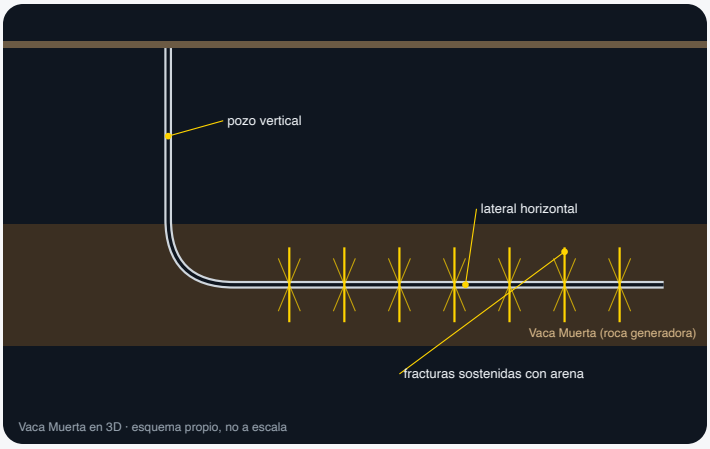
ESCUELA VACA MUERTA EN 3D · RUTA 2 DE 6

RUTA FRACTURA

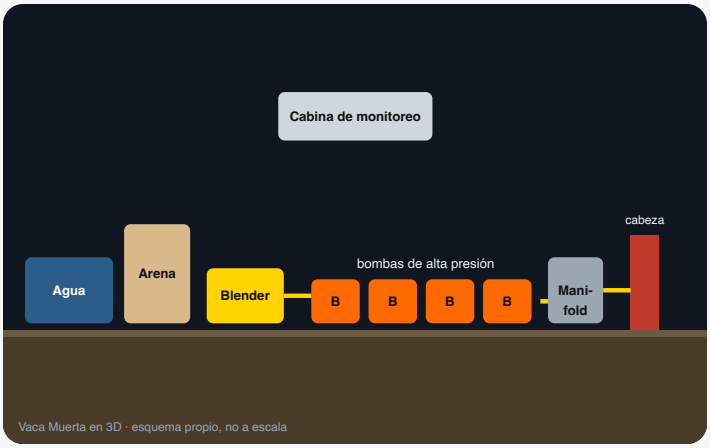
Lo que conviene saber antes de llegar a un set de fractura: por qué se fractura, qué equipos hay en la locación, cómo se trabaja una etapa, qué hace la arena, cuánta agua se usa y cómo te cuidás cerca de la alta presión. Son diagramas propios, esquemáticos y no a escala.



01

Por qué hay que fracturar

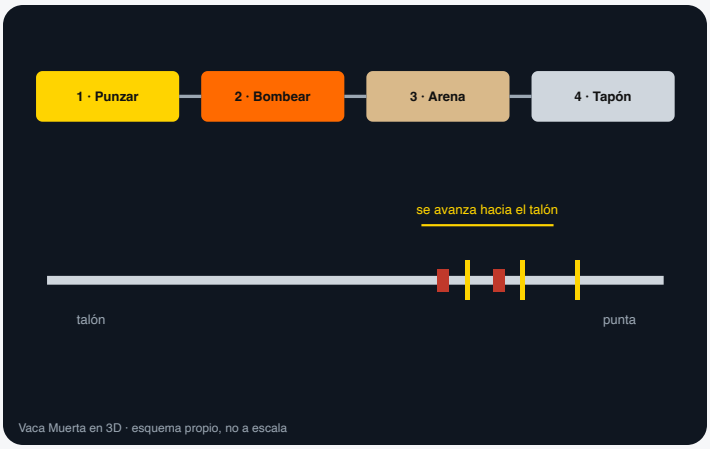
Vaca Muerta es una roca de permeabilidad bajísima: el petróleo está en poros microscópicos mal conectados. Un pozo solo, sin fractura, casi no produce. La fractura abre fisuras que conectan mucha roca con el pozo, y la arena las mantiene abiertas.



