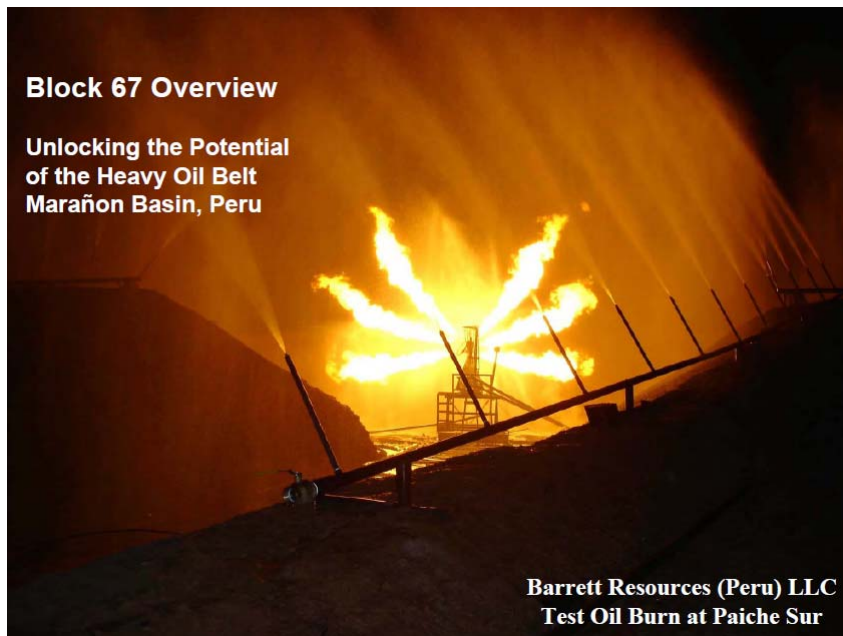

Tecnología estado-de-arte para proyectos de hidrocarburos

Cusco, Perú, 17 de abril, 2009

Ing. Bill Powers, E-Tech International

Objetivo: minimizar el impacto de las operaciones en el entorno

Fuentes: Barrett Resources 2006, PowerPoint y Barrett Resources EIA para Sismica 3D, Capítulo 3, p. 3-104, comunidad de Buena Vista



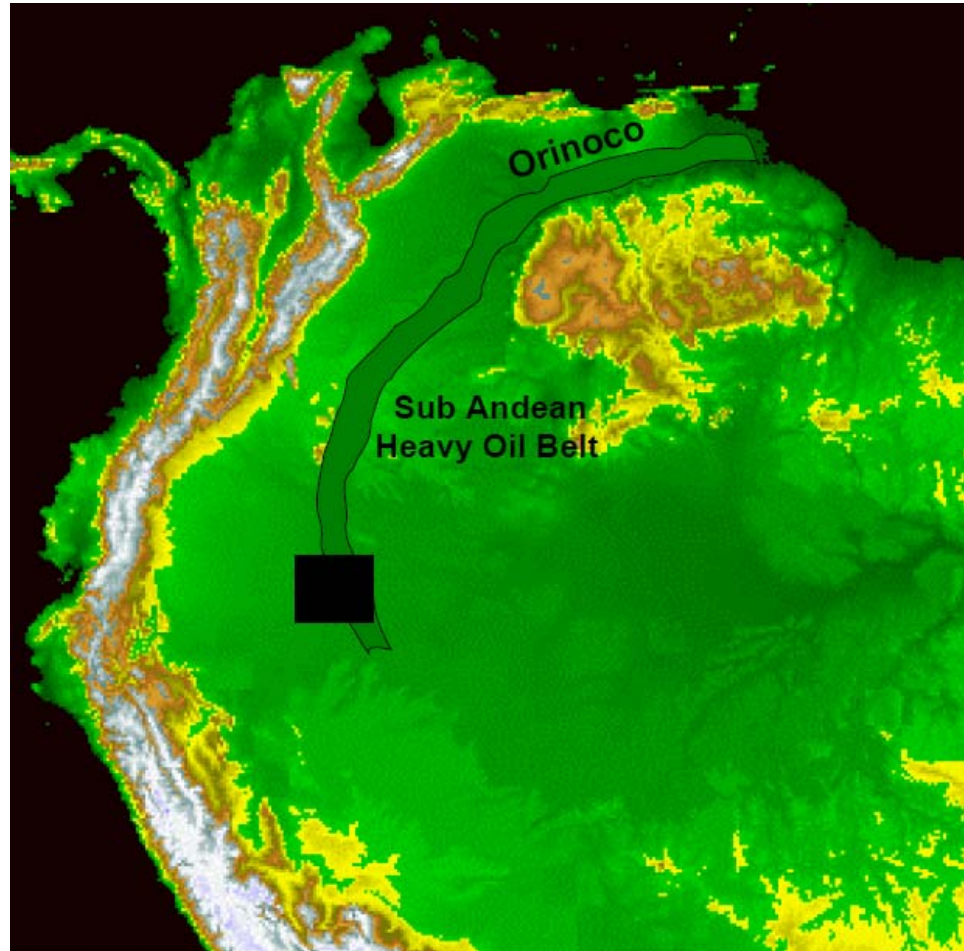
Ideal – las operaciones en la selva se parecen una plataforma costa afuera

- La plataforma de perforación y de producción es una “isla”;
- No hay carreteras entre estas islas;
- La distancia entre islas podría ser hasta 20 km. usando tecnología avanzada de perforación;
- No hay intercambios con la población indígena local.



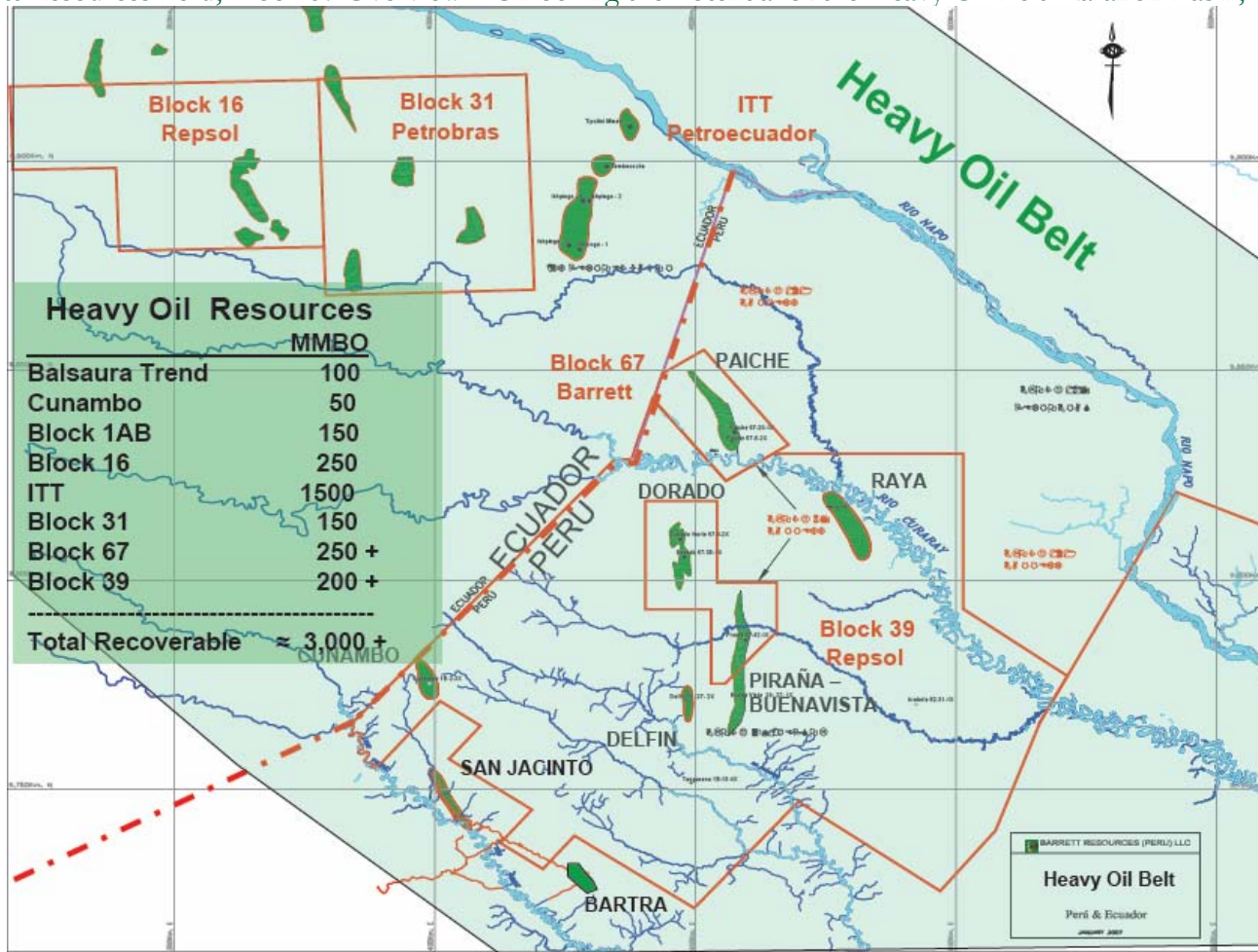
El cinturón de crudo pesado llega hasta la Cuenca del Río Marañón

