



CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2026



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

DOCUMENTO SOPORTE DE DECISIÓN

Nombre del Proyecto

PLANTA MODULAR DE INYECCIÓN DE POLÍMEROS PARA RECUPERACIÓN MEJORADA (CEOR)

Yacimiento: Manantiales Behr / Grimbeek — Golfo San Jorge

Septiembre de 2025

Revisión	Fecha	Descripción	Páginas	Nombre	Firma	Fecha
Rev. 00	01/09/2025	Emitido para Revisión y Aprobación	20	Grupo 2		01/09/2025
Emisor:	Emisor:	Emisor:	Revisado y Aprobado:	Revisado y Aprobado:	Revisado y Aprobado:	Revisado y Aprobado:



1. NOMBRE DEL NEGOCIO

Unidad de Negocio Golfo San Jorge

2. NOMBRE DEL ACTIVO

Grimbeek Sur

3. NOMBRE DEL PROYECTO

PLANTA MODULAR DE INYECCIÓN DE POLÍMEROS PARA RECUPERACIÓN MEJORADA (CEOR)

4. TIPO DE PROYECTO

4.1. Fluido

- ☒ **Petróleo**
- ☐ Gas

4.2. Tipo

- ☐ Proyecto Recuperación Primaria.
- ☐ Proyecto Recuperación Secundaria.
- ☒ **Proyecto Recuperación Terciaria.**
- ☐ Proyecto No Convencional
- ☐ Proyecto Reparaciones.
- ☐ Proyecto Infraestructura.
- ☐ Proyecto Medio Ambiente y Seguridad.
- ☐ Proyecto Adecuación a Normativa.
- ☐ Otros.

5. RESPONSABLES DEL PROYECTO

5.1. Gerente Regional:

Mauricio Garay



5.2. Gerente de Negocio:

Ariel Lucero

5.3. Gerente de Activo:

A definir

5.4. Gerente de Desarrollo:

A definir

5.5. Responsable del Proyecto:

Grupo 2

5.6. Referentes técnicos por especialidad por proyecto

Reservorios/EOR, Facilities y Procesos, Perforación y WO, Energía, HSE (a definir por el equipo)

6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

6.1. Introducción

El presente Documento Soporte de Decisión desarrolla la ingeniería de detalle, el suministro, la construcción y la puesta en marcha de una planta modular de disolución e inyección de polímero (HPAM, poliacrilamida parcialmente hidrolizada) para incrementar el factor de recobro de un reservorio maduro de crudo viscoso de la Cuenca del Golfo San Jorge, mediante recuperación terciaria química (polymer flooding).

La inyección de polímero aumenta la viscosidad del agua inyectada, mejora la relación de movilidad agua/petróleo y la eficiencia de barrido, movilizandando el petróleo baipaseado por la recuperación secundaria. El proyecto se enmarca en el programa de masificación de polímeros del activo, cuyo concepto modular permite escalar y reubicar unidades de inyección (PIU) según la respuesta del reservorio.

6.2. Ubicación del Proyecto

El proyecto se ubica en el sector Grimbeek Sur del yacimiento Manantiales Behr, Cuenca del Golfo San Jorge, provincia del Chubut, aproximadamente a 40 km al noroeste de Comodoro Rivadavia. El área cuenta con infraestructura de producción, tratamiento de agua e inyección en operación, caminos consolidados y energía eléctrica.



La ubicación y los límites de concesión pueden verificarse en el visor SIG de la Secretaría de Energía de la Nación y en el portal de datos abiertos de hidrocarburos (ver Referencias en el Anexo).

6.3. Antecedentes

El programa de polímeros de Manantiales Behr se inició con el piloto de la zona de Grimbeek (2019), con un esquema de cuatro pozos inyectores que alcanzó un incremental del orden del 18% del petróleo original in situ (STOIIP). El éxito permitió escalar el proceso bajo un concepto modular, llegando a un parque creciente de plantas de inyección (PIU) sobre reservorios fluviales del Grupo Chubut.