02

El set de fractura

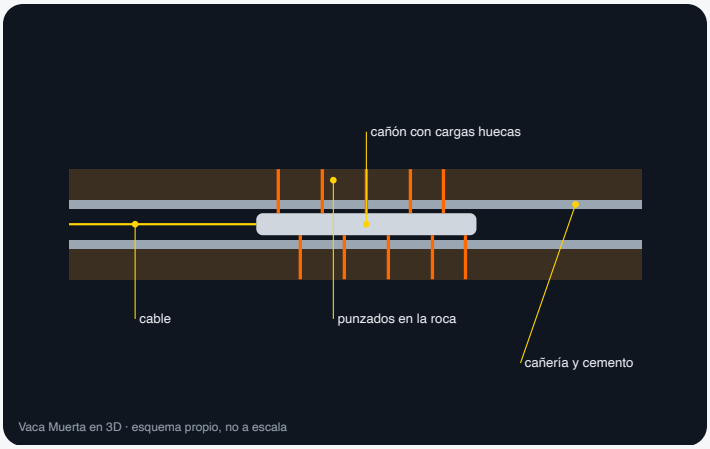
Una fractura junta una flota en la locación: tanques de agua, silos de arena, el blender que mezcla agua, arena y aditivos, las bombas de alta presión y el manifold que junta todo hacia la cabeza de pozo. Todo se sigue desde la cabina de monitoreo.



03

Una etapa, paso a paso

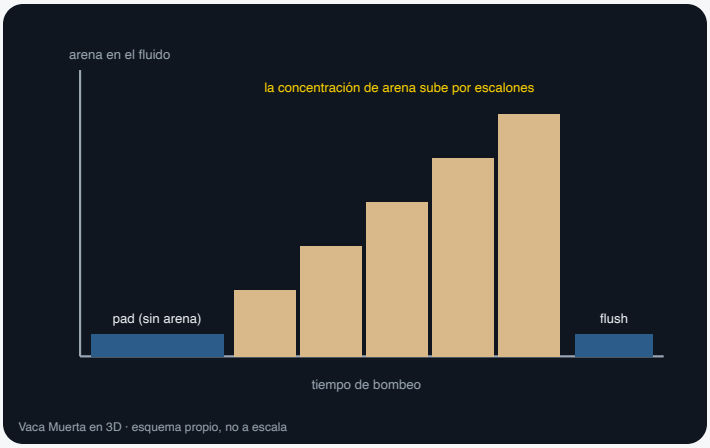
El lateral no se fractura entero: se divide en etapas y se trabaja de a una, desde la punta hacia el talón. En cada etapa se punza, se bombea, se deja la arena y se coloca un tapón para aislarla antes de pasar a la siguiente. Un pozo puede llevar de 30 a 50 etapas.



04

El punzado

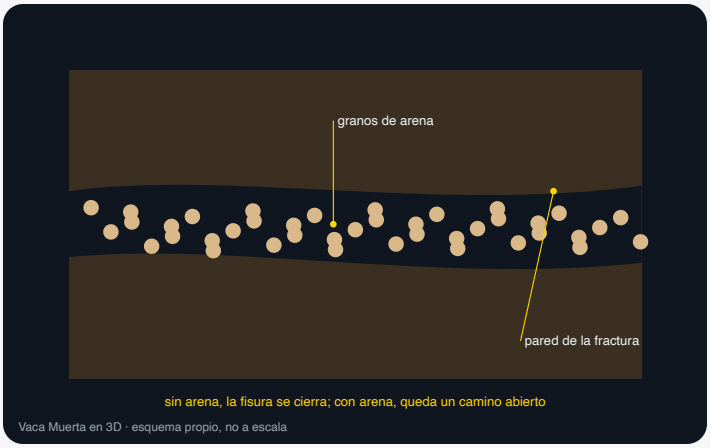
Antes de bombear hay que abrir camino: se baja con cable un cañón con cargas huecas que perforan la cañería, el cemento y unos centímetros de roca. Esos agujeros son las puertas por donde el fluido entra a la formación. En superficie, el lubricador permite meter y sacar herramientas con el pozo presurizado.



