



ITBA - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES

Escuela de Posgrado

Carrera: Especialización en Producción de Petróleo
y Gas

Operaciones de Exploración Offshore
Tecnologías de la información

Alumno: Mauricio Gómez

Profesor: Julio Shiratori

Fecha: Diciembre 2014

Contenido

Introducción	2
Antecedentes.....	4
Un poco de contexto	4
En Argentina: Proyecto Offshore Aurora	6
Proyecto Offshore Malvinas	7
Etapas de Planificación del proyecto	7
El desafío logístico para IT/Comms.....	7
Definición de una estrategia de gestión de las comunicaciones del proyecto	8
Elaboración de un Plan de Reporte Diario de operaciones.....	9
Contratación de enlaces de comunicaciones	10
Montaje de la infraestructura en bases logísticas	11
Montaje de infraestructura IT en buque de perforación	12
Disponibilidad de las comunicaciones y sistemas en las distintas fases.....	13
Sistema de comunicaciones alternativo 100% independiente	14
Ingeniería y montaje de un segundo domo satelital onboard.....	14
Asegurar seguridad de la información	15
Optimizar performance de sistemas y comunicaciones	16
Montaje Sala de Control.....	16
Etapas de Ejecución del proyecto.....	17
Puesta en Marcha	17
Sistema de Posicionamiento Dinámico	18
Monitoreo Submarino.....	19
Adquisición de Datos en Tiempo Real y Supervisión	20
Comunicaciones.....	21
Conclusiones.....	24
Reconocimientos y referencias	25

INTRODUCCIÓN

Las aplicaciones iniciales de las tecnologías de la información en el negocio de exploración y producción de hidrocarburos fueron en los años setenta. El modelado de reservorio y procesamiento sísmico fueron las primeras áreas en beneficiarse. Los procesos por lotes de esos años dieron paso a los procesos online y las interfaces gráficas con la aparición de la computación personal. El surgimiento a fines de los ochenta de las bases de datos comerciales estimuló el desarrollo de todo tipo de aplicaciones de soporte a la industria en la búsqueda de ventajas competitivas.

La adopción de tecnologías de la información en las compañías operadoras y de servicios continúa hoy en expansión, las innovaciones en los últimos años en campos como captura de información *onsite* y la reducción del costo de su transmisión, almacenamiento y procesamiento ha generado un enorme volumen de datos que sirve de caldo de cultivo para el desarrollo de tecnologías de análisis automatizado, minería de datos y pronósticos típicas de otras industrias (como *Retailing* o *Banking*)

Las tecnologías de telesupervisión y control remotos de instalaciones y equipos han sido ampliamente asimiladas en el campo, especialmente en locaciones de difícil acceso, como es el caso de las operaciones *offshore*. Las tecnologías que más rápido han evolucionado en la construcción de pozos son MWD (*Measurement While*

Drilling) y LWD (*Logging While Drilling*) reduciendo en gran medida las discusiones sobre las condiciones de perforación en fondo, que eran objeto de mucho debate entre geólogos y perforadores. El avance de la electrónica, la ciencia de los materiales y la tecnología de las baterías hicieron posibles captura e incluso transmisión de datos en tiempo real.

Actualmente la operación de un campo genera un enorme volumen de datos, lo que no es necesariamente algo bueno para las compañías, sobre todo si no se dispone de procesos, herramientas y personal entrenado para explotarlos y transformarlos en información útil para la toma de decisiones operacionales. Una adecuada planificación y un enfoque integral son necesarios para asegurar la obtención de valor para el negocio.

En nuestro país la penetración de tecnologías de información aplicada a la industria viene con cierto retraso, sin embargo las empresas están empezando preocuparse por un efectivo tratamiento de la información disponible para acompañar la toma de decisiones, no sólo en los niveles gerenciales sino también decisiones operativas, fuertemente soportada por datos.

Este trabajo describe una experiencia de este sentido e intenta aportar sobre los beneficios de un adecuado planeamiento de los aspectos IT en una operación exploratoria, en este caso offshore.

En 2011 se realizó la primera operación exploratoria de aguas profundas en Argentina en la cuenca de Malvinas, uno de los pozos más australes del mundo. Operar en una locación remota lejos de las áreas de tradicionales de operación offshore después de más de 25 años de la última actividad relevante en el área implicó afrontar grandes desafíos, uno no menor fue la escasa disponibilidad de *expertise* y recursos locales. Se trató de un esfuerzo logístico y operacional enorme, abordar todo el proceso en este trabajo no sería posible. Me centraré en los aspectos de tecnología de la información y comunicaciones aplicados, un aspecto que suele tener poco peso relativo, pero que si se planifica o ejecuta deficientemente tiene graves consecuencias.

Las características diferenciales de la operación offshore respecto de las más tradicionales operaciones onshore en el sur argentino demandaron un rediseño de la tecnología y red de comunicaciones, la tecnología de captura y monitoreo información de superficie y subsuelo, la tecnología de interpretación de datos y la tecnología de seguridad lógica, autenticación y acreditación de identidad.

Una de las principales diferencias con proyectos anteriores fue el esfuerzo de planificación necesario. Se dedicaron nueve meses de preparación para esta operación. Se reunió un equipo multidisciplinario y se trabajó sobre un análisis FODA para identificar los factores claves a considerar, luego se elaboraron estrategias, planes y planes de contingencia para los distintos escenarios planteados.

El desarrollo de este trabajo incluye una descripción de estos factores claves, la forma en que abordaron y finalmente los resultados de la experiencia durante la fase ejecución del proyecto.

ANTECEDENTES

Un poco de contexto

Las mediciones direccionales de inclinación y rumbo fueron los primeros datos capturados en fondo con aplicación comercial en exploración y producción fundamentalmente en operaciones *offshore* y pozos direccionales. Eran menos costosas que hacer mediciones con equipos de *wireline* sacando la herramienta del pozo y fueron ganando creciente popularidad. Las mediciones se volvieron más confiables a medida que se fueron superando los desafíos presentados por la tecnología MWD en un entorno agresivo para los componentes electrónicos como es el fondo del pozo. En 1968 se realizó la primera transmisión satelital de datos de perfilaje.

A principio de los ochenta se mejoró la calidad de las mediciones de los parámetros de la formación, basándose en la tecnología previamente desarrollada para *wireline*. Los puntos de extracción de coronas se empezaron a seleccionar con perfiles de resistividad y rayos gamma, pero las limitaciones de estas tecnologías impidieron que LWD empezara a reemplazar el *wireline* hasta fines de los ochenta. Se estaba capturando gran cantidad de datos, que eran inicialmente almacenados en memorias montadas en la herramienta.