El agua de producción tratada disponible presenta un contenido de sólidos en suspensión (TSS) menor a 5 mg/L y de hidrocarburos libres (TOG) menor a 10 mg/L, compatible con la preparación de solución polimérica. La provincia del Chubut concentra alrededor del 67% de la producción de petróleo asistida con polímeros del país.

6.4. Contexto y Objetivos

Objetivo principal: diseñar, construir y poner en marcha una planta modular que prepare e inyecte solución polimérica para incrementar el factor de recobro del sector Grimbeek Sur.

Objetivos específicos:

- Preparar una solución madre de polímero a 5.000 ppm y diluirla en línea a 1.500 ppm, evitando la degradación por cizallamiento.

- Alcanzar una viscosidad de inyección objetivo del orden de 35 cP a temperatura de reservorio.

- Inyectar hasta 3.500 m³/d de solución polimérica a 140 bar en cuatro pozos inyectores.

- Asegurar la continuidad de abastecimiento de polímero y el control reológico en línea.

Indicadores de éxito (KPIs): barriles incrementales por día; relación de reemplazo volumétrico (VRR $\approx$ 1,0); factor de resistencia residual (RRF); viscosidad y filter ratio de la solución; y costo incremental en dólares por barril.

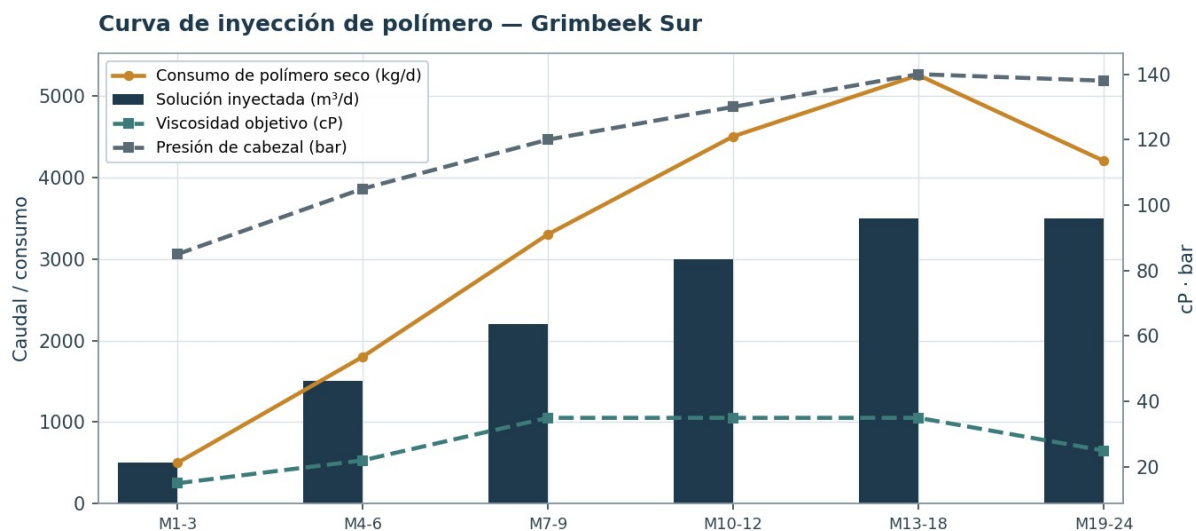


Figura 1. Curva de inyección: caudal, consumo de polímero, viscosidad y presión de cabezal.

6.5. Aspectos Económicos / Financiamiento

El presupuesto del proyecto se resume a continuación; la inversión se financia con fondos propios de la operadora, por tratarse de una expansión de bajo riesgo sobre una tecnología ya validada en el activo. La evaluación económica adopta un precio de crudo de referencia del orden de USD 65/bbl (crudo Escalante).

