

Hidrocarburos No-Convencionales

Fractura Hidráulica



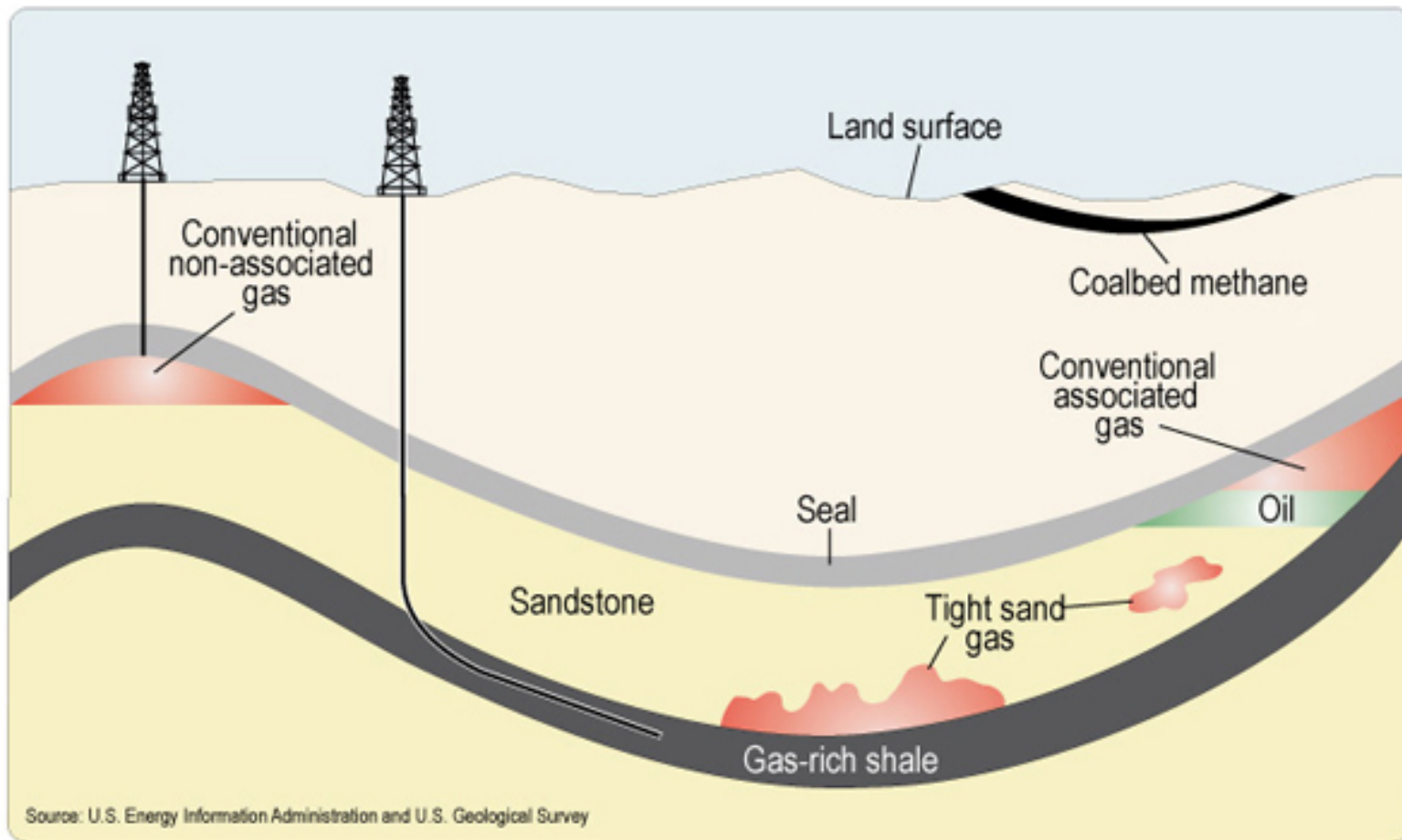
Roberto Ochandio

rochandio@gmail.com

Explotación de hidrocarburos no-convencionales

- Yacimientos convencionales
- Yacimientos no-convencionales
- Fractura hidráulica
- Riesgos
- Discusión

Yacimientos hidrocarburos Convencionales y No-Convencionales



Hidrocarburos no-convencionales

Formación Vaca Muerta

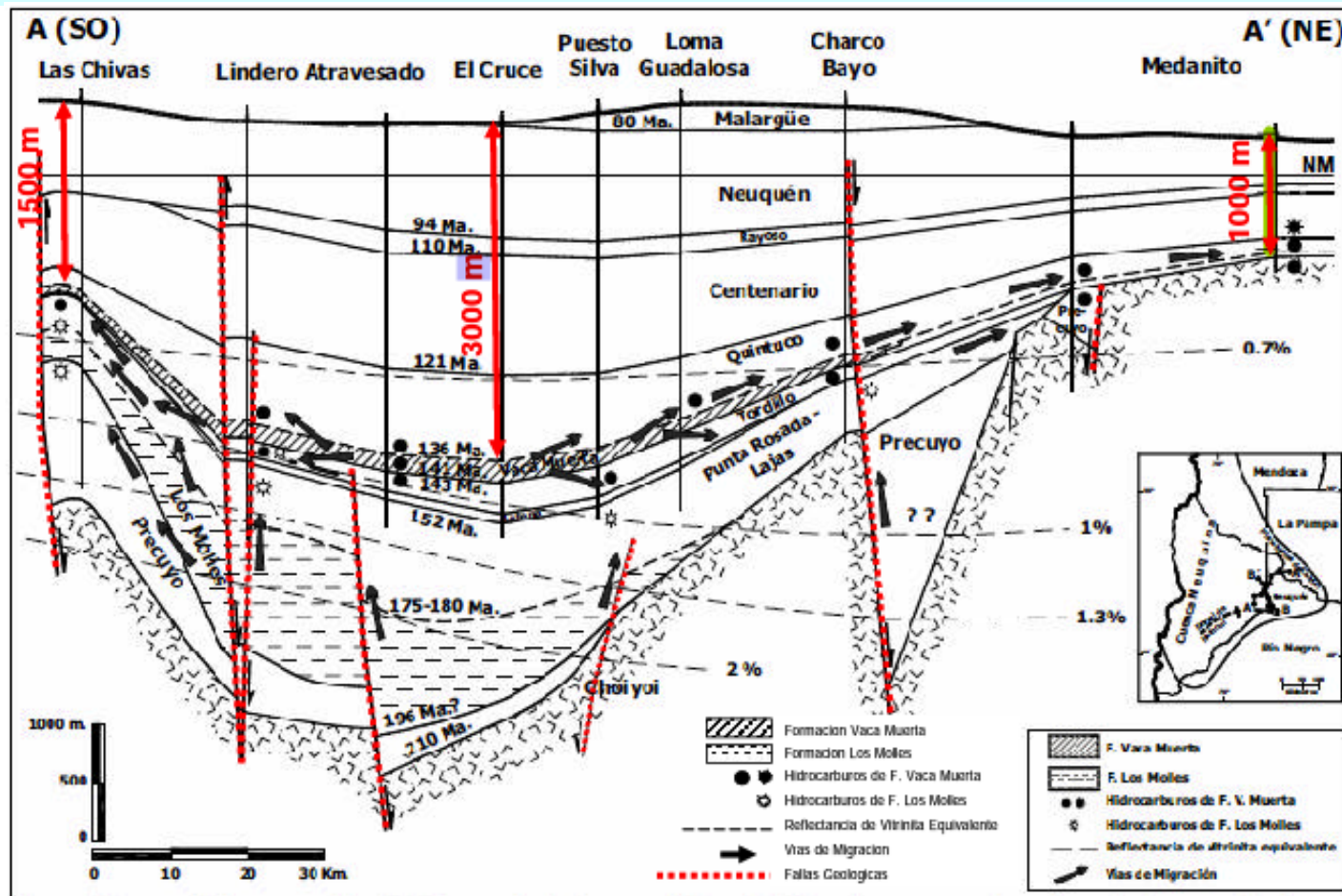


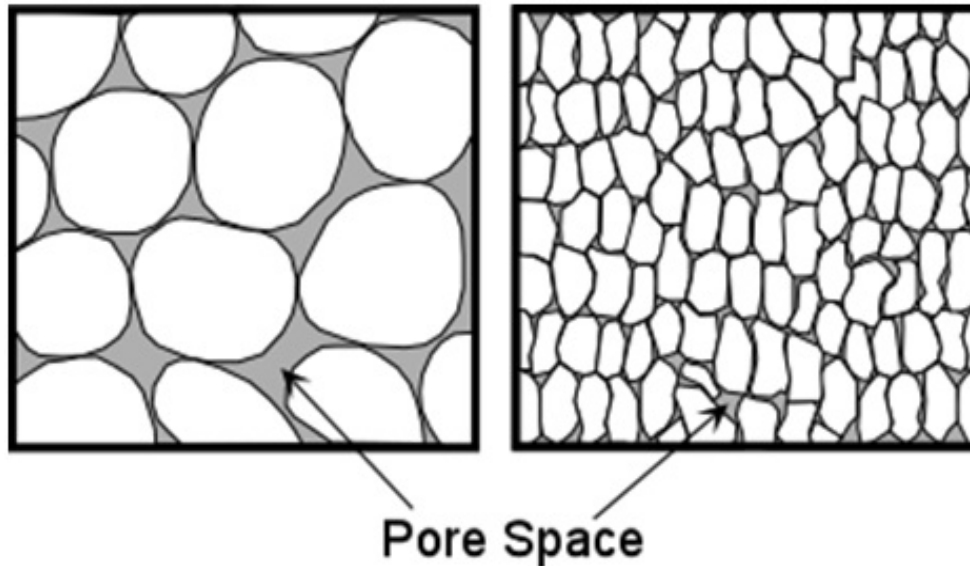
Figura 4. Corte geológico esquemático SO-NE con principales acumulaciones de hidrocarburos y zonas de madurez térmica generalizada.

Formación hidrocarburífera

Características geológicas básicas

Porosidad:

- medida de espacios vacíos en un material,
- fracción del volumen de huecos sobre el volumen total

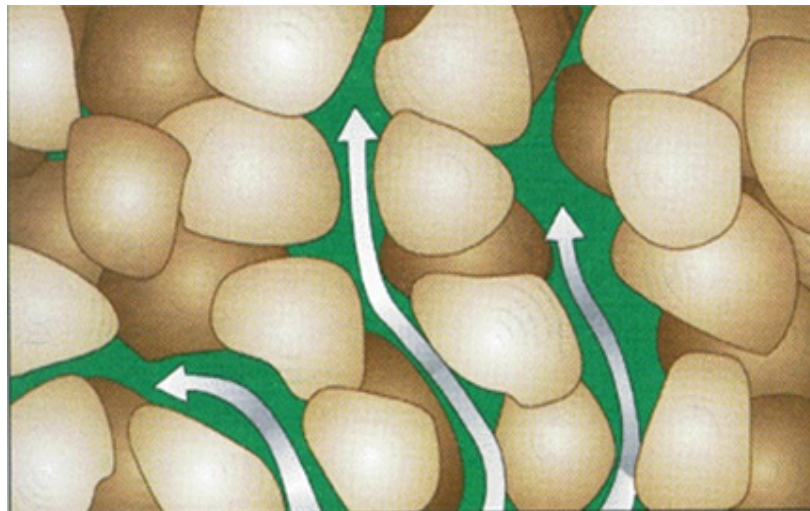


Formación hidrocarburífera

Características geológicas básicas

Permeabilidad:

- Capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna.