05

Cómo se bombea una etapa

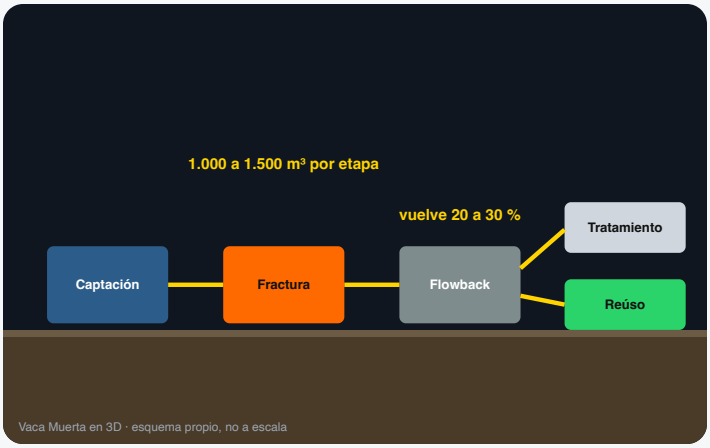
Primero va un colchón de fluido sin arena (pad) que abre y extiende la fractura. Después se suma arena en concentraciones que suben de a poco. Al final, un desplazamiento con agua limpia (flush) empuja la última arena hacia la formación y deja la cañería limpia para el tapón.



06

La arena: el agente de sostén

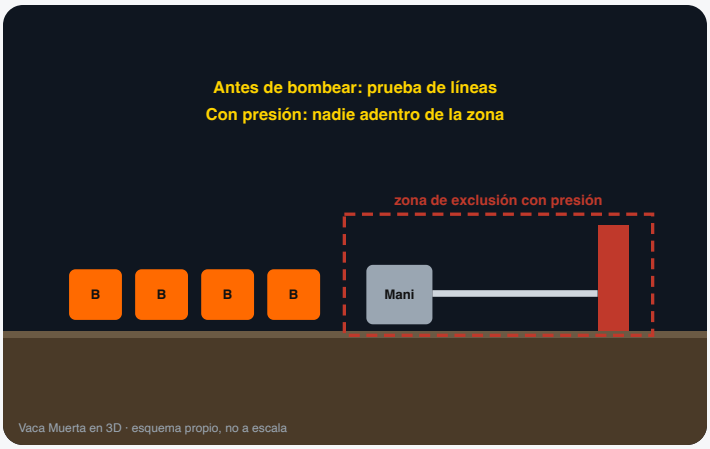
Cuando se deja de bombear, la presión baja y la fractura tiende a cerrarse. La arena queda atrapada adentro y la mantiene abierta, formando un canal por donde va a fluir el petróleo. Se usa arena seleccionada por tamaño (malla), y mover miles de toneladas es una logística en sí misma.



07

El agua y el flowback

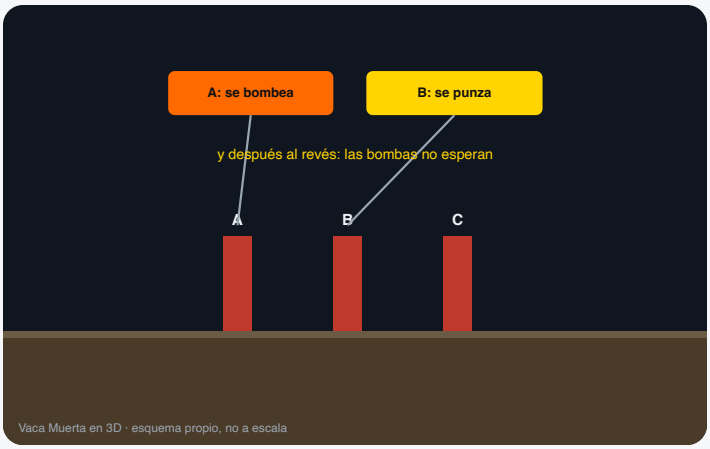
Cada etapa usa del orden de 1.000 a 1.500 m³ de agua, según un informe técnico de agosto de 2026. De esa agua vuelve a superficie solo un 20 a 30 % (el flowback), mezclada con agua de la formación. Se trata, se reusa o se inyecta en pozos sumideros. Más en la nota sobre el agua.