Fuente: Barrett Resources Peru, Block 67 Overview – Unlocking the Potential of the Heavy Oil Belt Marañón Basin, Peru, PowerPoint, 2006



Ubicación de los depósitos de crudo pesado – frontera Ecuador y Perú

Fuente: Barrett Resources Peru, Block 67 Overview – Unlocking the Potential of the Heavy Oil Belt Marañón Basin, Peru, PowerPoint, 2006



Etapas de un proyecto de hidrocarburos

- Reconocimiento aéreo
- Sísmica para detallar los depósitos
- Perforación exploratoria
- Producción
- Cierre permanente

Mapeo de depósitos de hidrocarburos por métodos aéreos — manera de limitar uso de la sísmica a depósitos verdaderos

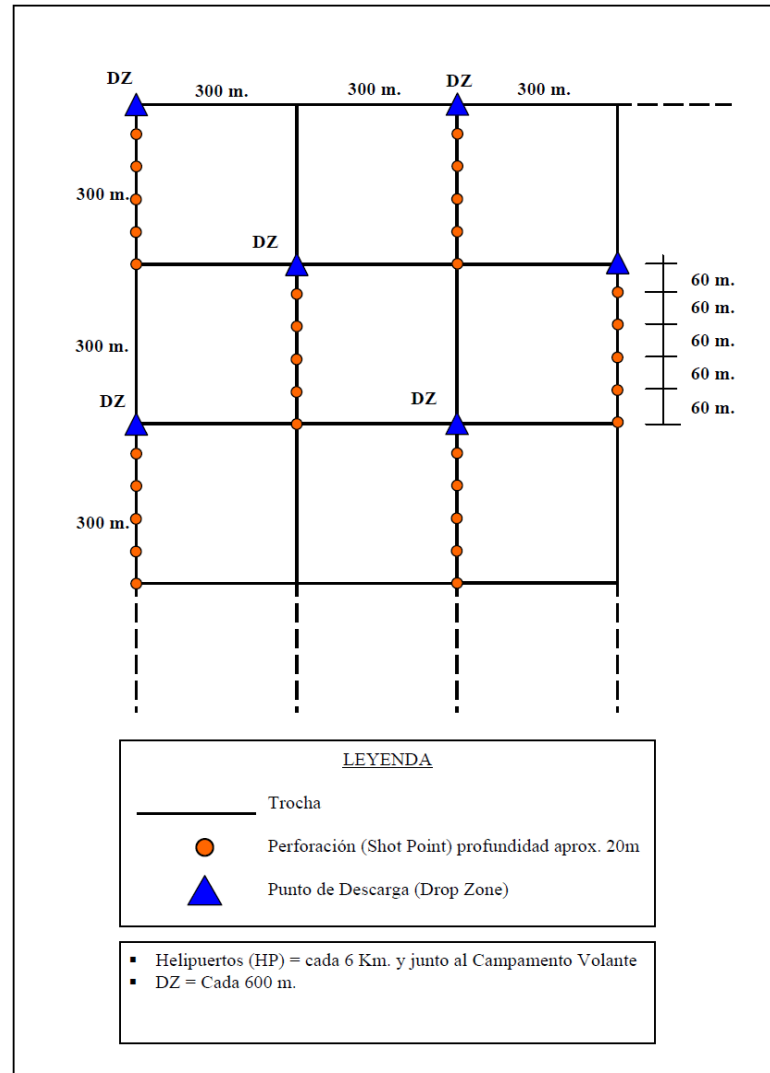
Fuente: Fugro Airborne Surveys, sitio web

- Los métodos aéreos con sensores pueden identificar con confianza las zonas dentro de un lote que no tienen petróleo.
- Por ejemplo, ya hay una base de datos comerciales sobre las características del subsuelo para toda la selva peruana al sur de la Cuenca del Río Marañón (Fugro);
- Ventaja de metodos aéreos - evitar el costo de la sísmica en areas de un lote donde no hay petroleo;
- Sin embargo, a veces los contratos exigen la sísmica en 100% del lote como condicionante del acuerdo.



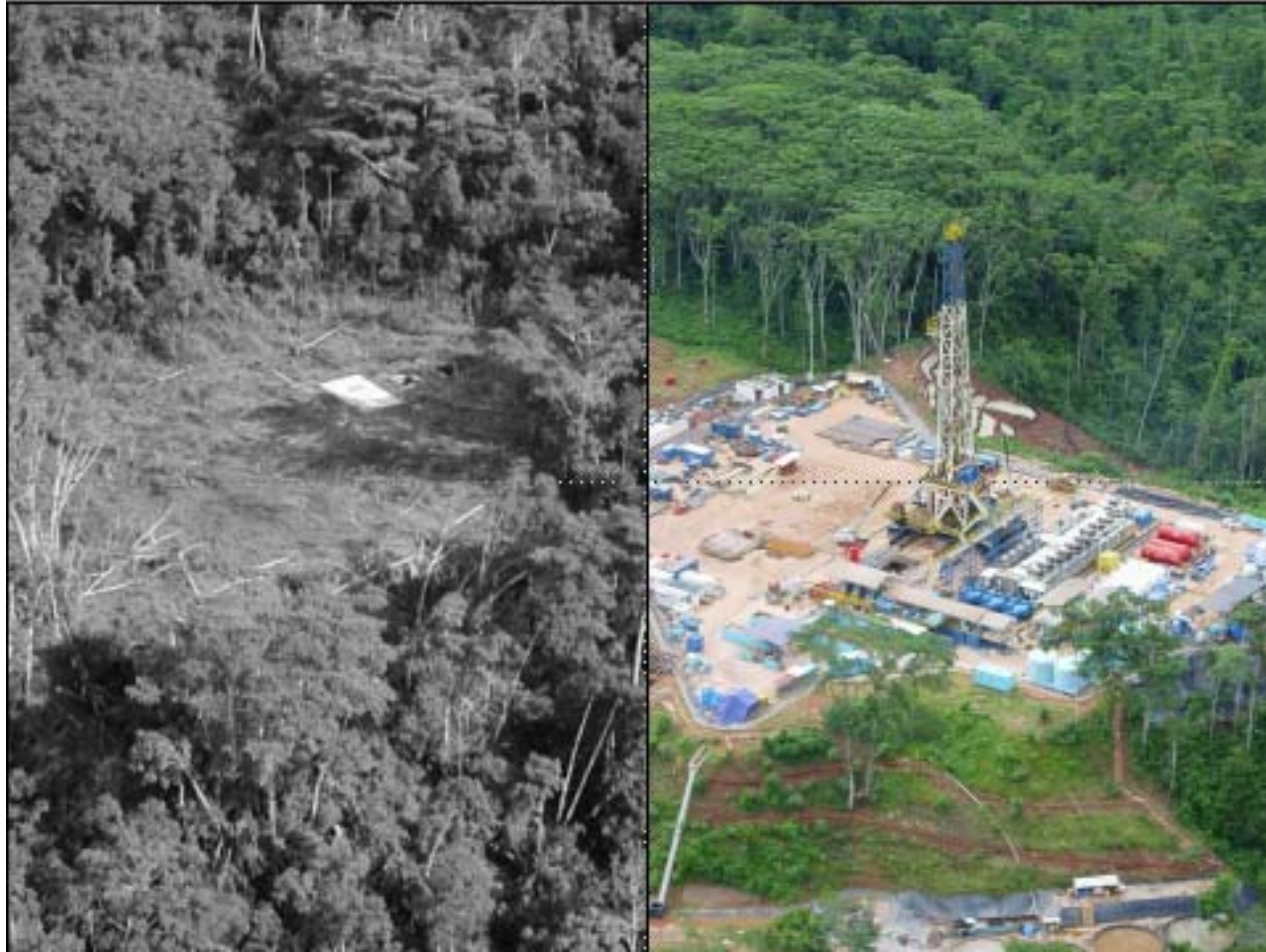
Etapa de sísmica Lote 67 – definición detallada de depósitos

Fuente: Barrett Resources, EIA Sísmica 3D – Lote 67, Capítulo 2 – Descripción del Proyecto, 2006.



