

XII Congreso Latinoamericano de Perforación

**SERVICIO INTEGRADO DE PERFORACION
LA EXPERIENCIA EN BOLIVIA
Ing. Ricardo Vásquez López**

Bolland y Cía. S.A. Sucursal Bolivia

Luego de la privatización de la empresa estatal Y.P.F.B., y la creación, a partir de ella, de las operadoras Andina S.A. y Empresa Petrolera Chaco S.A., en el año 1.997, por primera vez en Bolivia, se invito a concursar por un contrato de Servicios Integrados de Perforación a empresas de servicio privadas, por parte de Andina S.A., para lo cual, se preparó el Concurso de Precios 08/98, del cual Bolland y Cía. se adjudico parcialmente el servicio, firmando para ello el contrato N° 111/98.

El contrato fue por termino de un año, por un monto de 10.000.000,00 \$us en servicios de perforación (Servicio direccional, Fluidos de perforación, Control de sólidos, Trépanos, Cementación, Alquiler de herramientas, Coroneo, Registros eléctricos, Locación seca, Transporte de productos y herramientas, Pruebas de producción, Dirección e ingeniería y Otros).

Los equipos de perforación fueron contratados independientemente por la operadora a las compañías Nabors Drilling International y Parker Drilling.

La provisión de la cañería y los cabezales, también corrió por cuenta de Andina S.A.



SERVICIO INTEGRADO DE PERFORACION

Es un método de gerenciamiento, en el cual, la compañía operadora, contrata a una Compañía de Servicios específica, para manejar un proyecto.

Los motivos para realizar este tipo de negocios son diversos, y se pueden clasificar de acuerdo al punto de vista de las operadoras y de las compañías de servicios, como a continuación:

- ❑ Punto de vista de la operadora
 - Mejorar la eficiencia y los índices de recuperación de inversión.
 - Incrementar la calidad de los productos y servicios contratados.
 - Evitar riesgos y medios innecesarios, además de adquirir experiencia y nueva tecnología.
 - Evitar la creación de estructuras temporales exclusivas para manejo de proyectos.
 - Bajar los costos de operación, debido a la implementación de técnicas nuevas y/o no tradicionales.
- ❑ Punto de vista de las compañías de servicio
 - Satisfacer necesidades de los clientes y expandir el mercado de productos y/o servicios.
 - Complementar la línea de productos y tratar de neutralizar la competencia.

- Entrar en un nuevo mercado y expandir los servicios.

Los medios y métodos aplicados por las compañías proveedoras de Servicio Integrado, para cumplir con los objetivos planteados en los respectivos contratos de operación, se pueden resumir en los siguientes aspectos:

- Contratación de personal técnicamente competitivo y altamente capacitado para revisar y ejecutar la planificación, diseño y realización del trabajo. La mayoría de estas personas, han trabajado previamente en compañías operadoras, están actualizadas y entrenadas para reconocer y enfrentar las diferentes condiciones operativas desde los puntos de vista de perforación e ingeniería de reservorios.
- Tener la habilidad de manejar el grupo y poder inducirlos a interactuar con la estructura de fiscalización de la operadora y los sub contratistas, para obtener los éxitos deseados.
- Ser capaces de crear e implementar, en acuerdo con el grupo de fiscalización, técnicas nuevas o no tradicionales, con el fin de bajar los costos, sin poner en riesgo el proyecto y evitando sacrificar la seguridad y el cuidado del medio ambiente.
- Desarrollar nuevos métodos de trabajo, que puedan aplicarse luego como modelos para implementar en otros proyectos.

Poder evaluar los riesgos del proyecto, previo a su inicio, para poder anticipar eventos posibles, elaborar los planes de contingencia necesarios y planificar los posibles servicios adicionales a utilizar. Con el resultado de este estudio, elaborar un contrato claro, conciso y de fácil interpretación para ambas partes, incluyendo los premios y penalizaciones.

EXPERIENCIA SERVICIOS INTEGRADOS BOLIVIA

Bolland y Cía. Sucursal Bolivia, se adjudico parcialmente, la ejecución del contrato 111/98, de Andina S.A., para la provisión de Servicios Integrados de Exploración, Desarrollo y Producción de Hidrocarburos.

El contrato fue realizado por termino de un año, por un monto de 10.000.000,00 \$us en servicios de perforación, principalmente, debido a la imposibilidad de la compañía operadora de realizar este proyecto con recursos propios, ya que no contaba con un Departamento de Perforación, el que fue disuelto luego de la capitalización de las empresas estatales.

Bolland y Cía. suministró los servicios Direccionales, Alquiler de Herramientas y Dirección e Ingeniería, el resto de los servicios, fueron provistos por diferentes compañías, con las cuales

Bolland y Cía. firmó subcontratos, ligando a cada una de estas compañías al contrato principal, permaneciendo como único responsable del cumplimiento de los servicios y entrega de suministros.

