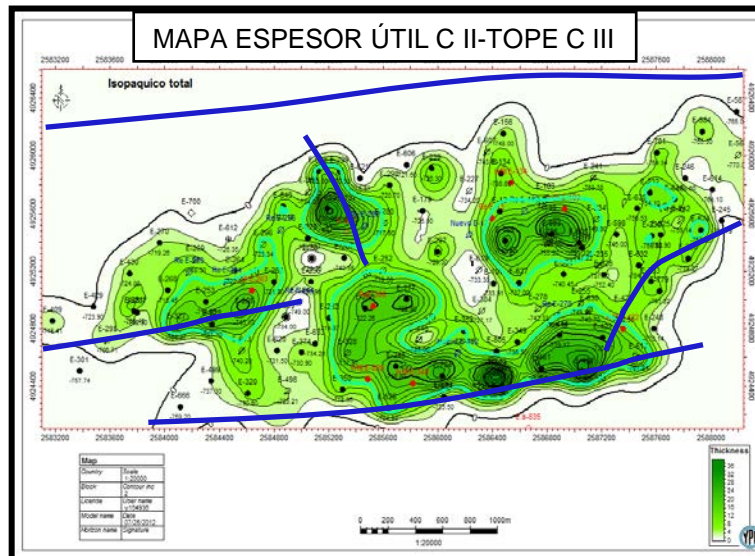
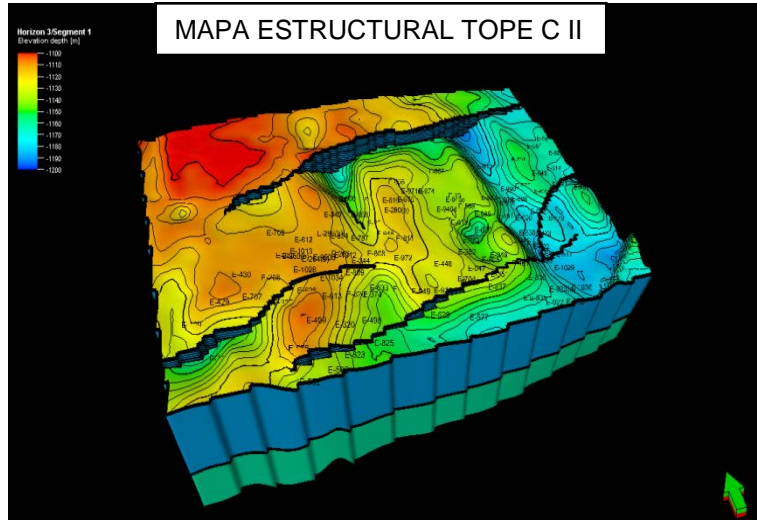
2015 Revisión

- OOIP 10.1 Mm3
- 28 reservorios bajo inyección
- EUR 3.06 Mm3
- Swi: -20%
- Swirr:-10%
- M:+50%



GEOLOGÍA: MODELO ESTRUCTURAL

- Estructura tipo hemigraben delimitado por dos grandes fallas normales de rumbo E-O y buzamiento S. La falla ubicada al norte muestra rechazos de entre 25-40 m y la del sur de hasta 90 m.
- Estas fallas alcanzaron la Fm.D129 (roca madre) y fueron las vías de migración y entrapamiento del hidrocarburo.
- A su vez, el bloque está subdividido por otras fallas subordinadas que generan pequeños altos estructurales donde se concentran la mayor cantidad de reservorios mineralizados.

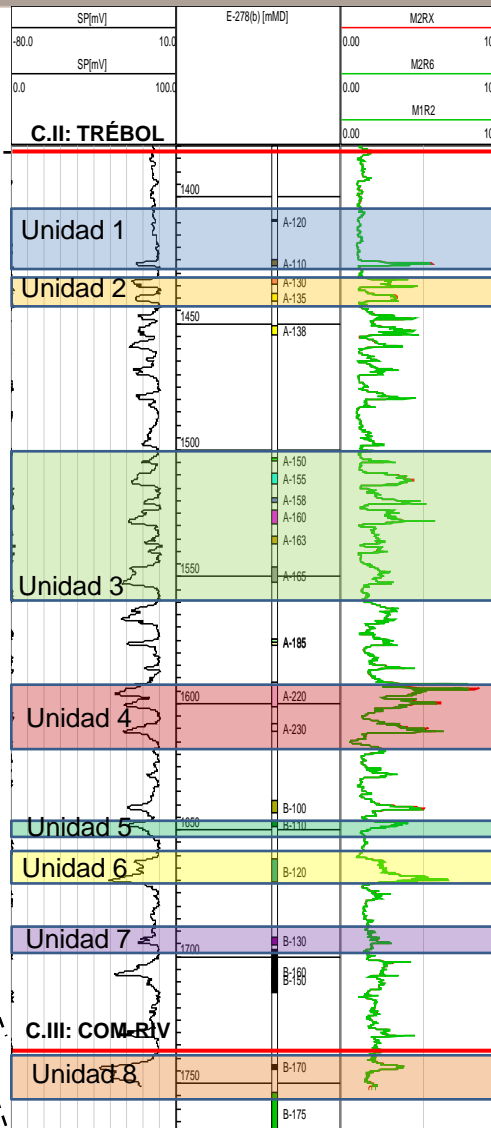




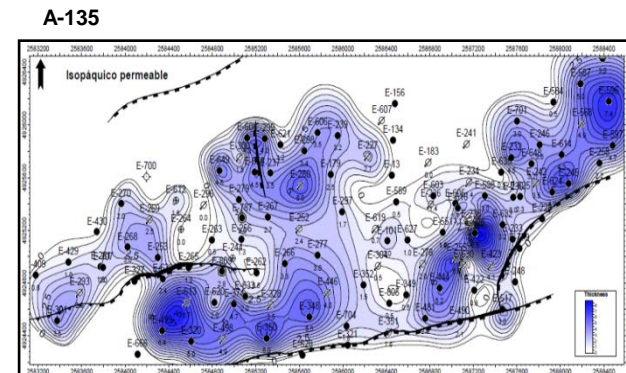
GEOLOGÍA: MODELO ESTRATIGRÁFICO

UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ESPE- SORES	LITOLOGIA & AMBIENTE	ROCA MADRE	RESER- VORIO	SELLO
TERCIA RIO FM. SALAMANCA Mb. Glauconítico 73 MA	160 m	ESTUARICO			
COMPLEJO I	160 m	DELTAICO			
CRETACICO ALTO FM. YACIMIENTO EL TREBOL 88.5 MA	500 - 1200 m	FLUVIAL			
COMPLEJO II	500 - 1200 m	FLUVIAL			
FM. COMODORO RIVADAVIA 98 MA	500 - 1300 m	FLUVIAL			
COMPLEJO III	500 - 1300 m	FLUVIAL & LACUSTRE			
CHUBUTIANO FM. MINA EL CARMEN 113.5 MA	400 - 2000 m	FLUVIAL & LACUSTRE			
COMPLEJO IV	400 - 2000 m	FLUVIAL & LACUSTRE			
CRETACICO BAJO FM. POZO D-129 121 MA	600 - 3300 m	LACUSTRE			
JURASICO "Complejo Volcánico Sedimentario"		VOLCANICLASTICO			

Modificado de Figari et al. (1999)



- 78 reservorios correlacionados C II- C III- C IV
- 42 reservorios correlacionados C II- tope C III
- 28 reservorios bajo inyección