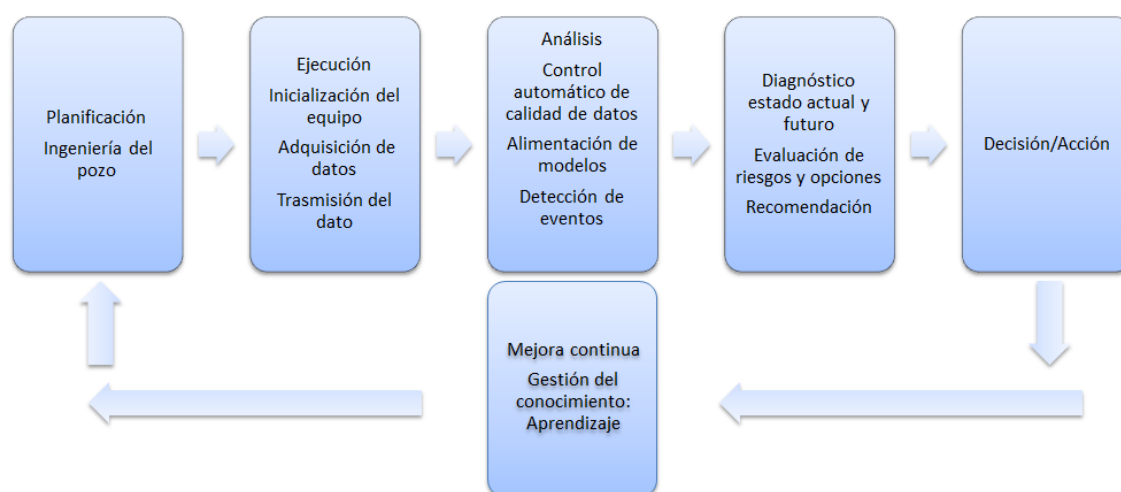
Con la llegada de nuevas innovaciones como la codificación de información mediante pulsos de presión en el fluido de perforación y la aplicación de algoritmos de corrección de errores en los protocolos de comunicación de datos, se posibilitó la adquisición en tiempo casi real de esta información. En poco tiempo se estaba capturando y transmitiendo a superficie perfiles de resistividad de 2 MHz, porosidad neutrón y densidad gamma. Posterior al año 2000 se inició una etapa de expansión rápida del tipo de mediciones disponibles: perfiles acústicos, presión de formación, captura de imágenes y video, etc. Los sensores evolucionaron a arquitecturas modulares en el diseño de ensamblajes de fondo para ofrecer diferentes soluciones y combinaciones a medida.

La tecnología se extendió aún más con la introducción de los sistemas direccionales de rotación continua (*3D rotary-steerable systems*) y nuevos canales de telemetría como el uso de ondas electromagnéticas. Como resultado, el nuevo desafío sería poder explotar el flujo constante de datos que empezó a acumularse y convertirlo primero en información útil para la toma de decisiones operativas y luego en conocimiento aplicable y transferible.

Como un fenómeno paralelo se produjo una rápida evolución de las tecnologías de la información. Aumentó exponencialmente la capacidad de cómputo y de almacenamiento de datos a la vez que bajaron los costos. A esto se suma el advenimiento las comunicaciones modernas, el abaratamiento de los enlaces de comunicación y la tecnología de fibra óptica. Aumentó la confiabilidad de los enlaces, se redujo la latencia (asociada al tiempo de reacción) y aumentó del ancho de banda disponible para datos. El flujo de datos en tiempo real se extendió desde las plataformas e instalaciones móviles en campo, con capacidades limitadas, a centros de procesamiento de datos en oficinas centrales, con gran capacidad de procesamiento, integración y almacenamiento. En 2001 era posible monitorear en tiempo real bombas electro sumergibles. En 2003 se realizó la primera cementación remota en Noruega y en 2006 se introdujo el control de las fracturas hidráulicas en tiempo real.

Con la llegada del nuevo milenio surgen los Centros de Operaciones en Tiempo Real como un intento de aprovechar los beneficios potenciales en la toma de decisiones operacionales para prevención/mitigación de riesgos y la optimización de la eficiencia del trépano. También se busca mejorar la comunicación en los distintos niveles de la organización y optimizar el uso del tiempo de los profesionales más experimentados, que se convierten un recurso escaso a medida que aumenta la complejidad de las operaciones. En las salas de operaciones en tiempo real esto se logra ubicando el conocimiento experto en una locación central de monitoreo, integrando especialistas de diferentes áreas con facilidad, potenciando el trabajo en equipo, la transferencia de conocimiento y el entrenamiento a partir de simulaciones y simulacros.

En estos centros la información es consolidada e integrada con el resto de la información que llega de la operación. Los datos son procesados y visualizados en forma gráfica para facilitar su agrupación y aumentar su significancia de manera de potenciar la detección de eventos y reconocer el estado actual de una operación o la maniobra en curso. Al detectar un evento o problema en forma temprana se puede hacer un análisis de causa raíz para identificar el escenario más probable y un experto puede recomendar una estrategia de acción a abordar inmediatamente o a futuro.



Operaciones en tiempo real: del Dato a la Acción

Existe consenso en cuanto a las bondades de la integración de tecnologías de monitoreo y control en tiempo real de operaciones, especialmente en las costosas operaciones offshore. Además se han realizado inversiones significativas en este campo, sin embargo, la creación de centros de operaciones de tiempo real no ha tenido el impacto y la expansión que se podría anticipar. A medida que surgen servicios asociados a estas implementaciones surgen aspectos como seguridad, confidencialidad y propiedad de la información, nivelación de tecnologías IT/COMS existentes, dimensionamiento de la infraestructura, escases de recursos con la especialidad técnica necesaria y problemas de modelado y planificación. Un enfoque integral y multidisciplinario es necesario tanto como una visión de largo plazo.

En 2009, el Grupo de interés Técnico de la SPE en Optimización en Tiempo Real hizo una encuesta en la industria, incluyendo compañías internacionales, operadores y consultores para investigar el progreso de la industria en la optimización a través de la implementación de centros de procesamiento de datos operativos en tiempo real. Esta encuesta identificó barreras para la adopción de esta herramienta en

diferentes campos, desde adquisición de datos a la toma de decisiones y ejecución de la acción de respuesta en la locación.

La tecnología sigue despertando interés y se continúa trabajando para identificar los obstáculos y aplicar los procesos de mejora continua para superar las barreras y obtener finalmente los beneficios buscados.

En Argentina: Proyecto Offshore Aurora

En Septiembre de 2006, Enarsa, Enap Sipetrol Argentina e YPF firmaron un acuerdo para explorar, desarrollar y explotar los yacimientos de hidrocarburos en la plataforma continental argentina costas de las cuencas Golfo San Jorge y luego el Estrecho de Magallanes.