Yacimientos no convencionales

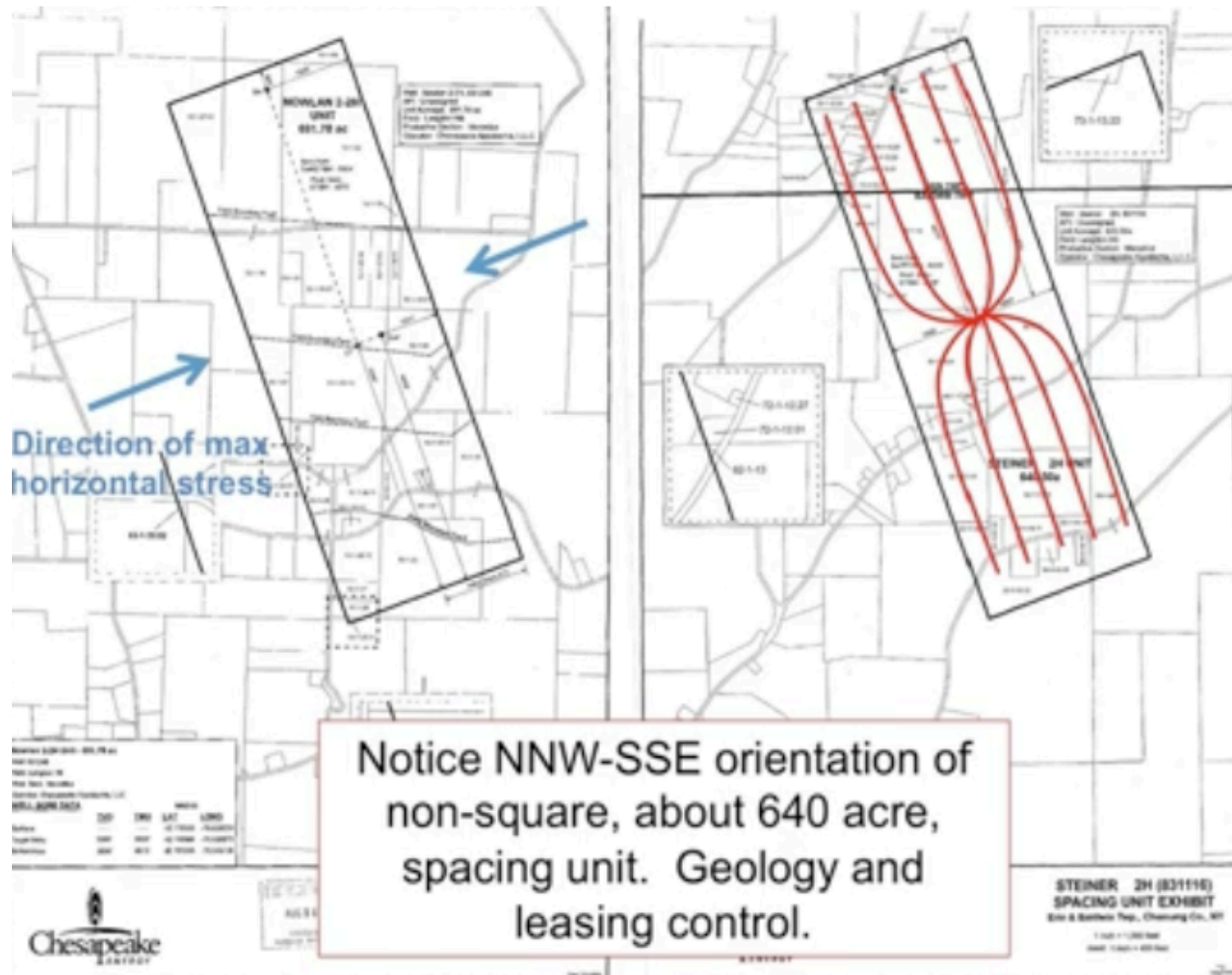
Determinaciones y planificación (11)

- Determinaciones de superficie
- División del territorio en bloques
- Ejemplos reales

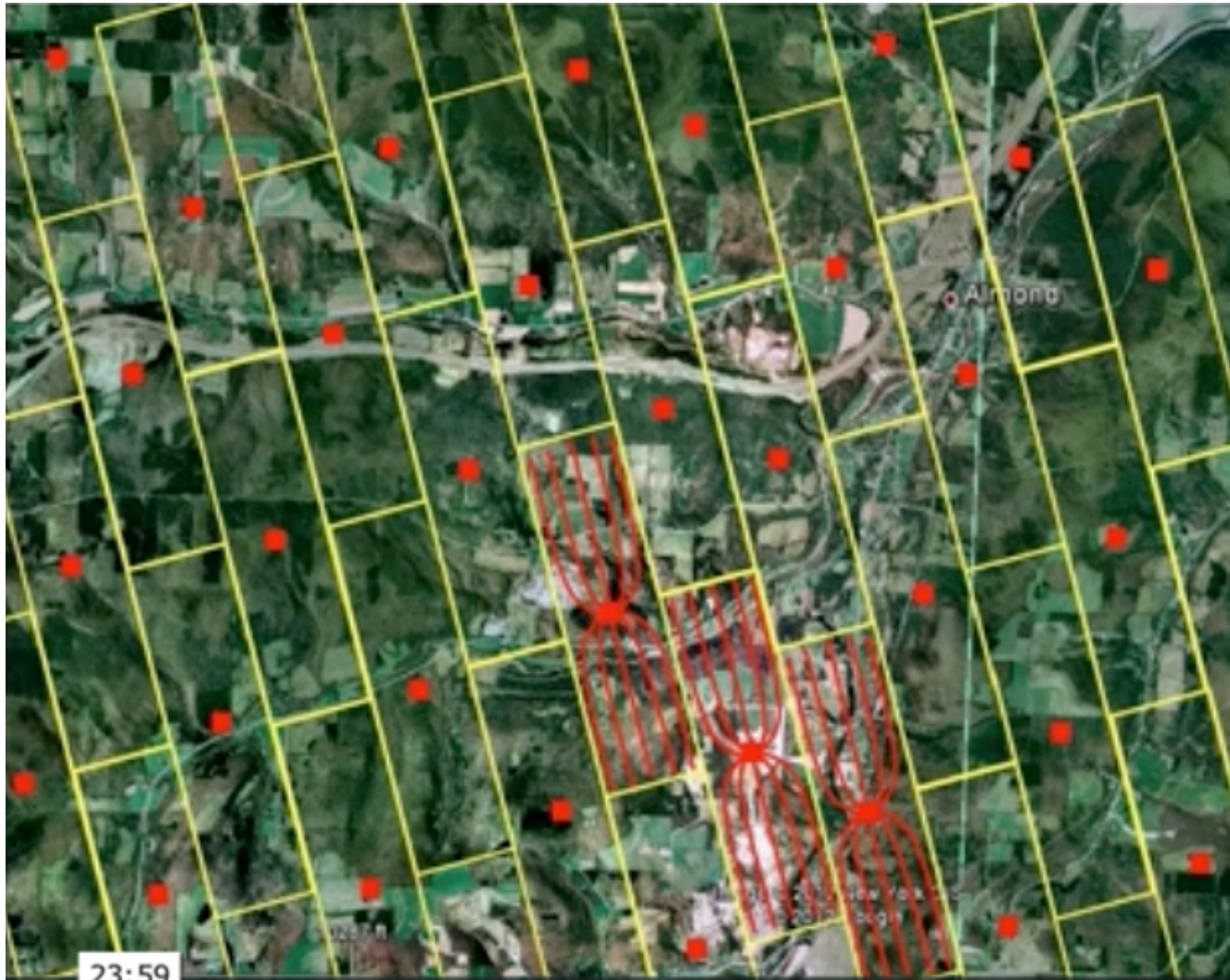
Ejemplo de fracturas naturales en roca de esquistos



Determinación de bloques de explotación

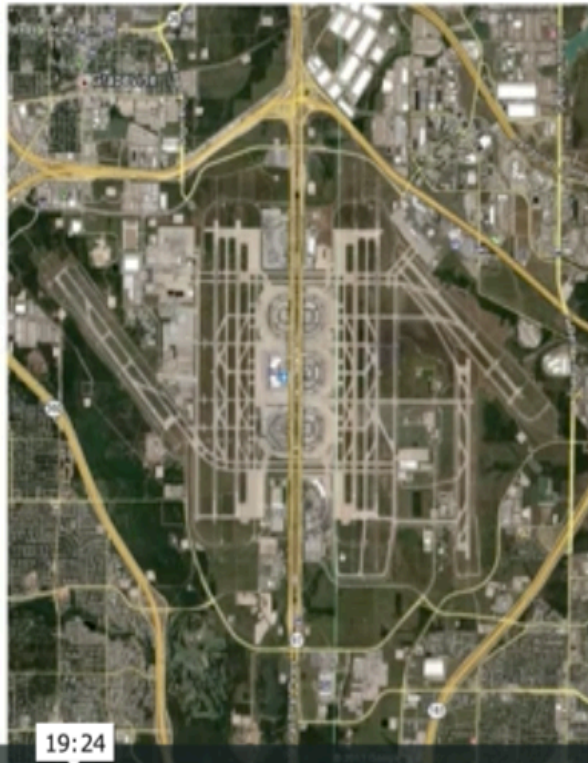


Optimización del area cubierta



Ejemplo de explotación Aeropuerto DFW, Texas, EEUU

Example of Spatially Intense Development: Dallas/Fort Worth
Airport Property,
Barnett Shale Play

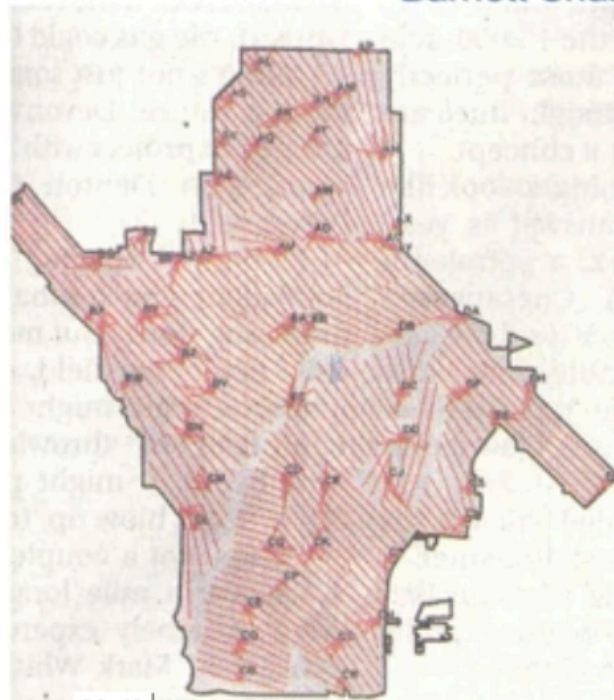


19:24

HD vimeo

Ejemplo de explotación Aeropuerto DFW, Texas, EEUU

Example of Spatially Intense Development: Dallas/Fort Worth
Airport Property,
Barnett Shale Play