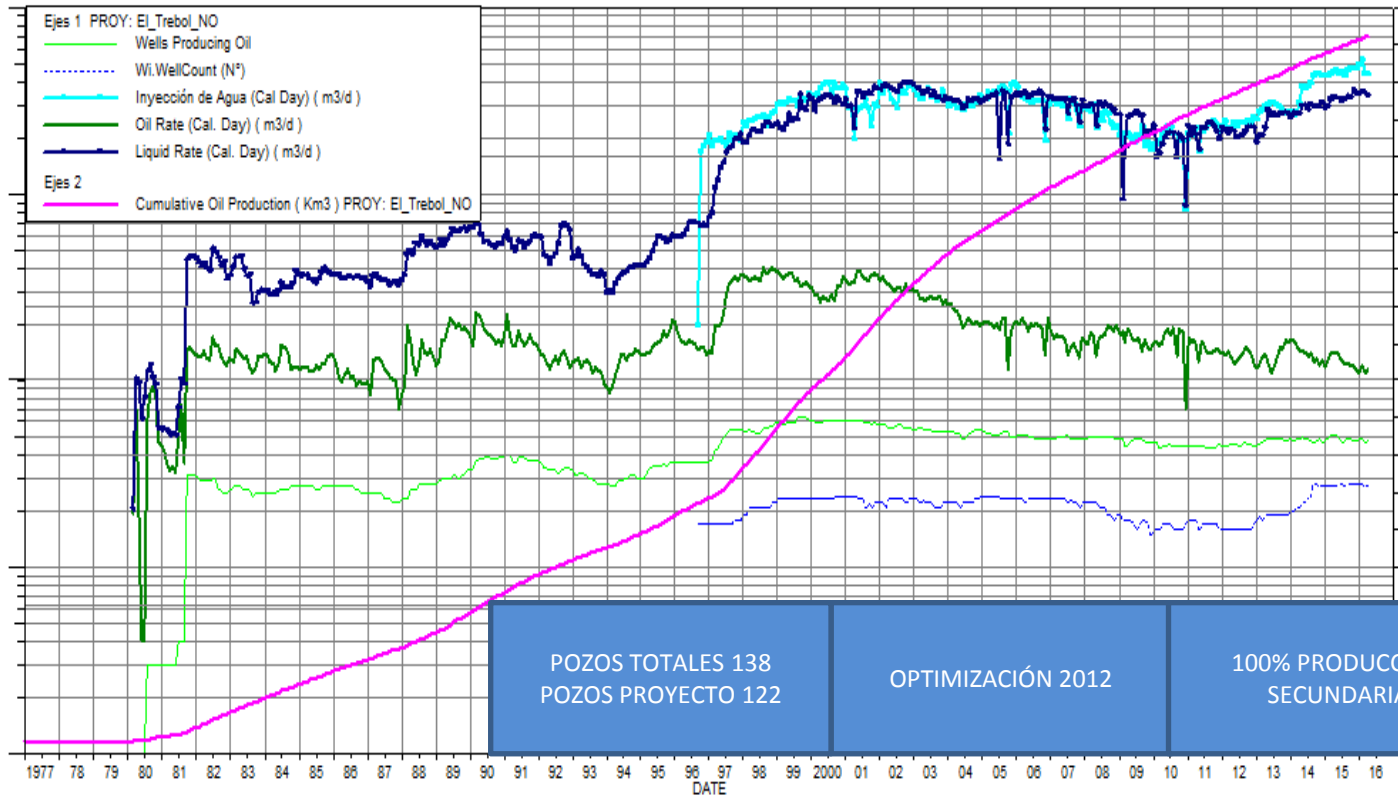
HISTORIA DE PRODUCCIÓN



DESCUBRIMIENTO 1939

PRODUCCIÓN ANTERIOR A
1978 1.09Mm3

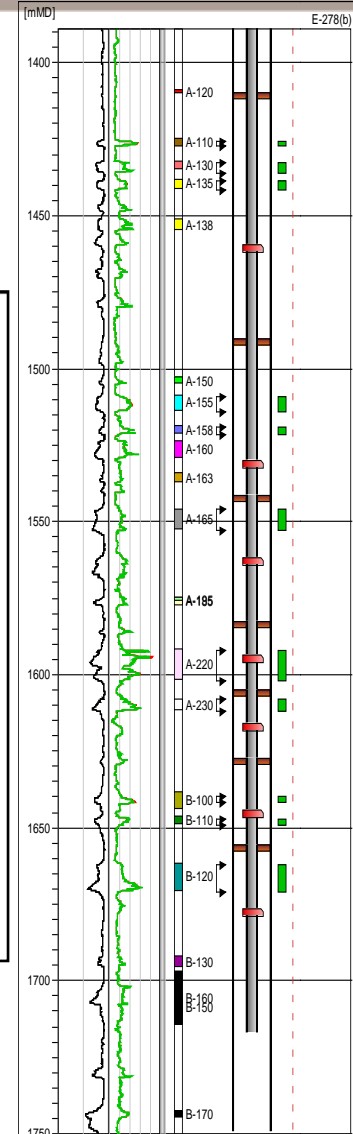
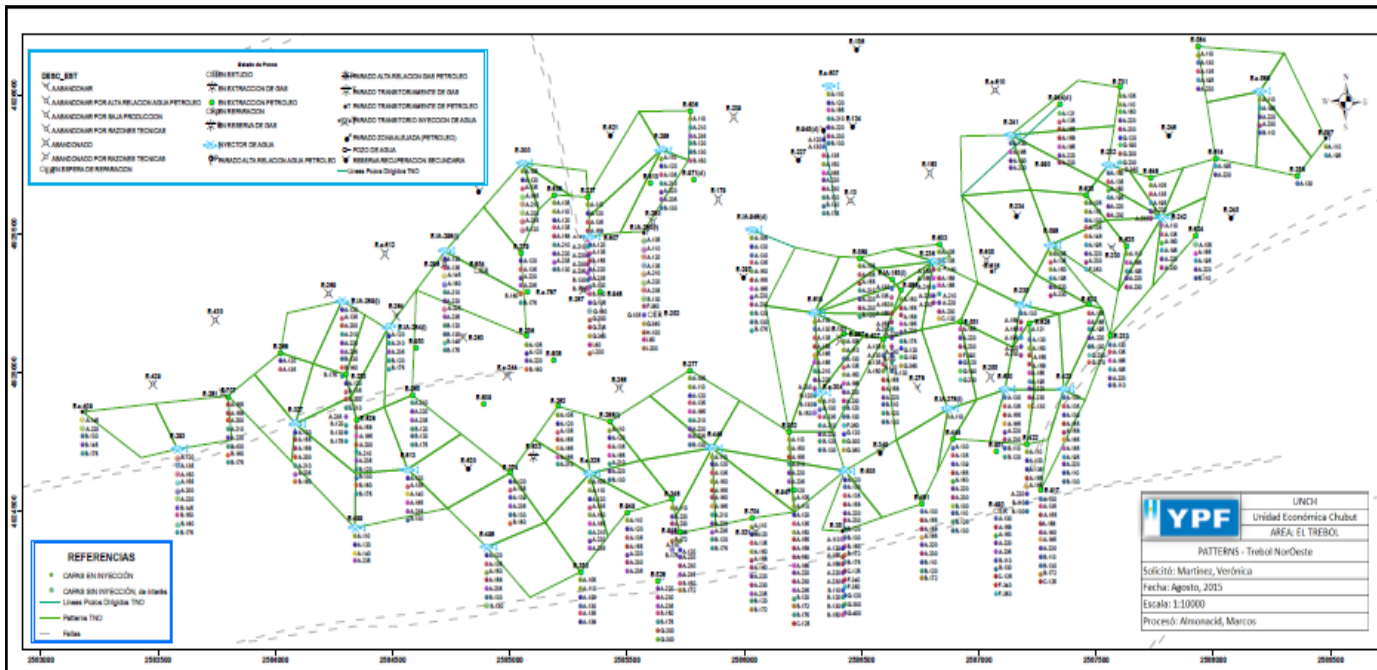
INICIO DE SECUNDARIA
1996





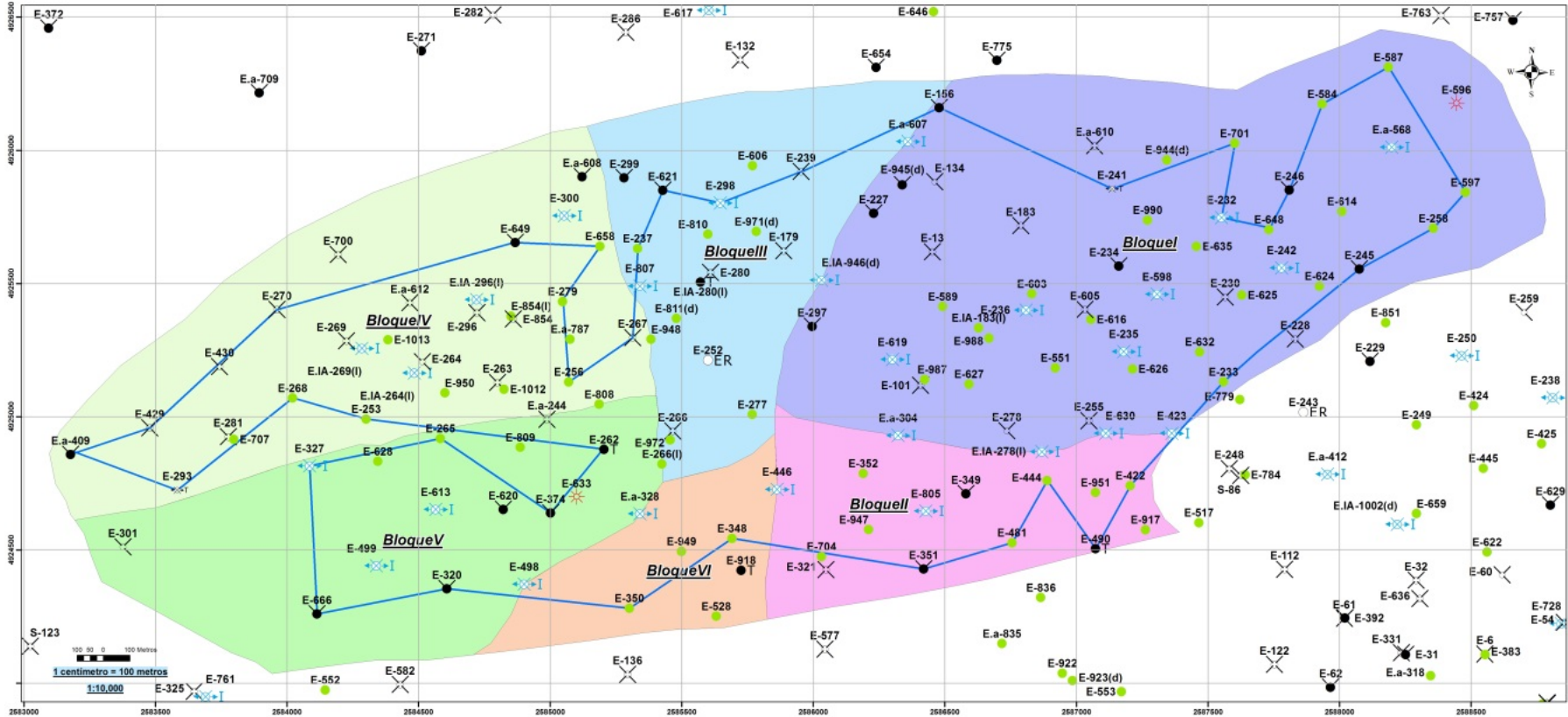
ESTRATEGIA DE INYECCIÓN

- Inyección selectiva: 93% (26/28)
- N° mandriles (por pozo inyector): 0-11
- N° reservorios (por mandril): 1-5
- N° reservorios (por pozo): 1-15, promedio 7
- Perfiles de tránsito periódicos
- Movimientos de válvulas anuales
- Presión BDP 50-56 Kg/cm².