6.6. CAPEX — Inversión inicial total: US\$ 8.900.000

Rubro	US\$
Skid modular de disolución y maduración	3.200.000
Bombas triplex dúplex y VFD	2.100.000
Shelter térmico y obras civiles	1.400.000
Líneas de distribución y cabezales de pozo	1.300.000
Ingeniería, HAZOP y puesta en marcha	900.000
TOTAL	8.900.000



CÁTEDRA “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

PROYECTO INTEGRADOR - AÑO 2026



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

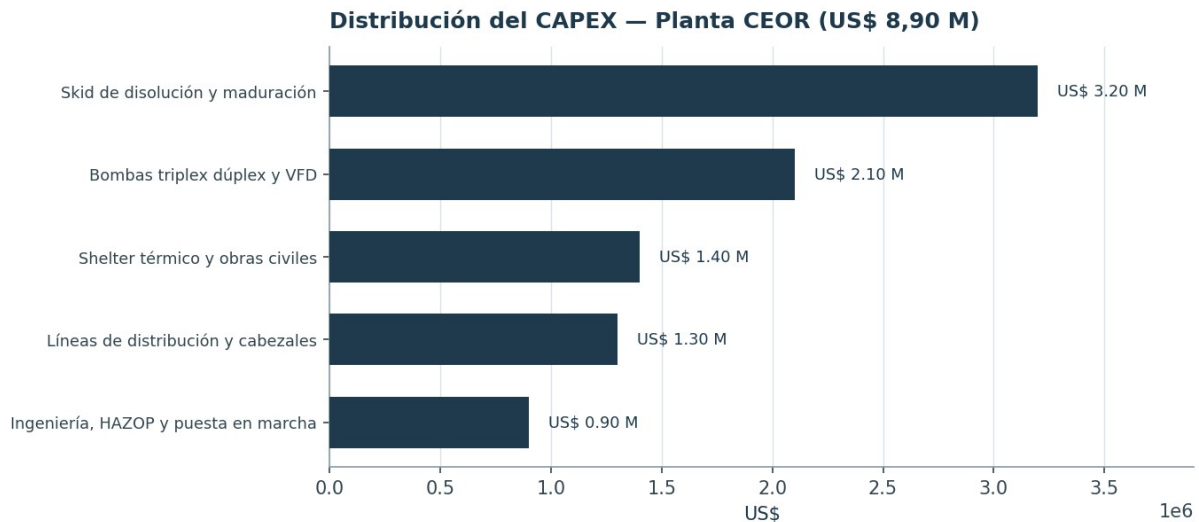


Figura 2. Distribución del CAPEX por rubro.

6.7. OPEX — Costo operativo unitario

Componente	US\$/kg de polímero
Polímero HPAM seco	3,10
Energía eléctrica y nitrógeno	0,40
Mantenimiento y control reológico	0,30
TOTAL	3,80

6.8. Ciclo de Vida — Etapas

El proyecto se estructura en cuatro etapas, con un plazo total estimado de aproximadamente 10 meses:

Etapas	Actividad principal	Duración
1	Ingeniería de detalle, reología y P&ID	2 meses
2	Procura de equipos (skid, bombas, silo, N ₂)	4 meses
3	Obras civiles y montaje electromecánico	3 meses
4	Precomisionado, comisionado y puesta en marcha	1 mes

6.9. Estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS)

- 1.0 Planta de Inyección de Polímero — Grimbeek Sur
 - 1.1 Ingeniería de Proyecto
 - 1.1.1 Reología y compatibilidad agua/polímero



- 1.1.2 P&ID y layout modular
- 1.1.3 Memoria de cálculo (balance, bombas, cañerías)
- 1.2 Procura de Equipos
 - 1.2.1 Silo, tolva y unidad de disolución
 - 1.2.2 Cubas de maduración y skid de N₂
 - 1.2.3 Bombas triplex y variadores (VFD)
- 1.3 Obras Civiles y Montaje
 - 1.3.1 Shelter térmico y fundaciones
 - 1.3.2 Líneas de inyección en acero dúplex
 - 1.3.3 Traza eléctrica y tableros
- 1.4 Comisionado y Puesta en Servicio
 - 1.4.1 Pruebas hidráulicas y de hermeticidad
 - 1.4.2 Calibración de viscosímetros en línea
 - 1.4.3 Arranque con polímero y ajuste de solución madre

6.10. Alcance / Alcance de la Provisión

La provisión comprende el diseño, la fabricación, el montaje y la puesta en marcha de la planta modular llave en mano, con el siguiente alcance:

Sistema de preparación: silo de polvo, tolva dosificadora y unidad de disolución con inertización por nitrógeno.