Desde Septiembre hasta mediados de Diciembre, el puerto de Comodoro Rivadavia fue el centro de operaciones de la plataforma offshore Ocean Scepter, ubicada a 62 kilómetros de la costa. En la segunda etapa tomaron más protagonismo los puertos de Caleta Olivia y Puerto Deseado.

En Septiembre 2008 la estructura del tipo *Jack Up* fue arrastrada por remolcadores que la situaron a unas dos millas de la costa, frente al puerto Caleta Paula. El buque de transporte "Talismán" tuvo que hundirse parcialmente para liberarla. Sus tres torres descendieron hasta el lecho marino y el cuerpo principal fue elevándose lentamente hasta quedar a siete metros sobre el nivel del mar.



Jack Up Ocean Scepter

El proyecto "Aurora" contempló la perforación en el golfo de un total de cuatro pozos en aguas someras (entre 50 y 290 metros de profundidad de agua) y hasta 2.500 mts de profundidad total, en un radio de 13 kilómetros y a unos 45 kilómetros de la línea de costa. El objetivo principal fue identificar la potencialidad del área como productora de hidrocarburos.

La infraestructura de tecnologías de la información y comunicación para esta operación fue provista en forma distribuida en Comodoro Rivadavia, Buenos Aires y Madrid. En esta experiencia previa al proyecto Malvinas la compañía abordó por primera vez dentro del proyecto de exploración offshore el aspecto de las tecnologías de la información y comunicación como parte integral del proyecto de negocio. El antecedente de una campaña offshore para la compañía fue a fines de la década de los setenta, con la plataforma General Enrique Mosconi. Para el proyecto Aurora se montó por primera vez en la compañía una sala remota de monitoreo de operación en tiempo real en la sede central.

Como lecciones aprendidas del proyecto Aurora se identifica la necesidad de esquemas de alta disponibilidad de todos los sistemas, la redundancia de los servidores de autenticación de red en la embarcación y la sincronización de los sistemas de archivos online con la oficina central como proceso de fondo. También se destaca el valor de la sala en tiempo real como instrumento de monitoreo y soporte. Una parte importante del equipamiento informático y sobre todo la experiencia adquirida, se recapitalizaron luego en el más complejo y ambicioso proyecto Malvinas.

PROYECTO OFFSHORE MALVINAS

ETAPA DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Uno de los aspectos críticos de esta etapa es la alta incertidumbre del proceso de selección del equipo de perforación. La ventana de disponibilidad del *drillship* fue el factor determinante para el inicio del proyecto, con lo que todo el proyecto quedó a merced de constantes cambios de fecha de inicio de la movilización. Trabajar con fechas flotantes también dificultó los procesos de planificación y abastecimiento de los servicios de infraestructura de comunicaciones que debieron adaptarse al dinamismo propio de la operación. En general en los proyectos offshore el equipo es siempre el factor determinante porque las horas de equipo son responsables de la mayor parte del costo de toda la operación.

Este tipo de proyectos se suelen mantener confidencial inicialmente, reduciendo el margen de tiempo para las contrataciones y complicando el proceso de planificación y aprovisionamiento de servicios y materiales. Por las características únicas de los requisitos técnicos, temporales y de la locación se tuvieron que elaborar contratos específicos para el proyecto.

El desafío logístico para IT/Comms

La locación es remota, incluso para Argentina. Esto tiene un impacto importante en la implementación de los servicios de comunicaciones y soporte IT necesarios. Se diseñó la solución para brindar a la infraestructura autonomía y minimizar la dependencia que el equipo perforador tiene de los servicios de las bases logísticas.

El bloque de concesión pertenece a la cuenca Malvinas en la plataforma continental argentina, al sur oeste de las islas Malvinas. El bloque esta fuera de las denominadas áreas de exclusión británicas a una hora y media de helicóptero de la base logística de Rio Grande, Ushuaia.



La captura de datos e información para el proyecto inició mucho antes de arrancar la operación, con la colocación previa de una boya meteorológica con capacidad de

transmisión de datos en el mar. La boya tomó mediciones de mareas, oleaje, corrientes, temperatura y viento en la locación durante un año, esos datos son determinantes para seleccionar el tipo de equipamiento y servicios que necesitamos contratar para el proyecto. Esta información sería aplicada en la fase de planificación para identificar y minimizar riesgos.

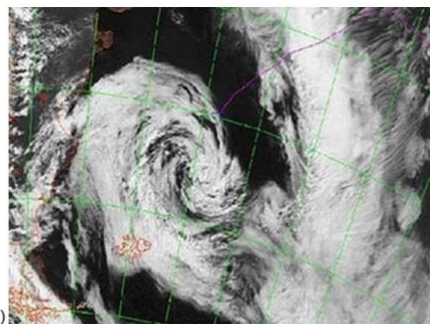


Instalación de la boya meteorológica

Malvinas vs. Other Regions in the World
(Extreme values, 100-yr return period)

Parameter		Malvinas	GoM	North Sea	West Africa	Asia
Wave height (significant)	m	15.8	14.0	16.5	4.5	6.3
Wave period (peak)	s	22.9	13.8 ~ 18.5	17.0 ~ 19.0	14.9 ~ 18.8	13.1
Wind (1-hr average)	m/s	30.9 from W	45.2	37.7	22.6	19.0
Total current	m/s	1.93 towards E	2.24	1.80	2.00	1.46

- 3 icebergs reported in the last 9 years
- 250~700 m x 100 m x 40~80 m height (above the sea level)
 - Travelling speed: approx. 2 km/h



Información capturada por la sonda meteorológica en locación

Definición de una estrategia de gestión de las comunicaciones del proyecto

Se debe entender que la entrega a tiempo de la información necesaria en cada fase y la claridad de su presentación son factores fundamentales para su efectividad.

La estrategia para el manejo de la información define una aproximación general que el proyecto pretende adoptar respecto a la gestión de información. La información generada por este tipo de proyectos debe ser tratada como un activo al que se debe proteger y optimizar.

Estrategia para la información no estructurada:

- Se establecen procedimientos para la gestión de la información no estructurada, se define el circuito de seguridad para autorizar y controlar el acceso a los discos departamentales.
- Se definen los criterios de organización y requisitos de administración para la documentación. Los archivos se deben almacenar de forma estructurada para facilitar el acceso en todo momento a manuales operativos y otra información del proyecto.
- Se creó un mecanismo de sincronización automática *offline* de una estructura de directorios entre el buque y el centro de procesamiento de datos. Esta técnica permite desacoplar la copia de archivos obteniendo performance y

disponibilidad mientras se optimiza el uso del ancho de banda, que es limitado.