El objeto del contrato, fue para prestar Servicios Integrados de Exploración, Desarrollo y Producción de Hidrocarburos para Andina S.A. en Bolivia, en las áreas y bloques seleccionados por el operador, para lo cual el Contratista, una vez recibida la Propuesta Geológica del pozo, debería elaborar el Programa de Perforación, seleccionar las compañías subcontratistas a las cuales se les alquilarían o comprarían servicios y materiales, para luego proceder a la ejecución del pozo, utilizando las buenas practicas internacionales de la industria petrolera en lo que se refiere a eficiencia, seguridad y medio ambiente.

Durante la ejecución del proyecto, se tuvo permanentemente la supervisión de parte de la compañía operadora, la cual tuvo acceso en todo momento para realizar auditorias técnicas, de seguridad y calidad, guardando para el Contratista la Tecnología de su propiedad, así como los secretos comerciales e informaciones confidenciales.

El Contrato estableció Multas y Penalidades, así como Incentivos, los cuales estaban de acuerdo al desarrollo de las operaciones y resultado de los pozos, especialmente luego de la evaluación de los registros de cemento en la cañería de producción.

Las multas, podían ser aplicadas por mala realización del trabajo o por demoras en el inicio o la ejecución de los mismos, por parte del Contratista o sus Subcontratistas.

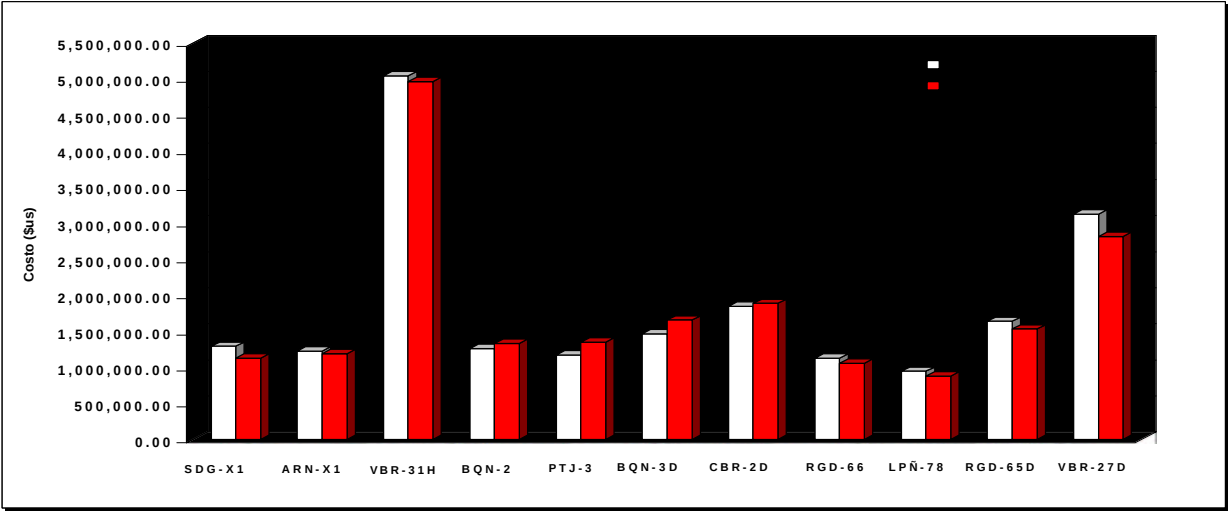
Los incentivos, fueron distribuidos en base al calculo de Ahorro del pozo, en los casos en que este existió, distribuyéndose en porcentajes de 65 % para el Operador y 35 % para el Contratista, obviando en el valor del Ahorro, los servicios/herramientas/materiales no utilizados, la utilización en exceso de servicios/suministros solicitados por la Operadora y la utilización de servicios/suministros no previstos y solicitados por el Operador.

Los pozos originalmente asignados, fueron divididos en tres paquetes:

1. Boquerón-A2, Boquerón-A3, Patujú-A3 y Cobra-A2.
2. Yapacaní-15H, Yapacaní-NNH y Víbora-31H.
3. Santo Domingo-X1 y Arroyo Negro-X1.

Durante el desarrollo de las operaciones, y de acuerdo a las necesidades inmediatas, se reprogramaron los pozos, para finalmente, de los 9 originalmente planeados, ejecutar 11, dos de

ellos fueron exploratorios (SDG-X1 y ARN-X1), cuatro de avanzada (BQN-A2, BQN-A3D, PTJ-A3 y CBR-A2D) y cinco de desarrollo (VBR-31H, VBR-27D, RDG-65D, RGD-66 y LPÑ-78). El periodo de ejecución estuvo comprendido entre el 06/07/98 y el 02/05/99, totalizando un monto de servicios de 10.784.757,73 \$us, 7.8% mas de lo planeado, con dos pozos adicionales. Un detalle de los costos del proyecto, se puede ver reflejado en el siguiente cuadro:

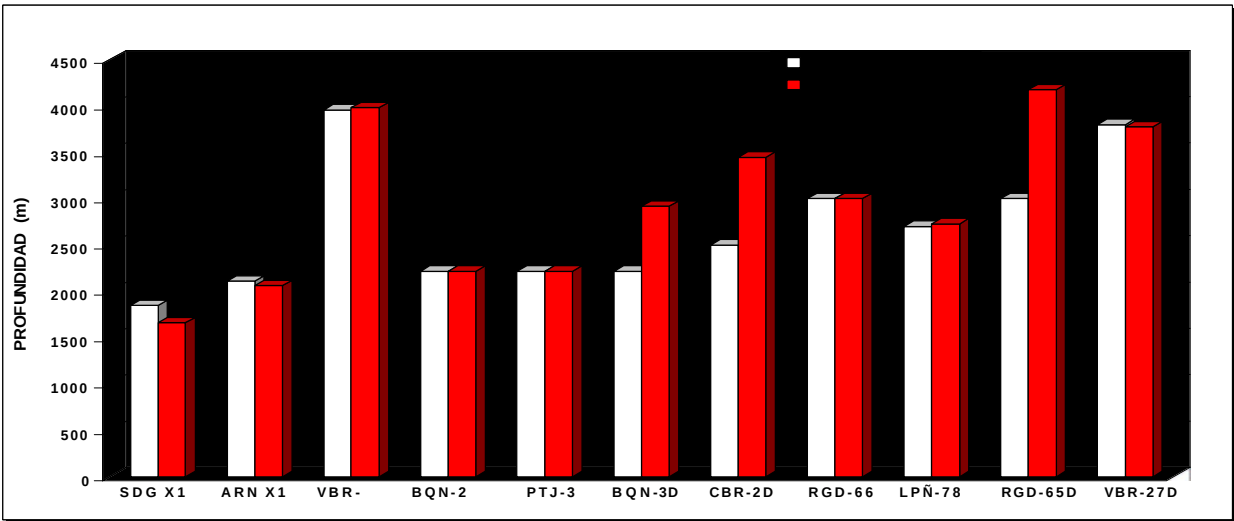


PERFORACION

Fue realizada con equipos de las compañías Nabors Drilling International (ND) y Parker Drilling (PD), utilizando los equipos ND-245 (IRI Cabot 2550, 1.200 HP), ND-426 (IRI Cabot 2550, 1.200 HP), ND-695 (Ideco E-1.700 2.000 HP), PD-22 (Gardner Denver 1.500-E 2.000 HP) y PD-25 (OIME SL-5 700 HP).

En total, se perforaron 32.205 metros, en 3.179 horas de rotación efectiva, a un promedio de 10.13 mph.

Un detalle de los metros perforados, discriminados por pozo, se encuentra en el siguiente gráfico:



DIFICULTADES ENCONTRADAS

Al ser la primera experiencia de la operadora, en este tipo de contrato, se observaron las usuales dificultades de encarar un primer proyecto, notándose claramente los siguientes puntos:

1. **Logística.-** En la canalización de la información generada en el pozo, en los despachos de materiales y en el seguimiento de los certificados de trabajo y facturas.
2. **Comunicación.-** Serios problemas de comunicación en el pozo, debido a que una de las contratistas de perforación, contrató Tool Pushers que no hablaban español y los fiscales de la operadora, además del Company Man, no tenían conocimientos de ingles. El problema se complico, cuando se noto que las cuadrillas de perforación tenían similar dificultad y no entendían las ordenes asignadas por los Tool Pushers, por lo que se tuvo que lidiar con la compañía perforadora para reemplazar por personal bilingüe a estos, evitando de esta manera, problemas posteriores en el pozo que pudieran haber provocado situaciones peligrosas.
3. **Cambios de programa.-** Se necesito corregir los objetivos en el fondo en tres pozos, debido a nuevas interpretaciones y/o problemas de ubicación (BQN-A3D, CBR-A2D y RGD-65D).
4. **Arcillas reactivas.-** Se observo serias dificultades en los primeros pozos, perforados en la zona del boomerang, con lodo tipo PHPA de la compañía, por lo que se necesito adicionar KCl, para neutralizar la reacción de las arcillas. Se planeo, de la misma manera, tratar de solucionar el problema, de forma mecánica, utilizando un trepano IADC S223, PDC tipo Bicenter, para ensanchar el hueco de 8½” hasta 12¼”, sin embargo, debido al tamaño de los cortadores, este se emboto luego de perforar aproximadamente 400 m y se lo tuvo que sacar, debido al pobre avance que se tenia.
5. **Locación seca.-** El sistema utilizado en los primeros pozos, dejó rezagada en el pozo perforado, luego de la salida del equipo de perforación, la fase acuosa del fluido tratado, la que, debido al uso del KCl, necesitaba ser diluida con grandes volúmenes de agua dulce, debido a su alta salinidad, para proceder a la aspersión al campo, por lo que se necesito contratar servicios y equipos adicionales para realizar este trabajo.