Cubas de maduración con agitación de baja cizalla.

Skids de bombeo triplex de alta presión con variadores de frecuencia.

Líneas de distribución en acero dúplex y cabezales de los cuatro pozos inyectoros.

Instrumentación de proceso (caudal, presión, viscosidad en línea) y tablero de control.

Quedan excluidos: la fabricación del polímero, la operación de inyección de campo y la perforación de pozos (se utilizan pozos existentes). Entregables: planta operativa en especificación; memoria de cálculo y planos as-built; protocolo de control reológico.

6.11. Información Adicional

Inyección de polímeros (polymer flooding): técnica de recuperación terciaria química que agrega al agua de inyección un polímero soluble (HPAM) para aumentar su viscosidad y reducir la relación de movilidad agua/petróleo, estabilizando el frente de barrido y movilizándolo el petróleo baipaseado.

Solución madre y dilución en línea: la planta prepara una solución concentrada (5.000 ppm) que luego se diluye con agua de producción tratada hasta la concentración de inyección (1.500 ppm), minimizando el manejo de soluciones muy viscosas y la degradación por cizallamiento.

Factor de resistencia (RF) y residual (RRF): miden la reducción de movilidad que produce el polímero durante y después de la inyección; junto con la relación de reemplazo volumétrico (VRR $\approx$ 1,0) son los indicadores clave del proceso.



6.12. Observaciones y Restricciones

La continuidad de abastecimiento de polímero es crítica: un quiebre de stock detiene la inyección y compromete la respuesta del reservorio, por lo que se prevé un stock de seguridad y la coordinación con el proyecto de distribución de polímero a granel.

La calidad del agua de dilución (baja dureza y salinidad, bajo oxígeno y control bacteriano) condiciona la eficiencia del polímero. La velocidad en las líneas debe limitarse para preservar el peso molecular (baja cizalla). El clima patagónico exige traza eléctrica y aislamiento en cañerías para evitar congelamiento.

6.13. Relevancia Estratégica

El proyecto consolida el liderazgo del activo en recuperación terciaria de campos maduros del Golfo San Jorge, cuenca que concentra la mayor parte de la producción asistida con polímeros de la Argentina. El concepto modular y reubicable diluye el riesgo y permite escalar la tecnología a otros sweet-spots del área, extendiendo la vida útil del yacimiento y monetizando conocimiento ultra-especializado en EOR.

6.14. Descripción Constructiva

La planta se implanta sobre una platea de hormigón armado dentro de un shelter industrial aislado térmicamente (construcción seca con paneles), que protege los equipos del viento y las bajas temperaturas patagónicas. La estructura aloja el silo de polvo, la unidad de disolución, las cubas de maduración y los skids de bombeo, con pasarelas de operación y mantenimiento.

Las líneas de inyección se ejecutan en acero inoxidable dúplex (UNS S31803), con traza eléctrica y aislamiento para mantener la temperatura de la solución. El montaje es electromecánico modular (skid-to-skid), minimizando la obra en sitio; se incluyen sistemas de contención de derrames, drenajes y la traza eléctrica de fuerza y control.

6.15. Equipamiento (Detalle)

Silo de almacenamiento	Silo de polvo de 60 m ³ con secado de aire por desecante
Polímero	HPAM en polvo — peso molecular 18–22 × 10 ⁶ Daltons
Unidad de disolución	Dispersor tipo PSL por aire, pre-humectación por jets, inertización con N ₂ (< 2% O ₂); capacidad 20 m ³ /h a 5.000 ppm
Cubas de maduración	2 × 40 m ³ en acero inoxidable AISI 316L, agitación de baja cizalla (< 60 rpm)
Bombas de inyección	3 × triplex reciprocante (API 674), 15–80 m ³ /h por bomba, hasta 160 bar; wet end en dúplex UNS S31803; motor 400 kW con VFD
Skid de nitrógeno	Generación in situ (compresor, secador, filtros y tanques)
Instrumentación	Caudal (madre, dilución, inyección), presión y viscosidad en línea; tablero PLC