Estrategia para la información estructurada:

- Se definió que la información estructurada se administrará en forma distribuida con la herramienta de software OpenWells ®, usada para el registro y transmisión diaria de las operaciones.
- Se implementa un circuito de seguridad para autorizar el acceso a los sistemas.
- Se modela el flujo de información buque-oficina para asegurar que todas las interfaces y todos los interesados son tenidos en cuenta.
- Se definen y documentan los actores y sus responsabilidades, los flujos y la especificación de reportes diarios de perforación, reporte diario de costos y otros reportes adicionales de generación diaria.

Los aspectos de gestión de la información fueron sometidos a un *Technical Review* durante la fase de conceptualización en 2010, y atravesaron el proceso de aprobación correspondiente.

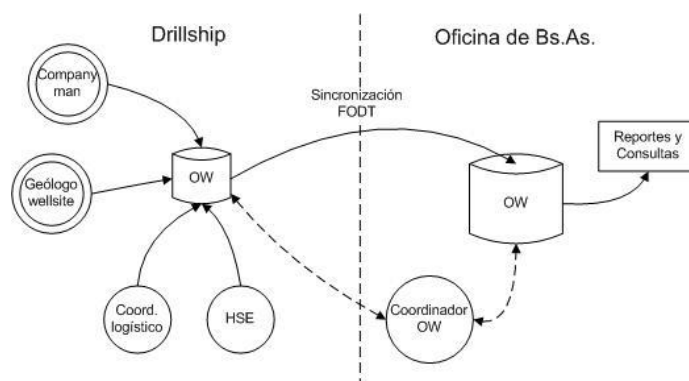
Un *Technical Review* es un hito del ciclo de vida de proyecto que usualmente habilita el avance en las distintas fases de desarrollo del proyecto. Se trata de un proceso de revisión estructurada con el objetivo de encontrar y solucionar defectos realizado usualmente entre pares. En el caso de este proyecto las *Technical Reviews* fueron conducidas por los especialistas de exploración offshore de Repsol en Madrid.

Elaboración de un Plan de Reporte Diario de operaciones

El plan de comunicaciones contiene los lineamientos para asegurar la comunicación dinámica y eficiente, que resulten en la interacción productiva de los participantes de un proyecto exploratorio. Toda la información relevante del proyecto antes, durante y después de la ejecución operativa debe llegar a todas las partes interesadas de manera sistemática y efectiva.

Se estableció una metodología para la gestión interna, que incluye la definición de plantillas para los documentos de seguimiento del proyecto, reuniones del equipo del proyecto, conferencias telefónicas y correo electrónico. Esta metodología formalizó la frecuencia de la comunicación, los emisores y receptores de reportes para cada etapa del proyecto diferenciando los informes preoperativos, operativos y postoperativos.

Se modeló con especial cuidado el procedimiento para gestión diaria de novedades durante la operación. Este flujo diario de información es fundamental para la gestión, control diario y toma de decisiones operativas de este tipo de operaciones.



Esquema de flujo de transmisión de datos Rig-Oficina

El sistema utilizado para el registro diario de la operación OpenWells® requirió una fuerte configuración a medida para ajustarse a las necesidades operativas y particularidades del proyecto y del personal involucrado.

Contratación de enlaces de comunicaciones

En la selección de solución de comunicaciones a implementar se consideró la infraestructura preexistente en el buque de perforación buscando optimizar el uso de recursos y el espacio disponible a bordo.

Se establecieron objetivos para cada tipo de servicio de datos en términos de parámetros de calidad de servicios. El servicio más exigente en términos de latencia y disponibilidad es el servicio de datos que soporta los procesos de monitoreo en tiempo real de operaciones. La latencia es el tiempo de demora que introduce el enlace en la comunicación, que deja de ser instantánea por los saltos de la señal entre el satélite y los telepuertos en tierra.



Arquitectura de enlace satelital

La información es canalizada a un enlace satelital de un 1MB simétrico disponible desde la adquisición del *Drillship* en Rio de Janeiro hasta el fin de la operación. El proveedor contratado provee el enlace de retorno desde el telepuerto en Houston a las oficinas centrales del operador. El salto satelital baja en el telepuerto de Moutainside de allí el segmento de datos RTO (*Real Time Operation*) es derivado a la base de control del proveedor en Aberdeen. Los datos corporativos que incluyen voz y datos son conducidos por un enlace MPLS de alta velocidad al telepuerto de Macae, Brasil y desde allí se contrató un segmento adicional para extender la red del proveedor hasta Bs As, en el Centro de Procesamiento de Datos de la compañía.

En caso de contingencia se activa un enlace virtual entre Houston y Argentina que está disponible en todo momento en forma redundante. El enlace virtual permite mantener la comunicación de datos con el drillship, usando Internet como medio de

transmisión. Este tipo de enlace por su naturaleza no garantiza calidad de servicio. No es confiable.

Montaje de la infraestructura en bases logísticas

Se equipó con microinformática y comunicaciones las tres bases logísticas del proyecto.

Base Aeropuerto de Río Grande, Ushuaia

Oficina de coordinación de vuelos y base logística más cercana. En esta base el proveedor del servicio de comunicaciones estaciona un técnico de comunicaciones, que estará disponible durante la operación para ser embarcado en un helicóptero y resolver una eventual crisis de comunicaciones, este servicio de respuesta rápida se activa a pedido del responsable del proyecto.



Vista aérea aeropuerto Río Grande, Base logística Ushuaia

Base Puerto de Comodoro Rivadavia, Chubut

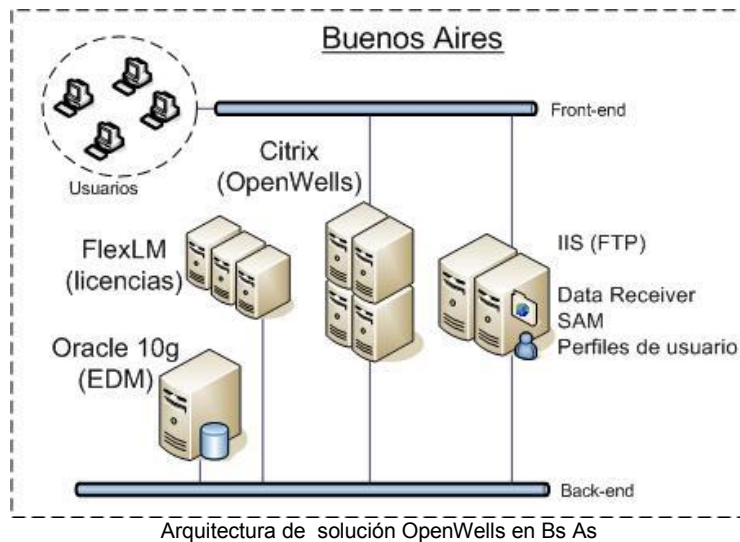
El almacén es la base logística principal de abastecimiento de las operaciones con los barcos de abastecimiento. En esta base se estaciona un técnico de soporte *offshore*, que estará disponible durante la operación para reemplazar al técnico de soporte embarcado.