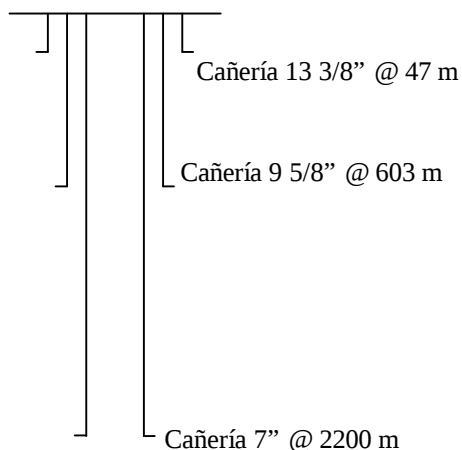
LOGROS OBTENIDOS

A pesar de las dificultades, se destacaron varios aspectos en el trabajo realizado, los que podemos resumir de la siguiente manera:

1. **Reutilización de lodo.-** Luego de efectuar los tratamientos adecuados, en los pozos que se encontraban en locaciones cercanas, se procedió a la reutilización del fluido de perforación, evitando de esta manera, la preparación de nuevos volúmenes, y evitando las grandes diluciones necesarias para poder evacuar la fase líquida al campo. La fase acuosa, resultante del dewatering hecho al lodo para cerrar las fosas, fue reutilizada en los pozos siguientes.
2. **Eliminación de caño conductor.-** Se ahorró bastante tiempo y dinero, luego de decidir la eliminación del caño conductor de 13 3/8", inicialmente ubicado entre los 30-50 m de profundidad, procediendo directamente a perforar el hueco de 12 1/4", para luego bajar cañería de 9 5/8" en 600 m. En algunos pozos, se debió trabajar con el diseño antiguo, debido a la imposibilidad de contar con los cabezales de 9 5/8"-5000 Psi.

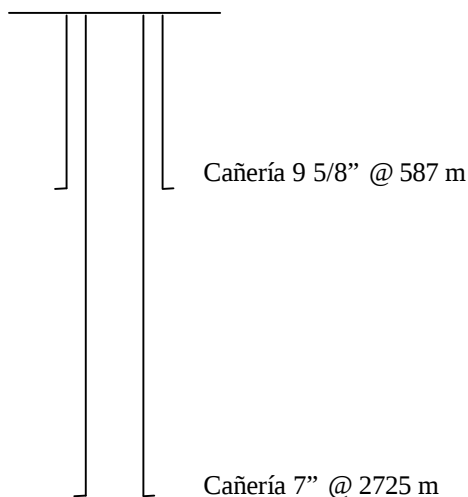
Diseño inicial

Pozo PTJ-3



Modificación

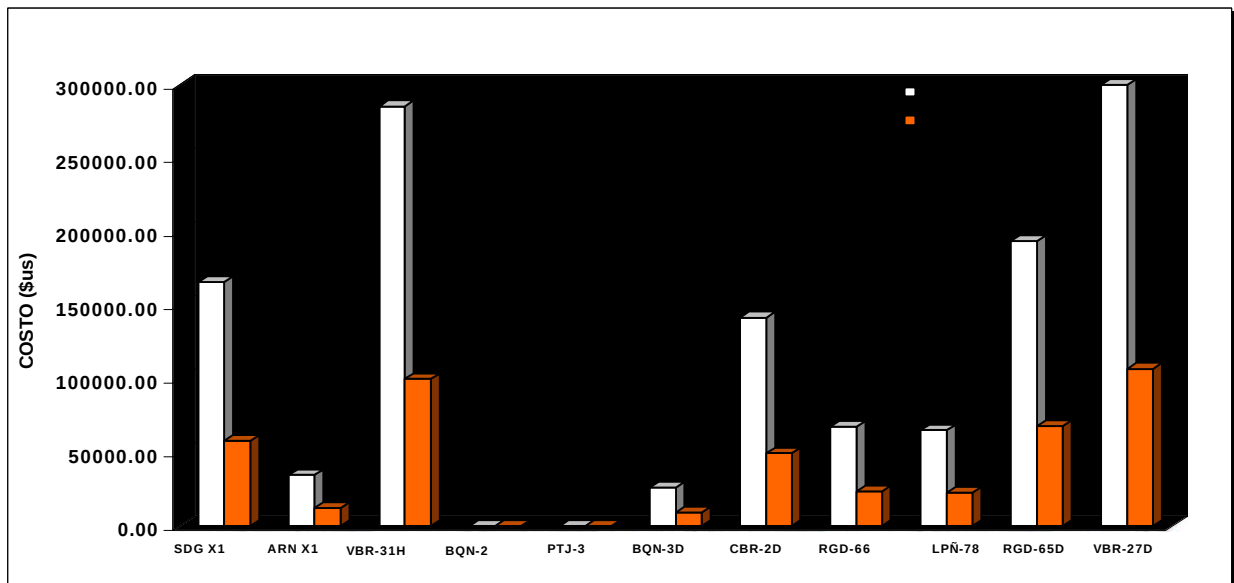
Pozo LPÑ-78



3. **Accesorios de cementación.-** Se utilizó en la mayor parte de los pozos, accesorios reperforables con trépanos PDC, reperforándolos directamente con arreglo estabilizado, evitando de esta manera una carrera para instalar los estabilizadores.