6.16. Condiciones Ambientales / Tablas

El proyecto se emplaza en un ambiente patagónico semidesértico del Golfo San Jorge. Los parámetros climáticos de diseño de superficie son:

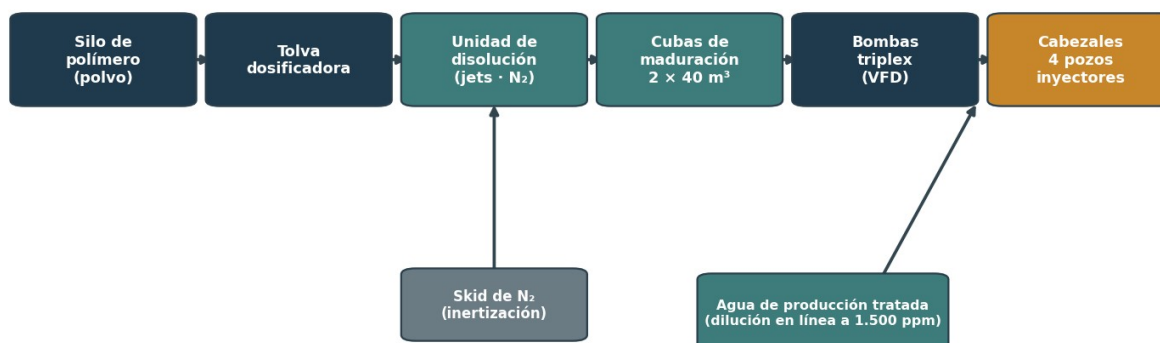
Parámetro	Valor
Característica climática	Semidesértico / árido patagónico
Temperatura máxima	40 °C
Temperatura mínima	-10 °C
Viento máximo (ráfagas)	hasta 180 km/h
Dirección de viento predominante	Oeste
Precipitación media anual	~ 200 mm
Requerimiento por baja temperatura	Traza eléctrica y aislamiento de cañerías

En materia ambiental se prioriza el manejo seguro de productos químicos y del agua de producción, el control de bacterias sulfato-reductoras (SRB) y la prevención de derrames, conforme a la normativa provincial del Chubut y de la Secretaría de Energía.

6.17. Anexo — Descripción de Equipos y Memoria de Cálculo

6.18. A. Diagrama de flujo del proceso

Diagrama de flujo del proceso — Planta modular de inyección de polímero (CEOR)



Solución madre 5.000 ppm → dilución en línea → inyección 1.500 ppm · 3.500 m³/d · 140 bar

Figura A1. Diagrama de flujo de la planta modular de inyección de polímero.

6.19. B. Croquis del patrón de inyección

Croquis del patrón de inyección — barrido mejorado por polímero

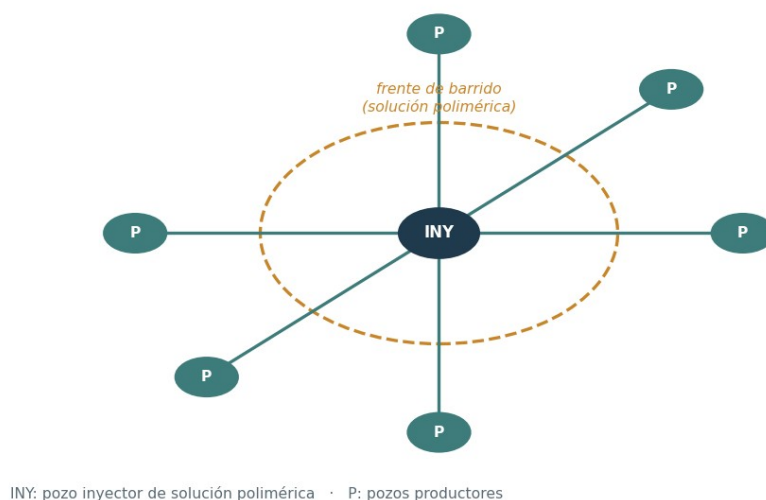


Figura A2. Patrón de inyección inyector–productores y frente de barrido.