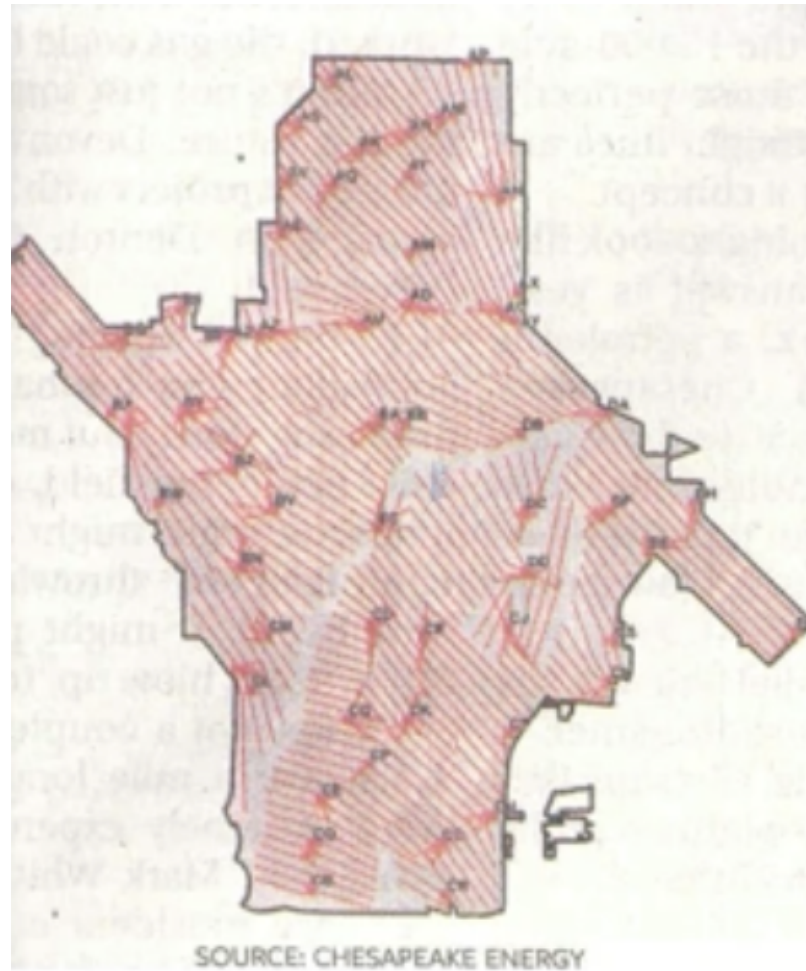
- 53 pads on 18,076 acres, 30 square miles
- Each red line is a well
- Each red dot is a pad
- Almost complete coverage
- Patchwork, mostly ideal units
- One leasor, One developer

20:48

COURTESY: CHELSEA ENERGY

HD video

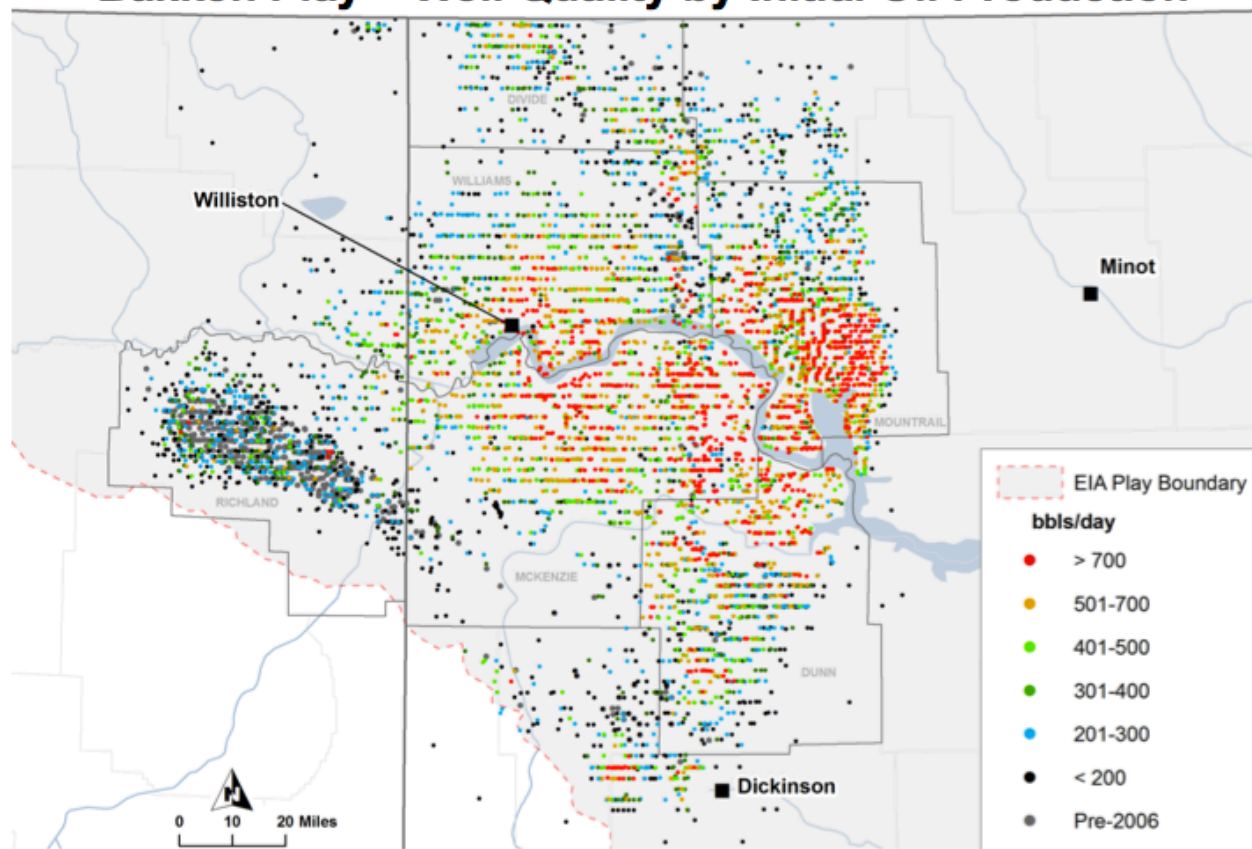
Ejemplo de explotación Aeropuerto DFW, Texas, EEUU