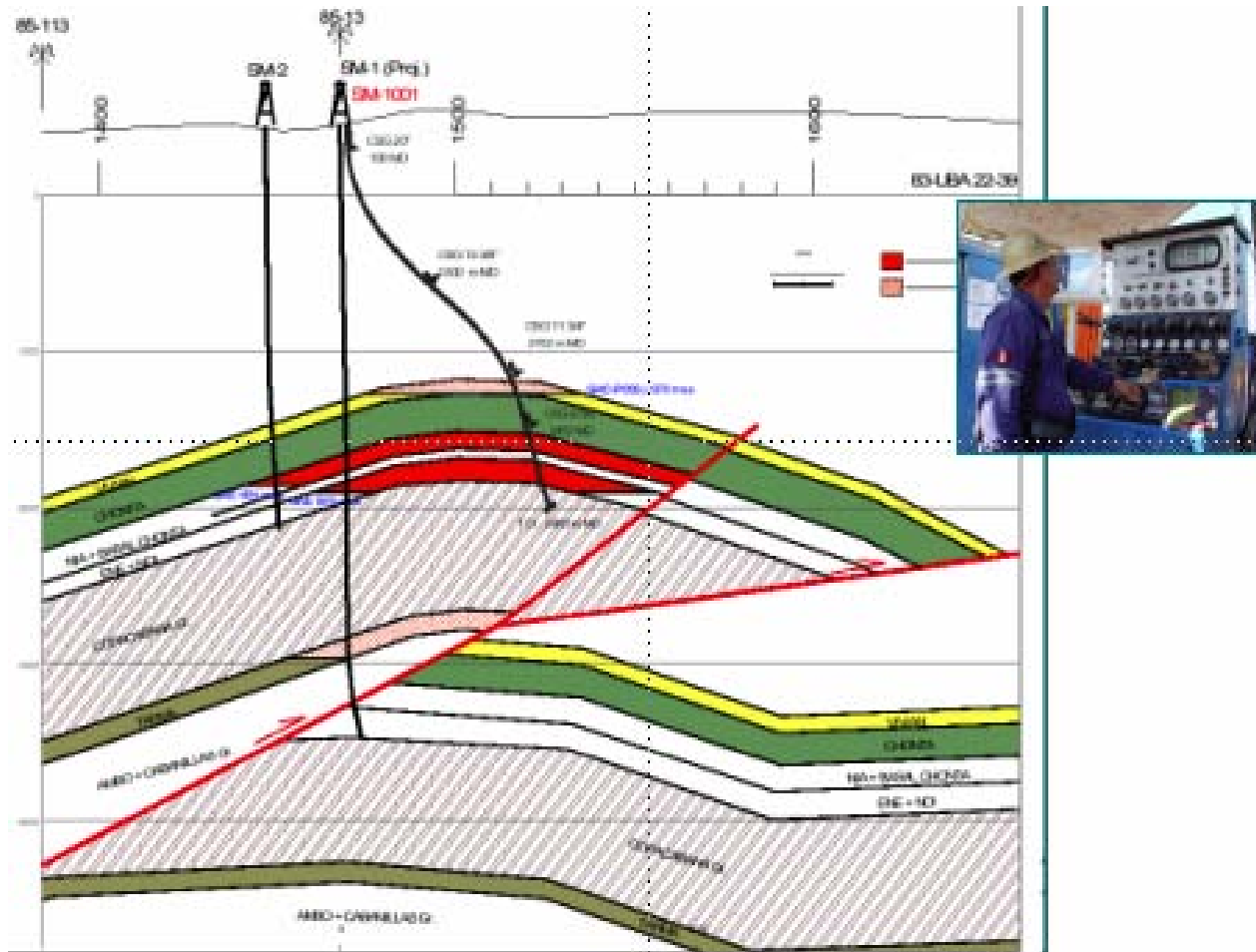
Lote 88, plataforma de perforación San Martín 1 – fotos de junio 2001 y febrero 2003

fuente: A. Moon - PlusPetrol, Camisea: Key Project for Peruvian Economy, May 2003.



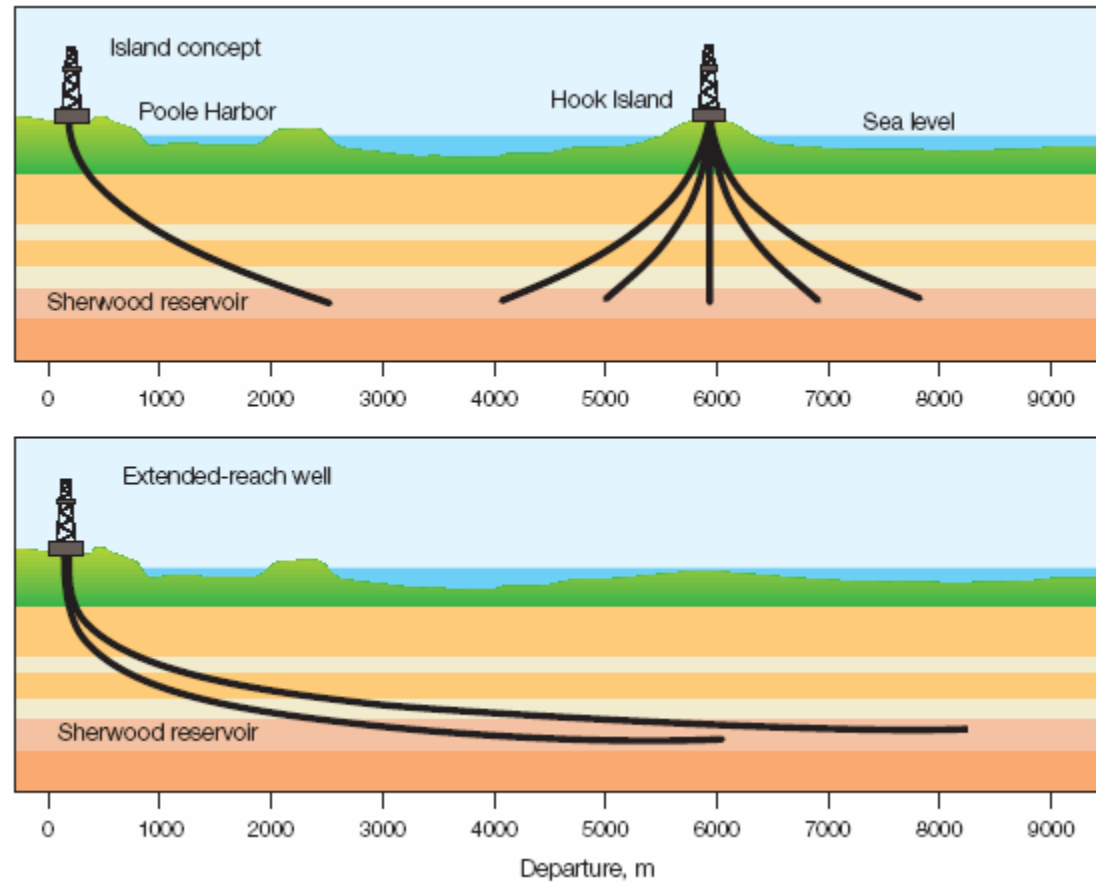
Pozo direccional SM-1001 – profundidad 2,325 m., 1,570 m. horizontal (de pozo SM-1)

fuelle: A. Moon - PlusPetrol, Camisea: Key Project for Peruvian Economy, May 2003.



Concepto de perforación de largo alcance – “extended reach drilling” (ERD)

Fuente: www.schlumberger.com “*Extending Reach Drilling: Breaking the 10-km Barrier*”



Inglaterra, Wytch Farm, 1997 – plataforma de ERD que alcanzó 11 km. horizontales

Fuente: www.schlumberger.com “*Extending Reach Drilling: Breaking the 10-km Barrier*”