08

Alta presión: la zona que no se pisa

Las bombas trabajan a presiones muy altas, y toda la cañería de superficie (el "hierro") queda cargada. Por eso se prueban las líneas antes de bombear, se marca una zona de exclusión alrededor del manifold y de las líneas, y nadie entra mientras hay presión. Una unión que falla puede golpear con una energía enorme.



09

Más etapas por día: cremallera y simultánea

En una locación con varios pozos, la fractura se organiza para que las bombas no paren. En la fractura en cremallera (zipper), mientras se bombea un pozo, en el de al lado se baja el cañón y se alternan. En la simultánea se fracturan dos pozos a la vez. Al terminar, se rotan los tapones, por ejemplo con coiled tubing, y el pozo queda listo para producir.



10

La seguridad en el set

En un set de fractura se juntan presión, arena, química, ruido y mucho tránsito de camiones. Las reglas básicas: no ponerte en la línea de fuego de una línea con presión, usar protección respiratoria donde hay polvo de arena, cuidar los oídos, respetar las circulaciones y frenar la tarea si algo no está claro.

Glosario del oficio

Las palabras que vas a escuchar en el set. El glosario general está en la Biblioteca.

Agente de sostén (proppant)

Arena u otro material que se bombea para mantener abierta la fractura.

Blender

Equipo que mezcla el agua, la arena y los aditivos antes de las bombas.

Bomba de alta (frac pump)

Bomba que inyecta la mezcla al pozo a alta presión y caudal.

BPM

Barriles por minuto: la unidad de caudal de bombeo más usada en el set.

Cabeza de fractura

Conjunto de válvulas en la boca del pozo por donde entra el bombeo.

Cañón

Herramienta con cargas huecas que se baja para punzar la cañería.

Cargas huecas

Explosivos con forma que perforan la cañería, el cemento y la roca.

Coiled tubing

Cañería continua enrollada en un carrete, que se usa para rotar tapones y otras tareas.

Concentración de arena

Cuánta arena lleva cada unidad de fluido. Se suele medir en libras por galón (ppa).

Data van / cabina

Cabina de monitoreo donde se sigue la presión, el caudal y la arena en tiempo real.

Etapa

Tramo del lateral que se fractura de una vez, aislado del resto con un tapón.

Flowback

Fluido que vuelve a superficie después de la fractura.

Flush (desplazamiento)

Agua limpia que se bombea al final de la etapa para empujar la última arena.

HHP

Potencia hidráulica de las bombas (hydraulic horsepower).

Hierro

Nombre de campo para la cañería y las uniones de alta presión en superficie.

Lubricador

Tramo de cañería sobre la boca del pozo para meter y sacar herramientas con presión.

Manifold

Arreglo de cañerías y válvulas que junta el caudal de todas las bombas.

Pad (colchón)

Fluido sin arena que se bombea al inicio para abrir la fractura.

Plug and perf

Método de tapón y punzado: punzar, bombear, colocar tapón y repetir.

Prueba de líneas

Presurizar la cañería de superficie antes de bombear para verificar que no pierda.

Punzado

Agujeros que conectan el pozo con la roca a través de la cañería y el cemento.

Rotar tapones

Perforar los tapones al final de la fractura para dejar libre la cañería.

Tapón (plug)

Pieza que se fija en la cañería para aislar la etapa ya fracturada.

Talón y punta

El comienzo y el final del tramo horizontal del pozo.

Wireline

Cable con el que se bajan el cañón y el tapón al pozo.

Zipper frac

Fractura en cremallera: se alterna el bombeo entre pozos vecinos.