Yacimiento petrolífero no-convencional

Bakken Field, North Dakota, EEUU

Bakken Play – Well Quality by Initial Oil Production

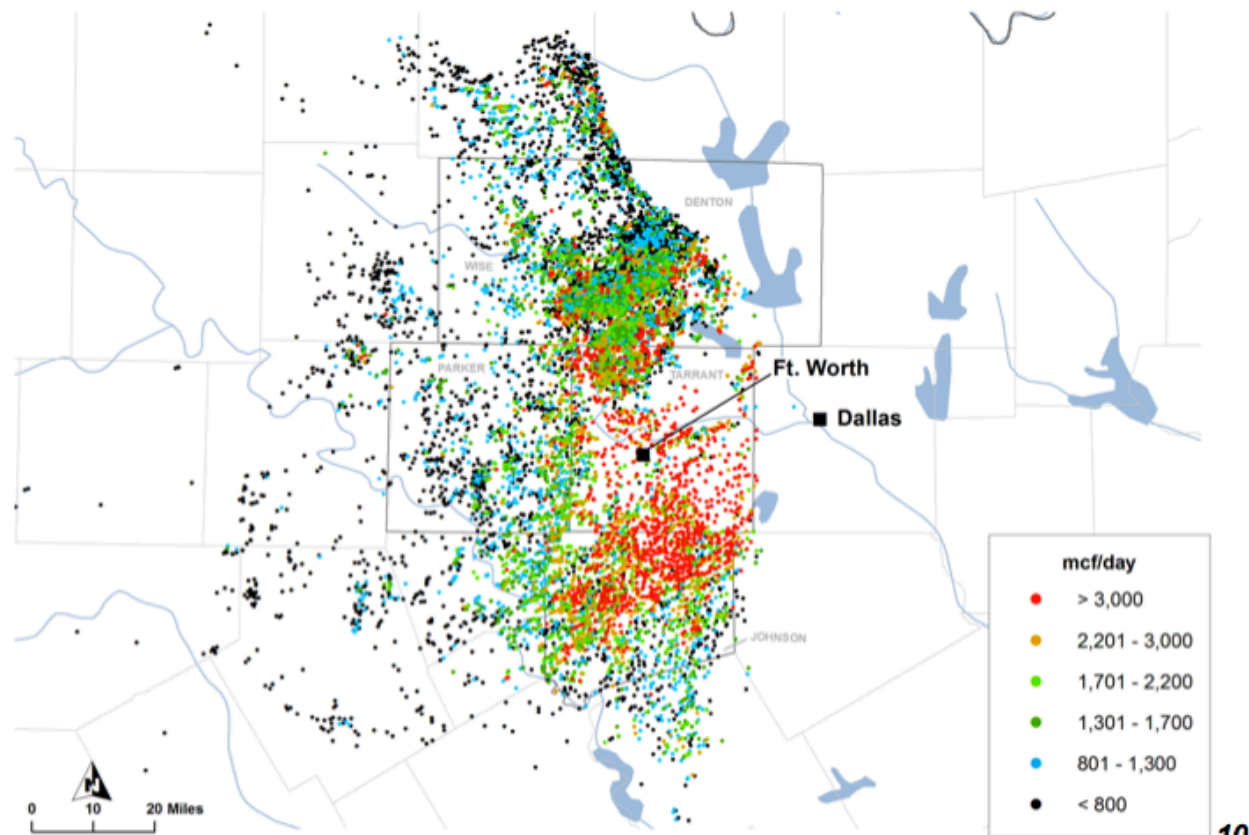


23

Yacimiento gasífero no-convencional

Barnett Shale, Texas, EEUU

Barnett Play – Well Quality by Initial Gas Production

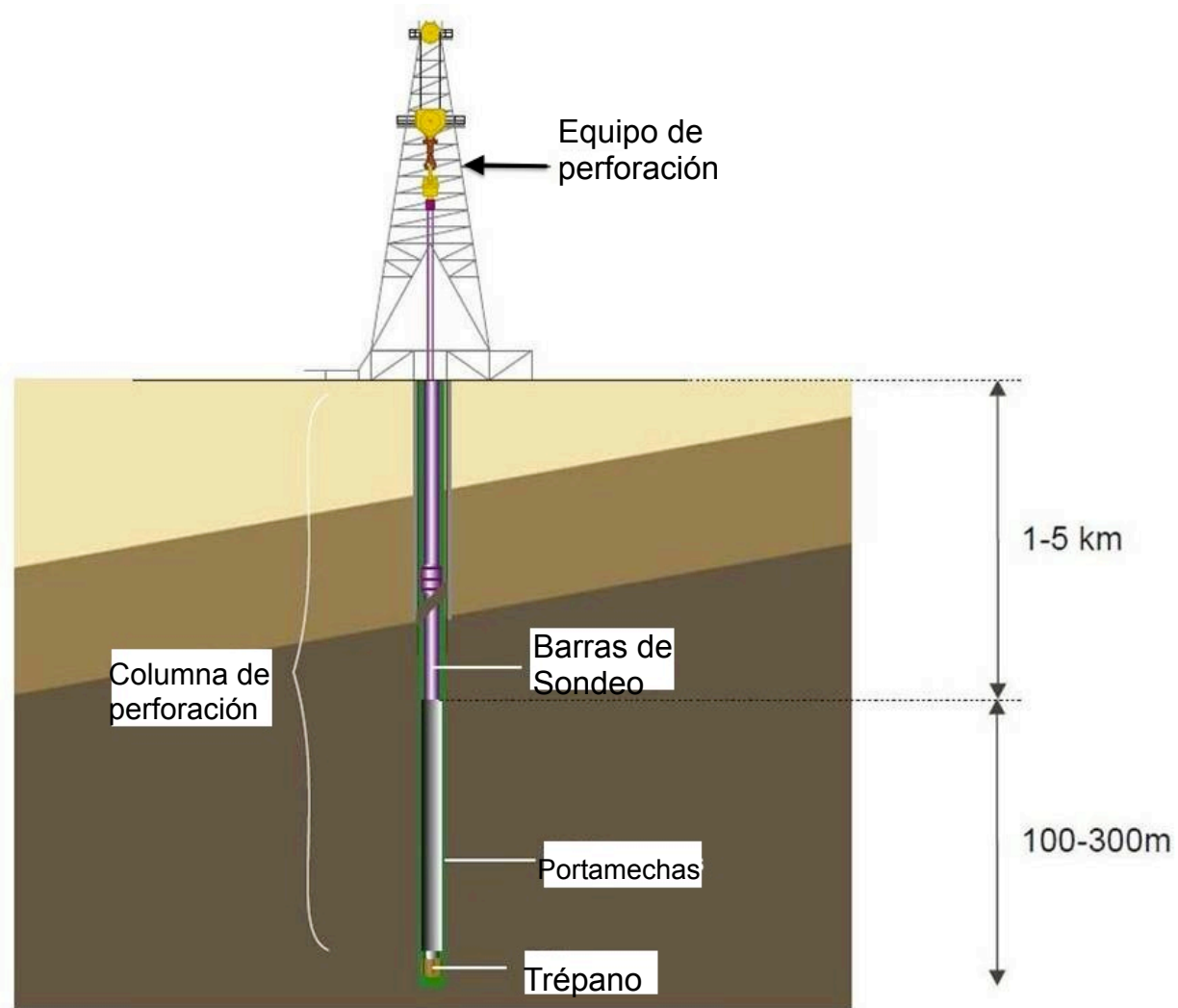


Construcción de pozos de petróleo o gas Convencionales y no convencionales

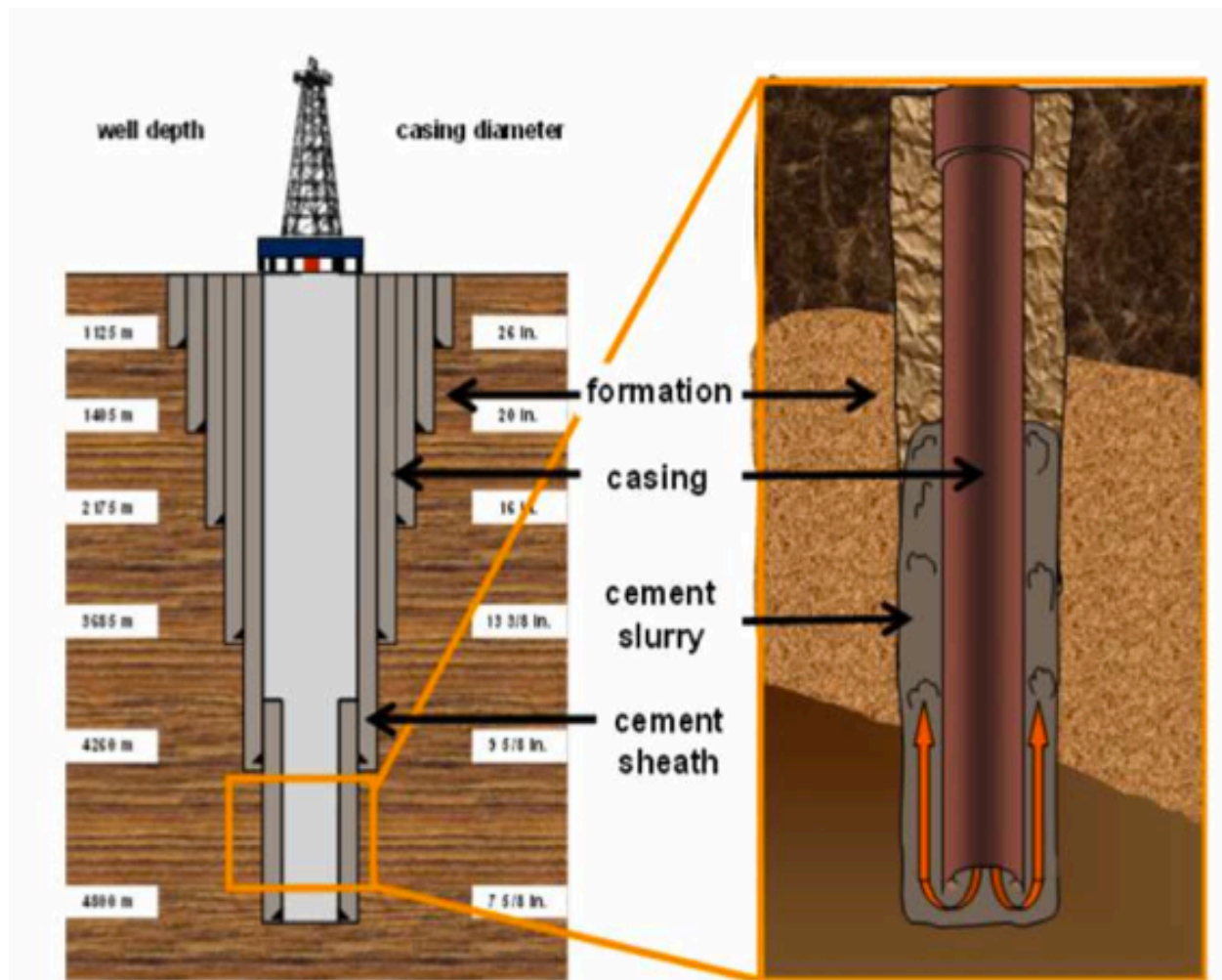
➤ Etapas

- Perforación
- Entubación y cementación
- Punzado
- Terminación
- Problema fundamental de todos los pozos