SEGUIMIENTO Y MONITOREO

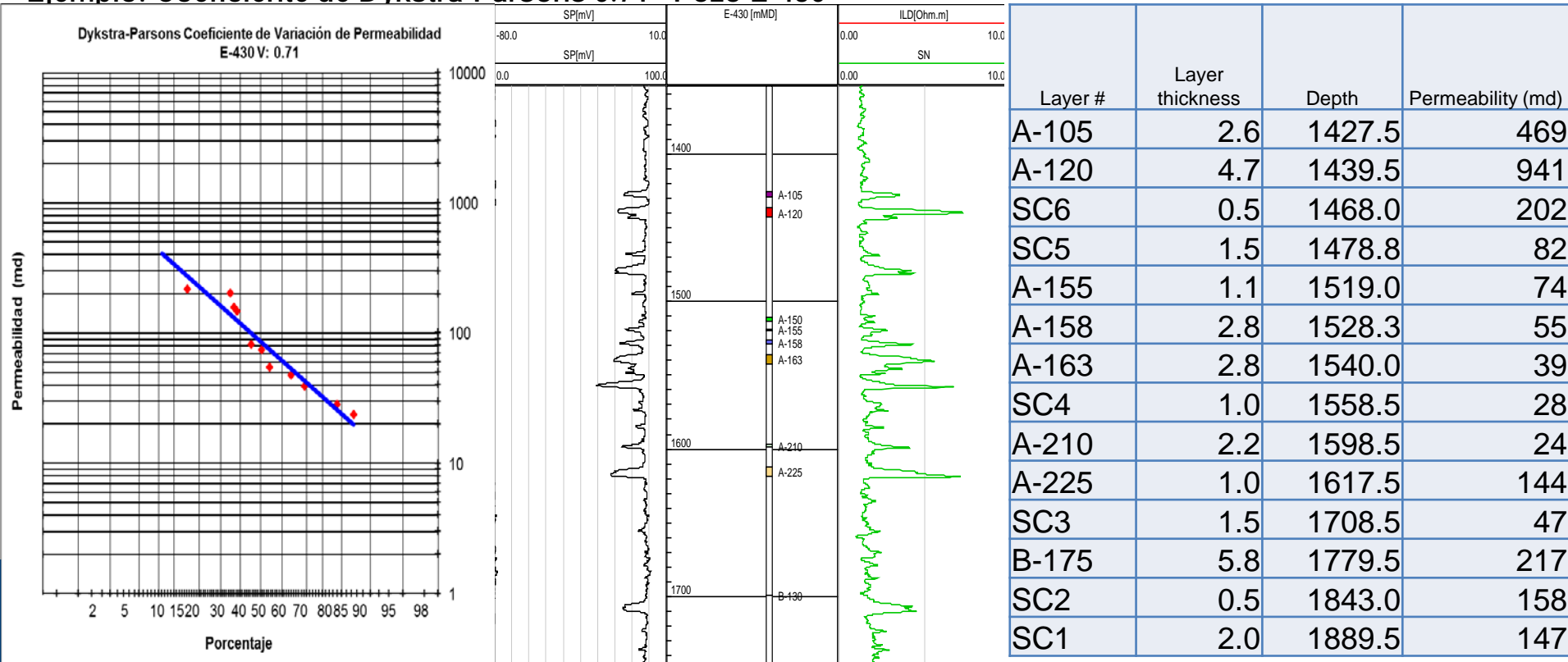


Proyecto → 6 Bloques → Patterns (inyección en línea)

- Muestras de 41 pozos con datos de K, Phi y Sw.
- 274 muestras de 35 reservorios de la sección A-B
- Evaluación por reservorio y por pozo
- Alta heterogeneidad: Los coeficientes varían entre 0.48 y 0.72.



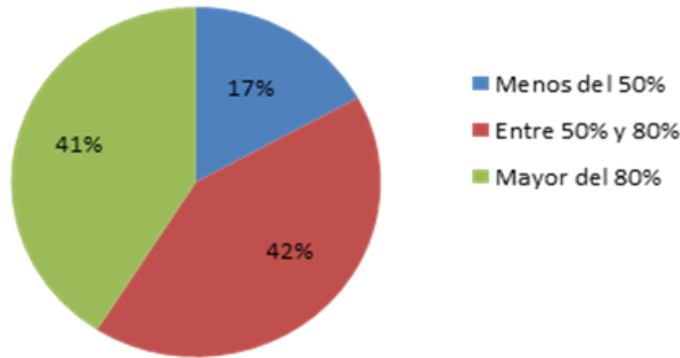
Ejemplo: Coeficiente de Dykstra-Parsons 0.71- Pozo E-430





PRESIONES

Presiones Fm El Trébol (91 datos)



- Datos de RFT disponibles desde 1996.
- presión original del reservorio a partir de un gradiente local.
- La presión inicial varía entre 85-120 kg/cm²
- Reservorios con presiones por encima de la presión de abandono (10 kg/cm²).
- 42% de los reservorios con presiones por debajo de la presión de burbuja (50 kg/cm²).
- Comunicación entre capas de la misma secuencia y grado variable de depletación.
- Sin mediciones de producción por capa.
- La presión de fractura varía entre 98 kg/cm² y 170 kg/cm² para el Complejo II

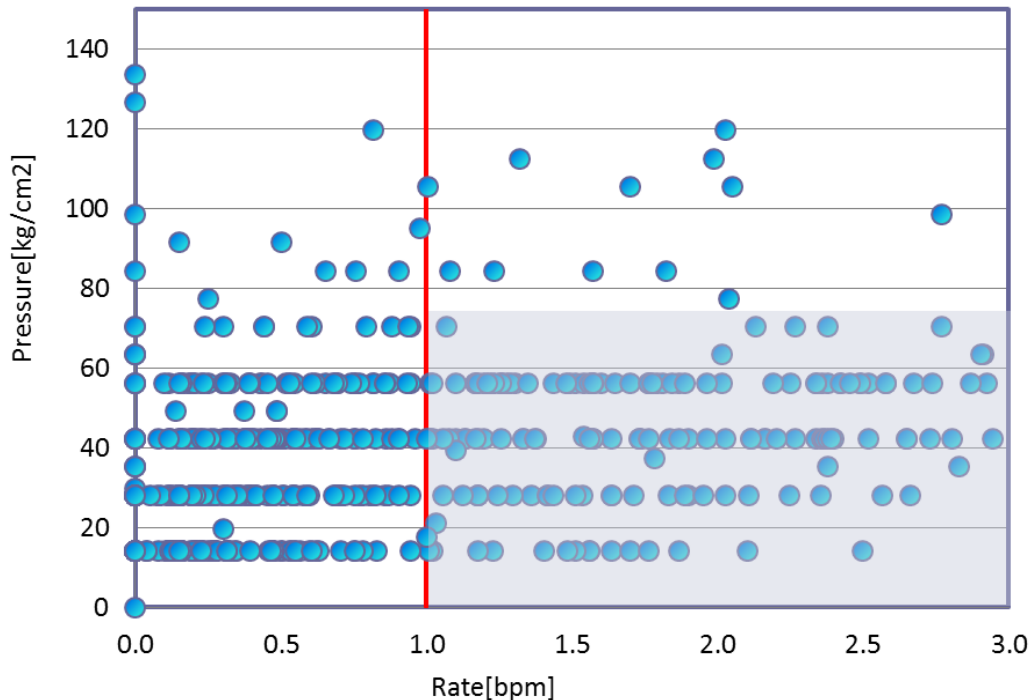


INYECTIVIDAD

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



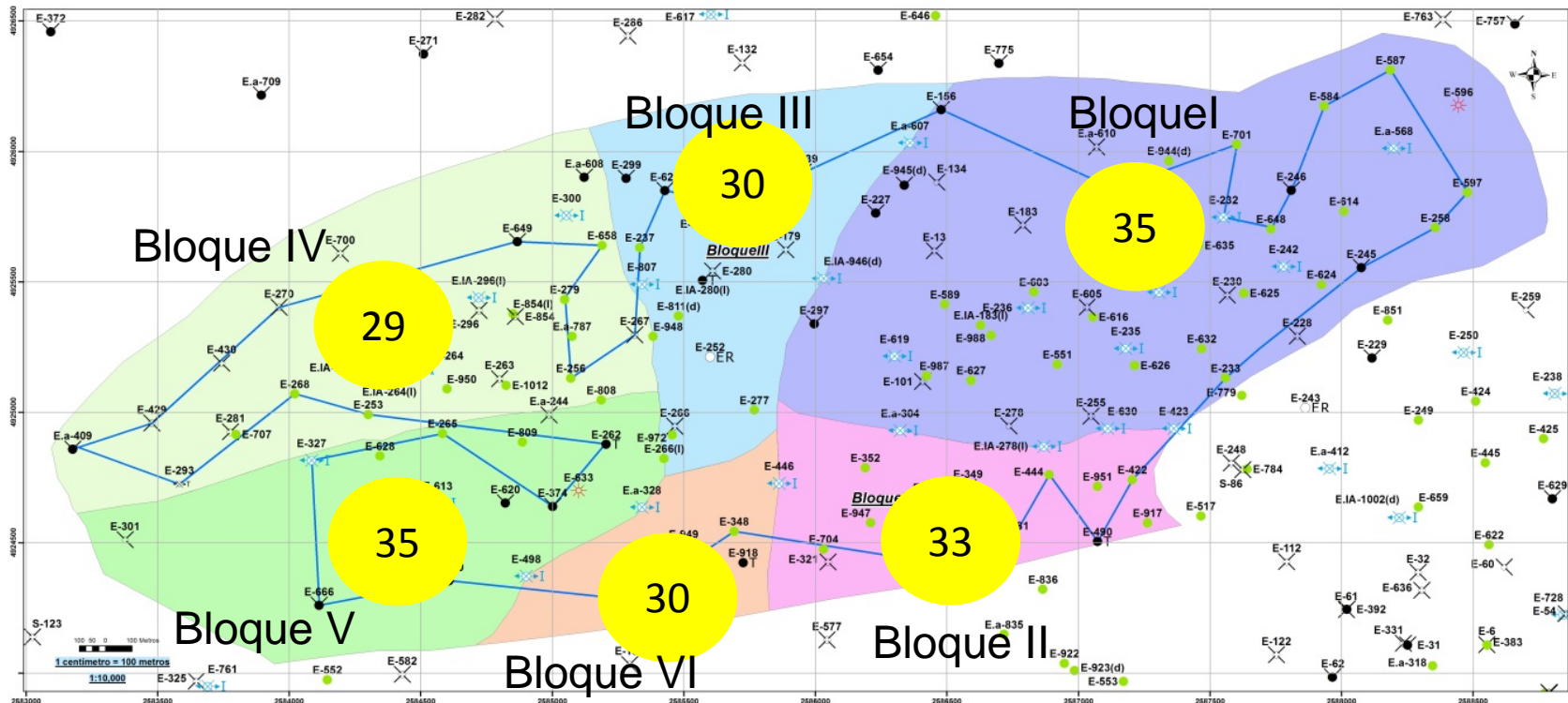
Injection Rate f(Pressure
kg/cm²)



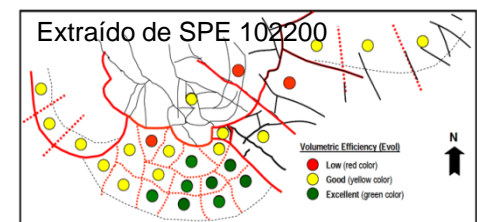
- La presión actual de inyección en Planta: 75 kg/cm².
- Presión promedio en inyector: 53 kg/cm².
- Buenas admisiones a la presión actual.
- Necesidad de incremento de presión en algunos reservorios.
- El 70% de los reservorios del CII admiten con la calidad de agua actual.