Zona de exclusión

Área marcada alrededor de líneas con presión donde no se puede entrar.

Cuentas y conversiones de bolsillo

En el set se habla de barriles por minuto, libras de arena por galón y psi. Estas son las equivalencias que más se usan:

1 barril (bbl)	159 litros = 42 galones
1 bpm	0,159 m³/min
1 m³	6,29 bbl
1 galón (gal)	3,785 litros
1 lb	0,4536 kg
1 tonelada	2.204,6 lb
1 lb/gal (ppa)	119,8 kg/m³
1 psi	0,0689 bar
1.000 psi	68,9 bar
1 HHP	0,746 kW

Potencia hidráulica: HHP = presión (psi) × caudal (bpm) ÷ 40,8. Arena por volumen: libras = galones × concentración (lb/gal).

Autoevaluación: 20 preguntas

1. ¿Por qué hay que fracturar los pozos de Vaca Muerta?

- ○ Porque la roca es muy permeable
- ○ **Porque la roca casi no deja pasar fluidos**
- ○ Para enfriar el pozo

✔ Respuesta: **Porque la roca casi no deja pasar fluidos**. Es una roca de permeabilidad bajísima: sin fractura casi no produce.

2. ¿Para qué sirve la arena que se bombea?

- Para limpiar la cañería
- **Para mantener abierta la fractura**
- Para tapar los punzados

✔ Respuesta: **Para mantener abierta la fractura**. Cuando baja la presión, la arena queda adentro y sostiene la fisura abierta.

3. ¿En qué orden se fracturan las etapas de un lateral?

- Desde el talón hacia la punta
- **Desde la punta hacia el talón**
- Todas juntas

✔ Respuesta: **Desde la punta hacia el talón**. Se empieza por la punta y se vuelve hacia el talón, aislando cada etapa con un tapón.

4. ¿Qué hace el blender?

- **Mezcla agua, arena y aditivos**
- Mide la presión del pozo
- Perfora los tapones

✔ Respuesta: **Mezcla agua, arena y aditivos**. Prepara la mezcla que después toman las bombas de alta.

5. ¿Qué es el pad?

- La locación
- **El fluido sin arena del inicio de la etapa**
- El último tapón

✔ Respuesta: **El fluido sin arena del inicio de la etapa**. El colchón abre y extiende la fractura antes de sumar arena.

6. ¿Para qué se bombea el flush al final?

- **Para empujar la última arena y dejar limpia la cañería**
- Para cerrar la fractura
- Para probar las líneas

✔ Respuesta: **Para empujar la última arena y dejar limpia la cañería**. Desplaza la arena hacia la formación antes de colocar el tapón.

7. ¿Qué hacen las cargas huecas del cañón?

- Sellan el pozo
- **Perforan la cañería, el cemento y la roca**
- Miden la temperatura

✔ Respuesta: **Perforan la cañería, el cemento y la roca**. Abren los punzados por donde entra el fluido a la formación.

8. ¿Qué es el flowback?

- **El fluido que vuelve a superficie**
- Una bomba de reserva
- El cable del cañón

✔ Respuesta: **El fluido que vuelve a superficie**. Vuelve una parte del agua bombeada, mezclada con agua de la formación.

9. Según la nota de fractura, ¿cuánta agua vuelve como flowback?

- **Del 20 al 30 %**
- Casi toda
- Nada

✔ Respuesta: **Del 20 al 30 %**. Vuelve un 20 a 30 %, según los rangos informados para la cuenca.

10. ¿Qué es una zona de exclusión?

- Un lugar para descansar
- **Un área con presión donde no se entra**
- El depósito de arena

✔ Respuesta: **Un área con presión donde no se entra**. Alrededor de las líneas con presión nadie entra mientras se bombea.

11. ¿Por qué se prueban las líneas antes de bombear?

- Para limpiarlas
- **Para verificar que aguanten la presión sin perder**
- Para calentarlas

✔ Respuesta: **Para verificar que aguanten la presión sin perder**. Una pérdida o una falla con presión es muy peligrosa.