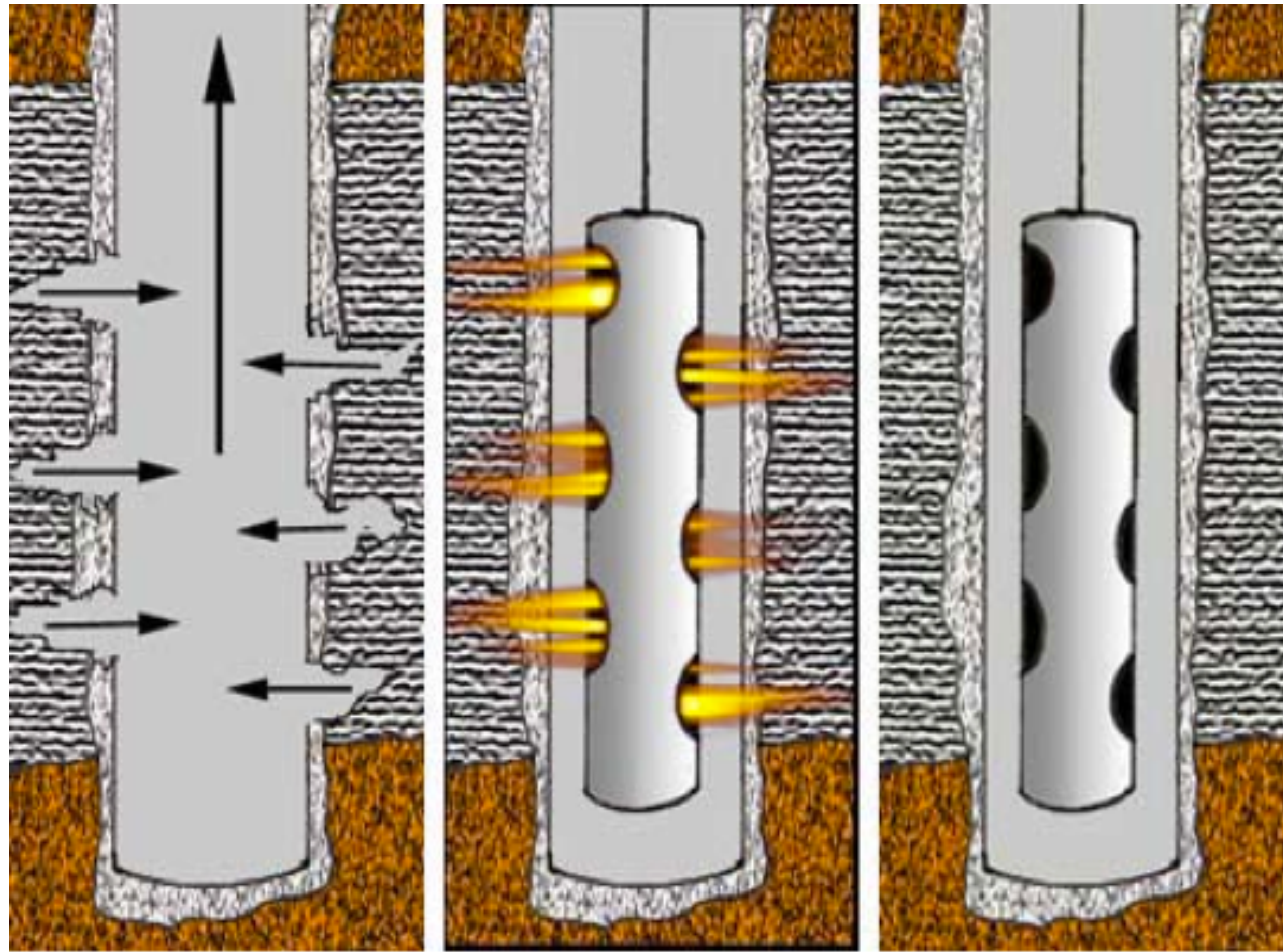
Perforación del pozo



Cementación



Punzamiento



C

B

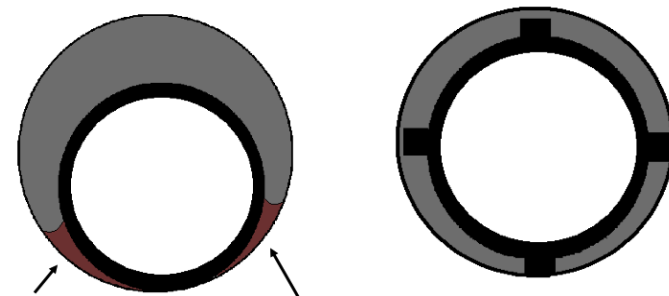
A

Problemas de entubación y cementación

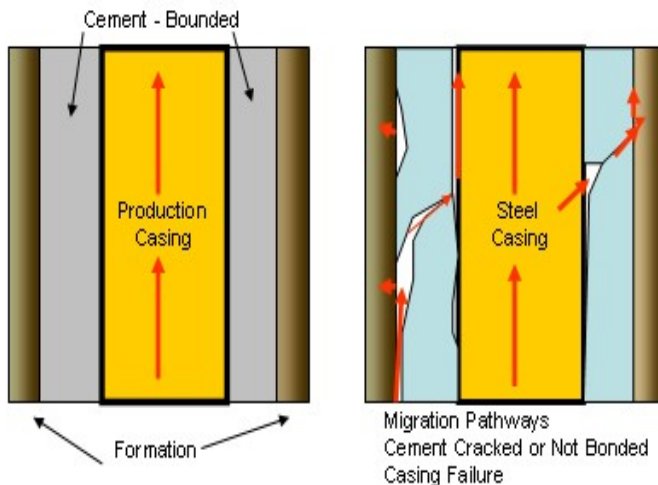
Desviación típica en pozos verticales: 0 a 3 grados

½ grado de desviación a lo largo de 100 metros = 87 cm de desviación

Espesor del anillo de cemento: 3 cm



Area of undisplaced mud – a mud channel remains, requiring squeezing.

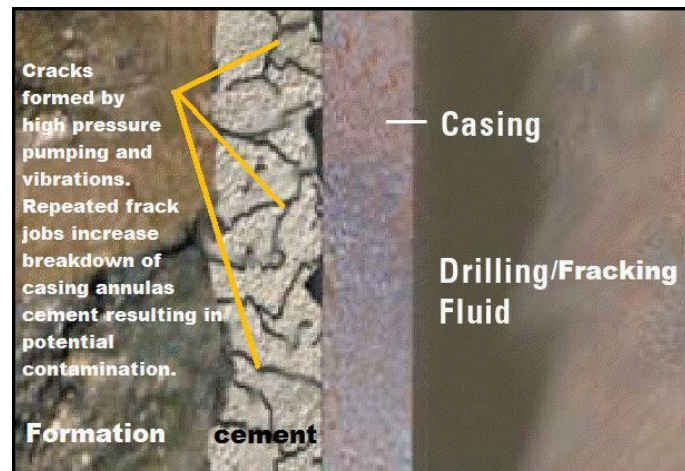


A la izquierda la cementación idealizada que muestra la industria.

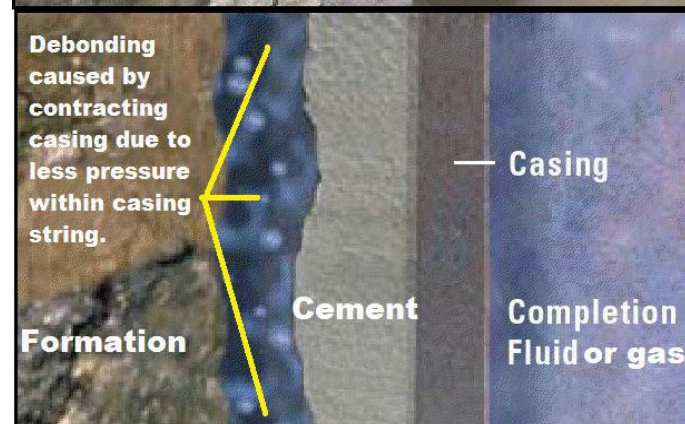
A la derecha la cementación deficiente con sus puntos de fuga de fluidos.

Problemas de entubación y cementación

Cementación deficiente por deshidratación del cemento o mal diseño de la lechada permite el escape de fluidos



Cementación despegada del pozo o de la entubación por cambios de temperatura, cambios de presión, o por sismos.



Problemas de entubación y cementación (9, 10)

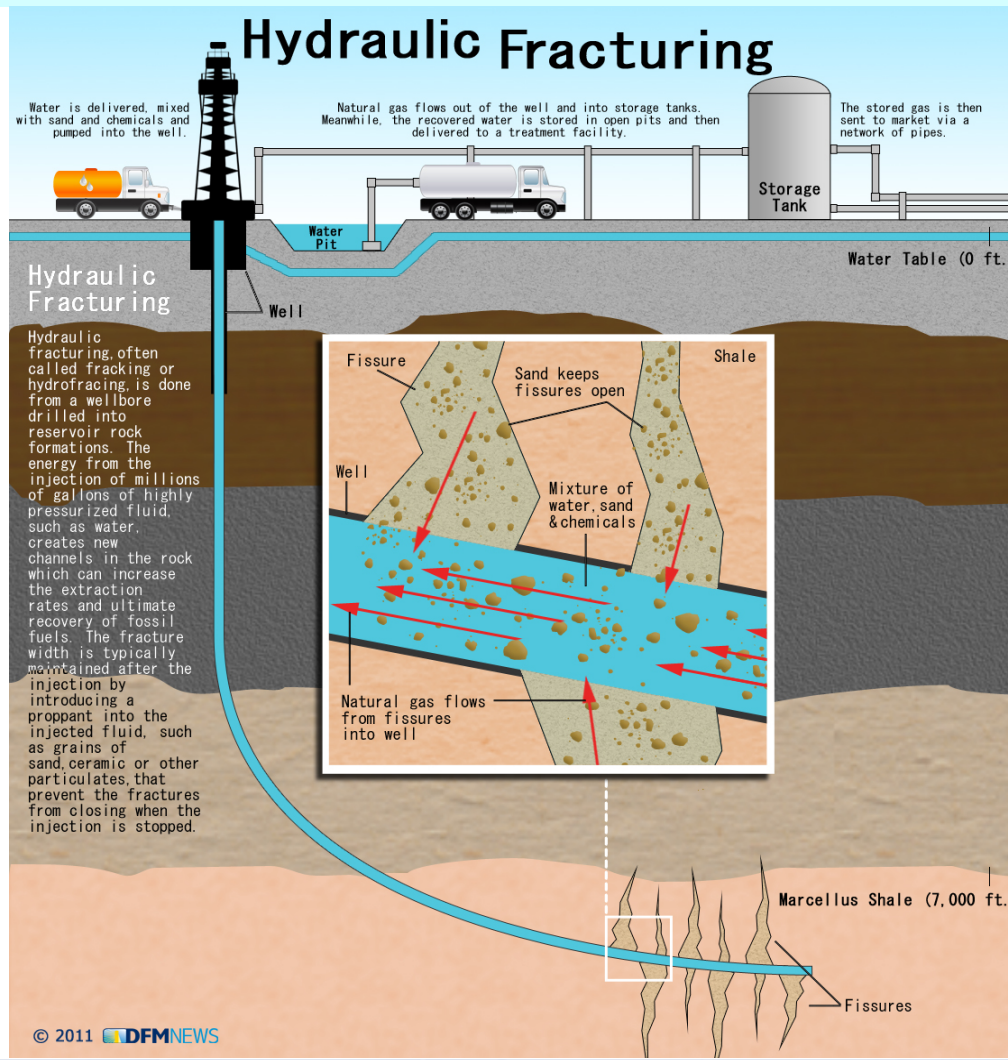
Fallas de integridad del pozo:

- Presión. Alta presión en la entubación debido a operaciones de fractura y falta de un sistema de relevamiento de presión.
- Edad. A medida que los pozos envejecen la entubación de acero queda expuesta a la corrosión. De la misma manera los anillos de cemento pueden encogerse, despegarse, o rajarse.
- Fallas en el diseño o la construcción del pozo.
- Daños durante maniobras o durante la fractura hidráulica.
- Desarrollo demasiado rápido del yacimiento.
- Impactos sobre el cemento fresco debido a actividad de perforación en la misma plataforma.
- Pozos desviados.
- Perforación en yacimientos gasíferos a baja profundidad.

Fractura hidráulica

- Objetivo
- Descripción
- Presiones
- Volúmenes
- Productos químicos
- Fluidos de desecho

Descripción de fractura hidráulica



Descripción de fractura hidráulica (1)

ACO.xp-2001h - 1° Pozo Horizontal Multifractura de LatinoAmerica

Principales datos técnicos:

Pozo piloto vertical: 4.123 m, evaluación de la roca y extracción de testigos.

Punto de desvío (kick-off): 2850 metros.