EFICIENCIA VOLUMETRICA



- Reservas calculadas usando DCA.
- El Volumen poral corresponde a Mapas de espesor útil.
- Sor y Swc de corona.

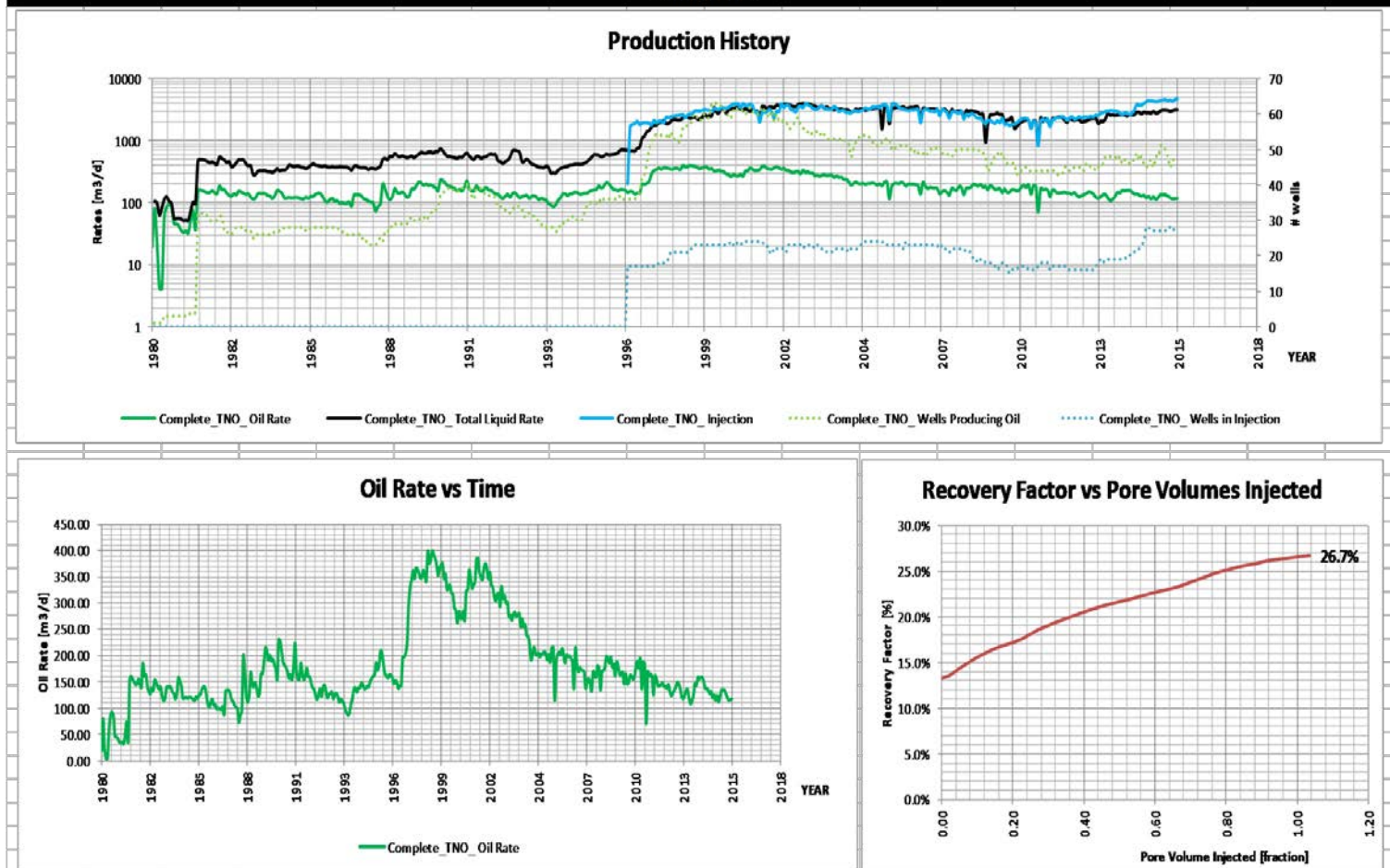




PLOTS

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

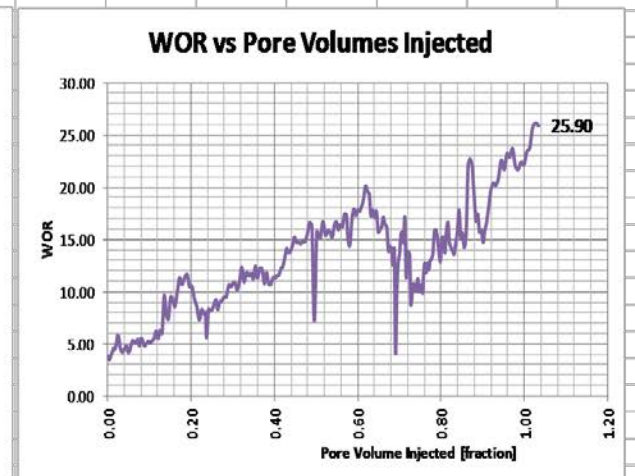
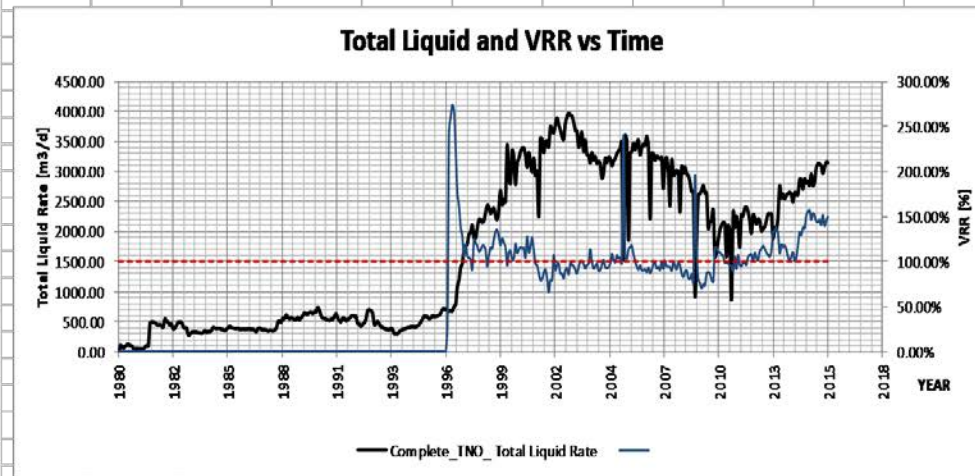
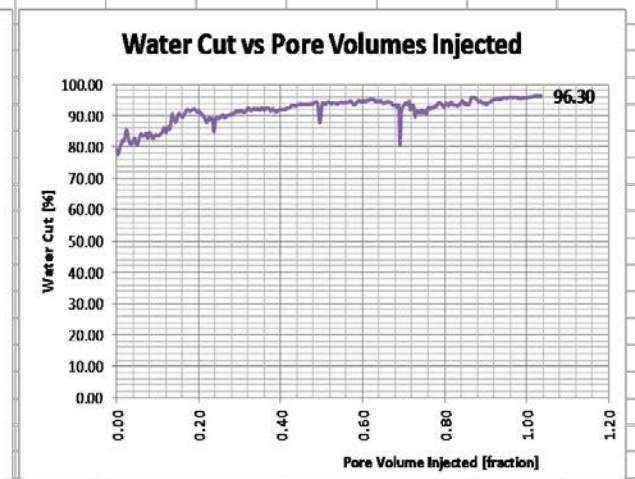
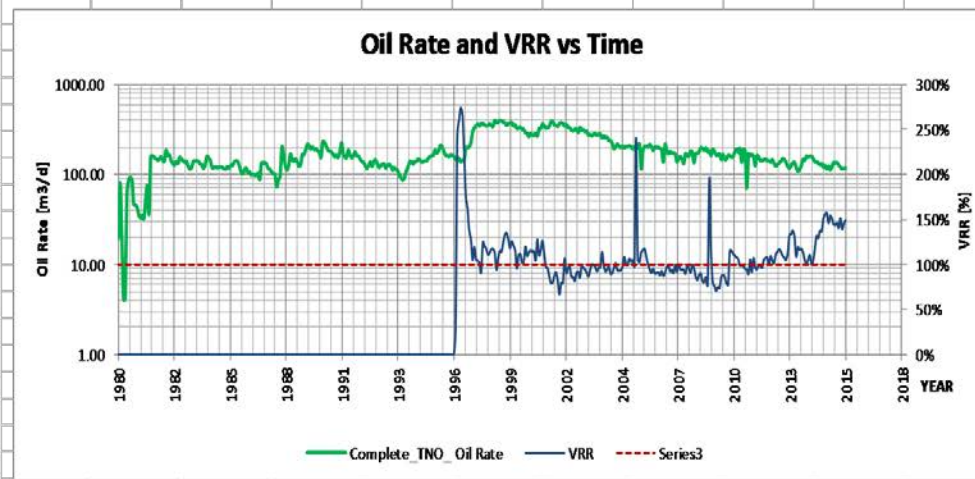
DIAGNOSTIC PLOTS EL TRÉBOL NOROESTE COMPLETE