6.20. C. Memoria de cálculo

C.1. Balance de materia de la solución (Fase 2).

Magnitud	Expresión / criterio	Valor
Caudal de inyección, Q_{iny}	Dato de diseño (Fase 2)	3.500 m ³ /d
Concentración de inyección, C_{iny}	Screening / laboratorio	1.500 ppm (1,5 kg/m ³)
Consumo de polímero seco, $\dot{m}$	$\dot{m} = Q_{iny} \cdot C_{iny}$	5.250 kg/d
Concentración de solución madre, C_{madre}	Capacidad de disolución	5.000 ppm (5 kg/m ³)
Caudal de solución madre, Q_{madre}	$Q_{madre} = \dot{m} / C_{madre}$	1.050 m ³ /d (43,75 m ³ /h)
Agua de dilución, Q_{dil}	$Q_{dil} = Q_{iny} - Q_{madre}$	2.450 m ³ /d
Verificación de C_{iny}	$(Q_{madre} \cdot C_{madre}) / Q_{iny}$	1,5 kg/m ³ ✓

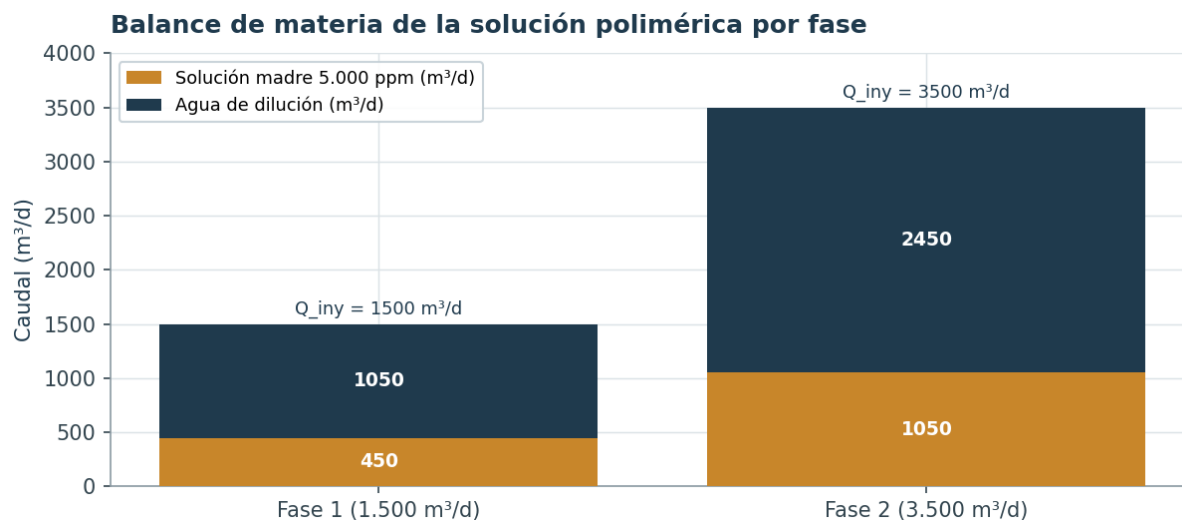


Figura A3. Balance de materia de la solución polimérica por fase.

C.2. Dimensionamiento de las bombas de inyección (esquema N+1, 2 operativas + 1 reserva).

Magnitud	Expresión / criterio	Valor
Caudal por bomba, Q_b	$Q_{iny} / 2$	72,9 m³/h (0,0203 m³/s)
Presión de descarga, ΔP	Presión de cabezal (Fase 2)	140 bar (14,0 MPa)
Potencia hidráulica, P_h	$P_h = Q_b \cdot \Delta P$	284 kW
Potencia al eje, P_{eje}	$P_{eje} = P_h / \eta$ ($\eta = 0,90$)	315 kW
Motor seleccionado	$P_{motor} = 1,15 \cdot P_{eje}$ (normalizado)	400 kW con VFD (≈ 535 HP)