4. **Bajada de cañerías.-** Se programo la utilización de protectores de agarre rápido para mejorar los tiempos de bajada, ganando tiempo en el manipuleo de superficie, evitando hacerlo durante la bajada al pozo para no forzar el efecto embolo. Se noto buenos resultados con este método, especialmente en los pozos direccionales.
5. **S.S.M.A.-** Previo al inicio del proyecto, se elaboró un Manual de Normas de Salud, Seguridad y Medio Ambiente (S.S.M.A), con el cual se realizo un seguimiento continuo de las operaciones de perforación, cumpliendo con las metas trazadas. No se lamentaron accidentes graves y/o con perdidas de tiempo.
6. **Trépanos.-** Se logro optimizar los programas de trépanos, reduciendo las cantidades programadas, con el consiguiente beneficio económico.
7. **Cementaciones.-** Se utilizaron productos y técnicas ajustadas a las necesidades de los pozos, obteniendo un porcentaje de éxitos mayor al 95% en el resultado final, luego de efectuar las evaluaciones de cementación. Solo fue necesaria la realización de cementaciones forzadas en los pozos RGD-66 y VBR-27D, las mismas que fueron descontadas del monto resultante del incentivo, producto del Ahorro del pozo, como fue explicado anteriormente.
8. **Control geológico.-** Se utilizo las cabinas de control geológico optimizando los trabajos de acuerdo a las necesidades. En los pozos exploratorios, se instalo una red para recibir información en tiempo real en la oficina del cliente. En la interpretación final del reporte de pozo, se integro al master log, los resultados de los registros eléctricos.
9. **Comunicación.-** Algunos de los pozos perforados, estaban ubicados en lugares bastante remotos, a los que no se tenia acceso normal de teléfono, por lo que se necesito instalar teléfonos satelitales y se colocó teléfonos celulares, en las oficinas del Company Man, Ingeniero de lodos y Cabina Geológica, sin costo para el operador, a modo de realizar un seguimiento a detalle de las operaciones.

10. **Supervisión.-** El personal a cargo de la supervisión de las operaciones en el pozo, luego de salvar los inconvenientes iniciales de comunicación, permitió efectuar operaciones muy eficientes, llegando a perforar los pozos más rápidos hasta el momento de su ejecución, en los campos Víbora (VBR-27D), Río Grande (RGD-65D) y La Peña (LPÑ-78). Debido a este motivo, Andina S.A. premió con los incentivos estipulados en el contrato, la ejecución de los pozos SDG-X1, ARN-X1, VBR-31H, BQN-3D, CBR-2D, RGD-65D, LPÑ-78 y VBR-27D, de acuerdo al siguiente cuadro.