PLOTS

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



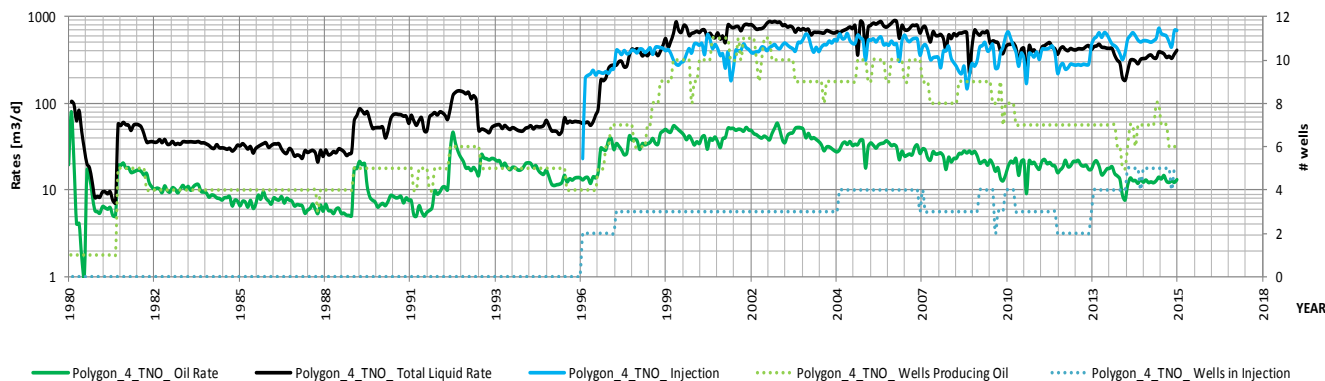


PLOTS

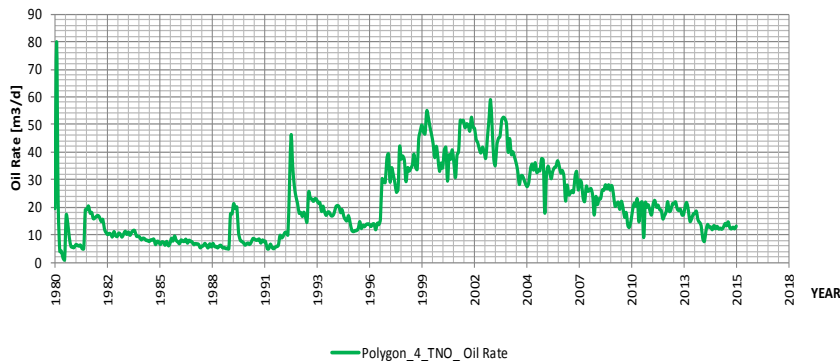
24-27 Octubre 2016
Llao Llao Hotel & Resort
Bariloche, Argentina

DIAGNOSTIC PLOTS EL TRÉBOL NOROESTE POLYGON_4

Production History



Oil Rate vs Time

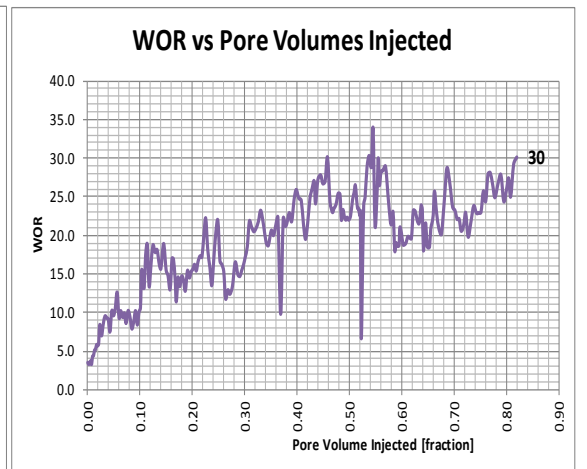
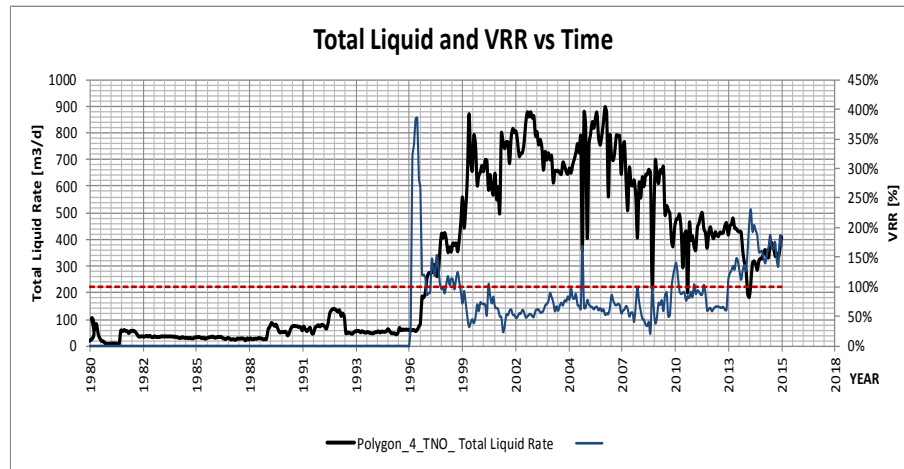
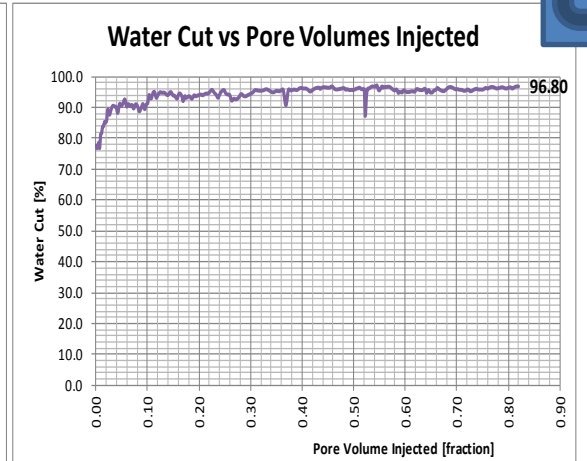
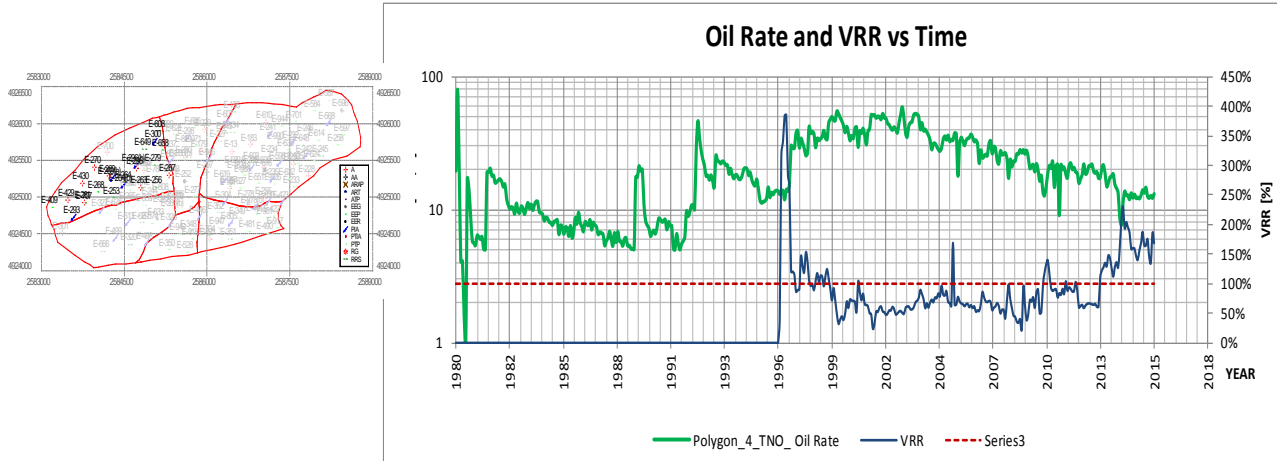


Recovery Factor vs Pore Volumes Injected





PLOTS





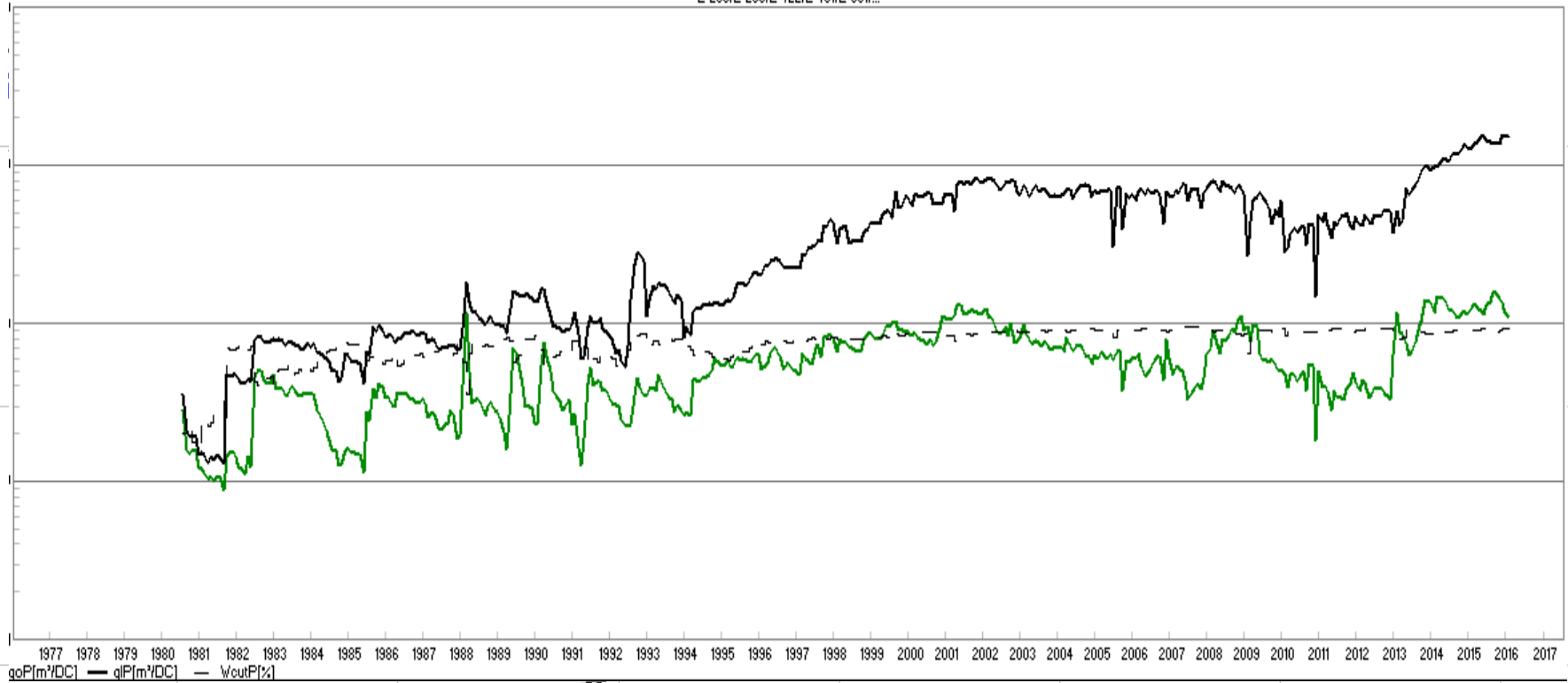
PLOTS

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

Qo(m)/Qo(m-delta)

Qo vs Qw (Prd)

E-233E-258/E-422/E-481/E-551/...