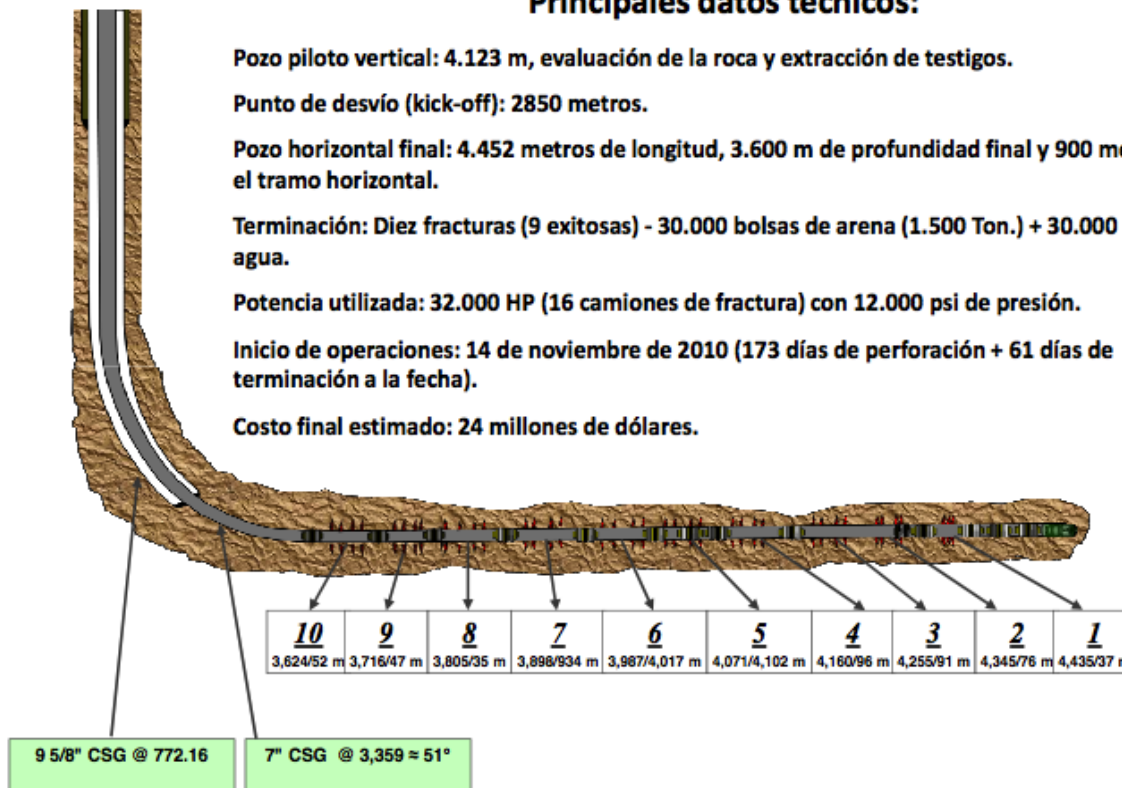
Pozo horizontal final: 4.452 metros de longitud, 3.600 m de profundidad final y 900 metros en el tramo horizontal.

Terminación: Diez fracturas (9 exitosas) - 30.000 bolsas de arena (1.500 Ton.) + 30.000 m3 de agua.

Potencia utilizada: 32.000 HP (16 camiones de fractura) con 12.000 psi de presión.

Inicio de operaciones: 14 de noviembre de 2010 (173 días de perforación + 61 días de terminación a la fecha).

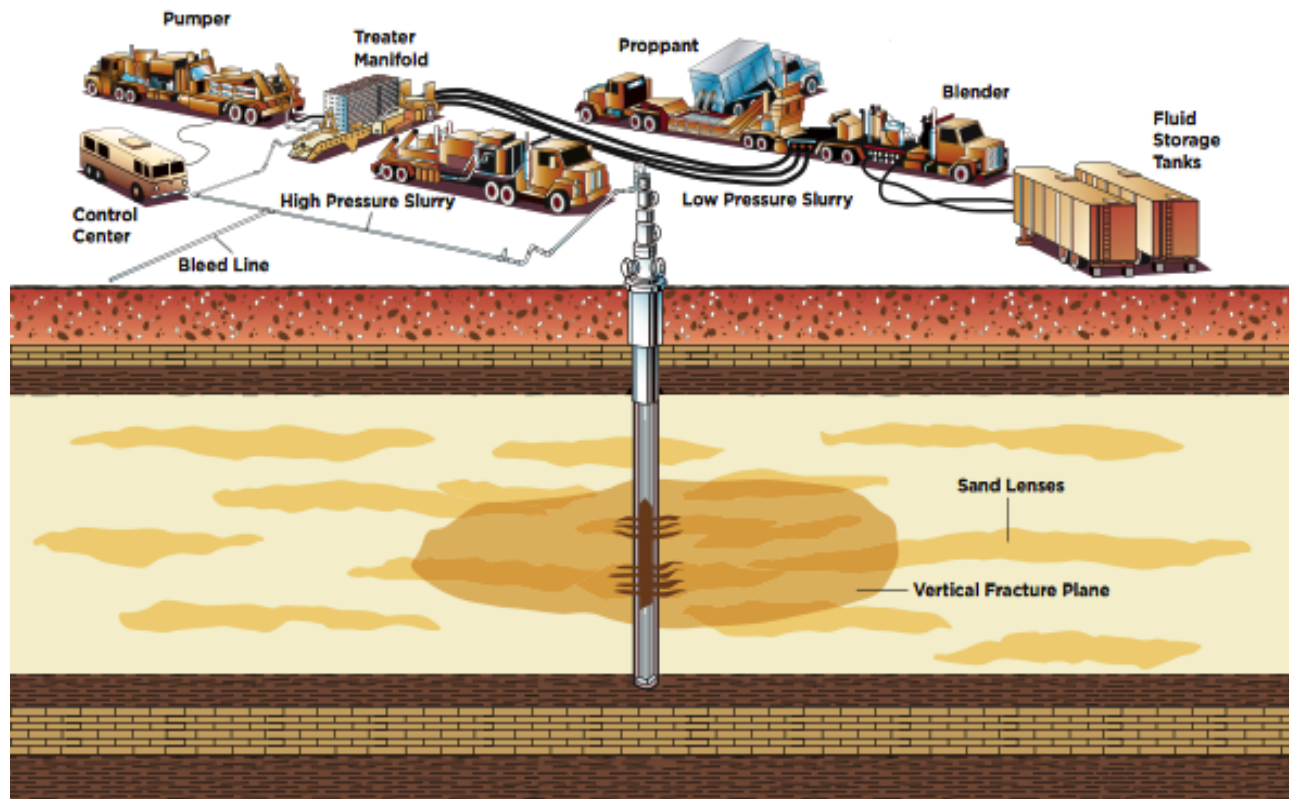
Costo final estimado: 24 millones de dólares.



[Presentación publicada por Apache Energía Argentina ante el Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, el 12 de Setiembre de 2011 (pp.18)]

Fractura Hidráulica

Descripcion de equipos



Fractura Hidráulica

Plataforma del pozo durante una operación típica

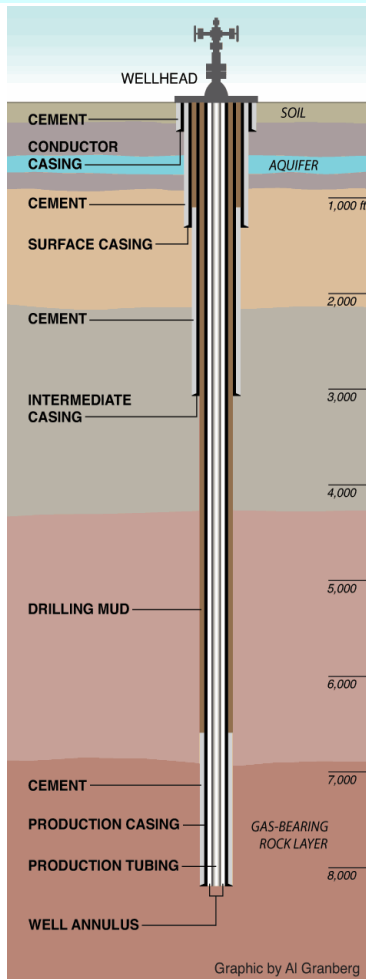


Líneas de alta presión



Análisis de Fractura Hidráulica

Presiones



Ejemplo de análisis de presiones:

Pozo de profundidad vertical total = 3000 metros

Presión hidrostática a 3000 metros = 300 kg/cm²

= 4260 psi

Peso específico promedio de formación = 3,0

Presión de formaciones a 3000 metros =

$$4260 \times 3.0 = 12.780 \text{ psi}$$

Presión de fractura > 12.780 psi

Análisis de Fractura Hidráulica

Visualización de volúmenes

- ¿Qué queremos decir con 30.000.000 litros de fluido?
- ¿Cuántos camiones hacen falta para transportarlos?



- 30.000.000 litros = 30.000 metros cúbicos
 - Un camion tanque = 10 metros cúbicos
 - 30.000.000 litros = 3.000 camiones
- Una pileta olimpica de 50 m x 25 m y 24 m de profundidad

Fractura hidráulica

Productos químicos

(2)

- Proppant
- Agentes gelificadores
- Breaker (Disolventes)
- Acido
- Agentes de ajuste de pH
- Estabilizador de arcillas
- Inhibidores de corrosión
- Crosslinker
- Reductor de fricción
- Bactericida / biocida
- Control de hierro
- Solventes
- Surfactantes

[Environmental and Health Impacts of Hydraulic Fracturing. Jasmin Russell, Duquesne University]

Análisis de Fractura Hidráulica

Flúidos de desecho

(3)

Contaminantes incluidos en fluido de deshecho

naftaleno	isopropanol
formaldehido	gasoil
Benceno	Tolueno
Etilbenceno	Xileno
acido clorhídrico	acido bórico
metanol	metales pesados
compuestos orgánicos volátiles (VOC)	radionucleidos
hidrocarburos aromaticos policiclicos (PAH)	sales liberadas de los esquistos

Productos químicos inyectados

De acuerdo a las compañías petroleras...

'La fractura solo usa entre 0,5% y 2,0% de productos químicos. El resto es solo agua'

Haciendo cuentas, si una fractura usa 30.000 m³ de agua:

$$0,5\% \text{ de } 30.000 \text{ m}^3 = \mathbf{150 \text{ m}^3}$$

$$2.0\% \text{ de } 30.000 \text{ m}^3 = \mathbf{600 \text{ m}^3}$$

Flúidos: antes y después



©2009 J. Henry Fair

Fractura hidráulica

Riesgos conocidos

- Consumo de agua potable
- Contaminación de acuíferos
- Contaminación del aire
- Fluídos de desecho
- Enfermedades
- Daños ambientales

Riesgos de la Fractura hidráulica

Contaminación de acuíferos

- Por derrame de fluidos
- A través de la entubación o cementación
- A través de la fractura