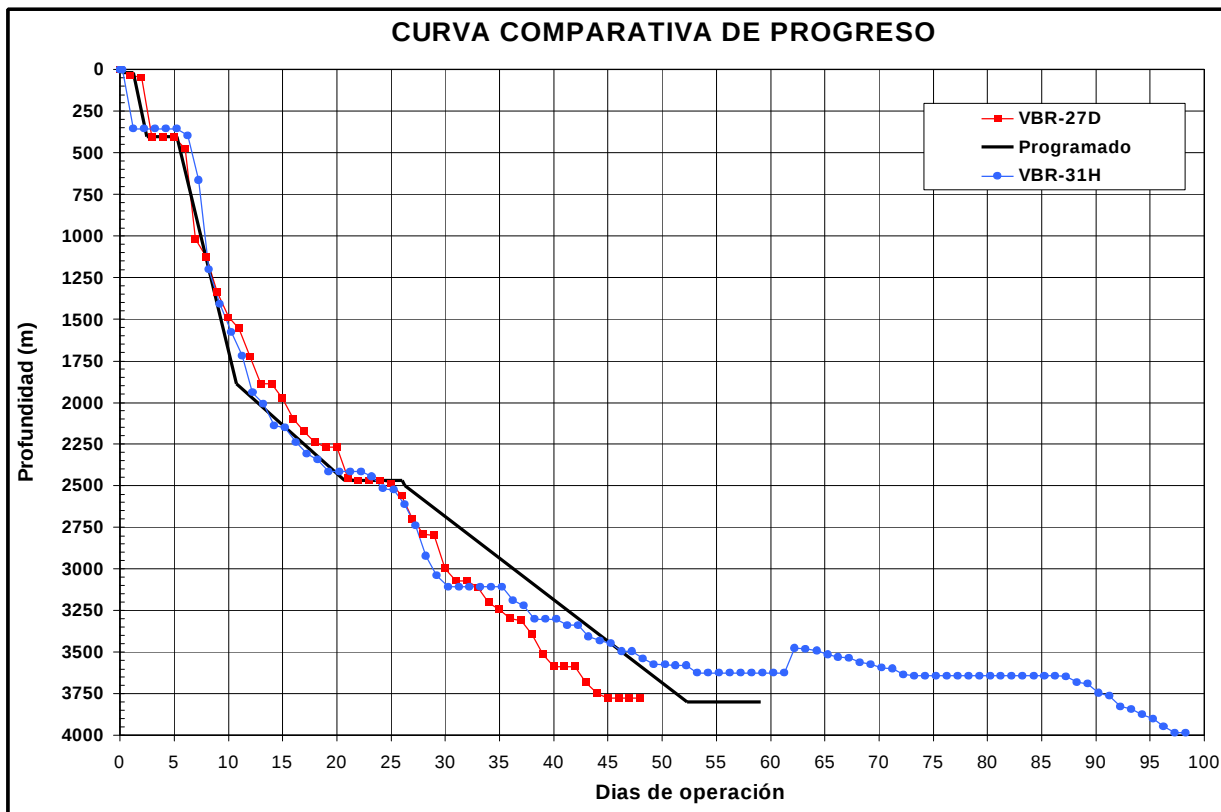


11. **Tiempos de operación.-** El logro más importante, y sin duda, el más beneficioso tanto para la operadora como para la contratista, fue el continuo mejoramiento de las operaciones, notándose claramente una superación constante del rendimiento, debido a la armoniosa relación existente entre todas las empresas que formaron parte del grupo, luego de superar los problemas inicialmente surgidos, como se describió líneas arriba.

La “curva de aprendizaje”, como se dio por llamar el periodo de adaptación al nuevo método de trabajo, se vio finalmente dentro de un límite aceptable y los tiempos de ejecución de los pozos fueron cayendo, con el consiguiente ahorro de dinero.

Se puede notar claramente esta situación en la comparación de los pozos iniciales en el campo Víbora, analizando los tiempos del pozo VBR-31H, con el pozo VBR-27d, discriminando en el primero, por razones de diseño de pozo, el tiempo tomado para realizar el pozo piloto y comparándolo con el direccional del segundo, se nota una diferencia de diez

días para llegar a la misma profundidad, como se puede observar en la gráfica siguiente:



Si la comparación se realiza con el pozo VBR-29H, se notará aun más esta diferencia.

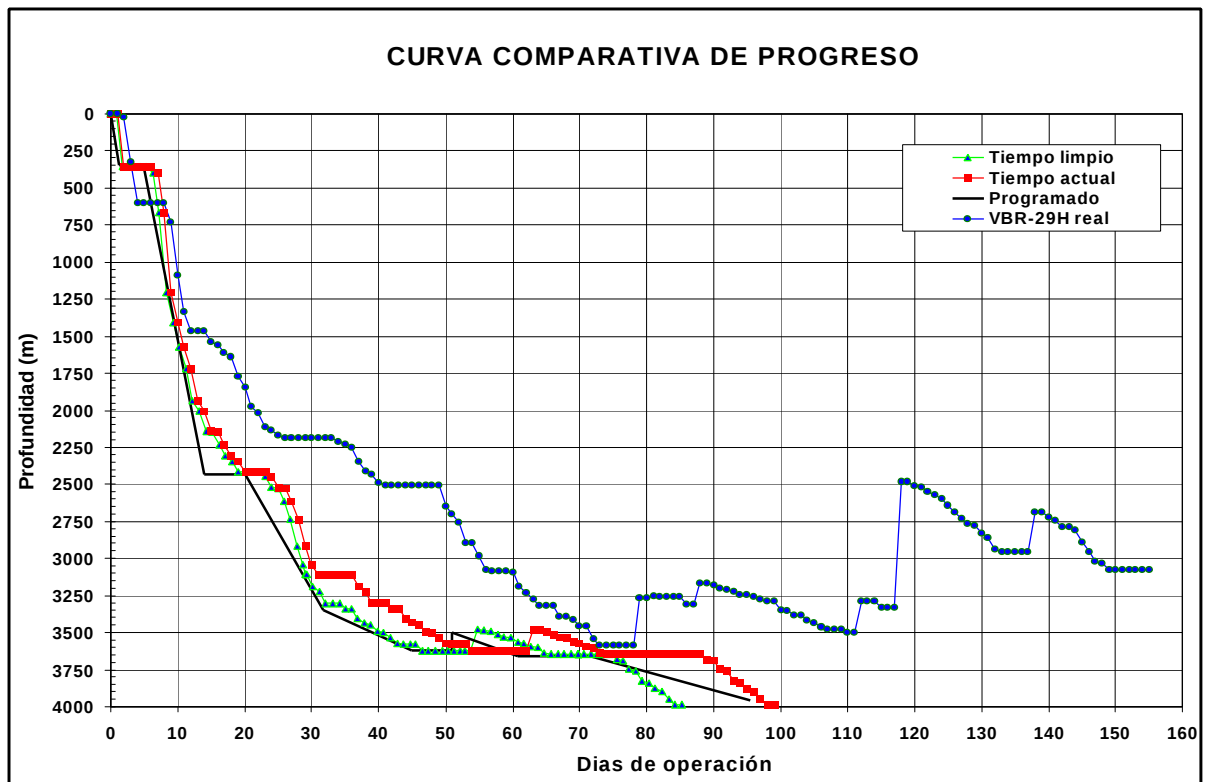
Este pozo en cuestión, fue programado inicialmente como horizontal, pensando llegar al tope de la arenisca “Sara” en 3525 m TVD con una inclinación de 76.4° y desplazado 210 m, para navegar posteriormente horizontalmente en el reservorio.