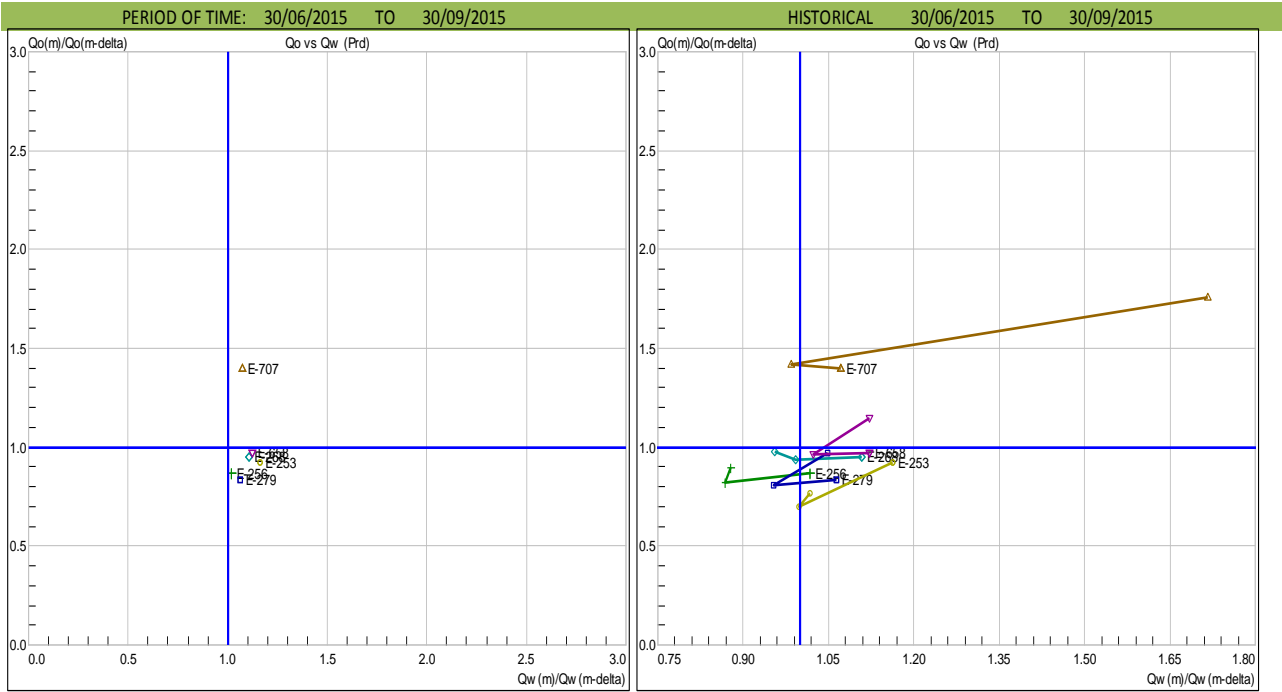
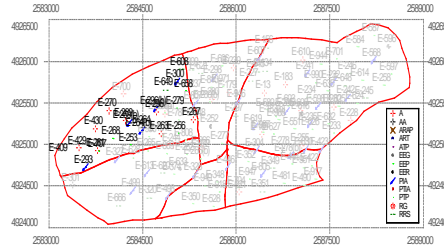


Qw (m)/Qw (m-delta)



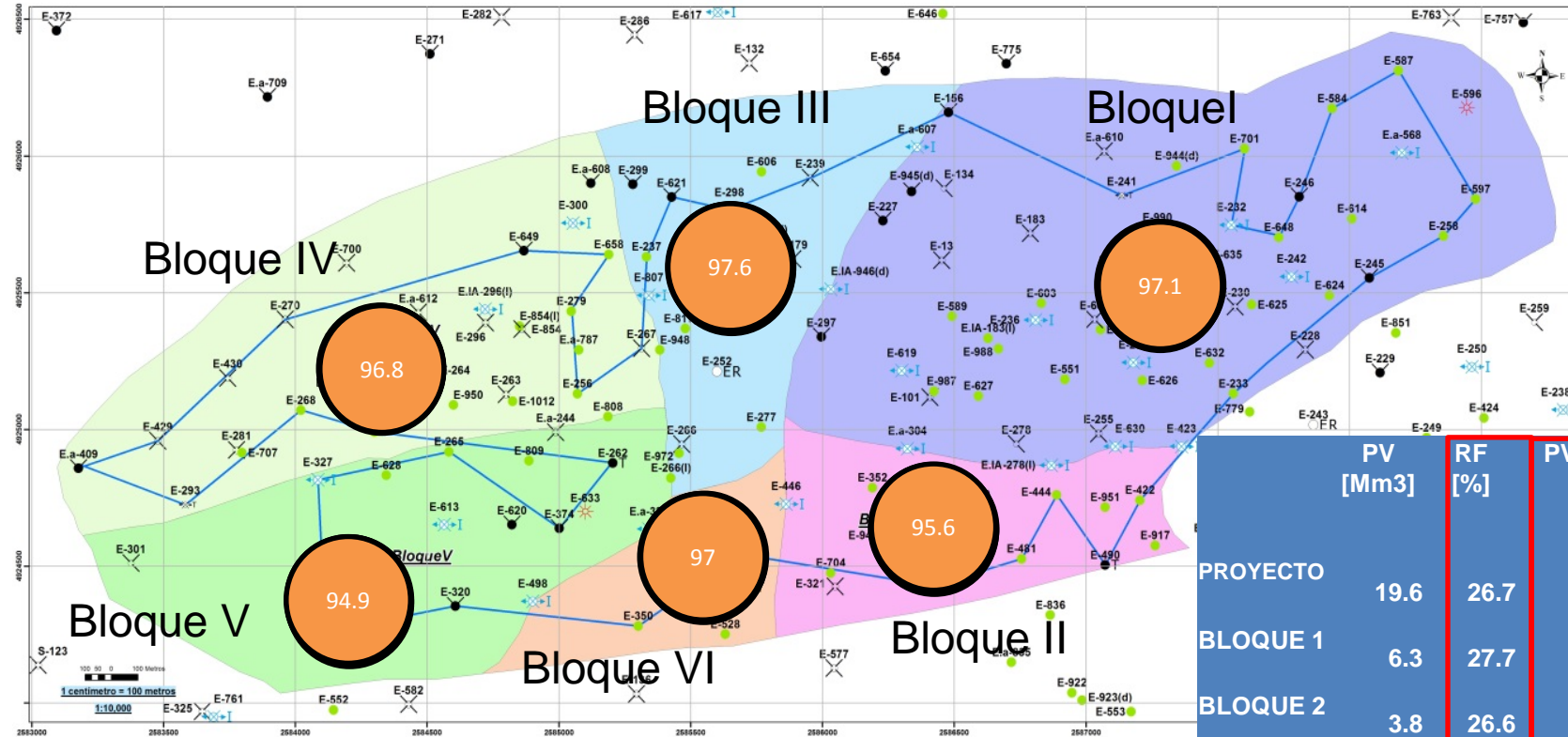
PLOTS

ABC PLOTS → Ejemplo para Bloque IV





MAPAS



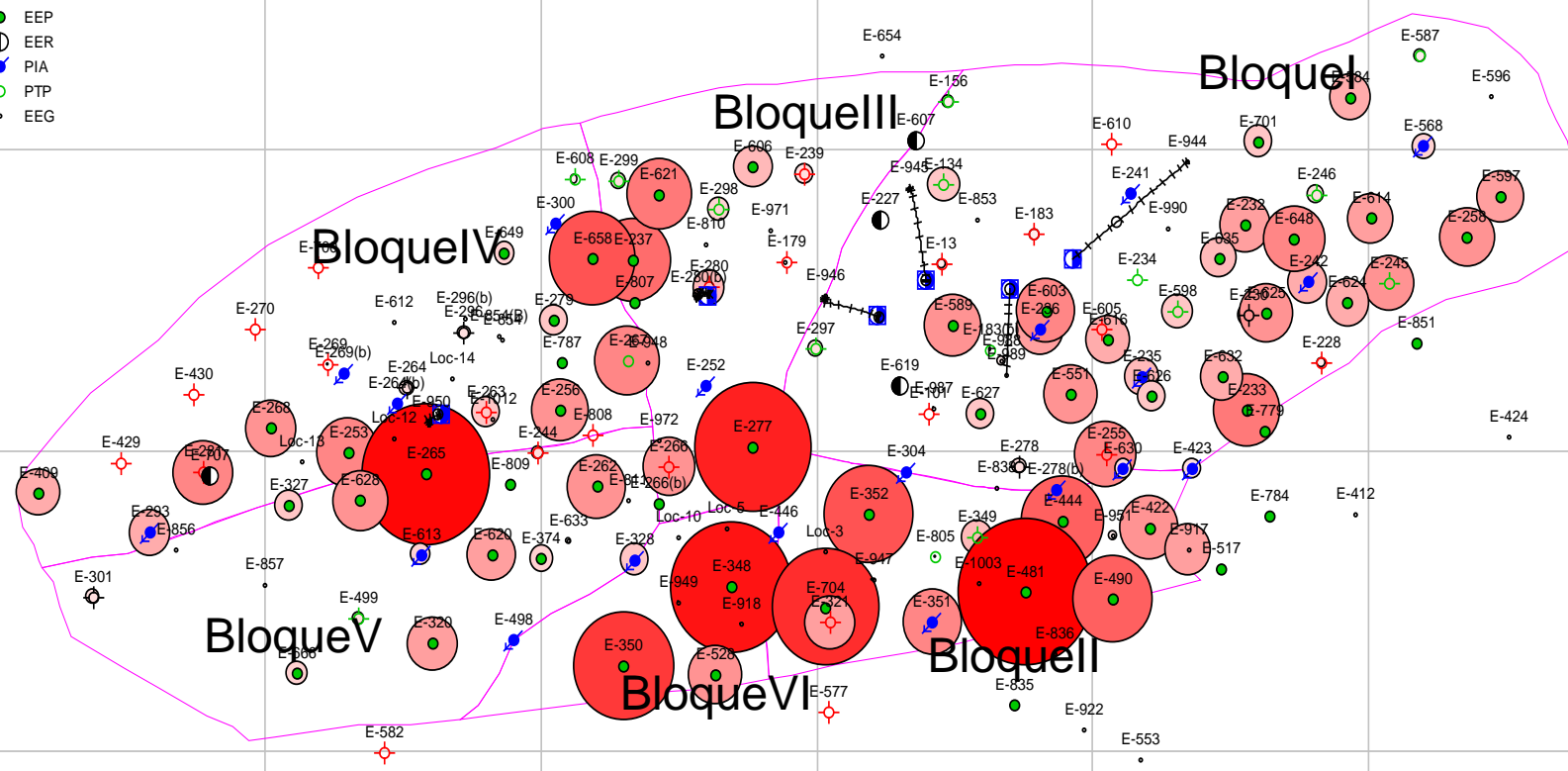
	PV [Mm3]	RF [%]	PVI	WOR	Wcut [%]
PROYECTO	19.6	26.7	1.0	25.9	96.3
BLOQUE 1	6.3	27.7	1.3	33.9	97.1
BLOQUE 2	3.8	26.6	0.8	21.5	95.6
BLOQUE 3	2.0	29.4	1.2	40	97.6
BLOQUE 4	3.6	24.5	0.8	30.1	96.8
BLOQUE 5	2.3	30.0	0.9	18.5	94.9
BLOQUE 6	1.6	26.2	0.9	31.9	97.1