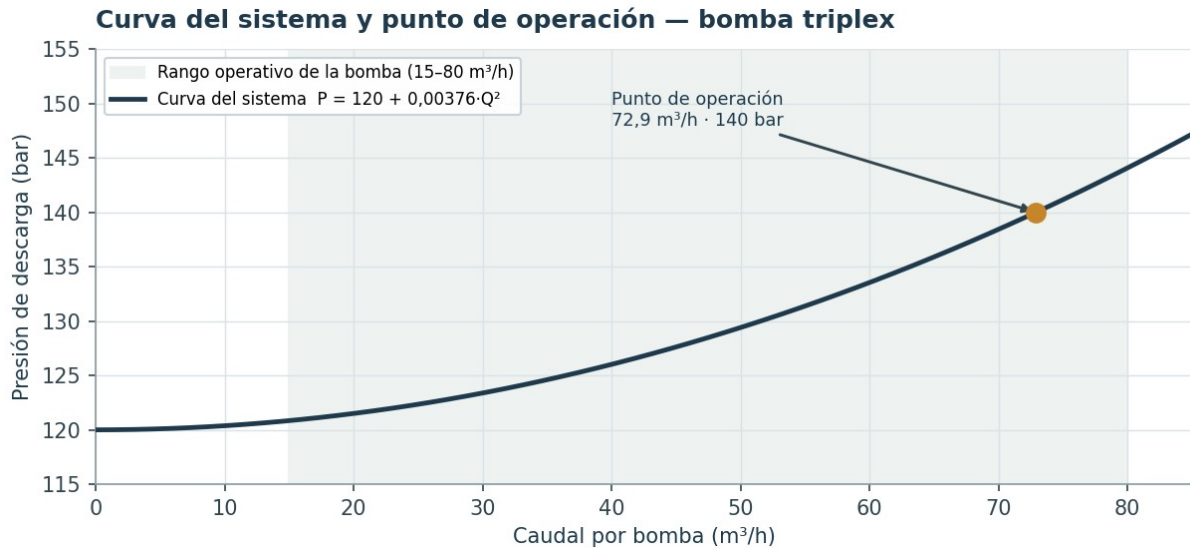


Figura A4. Curva del sistema y punto de operación de la bomba triplex.

C.3. Diseño de la línea de inyección (criterio de baja cizalla para preservar el peso molecular).

Magnitud	Expresión / criterio	Valor
Velocidad admisible, v	Criterio de baja cizalla	$\leq 2,5$ m/s
Diámetro requerido, D	$D = \sqrt{(4 \cdot Q_b / (\pi \cdot v))}$	0,102 m $\rightarrow$ 4" (DN 100)
Verificación con 3"	$v = Q_b / A$	$\approx 4,5$ m/s (excesiva)

C.4. Tiempo de maduración de la solución.

Magnitud	Expresión / criterio	Valor
Volumen de cubas, V	2×40 m³	80 m³
Tiempo de residencia, t	$t = V / Q_{\text{madre}}$	1,8 h (cumple $\geq 1,5$ h)

C.5. Logística de abastecimiento de polímero.

Magnitud	Expresión / criterio	Valor
Consumo anual	$\dot{m} \cdot 365$	≈ 1.916 t/año
Big-bags de 0,75 t	consumo / 0,75	~ 2.555 /año (~ 49 /semana)

6.21. D. Referencias

Secretaría de Energía de la Nación — Visor SIG de hidrocarburos (sig.se.gob.ar) y datos abiertos (datos.energia.gob.ar); Mapas del sector de hidrocarburos



(argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/mapas-del-sector-de-hidrocarburos).

SPE — "Polymer Flooding of Heavy Oil: From Screening to Full-Field Extension" (SPE-LAHO); "Polymer Flooding a ~500-cp Oil" (SPE-154567-MS); "New Attempt in Improving Sweep Efficiency at Koluel Kaike and Piedra Clavada" (SPE-107923-MS), OnePetro.

IAPG — Petrotecnia, "Recuperación asistida: camino a la masificación" (2015);

Conexplo 2022 — revitalización de Cañadón León con inyección de polímeros.

API 674 — Positive Displacement Pumps (Reciprocating), referencia de diseño de las bombas triplex.