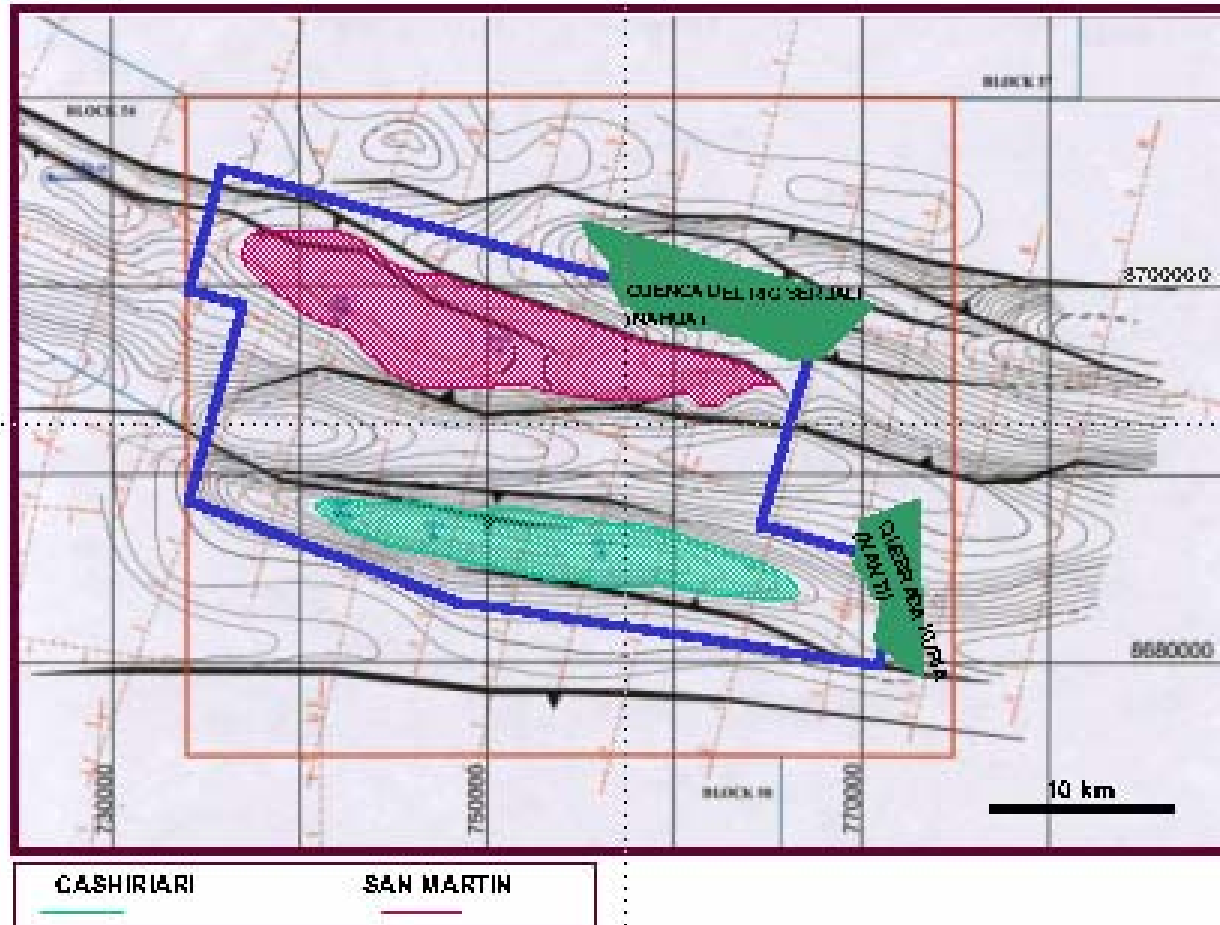


Requisitos para perforar con ERD hasta 10 km. de la plataforma de perforación

- Equipo de perforación con algunas mejoras comparado a un equipo para perforación direccional (bomba de lodo adicional, sistema automático de colocación de tubos);
 - Con algunas mejoras es probable que el rig heli-portátil #288 de PlusPetrol en Camisea podría ser usada en la perforación con ERD.
- Mayor planificación de la campaña de perforación;
 - Los pozos ERD son más complejos que los pozos direccionales típicos. Por lo tanto un buen nivel de planificación es imprescindible.
- Mejor nivel de personal involucrado en el proyecto;
 - El personal de PlusPetrol y Hunt Oil no tienen experiencia directa con ERD. Sin embargo, su contratista diseñador de pozos, Schlumberger, es el más conocido diseñador de pozos ERD en el mundo.
- Más tiempo de perforación – hasta el doble.

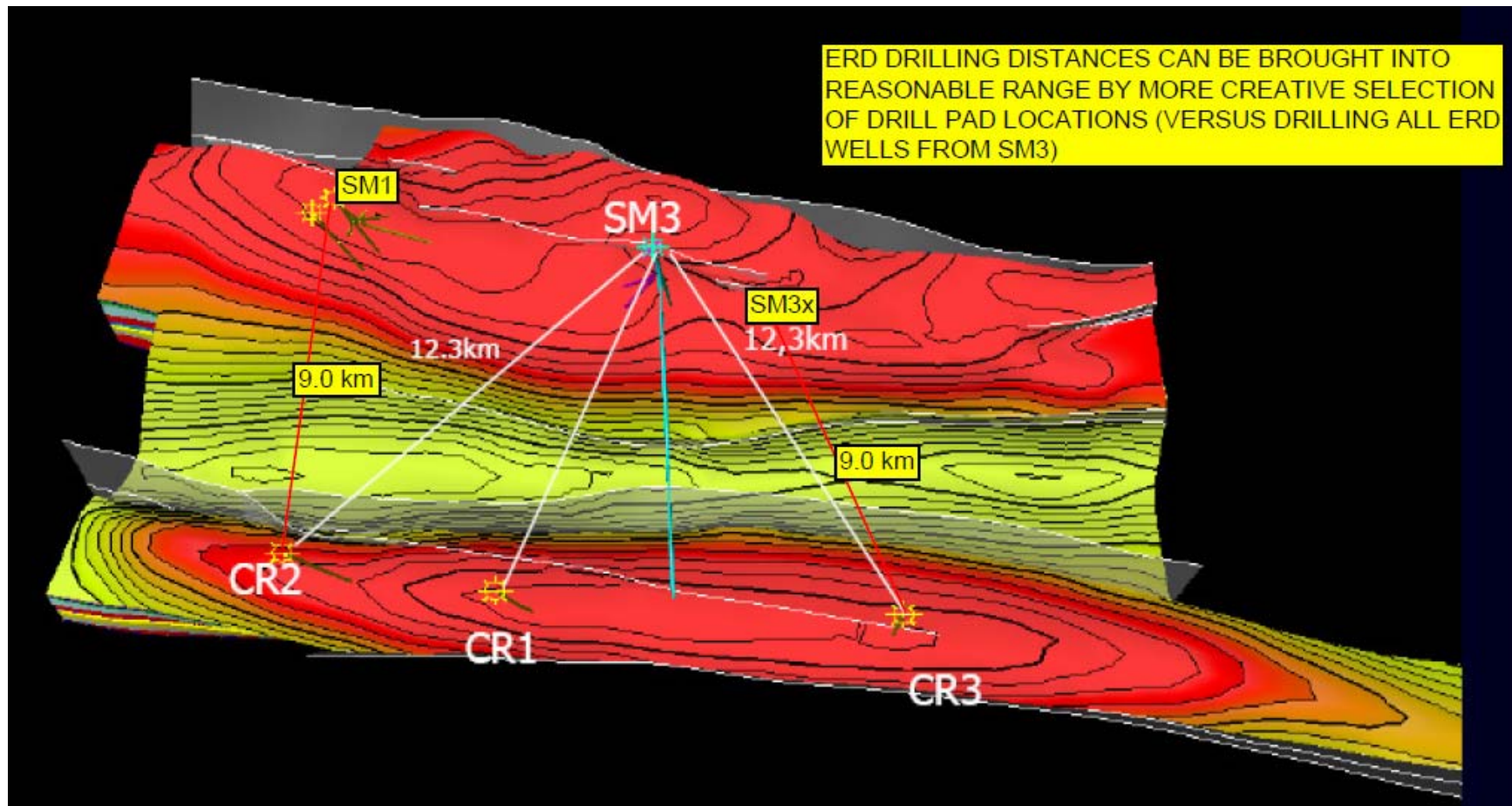
Depósitos de gas San Martín (rosado) y Cashiriari (verde)

fuelle: A. Moon - PlusPetrol, *Camisea: Key Project for Peruvian Economy*, Institute of the Americas Annual Latin American Energy Conference, San Diego, California, May 2003.



Alcanzando el depósito de Cashiriari con ERD de los pozos existentes de San Martín

Fuente de grafico: PlusPetrol estudio de ERD, mayo 2005. Fuente de líneas rojas y cajas amarillas con texto, B. Powers, E-Tech.



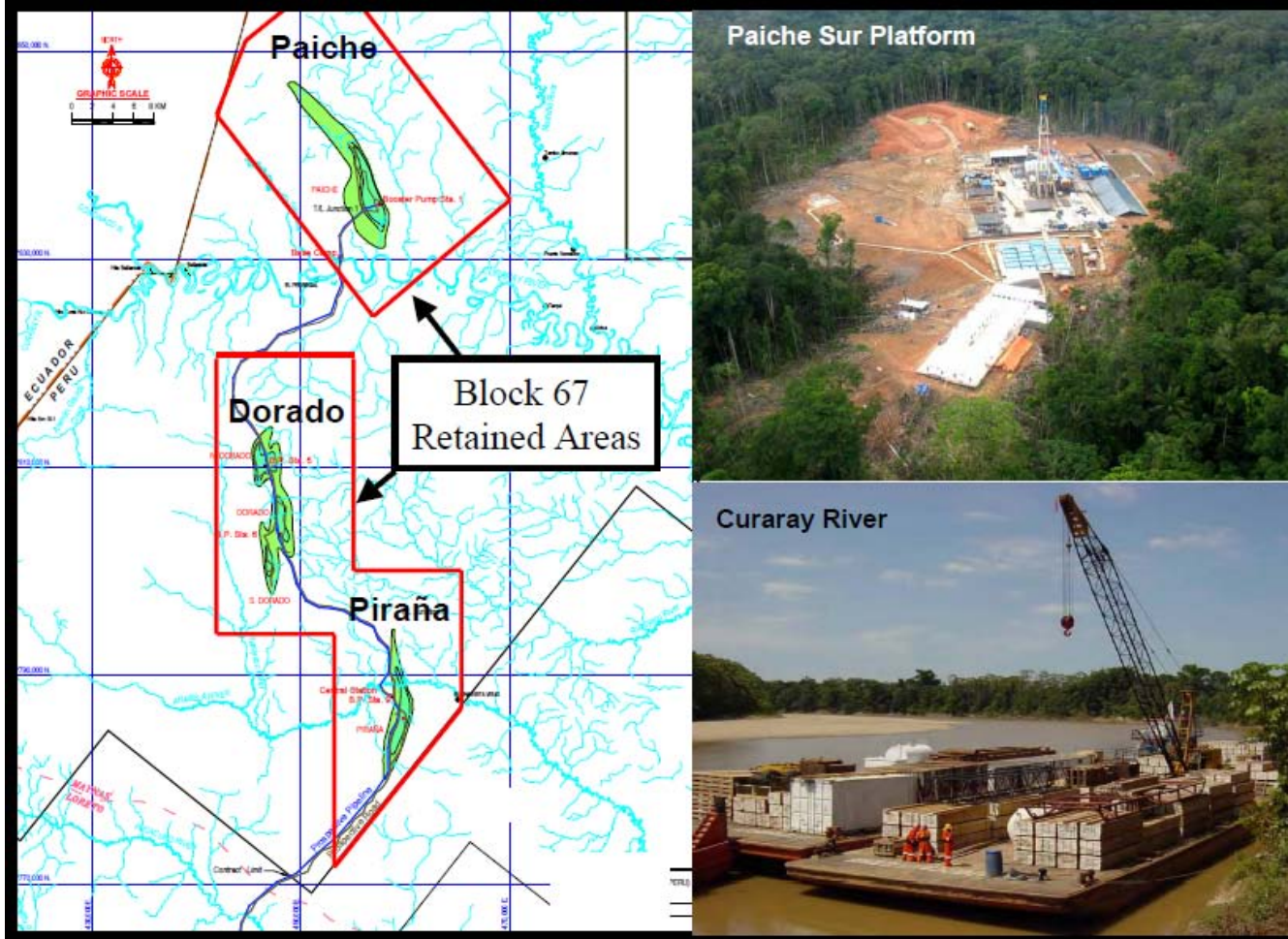
Punto de referencia – Malvinas, planta de separación de gas natural y líquidos, Río Urubamba