MAPAS

EUR Km3

- A
- AA
- RRS
- EET
- EER
- PIA
- PTP
- EEG



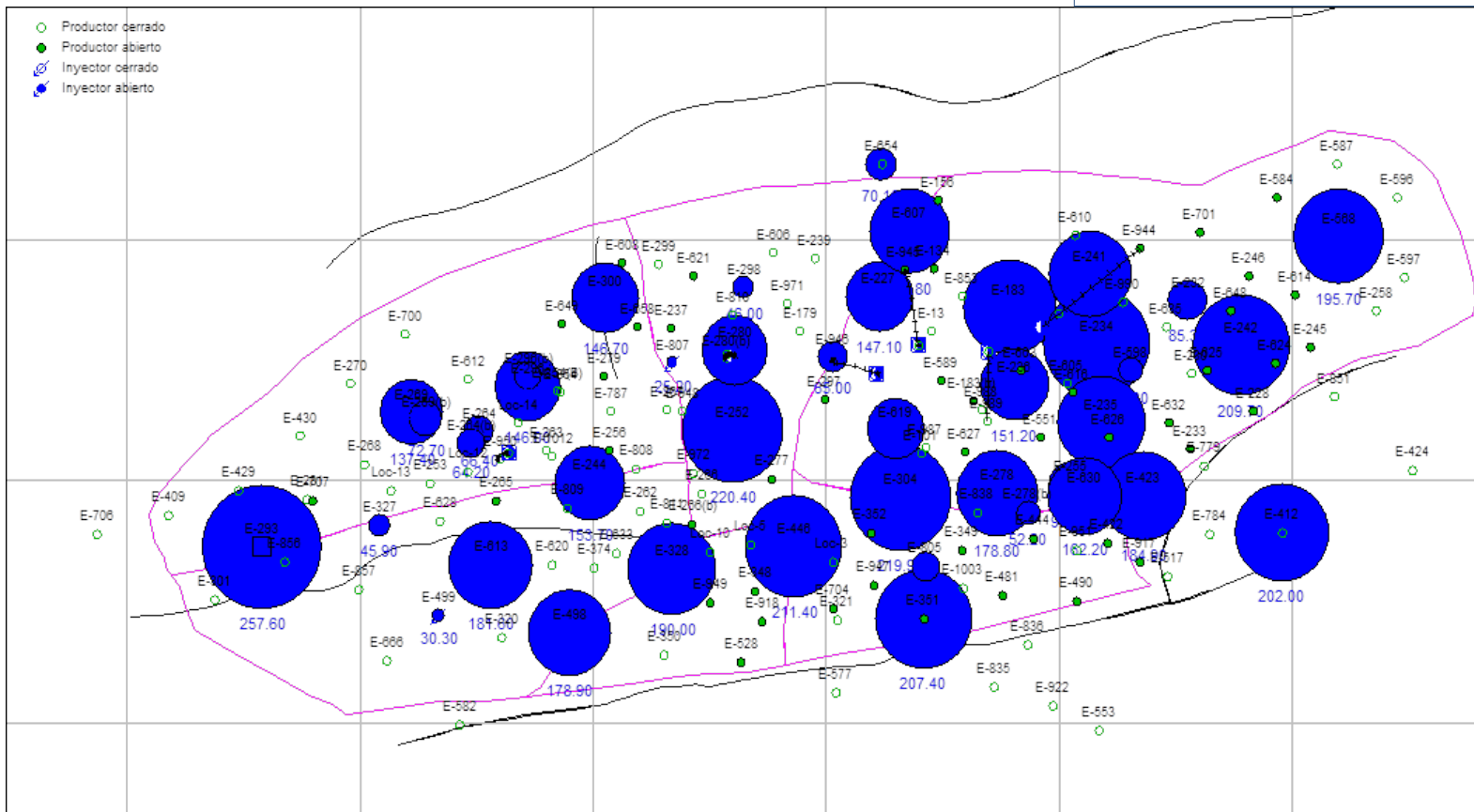


FRENTE DE AGUA

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

Frente de agua Mapa de Burbujas

$$R_{inj} = \sqrt{\frac{Wi * Einj}{H * \pi * \phi * (1 - Swc - Sor)}}$$





PATTERN

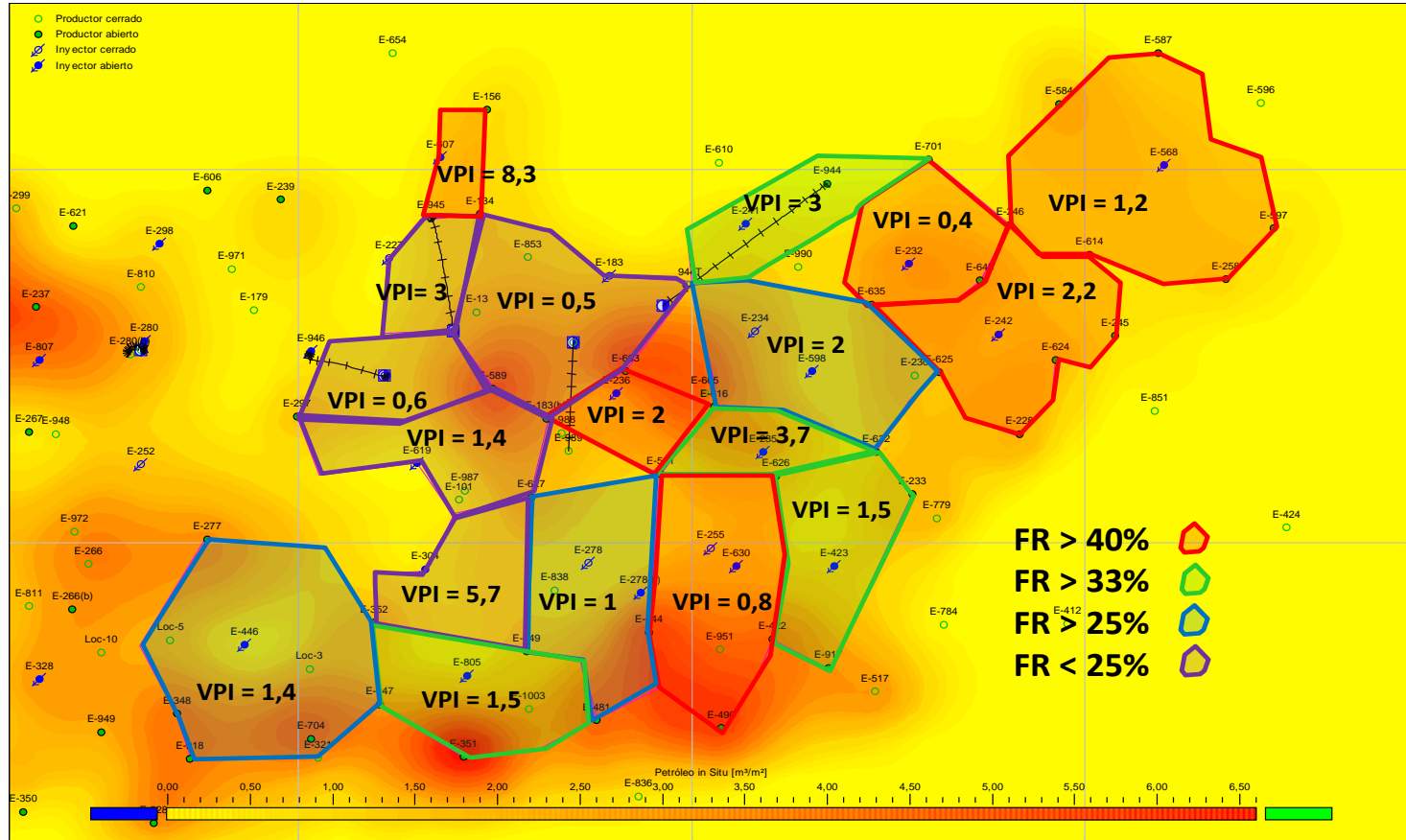
Análisis por pattern

- Debido a que no se observó un contraste significativo entre los bloques, se seleccionaron los dos bloques de mayor OOIP para profundizar el análisis a nivel de pattern.
- Para cada uno de los patterns del bloque se realizaron los gráficos de seguimiento, donde en comparación a la tendencia obtenida en el análisis por bloque, se obtuvo una mayor dispersión:

Project / Block	Pattern E-183	Pattern E-227	Pattern E-232	Pattern E-235	Pattern E-236	Pattern E-241	Pattern E-242	Pattern E-278(b)	Pattern E-304	Pattern E-423	Pattern E-446	Pattern E-568	Pattern E-598	Pattern E-607	Pattern E-619	Pattern E-630	Pattern E-805	Pattern E-946
OOIP [m3] CII-CIII	599.000	141.796	158.660	146.964	145.492	60.500	327.832	416.234	109.166	358.361	602.560	320.348	318.637	35.384	225.518	584.622	452.581	144.996
OIL.CUM_CIV_1996	7.874	0,00	19.236	13.724	13.347	0	28.482	23.757	1.452	18.935	0	55.924	39.492	0	10.491	18.635	17.544	5.681
Bo	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
PV [m3]	941.286	222.822	249.323	230.944	228.630	95.071	515.164	654.082	171.547	563.139	946.880	503.404	500.716	55.603	354.385	918.691	711.198	227.852
Swi	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
RF @start WF	8,6%	6,3%	49,4%	22,7%	29,3%	0,0%	22,1%	12,9%	12,9%	10,2%	9,7%	18,3%	4,7%	16,0%	3,6%	22,9%	23,1%	6,4%
RF	20,2%	6,8%	49,9%	36,6%	38,0%	33,2%	61,0%	29,9%	23,8%	35,1%	30,6%	42,3%	29,3%	41,1%	12,3%	43,0%	32,7%	6,5%
FR SEC	11,6%	0,5%	0,5%	13,9%	8,7%	33,2%	28,9%	17,0%	10,9%	24,9%	20,9%	24,0%	24,6%	25,1%	8,7%	20,1%	9,6%	0,1%
PVI	0,6	2,8	0,4	3,7	2,2	3,0	2,2	1,3	5,8	1,6	1,4	1,2	1,8	8,3	1,3	0,8	1,5	0,7
Wcut	97,2%	98,9%	0,0%	98,5%	96,9%	95,1%	98,4%	92,4%	97,9%	95,5%	97,4%	95,7%	98,8%	95,3%	97,8%	95,3%	94,7%	94,6%
WOR	35,0	87,9	0,0	65,7	31,8	19,4	63,0	12,2	46,4	21,4	38,1	22,1	82,6	20,2	44,9	20,1	17,9	17,5



PATTERN



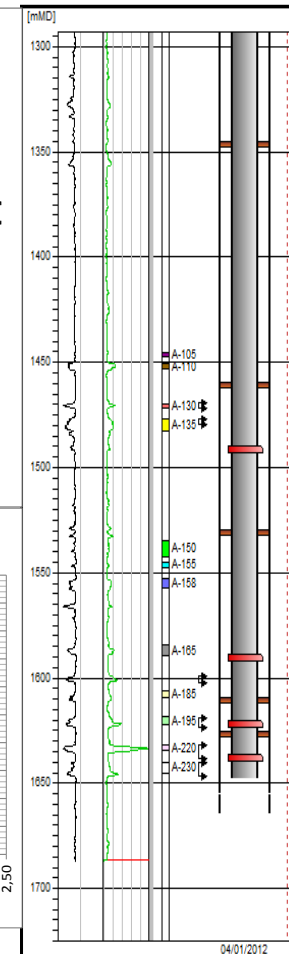
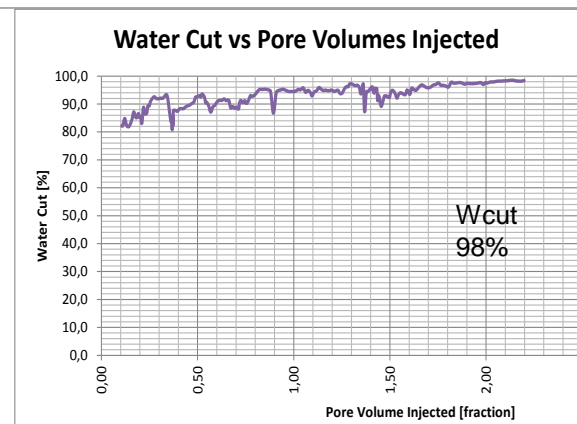
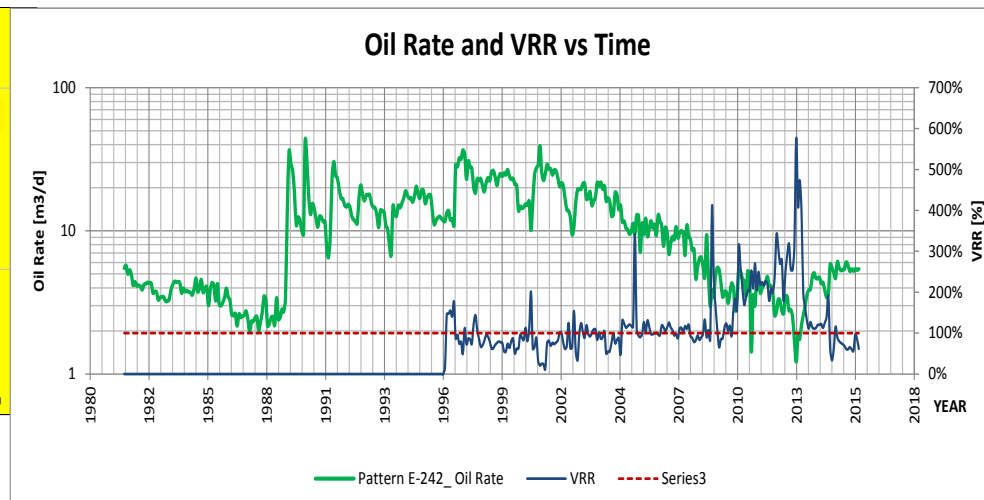
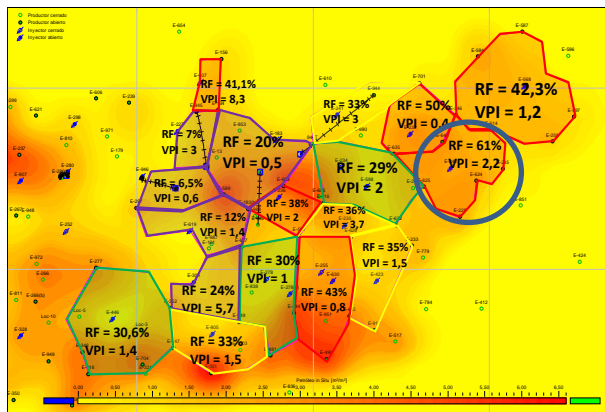
Al graficar los valores en un mapa, se identificaron zonas con FR bajo y zonas con FR alto.



PATTERN

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

Observando los desvíos en cada pattern se definieron acciones de mejora:



Pattern E-242

- Revisión OOIP
- Cegar mandril capa A-135 (VPI > 3,5)
- Mandril Capa A-220 (2,5 VPI) y A-230 (1 VP). Inyección geles u obturantes.



PATTERN



Acciones a corto plazo

- Disminuir caudal de inyección en 1 pozo
- Cegar mandriles en 9 pozos
- Acciones de limpieza y estimulación en 4 inyectores
- Cierre de 1 inyector
- Optimización sumergencia en 14 productores

Acciones mediano a largo plazo

- Cambio de instalación selectiva en 6 inyectores
- Inyección de geles en 2 pozos
- Perforación de 5 pozos reemplazo
- Intervención con WO en 4 pozos
- Revisión del modelo petrofísico
- Optimización calidad de agua



CONCLUSIONES PROYECTO

- Mecanismo de drenaje verificado a partir de FR (13 %), datos de RFT e historia de producción de pozos completados sólo al Complejo II.
- Factor de recobro actual= 26,7%, VPI= 1
- Comunicación entre capas de una misma secuencia y grado de depletación variable (A partir de RFT).
- Aumento VRR de 0,8 a 1,5 (conversión de 7 inyectores: desbalance y necesidad de optimizar productores).
- Incremento de producción total de líquido en los últimos dos años debido principalmente a infill drilling.
- Producción de gas no es significativa.
- Incremento de 6% PV/Año a 8% de PV/Año en el último año.
- Altos cortes de agua desde el inicio de la inyección de agua (alta heterogeneidad de la roca y la relación de movilidad adversa).
- WCUT>95% y altos niveles dinámicos. (Necesidad de optimización de productores).



CONCLUSIONES BLOQUE Y PATTERN

Conclusiones a Nivel Bloque

- No se observó un alto contraste entre Ev, RF, PVI, Wcut, WOR para cada bloque.
- Se eligieron los dos Bloques con mayor OOIP.

Conclusiones a Nivel Pattern

- Zonas con FR alto: se buscaron aquellas capas donde $VPI > 3.5$ (acciones de reducción de inyección).
- Zonas con FR bajo: se buscaron aquellas capas que históricamente han admitido y donde $VPI < 0.5$ (acciones de estimulación).
- Se observaron patterns con FR elevado de acuerdo al benchmarking de otros proyectos similares . Necesidad de revisión de modelo geológico.
- Clasificación de acciones en corto y mediano/largo plazo, con el fin de adecuarse al plan de acción del área.



CONCLUSIONES

El análisis metodológico integrado permite:

- identificar acciones concretas con distintos plazos de ejecución aumentando el nivel de detalle desde el proyecto en sí hasta un nivel de reservorio por pozo.
- evidenciar el contraste de performance, y enfocarnos en las zonas con bajo rendimiento.
- Encontrar oportunidades en un proyecto con más de veinte años de historia de inyección

Con las acciones propuestas se pretende:

- estabilizar la declinación del proyecto a valores de años anteriores, gestionando el agua inyectada desde zonas sobrebarridas hacia zonas con saturación remanente de petróleo



Metodología para administrar un proyecto de secundaria maduro- Caso El Trébol Noroeste

Equipo de trabajo: Christian Tesone, Claudia Ayllon, Jessica Jones, Mariana Mendoza, Marianela Capobianco,
Soledad González, Esther Medina, Marcos Almonacid, Pedro Belkenoff
Disertante: Mariana Mendoza