El pozo fue iniciado en el año 1986, perforando inicialmente hasta los 2505 m, donde cubrió con cañería de 9 5/8”, para posteriormente, perforar un pozo piloto, identificando los topes de la arenisca, y los contactos agua-petroleo y gas-petroleo.

Se realizaron luego dos intentos de realizar el programa de llegar al tope de la arenisca “Sara” con un azimuth de 225° , sin conseguir éxito en la primera vez debido a problemas para incrementar el ángulo de inclinación y en la segunda debido a no poder mantener el rumbo y tener tendencia fuerte a girar hacia la derecha.

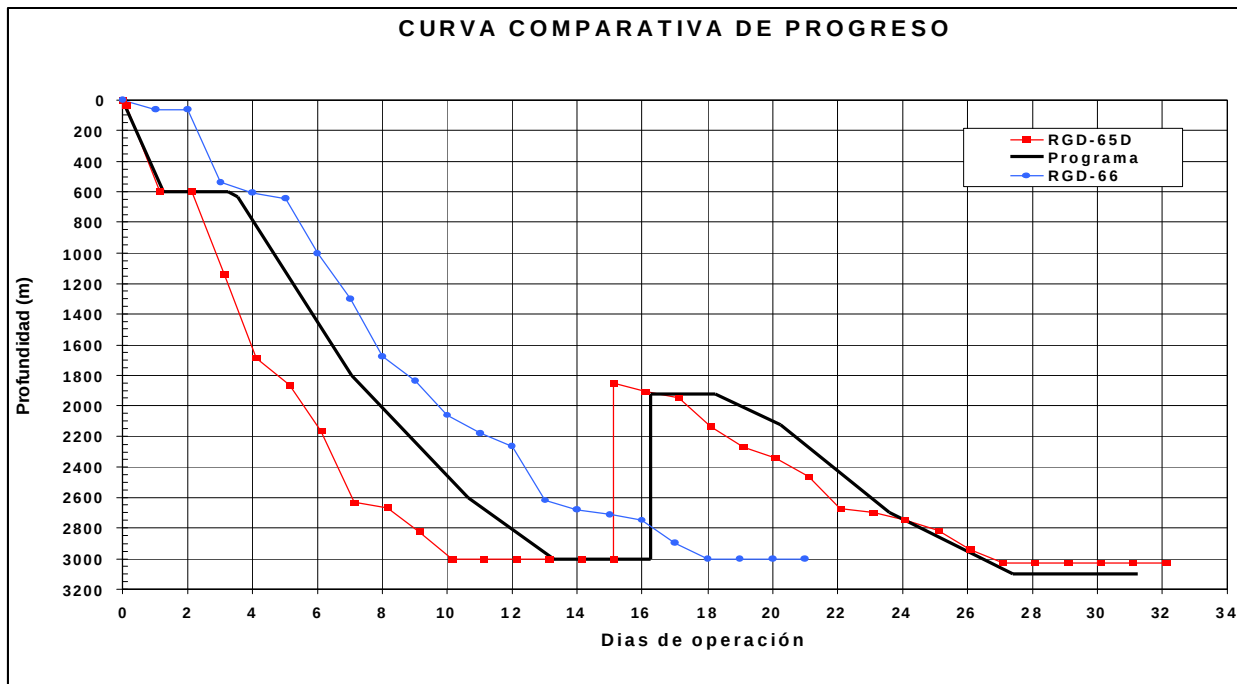
Luego del segundo intento, se decidió suspender el proyecto, debido a una diferencia en tiempos de 138% (95 días planeados contra 131 realizados).