Vista aérea base logística Malvinas en Comodoro Rivadavia

Oficina Central / Centro de Procesamiento de Datos: Madero - Bs As

La infraestructura central fue la primera en montarse. Se diseñó una arquitectura escalable para la implementación de la plataforma de software EDM/Openwells exclusiva para operaciones *offshore* en las oficinas de Bs.As. La aplicación se puede acceder externamente vía internet usando tecnología Citrix ® de virtualización.



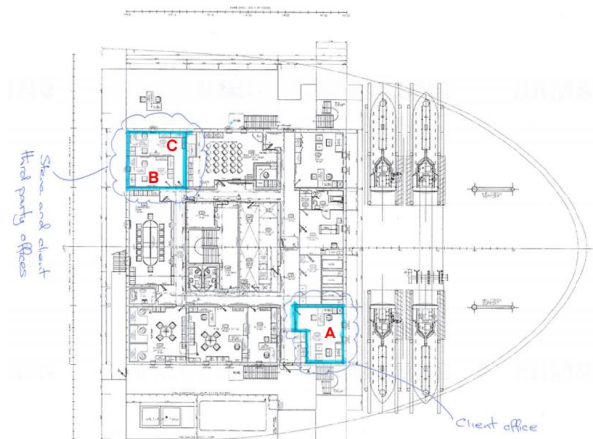
Montaje de infraestructura IT en buque de perforación



Instalaciones en el Buque

Se equiparon tres oficinas destinadas al cliente en el buque. En estas oficinas se prepararon los puestos de trabajos de los Company Man, el consejero HSEQ, el geólogo wellsite, el coordinador Logístico y el ingeniero de perforación wellsite. Además se prestó infraestructura y servicios de comunicaciones a terceras partes.

Además se extendió los servicios acceso a Internet y telefonía IP corporativa a los Contenedores de Servicios utilizando la red de fibra óptica de la nave: Wireline, GeoService y MWD/LWD.



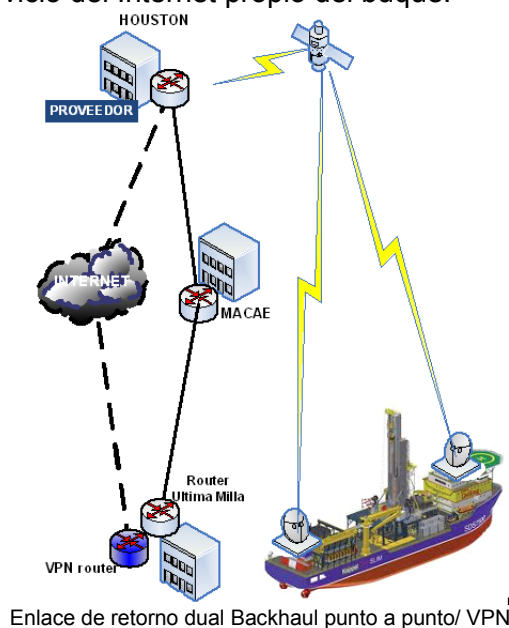
Se definen redes lógicas separadas para separar los distintos tipos de servicios de red para el operador y para terceras partes, se separa claramente la infraestructura administrada por operador de la infraestructura administrada por el proveedor. La seguridad lógica de la información fue una preocupación en todos los aspectos del proyecto. Se debe adecuar las conexiones eléctricas de todos los equipos para adaptarlas a las normas y estándar en uso en el buque.

Disponibilidad de las comunicaciones y sistemas en las distintas fases

El principal requisito para los servicios de Tecnologías de la Información en una operación de esta naturaleza es asegurar la disponibilidad de los sistemas en todo momento. Lo inaccesible de la locación y los requerimientos de seguridad involucrados convierten a las comunicaciones en un factor crítico, especialmente esto es válido para los servicios de telefonía y monitoreo de operaciones en tiempo real.

Una disponibilidad del 99% de los servicios IT/Comms en una operación tan corta (40 días) no deja mucho margen de error. En el escenario planteado este objetivo implica asegurar un piso de 950 horas de disponibilidad de 960 horas en total. Para lograrlo se contrata una solución redundante con un escenario principal diseñado para obtener performance y un escenario de backup diseñado para ser robusto. El cambio de configuración ocurre automáticamente ante un problema del enlace principal.

El escenario de backup consiste en una solución basada en internet y construida enteramente sobre los routers de la compañía. El proveedor en este caso sólo deberá proveer conectividad de Internet, en el peor escenario esta solución puede descansar sobre el servicio del Internet propio del buque.



Respecto de la disponibilidad de la infraestructura IT a bordo del buque se montan *routers* y *switches* duplicados. También se duplican los servidores de aplicación, gestión de licencias y bases de datos. Se instala una UPS (sistema de energía ininterrumpida) con un banco de baterías de gel adicional adecuados para transportar por helicóptero y para instalar en una embarcación.

Se opta por instalar PC de escritorios de formato pequeño para mejorar la confiabilidad de los equipos. Se provee de notebooks totalmente configuradas con la imagen de las terminales del buque como contingencia.

Los dispositivos de telefonía IP son respaldados por teléfonos analógicos (usando la PBX de Stena Drillmax) y dos móviles satelitales Iridium para contingencias son entregados a personal clave de la compañía. Además se configuran todas las notebook para funcionar como dispositivos de voz por IP.

Sistema de comunicaciones alternativo 100% independiente

Durante el análisis de riesgo inicial se identifica a la contingencia climática como el riesgo con mayor probabilidad e impacto potencial, siendo la capacidad de gestionarlo muy baja. Como medida de mitigación se reforzaron las medidas para asegurar la continuidad de las comunicaciones.

Ante un escenario de falla completa de la solución satelital contratada se preparó un esquema de comunicaciones de contingencia totalmente independiente con un segundo proveedor, basado en una sistema satelital portátil BGAN montado en un domo autororientable. El ancho de banda de esta solución es menor. Su confiabilidad por razones de diseño también es menor, si bien el sistema de posicionamiento dinámico del buque le otorga una gran estabilidad a la cubierta, estas antenas no son autoestabilizadas.



Antenas BGAN

Las antenas BGAN no fueron embarcadas, fueron probadas y se dejaron configuradas y disponibles en la base logística para embarcarse en caso de necesidad.

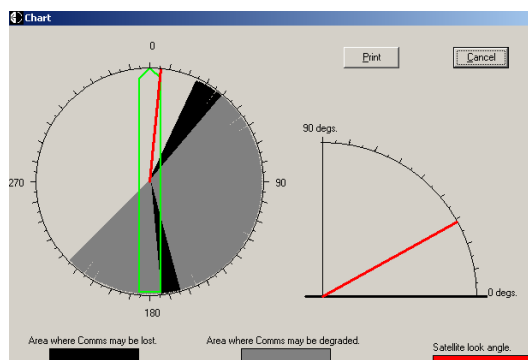
Ingeniería y montaje de un segundo domo satelital *onboard*

Se determina la necesidad de equipar al buque de perforación con una segunda antena satelital para asegurar una disponibilidad del 99% del enlace de comunicaciones durante toda la operación.