fuente: A. Moon - PlusPetrol, Camisea: Key Project for Peruvian Economy, May 2003.



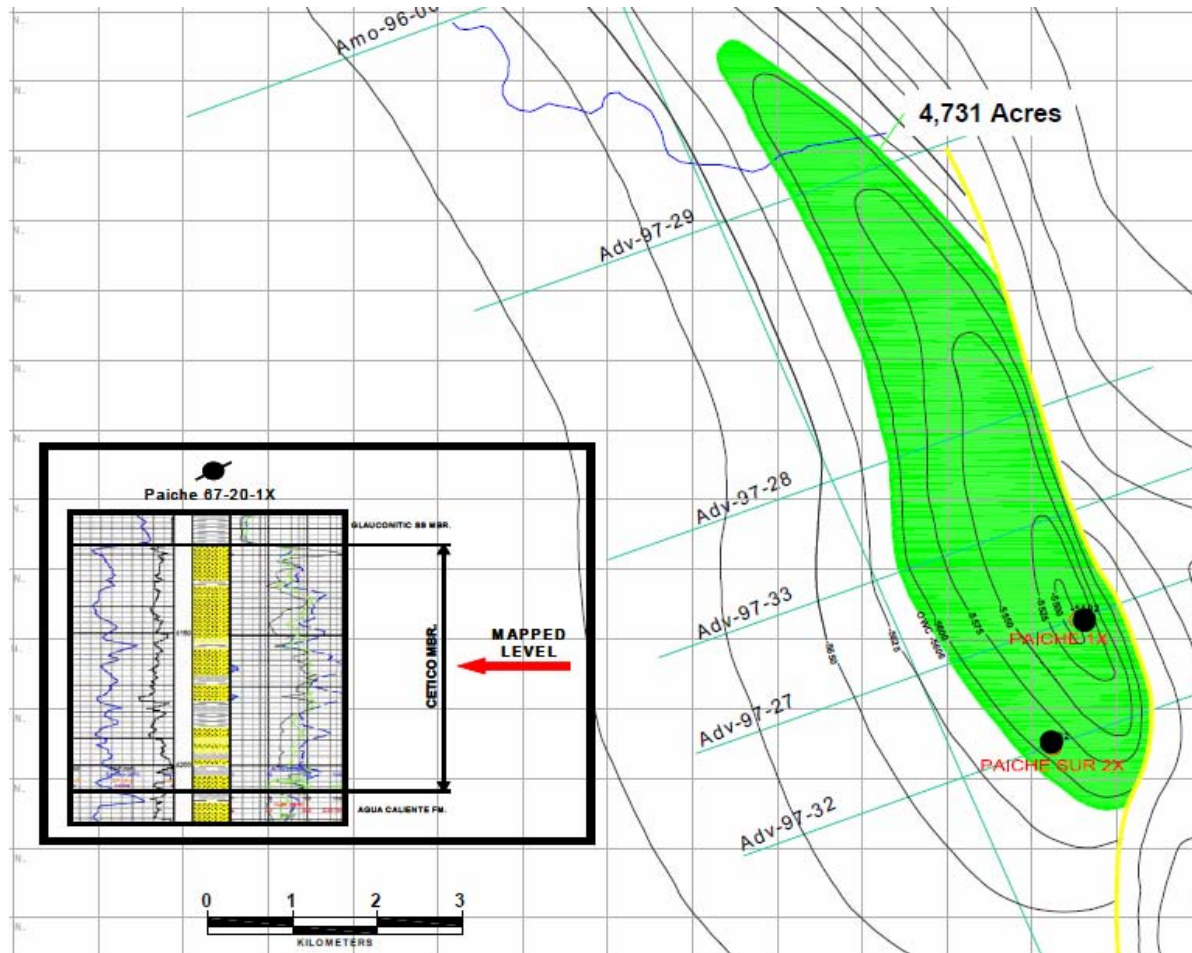
Block 67 – tres depósitos con una separación de 15-20 km. entre sí

Fuente: Barrett Resources, EIA Sismica 3D – Lote 67, 2006



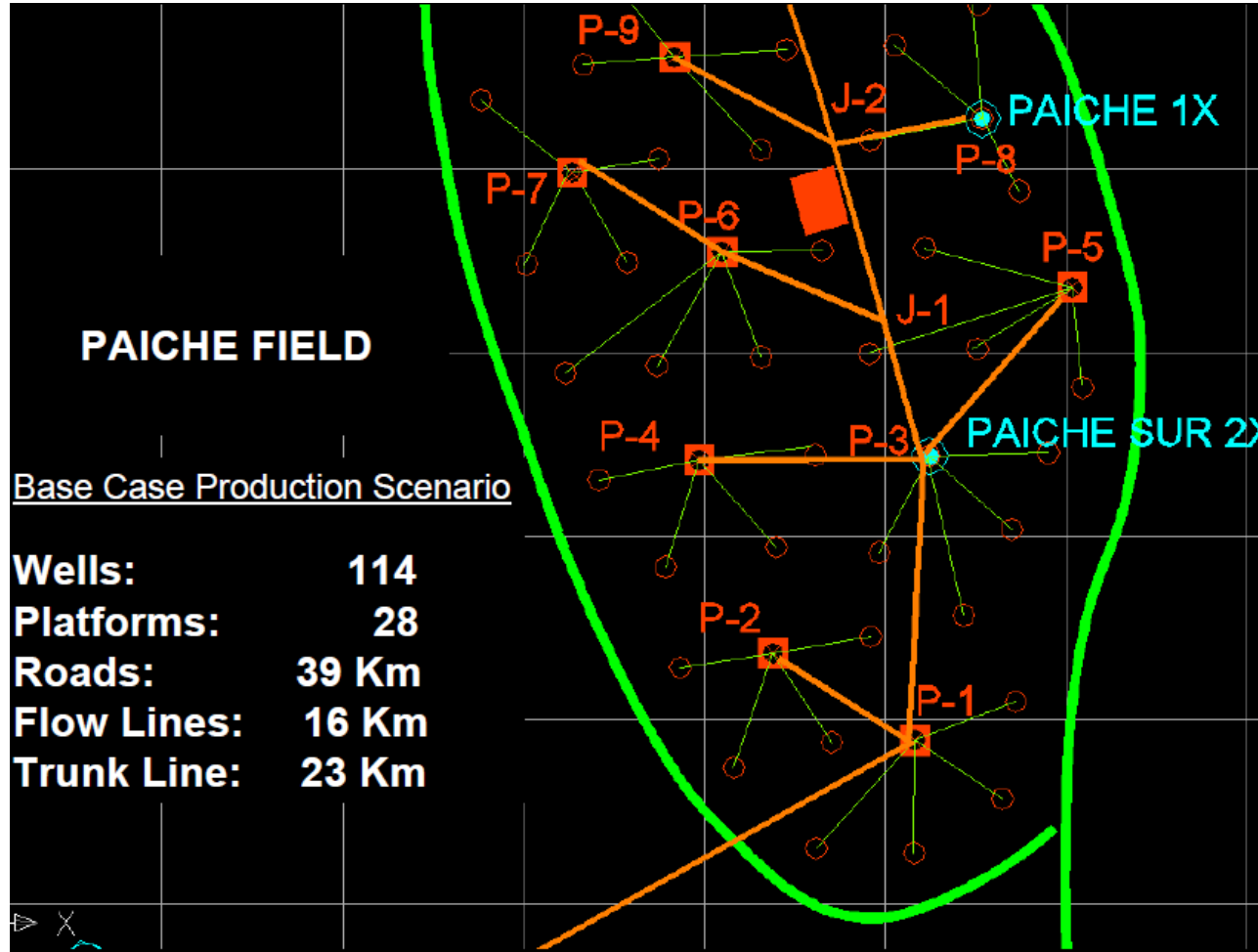
El depósito Paiche, ~10 km. de largo, ~ 3 km. de ancho