Accidentes durante la fractura



Accidentes durante la fractura



Accidentes durante la fractura



Análisis de Fractura Hidráulica

Migración de fluidos

CASO 1

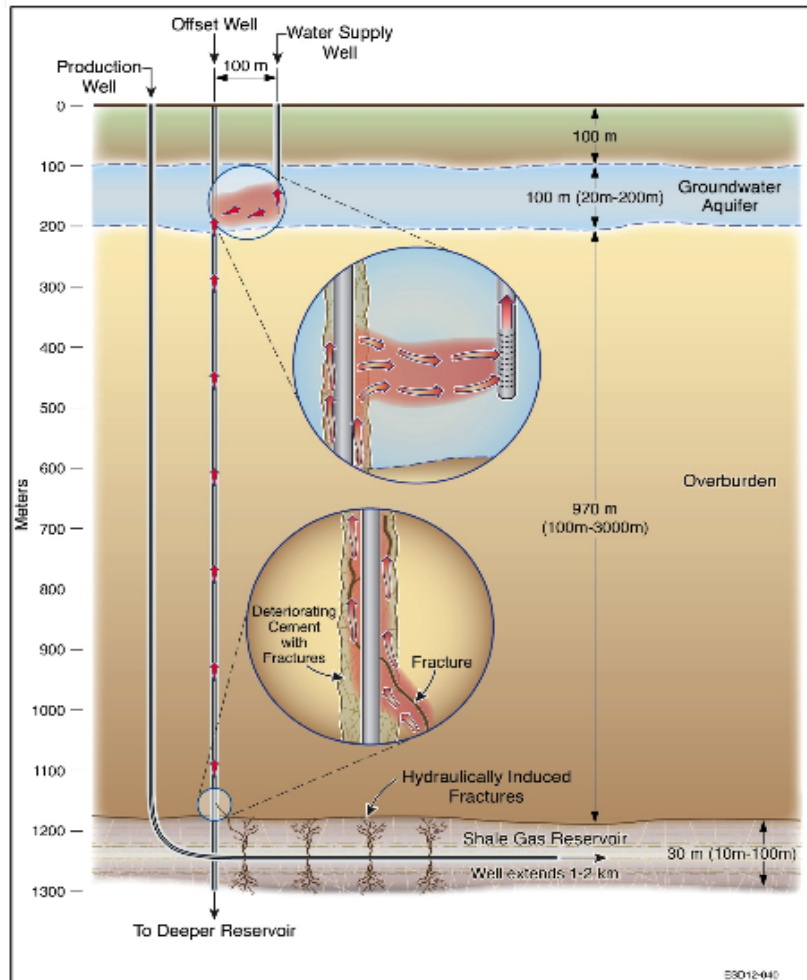
- Cementación deficiente: A través del espacio anular entre la entubación y el pozo
- Cañerías deficientes: A través de la entubación

CASO 2

- A través de fracturas que se extiendan desde el fondo del pozo hasta el nivel de los acuíferos.
- A través de fallas estructurales de la formación sedimentaria

Análisis de Fractura Hidráulica

Migración de fluidos (5)



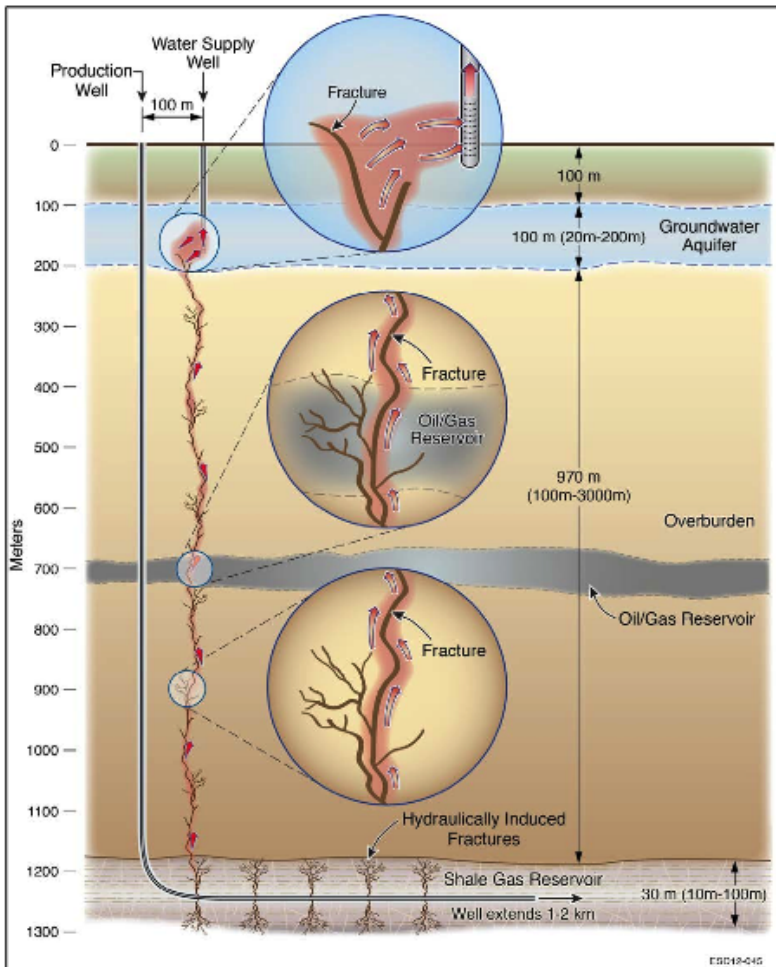
Los contaminantes migran a pozos cercanos de yacimientos convencionales.

Si la entubación de esos pozos viejos tiene problemas de cementación, los fluidos de fractura pueden llegar a los acuíferos a través de la entubación de esos pozos defectuosos.

[Study of the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing on Drinking Water Resources. US Environmental Protection Agency (EPA). December 2012. EPA/601/R-12/011]

Análisis de Fractura Hidráulica

Migración de fluidos (5)



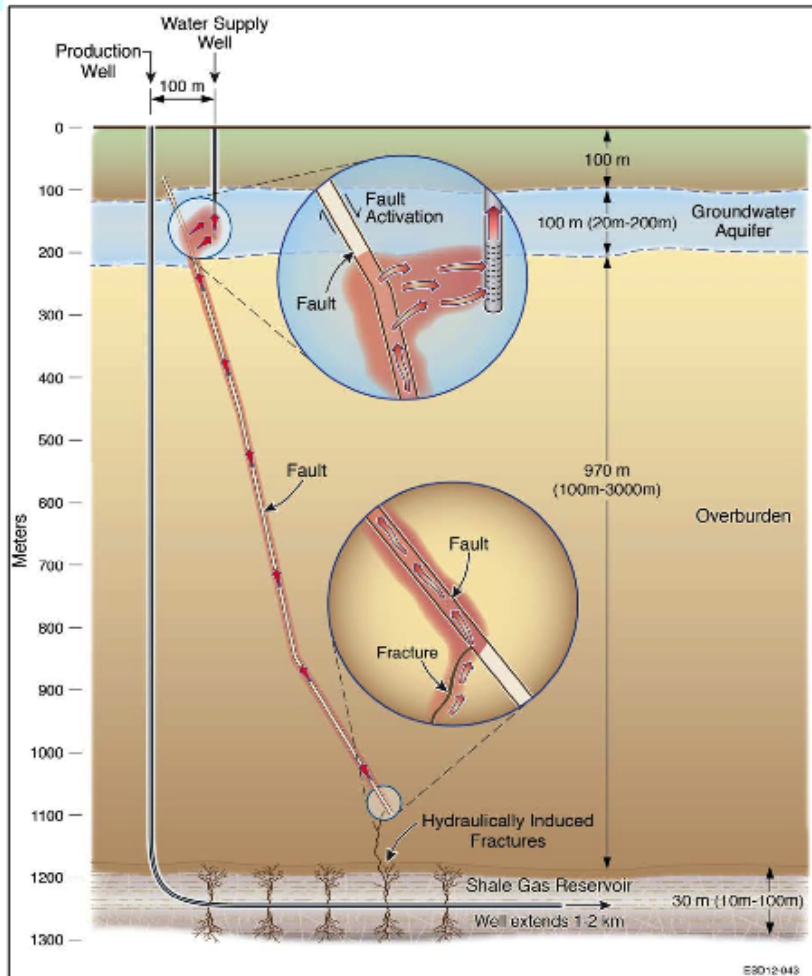
En este caso la fractura intercepta una formación hidrocarburífera - petróleo o gas - antes de comunicarse con los acuíferos.

Esto crearía una doble fuente de contaminación.

[Study of the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing on Drinking Water Resources. US Environmental Protection Agency (EPA). December 2012. EPA/601/R-12/011]

Análisis de Fractura Hidráulica

Migración de fluidos (5)



En este caso los contaminantes migran a través de fracturas y fallas selladas que son activadas por la presiones y volúmenes de fractura.

[Study of the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing on Drinking Water Resources. US Environmental Protection Agency (EPA). December 2012. EPA/601/R-12/011]

Riesgos de la Fractura hidráulica

Contaminación del aire

(6)

Explotación de gas natural

- Preparación de la plataforma
- Perforación
- Terminación
 - preparación para la fractura,
 - fractura hidráulica,
 - retorno de fluidos

Derrames, evaporación, accidentes, fluidos de fractura, gas natural, fluidos geológicos, hidrocarburos líquidos (condensados)

Riesgos de la Fractura hidráulica

Gas metano y el efecto invernadero (8)

Pérdidas de metano

Gas de esquistos: 40% mas pérdidas que gas convencional

Fluidos de retorno:

85% del gas se ventea

15% del gas se quema o se captura

No se registran y reportan los venteos de gas

Huella ecológica

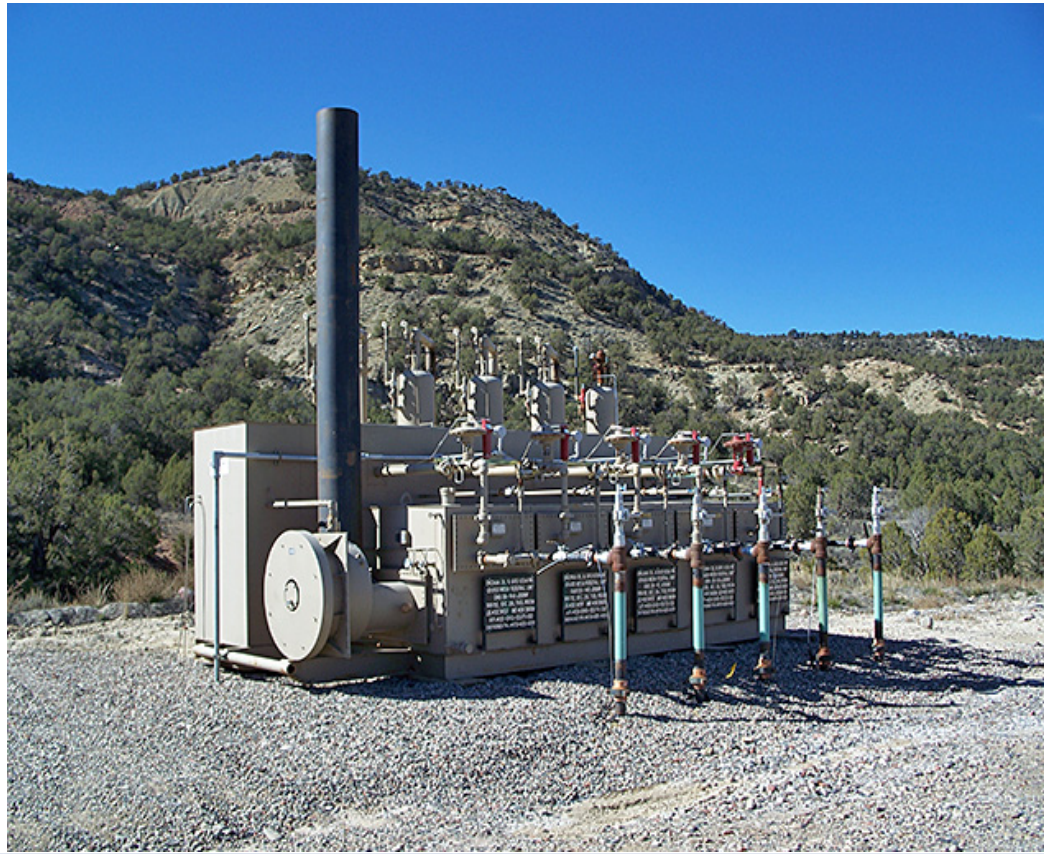
Gas de esquistos mayor que gas convencional (a 20 y 100 años)