El equipo original con una sola antena en proa se desempeñó correctamente en Brasil. En las latitudes tropicales de la costa de Brasil la antena tiene visibilidad permanente del satélite en órbita geoestacionaria sobre el Ecuador.

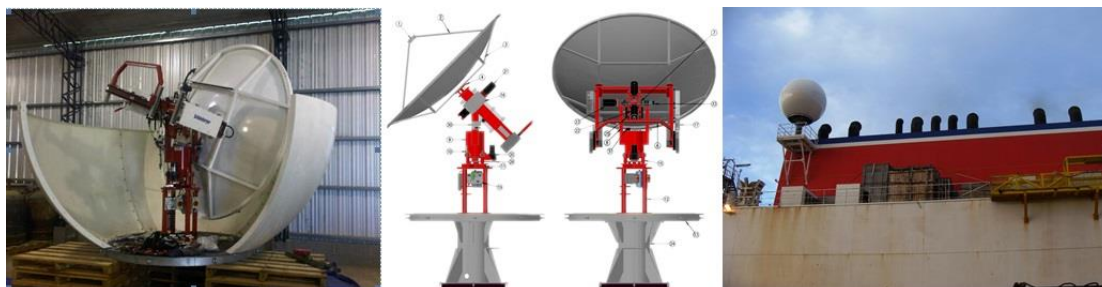
En la latitud de las operaciones en Malvinas el ángulo de inclinación necesario para orientar la antena es demasiado bajo, cualquier objeto que se interponga entre el satélite y la antena interrumpe el enlace. De la información de corrientes predominantes en el área se concluye que la orientación más segura de la

embarcación coincide con el doble mástil de perforación, en la parte central del buque, interrumpiendo la visibilidad de la antena.



Análisis de visibilidad del satélite

Se realiza la ingeniería para ubicar un segundo pedestal en popa para sortear este impedimento y se extiende la red de fibra óptica, ambas antenas se configuran para trabajar en forma dual, automáticamente intercambiando cuando se pierde la señal. El equipo adicional se importa y se ensambla en el puerto de Comodoro Rivadavia previo al arribo del buque. Durante su breve estadía en Comodoro Rivadavia es trasladado al equipo en un buque de apoyo, montado el domo en el pedestal recién construido y se realizan las pruebas para garantizar el funcionamiento.



Segundo domo satelital, terminal VSAT Spacetrack 4500

Asegurar seguridad de la información

La información técnica importante debe ser adecuadamente clasificada en cada etapa del proyecto, de manera que se pueda identificar su frecuencia de actualización, el costo de captura y los requerimientos de gestión asociados. La importancia de los medios de almacenamiento utilizados exige la máxima atención y cuidado, no sólo por el alto valor de la información resguardada sino porque, en muchas ocasiones, la información no puede ser adquirida nuevamente.

Se hizo de la seguridad de la información una prioridad para este proyecto desde el momento de la planificación y durante todo el ciclo VCDE (Visualización, Conceptualización, Definición y Ejecución). Toda la información no estructurada, principalmente documentación digital, se almacenó en repositorios seguros. También se aseguraron el acceso y la distribución de la documentación de las diferentes revisiones técnicas que atravesó el proyecto.

Se incorporó nuevas versiones, más seguras, del software de planificación de operaciones, ingeniería de perforación y diseño de la terminación. Se modificó la arquitectura del software de diseño para virtualizar el acceso y mejorar el control.

Todos los datos de diseño del pozo se almacenaron una base de datos centralizada de ingeniería.

Se configuraron los *routers* para que el tráfico sea encriptado en cada extremo del enlace durante la operación. El acceso a Internet onboard fue dirigido a través de los firewalls corporativos. Se utilizó telefonía IP (por la red corporativa) usando un canal de datos privado, la telefonía analógica que utiliza la red pública se activaría solo como contingencia.

Se implementaron circuitos de autorización y seguridad para acceder a los sistemas y documentación en repositorios correspondientes. Los discos de la notebooks fueron todos encriptados, también los correos electrónicos que se intercambian con los socios de la UTE.

Optimizar performance de sistemas y comunicaciones

Se definieron primeramente los parámetros de calidad de servicio que se incluirán en los contratos de comunicaciones.

El servicio principal consistía en un enlace dedicado punto a punto de un *megabit* de ancho de banda desde el telepuerto de Mountainside USA usando el Spine Network del proveedor y contratando la última milla hasta Bs As con un enlace MPLS dedicado. Este último tramo se debió contratar aparte porque el proveedor no tenía telepuerto en Bs As.

Se establecen los siguientes parámetros de Calidad de Servicio (QoS) esperados en el pliego técnico de la contratación de servicio:

- Disponibilidad del canal de comunicaciones del 99%
- Latencia del canal de comunicaciones menor o igual a 900 ms

Se configura en todos los routers del enlace de retorno una política de calidad de servicio unificada para diferenciar los distintos tipos de tráfico y establecer prioridades que garantizan la calidad de los servicios críticos.

Montaje Sala de Control

El monitoreo en tiempo real de las operaciones y posicionamiento para el pozo se realizó desde las oficinas centrales de la compañía. En la fase de preparación se diseñó y construyó una sala para Operaciones en Tiempo Real para supervisar las operaciones clave de este proyecto.



Sala RTO en Oficinas Centrales

La tecnología utilizada está bastante extendida en la industria, sin embargo sigue siendo todo un desafío capturar sus beneficios y darle a las herramienta un uso proactivo para mitigar y prevenir problemas operativos. El servicio de monitoreo fue contratado a una empresa de servicios con expertise específico en este tipo de tareas, en el país no hay disponibilidad de profesionales con esta especialización. El

volumen de datos que se genera es complicado de administrar y analizar, la tarea requiere experiencia y preparación técnica.

Existen empresas especializadas que diseñan y construyen salas a medida de monitoreo y control en tiempo real de operaciones con características ergonómicas y arquitectónicas específicas para potenciar el trabajo en equipo, incluyendo lo más avanzado en tecnología de hardware y software. Sin embargo en este caso la compañía optó por una configuración más sencilla focalizada en la obtención de valor, en medir el pulso de las operaciones y reducir las incertidumbres planteadas. Esta experiencia fue efectiva también en términos de costos y posteriormente sirvió de palanca para impulsar la construcción de una sala a mayor escala operaciones onshore.