Fuente: Barrett Resources, EIA Sismica 3D – Lote 67, 2006

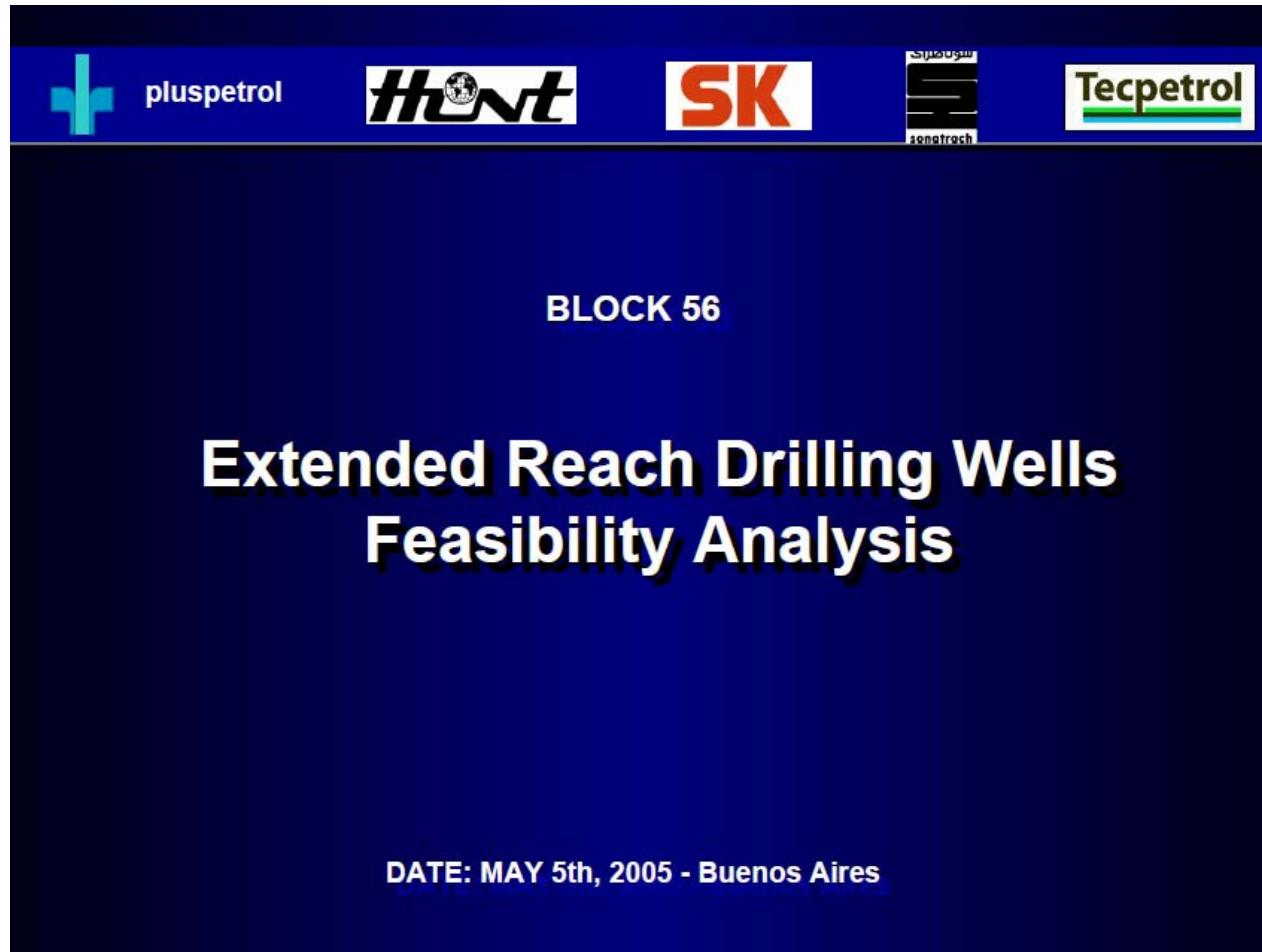


Paiche – 9 plataformas de perforación en un espacio que mide 3 km. por 2 km.

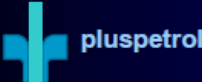
Fuente: Barrett Resources, EIA Sismica 3D – Lote 67, 2006



Respuesta al uso de ERD en el Lote 56 por PlusPetrol y Hunt Oil - 2005



Pozos ERD en Sakhalin (Rusia) y Inglaterra van hasta 11 km. horizontales



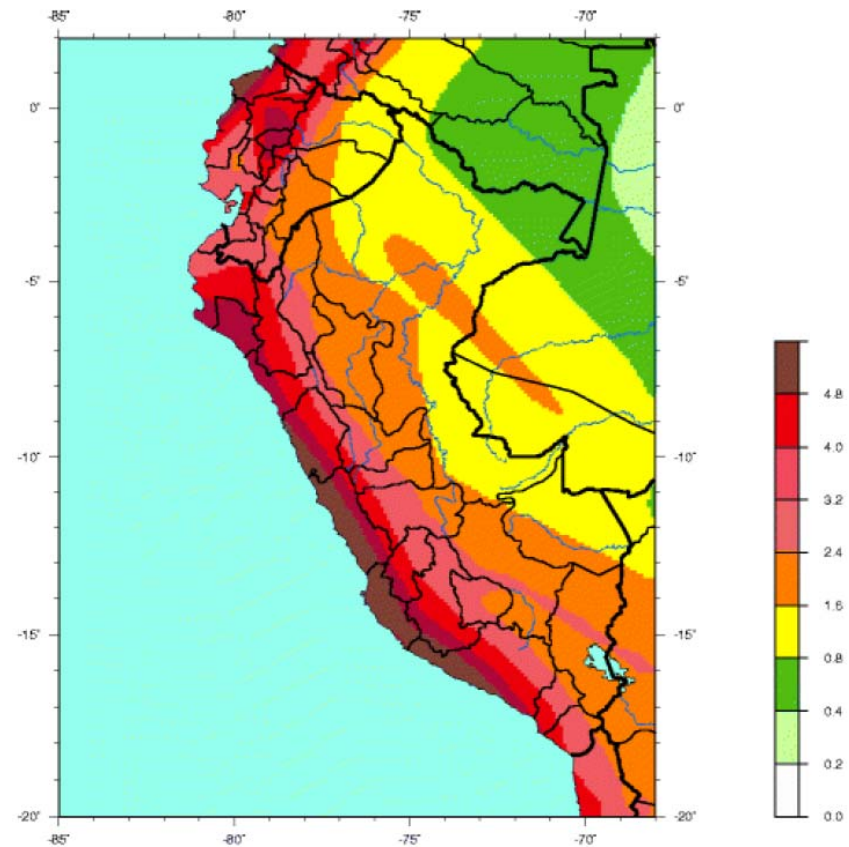
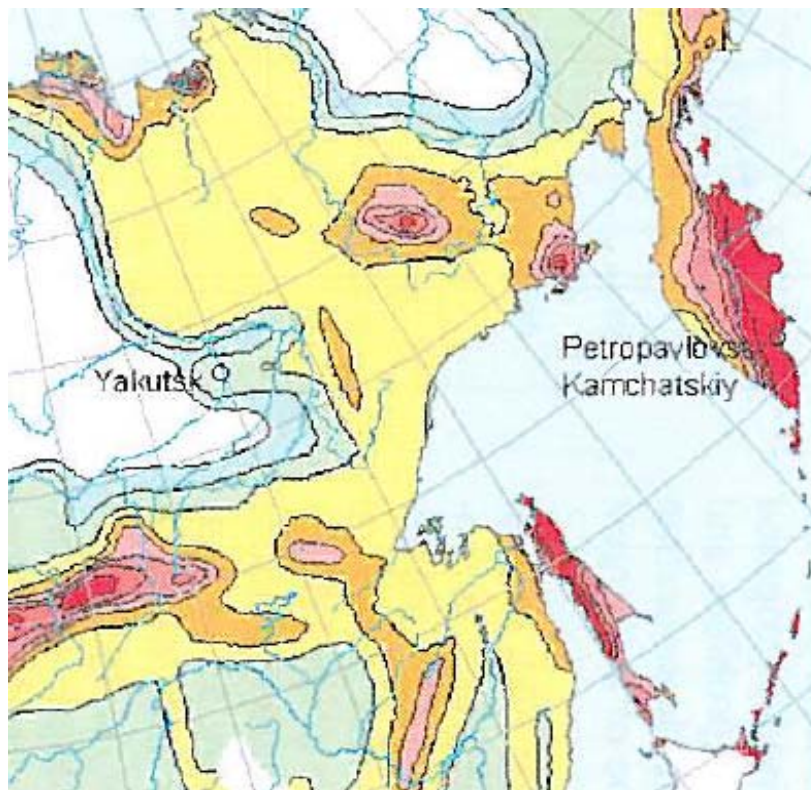