Gas de esquistos mayor que carbón y petróleo (a 20 años)

Riesgos de la Fractura hidráulica

Contaminacion del aire (7)

Deshidratador de Glycol



Riesgos de la Fractura hidráulica

Contaminación del aire (7)

Estacion compresora



Riesgos de la Fractura hidráulica

Flúidos de desecho

Alternativas

- Limpieza
- Reutilización para fractura
- Inyección en pozos sumidero
 - Contaminación de capas freáticas
 - Temblores
- Abandono de los fluidos

Riesgos de la Fractura hidráulica

Flúidos de desecho (7)

- Equipo de perforación en Colorado, EEUU
- Dos piletas de reserva y una pileta de evaporación



Riesgos de la Fractura hidráulica

Flúidos de desecho (7)

Pileta de superficie



Riesgos de la Fractura hidráulica

Fluídos de desecho (7)

Piletas de evaporación comercial



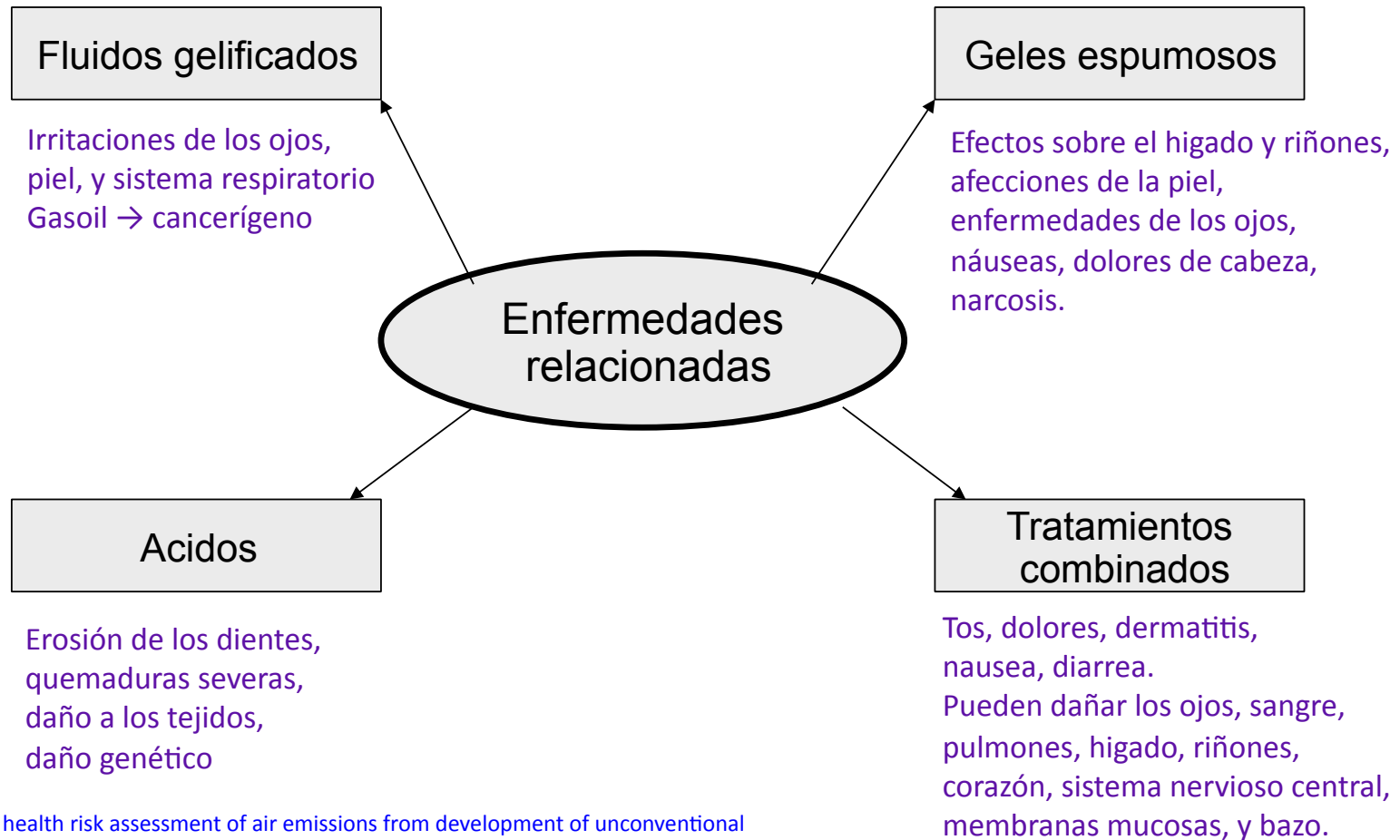
Riesgos de la Fractura hidráulica

Flúidos de desecho (7)

Evaporacion forzada



Fractura hidráulica ---> técnica experimental (6)



[Human health risk assessment of air emissions from development of unconventional natural gas resources. Lisa M. McKenzie, Roxana Z. Witter, Lee S. Newman, John L. Adgate]

Algunos problemas de salud relacionados al fracking

Impactos en sistemas

- reproductivo,
- inmunológico,
- neurológico,
- endócrino,
- distintas formas de cáncer
- dificultades en el desarrollo humano

Compendium of Scientific, Medical, and Media Findings Demonstrating Risks and Harms of Fracking (Unconventional Gas and Oil Extraction)

<http://concernedhealthny.org/>

Impactos en el sistema reproductivo

- **En las mujeres:**
 - afectaciones en el ciclo menstrual y fecundidad
 - dificultades para concebir
 - abortos espontáneos
 - nacimientos sin vida
 - nacimientos prematuros y bajo peso al nacer
 - defectos de nacimiento
- **En los varones:**
 - disminución en la calidad y cantidad del semen
 - aneuploidía por exposición al benceno

Developmental and reproductive effects of chemicals associated with unconventional oil and natural gas operations (<http://www.degruyter.com/view/j/reveh.2014.29.issue-4/reveh-2014-0057/reveh-2014-0057.xml?format=INT>)

Fractura hidráulica

Costos vs. beneficios

- Productividad limitada
- Múltiples pozos / múltiples fracturas
- Dependencia del precio del gas
- Dificultades financieras
- Alternativas
- Principio preventivo + principio precautorio

Daños a infraestructura vial

Tránsito de equipos pesados

Movilización y desmovilización del equipo de perforación, y preparación de la plataforma

Construcción de caminos y plataforma del pozo	10 – 45
Equipo de perforación	30
Materiales y fluidos de perforación	25 – 50
Materiales de perforación (cañerías, barras de sondeo)	25 – 50
Equipo de terminación movilización/desmovilización	15

Terminación del pozo

Materiales y fluidos de terminación	10 – 20
Equipamientos de terminación (cañerías, válvulas)	5
Equipos de fractura hidráulica (bombeadores, tanques)	150 – 200
Agua para fractura hidráulica	400 – 600
Arena de fractura	20 – 25
Fluidos de desecho (flowback)	200 – 300
Equipos de puesta en producción	5 – 10

Total = 895 a 1350 camiones cargados

Análisis de Fractura Hidráulica

Yacimiento en explotacion

16 pozos en una plataforma. Escuela primaria a 80 metros cruzando la calle. North Richland Hills, Texas, EEUU.



Análisis de Fractura Hidráulica

Yacimiento en explotacion

Las casas comienzan a 50 metros de los pozos.
North Richland Hills, Texas, EEUU.



Análisis de Fractura Hidráulica

Yacimiento en explotacion

Camiones descargando flúidos contaminados. Reno, Texas, EEUU.



Análisis de Fractura Hidráulica

Yacimiento en explotacion

Pozo al lado de una casa en DISH, Texas, EEUU.



COMARSA – Ciudad de Neuquén

Planta de tratamiento de residuos de perforación



Referencias

- (1) Presentación publicada por Apache Energía Argentina ante el Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, el 12 de Setiembre de 2011 (pp.18).
(<http://www.iapg.org.ar/sectores/eventos/eventos/listados/presentacionesjornadas/014.pdf>)
- (2) Environmental and Health Impacts of Hydraulic Fracturing. Jasmin Russell, Duquesne University
(<https://aroundtheworldin30seconds.wordpress.com/2012/06/24/environmental-and-health-impacts-of-hydraulic-fracturing/>)
- (3) HearthWorks (https://www.earthworksaction.org/issues/detail/hydraulic_fracturing_101#.VhDZsEulvUA)
- (4) Water Use for Shale-Gas Production in Texas, U.S. Jean-Philippe Nicot* and Bridget R. Scanlon
(http://www.circleofblue.org/waternews/wp-content/uploads/2013/04/Nicot+Scanlon_EST_12_Water-Use-Fracking.pdf)
- (5) Study of the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing on Drinking Water Resources. US Environmental Protection Agency (EPA). December 2012. EPA/601/R-12/011
(<http://www2.epa.gov/sites/production/files/documents/hf-report20121214.pdf>)
- (6) Human health risk assessment of air emissions from development of unconventional natural gas resources. Lisa M. McKenzie, Roxana Z. Witter, Lee S. Newman, John L. Adgate
(<http://cogcc.state.co.us/library/setbackstakeholdergroup/Presentations/Health%20Risk%20Assessment%20of%20Air%20Emissions%20From%20Unconventional%20Natural%20Gas%20-%20HMcKenzie2012.pdf>)
- (7) The Endocrine Disruption Exchange
(<http://www.endocrinedisruption.com/chemicals-in-natural-gas-operations/photos>)
- (8) Venting and leaking of methane from shale gas development: response to Cathles et al. Robert W. Howarth & Renee Santoro & Anthony Ingraffea. 2012
(http://www.eeb.cornell.edu/howarth/publications/Howarthetal2012_Final.pdf)

Referencias

(9) Why Oilwells Leak: Cement Behavior and Long-Term Consequences

Maurice B. Dusseault et al.

<http://www.hydrorelief.org/frackdata/references/65704543-Casing-Leaks.pdf>

(10) Fluid migration mechanisms due to faulty well design and/or construction: an overview and recent experiences in the Pennsylvania Marcellus Play. Anthony Ingraffea, 2012.

<http://www.psehealthyenergy.org/site/view/1057>

(11) Unconventional Gas Development from Shale: High Volume Fracking on Clustered, Multi-Well Pads with Long Laterals. Anthony Ingraffea. Physicians Scientists and Engineers for Healthy Energy (PSE), 2012

<https://player.vimeo.com/video/57696578>

¿Preguntas? ¿Respuestas?



Roberto Ochandio

rochandio@gmail.com