La construcción de una sala de control para el resto de las operaciones críticas fue posterior al proyecto. El alcance de la iniciativa fue monitorear los 22 equipos de perforación onshore trabajando en el activo Loma Campana y otros activos no convencionales que se encuentran en pleno desarrollo en la provincia del Neuquén. La telesupervisión ha avanzado sustancialmente en la compañía, que además incorporó más tecnología a su centro de procesamiento de datos, impulsando ambos factores un crecimiento exponencial de la información capturada en campo, esto está generando una necesidad crítica de tecnologías de visualización y análisis.

ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Puesta en Marcha

Un buque especialmente construido para las condiciones del Mar del Norte fue recibido en Brasil luego de terminar una operación en la costa para el operador anterior. De acuerdo al plan, se envió personal IT a Rio de Janeiro a partir de la recepción del buque y la transferencia del control al nuevo operador para una inspección inicial de la infraestructura informática, de red y de comunicaciones. Se montaron los servicios de comunicaciones básicos con una solución basada internet y conectividad VPN para el personal del operador, este servicio se prestó sin inconvenientes durante toda la fase de tránsito hacia aguas argentinas rumbo a la base logística de Comodoro Rivadavia.

El buque fue equipado por completo en un lapso de tres días y medio en el puerto Comodoro Rivadavia a través de dos barcos de abastecimiento y dos helicópteros para transporte de personal. Como referencia, para la operación de Aurora con una plataforma del tipo *Jack Up* y cuatro pozos perforados se requirieron ocho días de alistamiento en el puerto de Caleta Paula.

Se puso mucho énfasis en planificación de la logística. La revisión de la certificación de todos equipos y materiales se hizo con la suficiente anticipación. Se trabajó luego en el correcto alistamiento de materiales y herramientas en el almacén del operador en el puerto de abastecimiento. Se preparó y revisó la documentación para evitar demoras administrativas en puertos y aduana. También se hizo un esfuerzo de optimización de la secuencia de descarga y carga.

El personal IT y los equipos críticos (servidores, hardware de comunicaciones) y se enviaron por helicóptero y el resto de los suministros se prepararon en un *container* que el equipo de logística se encargaría de trasladar al buque.

Se realizó un operativo para movilizar los entornos productivos previamente preparados en la base de Comodoro Rivadavia. El operativo se realizó con éxito y los entornos se instalaron y quedaron online en un lapso de cuatro horas. Se equipó y configuró toda la infraestructura IT a bordo del buque en tres días, incluyendo las oficinas del cliente, terceras partes, contenedores de empresas de servicio y sala de reuniones. Se montó una nueva antena de comunicaciones VSAT en banda C diseñada para este entorno con su correspondiente pedestal y domo de protección de cuatro metros de altura y 2 de diámetro. Se realizaron las pruebas del sistema dual y del tendido de fibra óptica. Se instaló y configuró los servicios de comunicaciones para terceras partes en los contenedores de las empresas de servicio. Finalmente se montó y configuró el dispositivo encargado de coleccionar la información que las herramientas de perforación miden en tiempo real y permitir su transmisión por el canal de datos correspondiente.

Una restricción habitual en operaciones *offshore*, que se debió enfrentar también en este proyecto, es la limitación de la capacidad de personal embarcado o *POB* (*people on board*). Para montar equipos de IT se dispuso de sólo una plaza y todo se tuvo que resolver con un único técnico que debía ser capaz de ejecutar un gran rango de tareas, desde configurar un software de propósito específico hasta realizar el tendido de fibra óptica. Se resolvió planificando una secuencia de trabajo precisa: la primer tarea fue levantar un enlace de voz provisional y luego el técnico trabajó con asistencia remota de expertos en cada área, montando la infraestructura en niveles de abajo hacia arriba (servicios de red, *hardware* y *software*) y en cada nivel ejecutando un protocolo de instalación, puesta en marcha, prueba y finalmente transferencia al usuario final.

Al finalizar la etapa de carga se inició el tránsito a locación con todos los servicios online. Durante la etapa operativa los sistemas se desempeñaron dentro de los parámetros esperados.

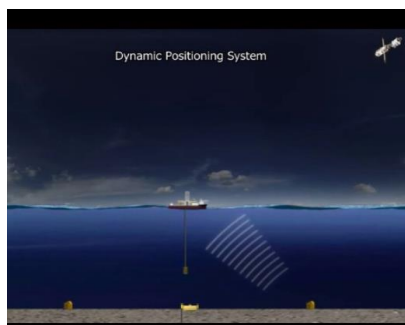
Sistema de Posicionamiento Dinámico

En aguas profundas no es deseable, ni posible, anclar el barco. Es el sistema de posicionamiento dinámico quien mantiene la embarcación en una ubicación fija (o un rumbo predeterminado) en forma muy precisa contra las fuerzas del viento, olas, marea y corrientes marinas usando un sistema de propulsión de alta maniobrabilidad con múltiples hélices, timones e impulsores en diferentes combinaciones.

El posicionamiento de la embarcación en las coordenadas del pozo con exactitud es un momento clave de la operación que es monitoreado en tiempo real desde la sala de control. La precisa ubicación del buque en las coordenadas definidas fue un aspecto importante para la minimización de riesgos del pozo asociados a la presencia prevista de hidratos de gas, gas somero y zonas fracturadas por fallas de desplazamiento de rumbo.

Los sistemas de posicionamiento dinámico del buque cumplen con el estándar DP3 que exige la mayor redundancia de todos los sistemas. Se integra información de varios sensores de posición: GPS diferencial, acelerómetros, sensores de movimiento, sensores de viento y sonares ubicados en el fondo del mar. Estas fuentes alimentan datos en tiempo real a un sistema de control que integra y procesa la información. El sistema de control es un software que contiene un modelo matemático de la nave y procesa la información del arrastre de la corriente y la posición actual de los impulsores combinándola con lo registrado por los sensores de posición y permite al programa calcular el ángulo del timón y la potencia que

debe entregar cada impulsor. Al accionar los motores, se compensa dinámicamente los efectos combinados que tienden a sacar de posición o desestabilizar el buque.



DPS hidrófonos submarinos y GPS digitales



Propelas reorientables

El sistema de posicionamiento dinámico para operaciones en aguas profundas se vuelve cada vez sofisticado. Sin embargo, a pesar de la tecnología disponible, una desconexión de emergencia puede ocurrir en cualquier momento. El procedimiento para la secuencia de desconexión de emergencia es una herramienta fundamental para minimizar el daño potencial de una eventual desconexión. En este pozo el riesgo de contingencia climático fue la principal amenaza de desconexión. Si bien se produjeron tormentas las condiciones se mantuvieron dentro del rango de operación.