ERD Technology Records

TOP 10 ERD Wells

Rank	Horizontal Displacement (m)	Measured Depth (m)	TVD (m)	Operator	Well	Field	Area
Virtual	12314	13150	2720	Pluspetrol	ERD Virtual	Block 88	Peru
1	11125	11704	2600	Exxon Movil	Chayvo	Shakalin	Russia
2	10728	11278	1,637	BP	M-16Z	Wytch Farm	UK Land
3	10585	11184	1,657	Total	CN-1	Ara	Argentina
4	10114	10658	1,605	BP	M-11Y	Wytch Farm	UK Land
5	8938	9557	1,795	BP	M-14	Wytch Farm	UK Land
6	8306	9278	2,896	Woodside	GWA-18	Goodwyn	Australia
7	8181	8687	1,498	Total	CS-1	Kaus	Argentina
8	8146	8995	2,191	RWE-DEA	Dieksand 5	Mittelplate	Germany
9	8062	9236	2,985	Phillips	24-3 A-14	Xijiang	China
10	8028	8715	1,605	BP	M-5	Wytch Farm	UK Land

Grado de actividad sísmica (límite potencial de la distancia horizontal de ERD): Sakhalin-alta, Peru selva-moderada/baja

Fuentes: Annali de Geofisica, Seismic hazard of Northern Eurasia, 1999; USGS seismic hazard map – Peru (online)



10 km. horizontal es factible con ERD por regla general

- Los especialistas en ERD indican que es factible llegar a 10 km. horizontal por regla general;
- Un sitio con mucha actividad sísmica podría limitar la distancia horizontal alcanzable con ERD;
- Sin embargo, se rompió el record mundial (11 km.) de ERD en Sakhalin, la cual es una zona con mucha actividad sísmica;
- No hay ninguna razón obvia ni técnica para que 10 km. no sea una distancia alcanzable en la selva peruana con ERD.

E-Tech desarrolló términos de referencia para un estudio técnico de ERD en 2005 para el BID

- El BID señaló por escrito en el verano de 2005 que estaba interesado en informarse de la factibilidad de ERD para proyectos en la selva;
- E-Tech preparó terminos de referencia para estudios de ERD y los presentaron al BID en una reunion en Washington DC en agosto 2005;
- Incluye lista de cuatro compañías especialistas en proyectos de perforación con ERD;
- En base de esta reunión, el BID facilitó una reunión entre E-Tech y Hunt Oil que se realizó en Dallas en octubre 2005;
- La reunión con Hunt Oil no dio resultados;
- En mi opinión, la reunión no dio resultados debido a que no hay ninguna presión popular o por parte del gobierno insistiendo en el uso de ERD para minimizar los impactos negativos de la produccion;
- Sin un empuje externa, como de los bancos internacionales, no veo buenas perspectivas para el uso de ERD en la selva peruana.

EIA para sísmica Lote 67: comentarios de E-Tech, 15 abril 2007

Fuente: Barrett Resources, EIA Sísmica 3D – Lote 67, 2006

- E-Tech – una sola plataforma ERD podría alcanzar todo el depósito de Paiche;
- Barrett Resources/Perenco propone construir 28 plataformas sobre depósito de Paiche, con 39 km. de caminos y 39 km. de líneas de flujo y ducto principal;
- E-Tech recomendó estudio por Barrett de ERD de una sola plataforma en Paiche como alternativa al plan propuesto;
- No hubo respuesta, tal vez debido a que el EIA se limitó al componente sísmico de un proyecto más amplio.

EIA para Lote 31 Ecuador (Petrobras), 2007 - el MEM de Ecuador de acuerdo con ERD

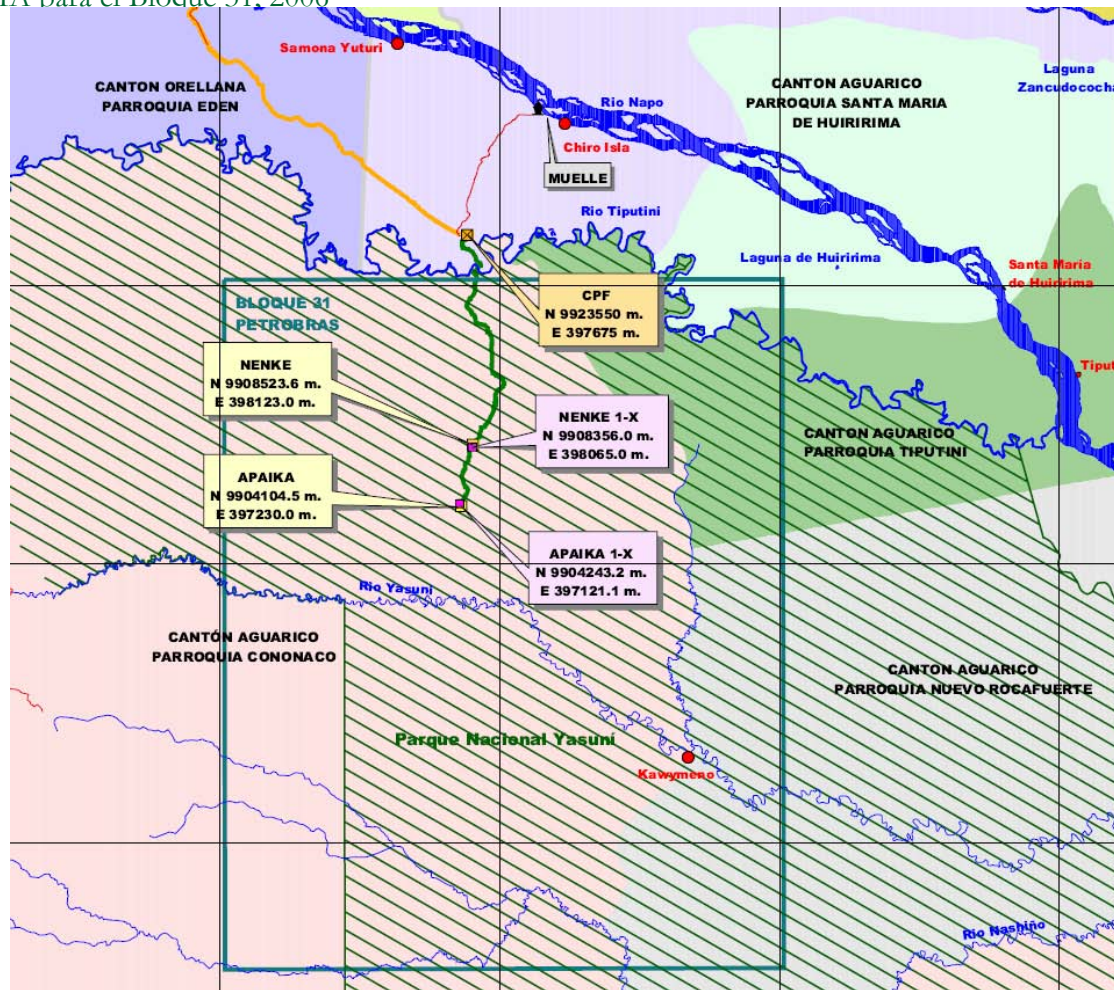
Fuente: MEM Ecuador, MEMORANDO No. 405 – DINAPA – EEA-2007, 20 de junio de 2007.

- MEM – Petrobras no analizó alternativas a su proyecto propuesto;
- El lugar propuesto no es el más adecuado desde punto de vista ambiental y geológico;
- ERD permite juntar los pozos en un solo sitio y minimizar el número de plataformas de perforación;
- Petrobras no tiene experiencia con ERD;
- Recomendación – análisis técnico de ERD con el fin de minimizar area de afectación.



Lote 31 Ecuador – uso de ERD evitaría entrar en el Parque Nacional Yasuní

Fuente: Petrobras, EIA para el Bloque 31, 2006



Costo adicional de ERD – los cálculos

Fuentes: Parker Drilling (costo de equipo de perforación) , K&M Technology (días extras de perforación con ERD)

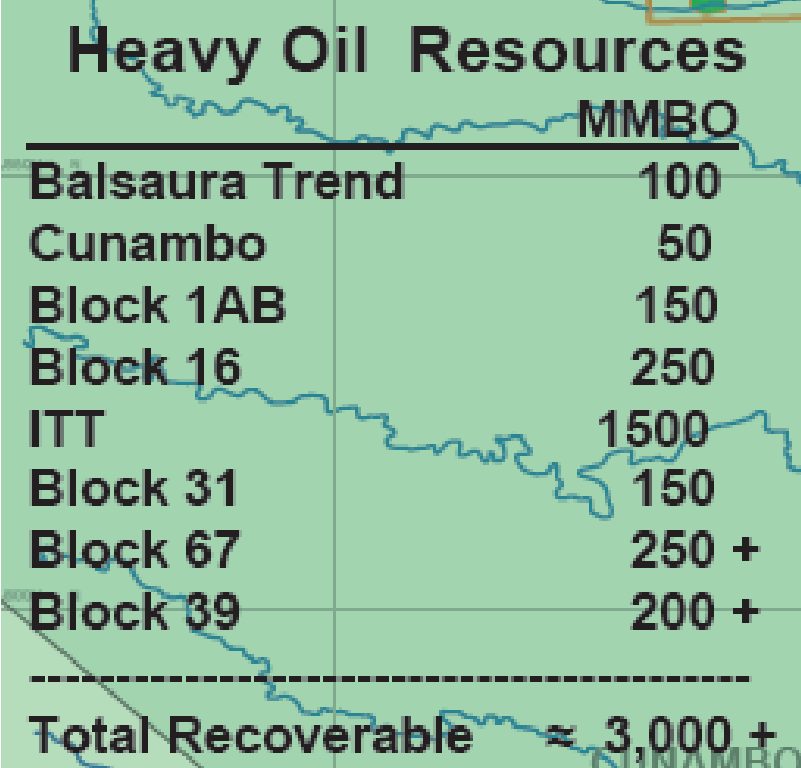
- Equipo de perforación especial, hasta \$30 millones;
- Tiempo adicional de perforación de pozo, hasta 60 días;
- Costo por día adicional de perforación, \$30,000 a \$50,000 por día (encima del costo del equipo de perforación);
- Costo adicional por pozo ERD, \$2 a \$3 millones;
- Hasta \$120 millones en costos extras si hay 40 pozos ERD, entre todos los pozos perforados, a lo largo de la vida del proyecto;
- Costo adicional total de ERD sería \$30 millones + \$120 millones = \$150 millones (valor actual neto).
- El uso de ERD trae consigo la ventaja de eliminar: plataformas de perforación adicionales, líneas de flujo de estas plataformas a la batería de producción central, caminos, et cétera. El costo adicional de \$150 millones no refleja el valor económico de estas ventajas.