Posteriormente, se decidió perforar un pozo direccional, sin embargo, la rotura de la cañería de 9 5/8” en 287 m impidió la realización del trabajo, abandonando el pozo, luego de 149 días. Una comparación de tiempos, con lo realizado en el VBR-31H, se puede apreciar en la siguiente gráfica:

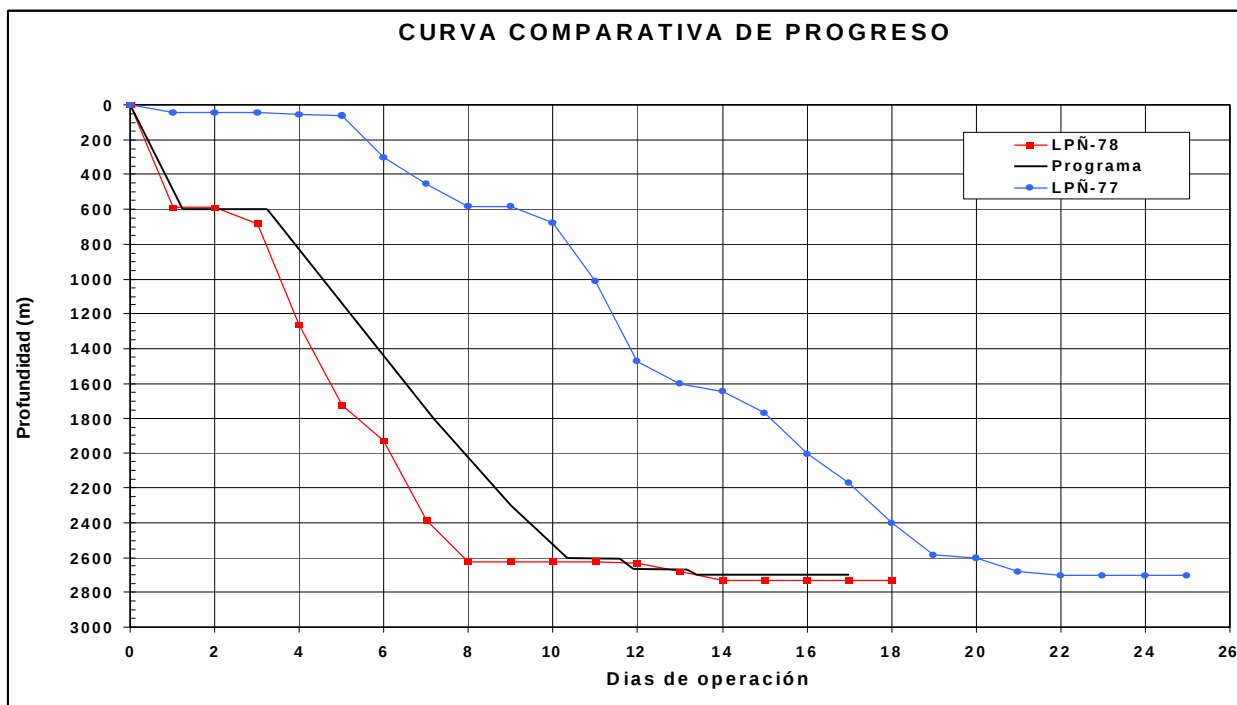


Del mismo modo, se puede comparar los tiempos en el campo Río Grande, entre los pozos RGD-66 y RGD-65D, notándose una diferencia de ocho días para llegar a profundidad final. Es bueno hacer notar que el pozo RGD-66 fue realizado primero y que el pozo RGD-65D necesitó realizar una corrección para cambio de ubicación, luego de analizar los registros una

vez concluido el pozo vertical y realizada una reinterpretación sísmica. En el cuadro a continuación se puede comparar los tiempos:



En el campo La Peña, se nota el mismo efecto en comparación realizada entre los pozos LPÑ-77 y LPÑ-78, siendo este último el más rápido, con una ventaja de siete días al final de la etapa de perforación, como se puede apreciar en el siguiente gráfico:



CONCLUSIONES

Luego de terminado el contrato, se pudo observar que a pesar de los tragos amargos en los primeros pozos, la curva de aprendizaje del equipo de gerenciamiento y principalmente del contratista de perforación fue ajustada, permitiendo mejorar la eficiencia de la operación, bajando los tiempos programados y de pozos anteriores, lo que además se vio reflejado en los costos.

Por esta razón Andina S.A., de acuerdo a contrato, pagó incentivos por ahorros en los pozos realizados.

Como primera experiencia, se pudieron superar los tiempos en pozos anteriores, se utilizó nueva tecnología en trépanos, lodos y registros, cambiando completamente los métodos de trabajo que se observaban en la empresa estatal previamente.

En el rubro de Seguridad Industrial, no se lamentaron accidentes graves durante el desarrollo del proyecto, impartándose a las cuadrillas regularmente cursos y charlas de seguridad en boca de pozo y en campamento.

En lo relativo al cuidado del medio ambiente, se trabajó con tecnología de locación seca, utilizando para este efecto una fosa receptora de líquidos, la que posteriormente fue sometida a proceso de dewatering para separar las fases líquidas y sólidas, realizando tratamiento a los líquidos para echarlos luego al campo y los sólidos fueron neutralizados antes de ser cubiertos dentro de la fosa, quedando la locación sin ningún tipo de contaminante.

En los pozos exploratorios, situados en zonas de selva virgen, se prohibió terminantemente la pesca y caza, además del derribo de árboles.

El proyecto fue terminado dentro de los límites establecidos en el contrato, a satisfacción del cliente y del contratista.