12. ¿Qué es la fractura en cremallera (zipper)?

- Fracturar sin arena
- **Alternar el bombeo entre pozos vecinos**
- Fracturar de noche

✔ Respuesta: **Alternar el bombeo entre pozos vecinos**. Mientras se bombea un pozo, en el otro se baja el cañón.

13. ¿Con qué se suelen rotar los tapones al terminar?

- **Con coiled tubing**
- Con el blender
- Con el manifold

✔ Respuesta: **Con coiled tubing**. Se perforan los tapones para dejar libre la cañería.

14. Calculá: 9.000 psi a 80 bpm. ¿Potencia hidráulica aproximada? (HHP = psi × bpm ÷ 40,8)

- **17.650 HHP**
- 1.765 HHP
- 720.000 HHP

✔ Respuesta: **17.650 HHP**. 9.000 × 80 ÷ 40,8 ≈ 17.647 HHP.

15. Calculá: 80 bpm, ¿cuántos m³ por minuto? (1 bbl ≈ 0,159 m³)

- **12,7 m³/min**
- 80 m³/min
- 1,3 m³/min

✔ Respuesta: **12,7 m³/min**. 80 × 0,159 ≈ 12,7 m³ por minuto.

16. Calculá: 1.000 galones con 2 lb de arena por galón. ¿Cuánta arena?

- **2.000 lb**
- 500 lb
- 20.000 lb

✔ Respuesta: **2.000 lb**. 1.000 × 2 = 2.000 libras, unos 907 kg.

17. ¿Qué riesgo trae el polvo de arena en el set?

- Ninguno
- **Es dañino si se respira: hace falta protección respiratoria**
- Solo ensucia la ropa

✔ Respuesta: **Es dañino si se respira: hace falta protección respiratoria**. El polvo fino de arena (sílice) no se debe respirar.

18. ¿Qué es el manifold?

- **El conjunto que junta el caudal de todas las bombas**
- Un tipo de arena
- El tanque de agua

✔ Respuesta: **El conjunto que junta el caudal de todas las bombas**. Recibe las líneas de las bombas y lleva todo hacia la cabeza de pozo.

19. ¿Qué permite el lubricador?

- Engrasar las bombas
- **Meter y sacar herramientas con el pozo presurizado**
- Mezclar aditivos

✔ Respuesta: **Meter y sacar herramientas con el pozo presurizado**. Es el tramo sobre la boca del pozo que se presuriza junto con él.

20. Si ves una pérdida en una línea con presión, ¿qué hacés?

- Me acerco a ajustarla
- **Aviso y no entro a la zona**
- Sigo con mi tarea

✔ Respuesta: **Aviso y no entro a la zona**. Con presión no se interviene: se avisa y se para el bombeo.

Seguí con

Fractura hidráulica en Vaca Muerta
La nota completa, con video 3D y fuentes.

Cañones de punzado
Cómo se abren los agujeros antes de bombear.

El agua en Vaca Muerta

Ruta Perforación

De dónde sale, cuánta vuelve y qué se hace con ella.

La ruta 1: el pozo antes de la fractura.

Seguí formándote

Esta ruta es una base. Para trabajar en un set de fractura vas a necesitar los cursos de seguridad que piden las empresas. Mirá qué cursos piden y dónde hacerlos. El Instituto Vaca Muerta tiene un curso gratuito de operador de fractura hidráulica: el resumen está en la guía independiente sobre el IVM.

La Escuela Vaca Muerta en 3D es material de estudio gratuito e independiente, hecho por Raúl Rodríguez, ingeniero mecánico de Neuquén. **No es el Instituto Vaca Muerta ni está asociada a él**, ni a ninguna empresa o institución. No otorga certificados, no gestiona inscripciones ni contrataciones y no reemplaza la capacitación formal, los procedimientos de cada empresa ni la normativa vigente. Revisado el 23/11/2026.