Estimación de costo extra por barril que impondría el uso de ERD en el Lote 67- 1% o menos

Fuente de la tabla: Barrett Resources Peru, Block 67 Overview – Unlocking the Potential of the Heavy Oil Belt Marañon Basin, Peru, 2006

Costo de ERD en Lote 67:

- Costo extra de ERD ÷ barriles recuperables = costo ERD por barril;
- \$150 millones ÷ 250 millones barriles = **\$0.60/bbl**;
- Ahora un barril de petróleo vale alrededor de \$50/bbl, ha alcanzado hasta \$150/bbl;
- El costo extra de ERD sería 1% o menos al valor de un barril de petróleo;
- Hace falta estudio de costos detallado.



Heavy Oil Resources	
	MMBO
Balsaura Trend	100
Cunambo	50
Block 1AB	150
Block 16	250
ITT	1500
Block 31	150
Block 67	250 +
Block 39	200 +

Total Recoverable	≈ 3,000 +

Mechero encerrado al nivel de suelo para minimizar la luz y el calor de un mechero elevado

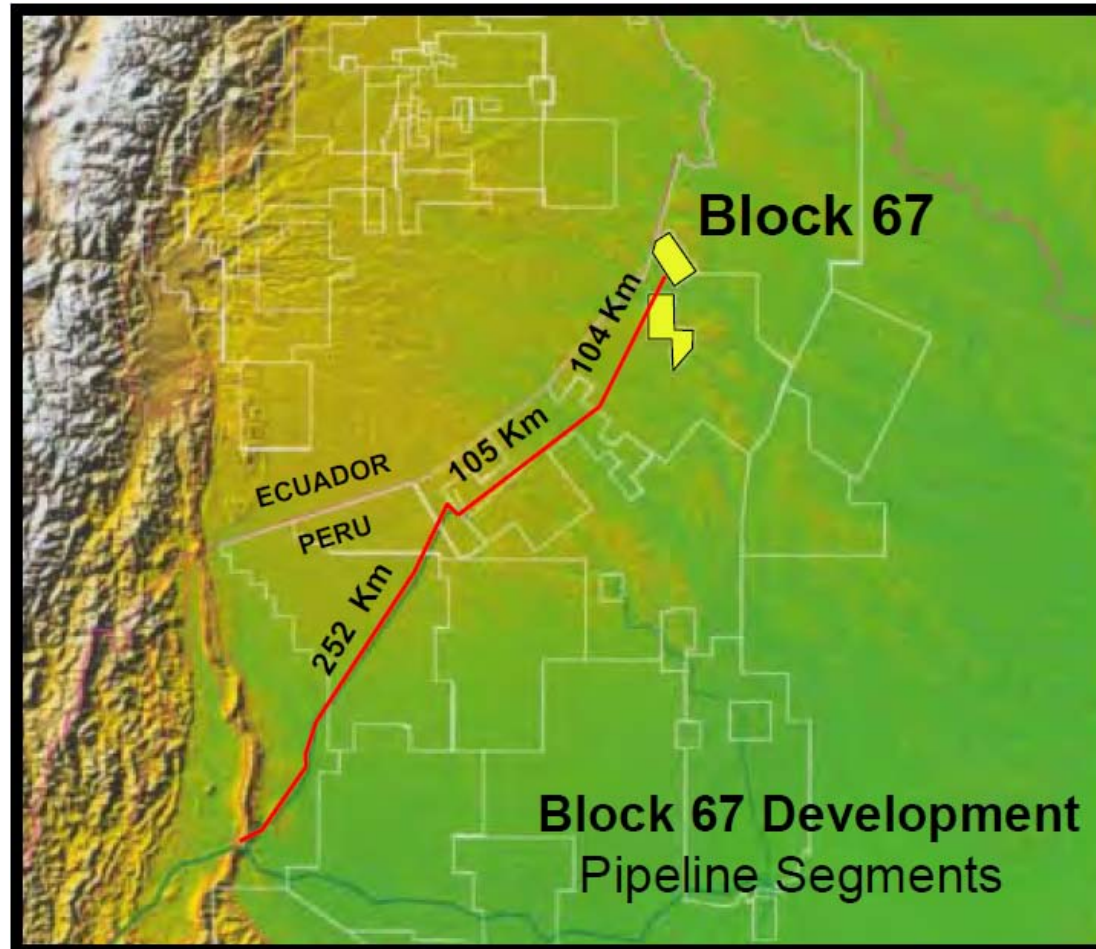
Foto: Flare Industries folleto, <http://www.flareindustries.com/products/pdf/7%20Enclosed%20Ground%20Flares%201.pdf>

- El estado-de-arte para los gases asociados a la producción de petróleo es usarlos en los sistemas de generación eléctrica.
- Para los mecheros de emergencia, un mechero encerrado al nivel de suelo minimiza al máximo la luz, calor, y humo asociados a los mecheros elevados.



Oleoducto propuesto para llevar el producto del Lote 67

Fuente: Barrett Resources Peru, Block 67 Overview – Unlocking the Potential of the Heavy Oil Belt Marañón Basin, Peru, 2006



Ducto estado-de-arte: escoger ruta para minimizar fuerzas externas, suficiente espesor

Fuentes: Barrett Resources Peru, Block 67 Overview, 2006; Exponent, auditoría técnica de los ductos de Camisea, junio 2007 (foto espesor)

- Escoger ruta para minimizar “fuerzas externas” (derrumbes, deslizamientos);
- Incorporar controles geotécnicos desde el inicio de construcción en los puntos débiles para evitar erosión y proteger la obra;
- Diseñar ducto con suficiente espesor para aguantar fuerzas externas previsibles y posibles.



Resultados de la auditoría de Exponent hecho por el BID de los ductos de Camisea, junio 2007

- Los diseñadores del ducto de líquidos asumían que los controles geotécnicos construidos durante construcción prevendrían fuerza externa contra el ducto;
- Hubo fuerzas externas contra el ducto;
- El ducto de líquidos puede aguantar las fuerzas internas esperadas;
- No fue diseñado con suficiente espesor extra para aguantar fuerzas externas (movimiento de tierra por inestabilidad);
- Acelerada corrosión fue encontrada en ciertos sectores del ducto, especialmente en los primeros 50 km.

La corrosión acelerada y las roturas no tenían que ver con el uso de tubos sobrantes en el ducto de líquidos

Fuente 1) E-Tech, Informe Complementario – Evaluación de Deficiencias en la Construcción de los Ductos de Transporte de Gas y Líquidos Proyecto Camisea, agosto, 2006, pp. 18-21 y Anexo 4.

Fuente 2) Germanischer Lloyd, Report No. GLP/GLM/MEMP/726-07, Resumen Ejecutivo, octubre 2007

- E-Tech comprobó, por medio de los testimonios de dos inspectores de estos tubos, la presencia de corrosión acelerada en un número significativo de los tubos cuando estos tubos llegaron a los sitios de las obras;¹
- En su primer informe E-Tech dijo que el uso de tubos sobrantes de otros proyectos (y no de segunda mano) por parte de TGP jugó un papel en las roturas por la corrosión asociada con estos tubos;
- Las auditorías técnicas del BID y del gobierno de Perú comprobaron que TGP usó solamente tubos fabricados para el proyecto;
- Fue una equivocación por parte de E-Tech decir como un hecho la presencia de tubos sobrantes en el proyecto – el asunto fundamental era la corrosión inesperada y no los antecedentes del tubo;
- La auditoría del gobierno de Perú reportó la causa raíz de la corrosión acelerada en los tubos como un mal funcionamiento del sistema de protección catódica, como le informó TGP. La auditoría no abordó el tema de la presencia de corrosión acelerada en los tubos al momento de instalarse.²

Conclusión

El uso de la tecnología de punta podría minimizar los impactos sociales y ambientales de los proyectos de hidrocarburos en la selva.