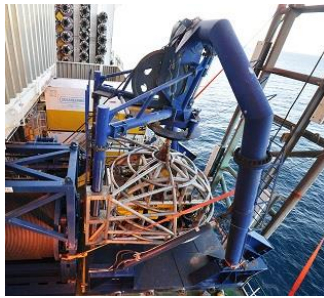
Monitoreo Submarino

Se utilizan robots submarinos de alta maniobrabilidad llamados ROVs, *Remote Operated Vehicles*, para monitoreo y operación remota de la BOP. Están equipados con cámaras de TV color, luces, sonar, sensor de profundidad y brazos mecánicos de accionamiento hidráulico. Su funcionalidad se puede extender con diversos sensores para recoger información como magnetómetros y ecómetros, herramientas de corte e instrumentos de medición de claridad, temperatura y densidad del agua, velocidad del sonido o penetración de la luz.

El control del ROV está a cargo de personal especializado que incluye un supervisor y técnicos eléctricos y mecánicos trabajando por turnos. Durante la operación se utilizan dos vehículos que pueden ser bajados e izados en una jaula con un sistema especial llamado TMS, *Tether Management System*. El ROV es controlado por un piloto a bordo de la embarcación remotamente y transmite video en tiempo real al buque a través de un enlace físico o cordón umbilical. El enlace es un cable de alta resistencia, contiene conductores eléctricos y de fibra óptica que proveen energía eléctrica, video y señales de datos en forma bidireccional entre el buque y el TMS/ROV. El video capturado en el buque es convertido a un formato comprimido y luego retransmitido a la sala de control en las oficinas centrales.

La energía eléctrica que recibe el ROV es utilizada para accionar los diferentes sistemas, incluyendo un motor eléctrico conectado a una bomba hidráulica para los accionamientos mecánicos y la propulsión del vehículo. Los sistemas hidráulicos son más sencillos de utilizar bajo el mar para proveer fuerza y torque que los motores eléctricos.

La retroalimentación visual en superficie permite operar las esclusas con los accionamientos robotizados del ROV y monitorear visualmente los sensores en el equipamiento de fondo.



ROV en cubierta del drillship



Toma de BOP capturada por un ROV



Contacto con el fondo marino

Adquisición de Datos en Tiempo Real y Supervisión

Se trata de un buque de última generación y los todos equipos incluyen la más moderna tecnología. Desde avanzado software de perforación automatizada o asistida, gran cantidad de sistemas de control basados en PLC, sistemas de estabilización de la columna, robots de boca de pozo, sistemas automáticos de estiba de barras de sondeo y rampas mecanizadas, todos estos sistemas están monitoreados y pueden controlarse remotamente desde la cabina de perforación.

Los instrumentos incluidos en el conjunto de fondo también adquieren datos mientras avanza la perforación. Se utiliza una herramienta MWD para registrar dirección e inclinación y una herramienta LWD con sensores de rayos gamma, resistividad y presión anular (APWD). En las secciones más profundas del pozo se suman perfiles neutrón, densidad y sónico DT. Las herramientas de fondo envían una señal a través de pulsos de presión en el lodo de perforación que es procesada y enviada a un dispositivo de control que también es alimentado por los sensores adicionales de superficie que miden entre otras cosas profundidad del trépano, presión en las líneas, peso en el gacho, altura del aparejo, volumen en las piletas, etc.

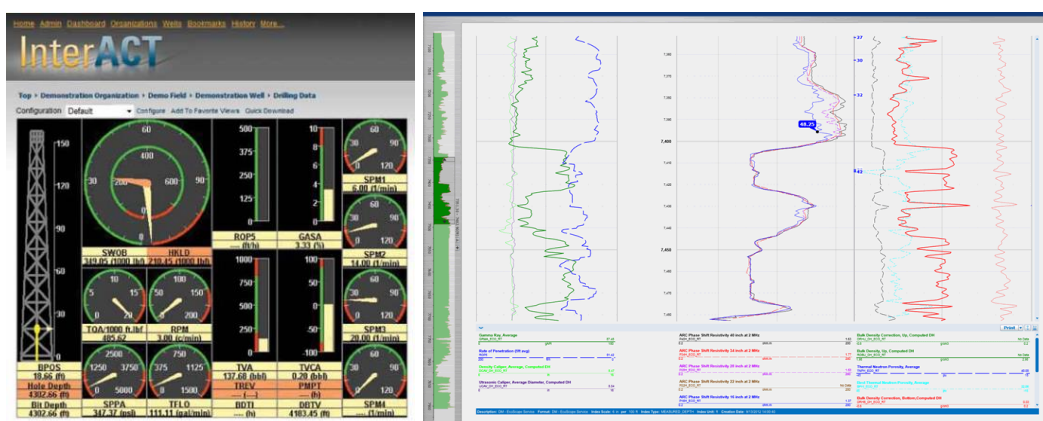
Los sensores utilizados no tienen mucha variación respecto de los usados en la perforación onshore excepto que en general tienen más redundancia por la dificultad adicional de reemplazar un instrumento dañado. Un equipo de propósito específico (llamado bluebox) concentra las entradas y luego distribuye una señal digital usando el protocolo WITSML que es interpretada por el software de monitoreo y control en la sala de operaciones del buque y transmitida a su vez por un canal dedicado a la sala de control en tiempo real en oficinas centrales.

El objetivo es proveer durante las etapas críticas información proactiva y accionable a los responsables de las operaciones en oficina y en el buque para facilitar la toma de decisiones que aseguren una operación segura y eficiente. Un aspecto crítico es entonces asegurar la calidad de los datos, un déficit de control de calidad de los datos entrantes puede conducir a un análisis incorrecto o la pérdida de confianza entre el buque y la sala de control. Se implementan en los sistemas controles automáticos de completitud y consistencia sobre los datos para lograr una detección temprana de problemas de calidad de datos.

Durante el monitoreo se integra información de distintas fuentes en un intento de reducir incertidumbres. Con la información recibida se efectúa un análisis de estabilidad del pozo para determinar la ventana de densidad de lodo y el perfil de presiones porales. Se realiza un análisis hidráulico convencional para determinar el

perfil de presión en el pozo abierto, la densidad equivalente de circulación en el zapato y en el trépano usando modelos básicos de reología de lodo con parámetros que son ajustados con regularidad. Los datos llegando del equipo en tiempo real se convierten en información que permite asesorar a los tomadores de decisión y en última instancia evitar o mitigar las consecuencias de problemas como la detección de gas somero en la primera sección, agarres de la herramienta o pérdidas de circulación.

En la sala de control se utiliza el software específico para hacer el análisis de datos y optimización en tiempo real. Se analiza el desempeño en tiempo real y se reporta un análisis de tiempos post-operación por sección del pozo, la información se expone en forma gráfica y los parámetros son evaluados constantemente. Los datos adquiridos son visualizados en escala de tiempo y profundidad.

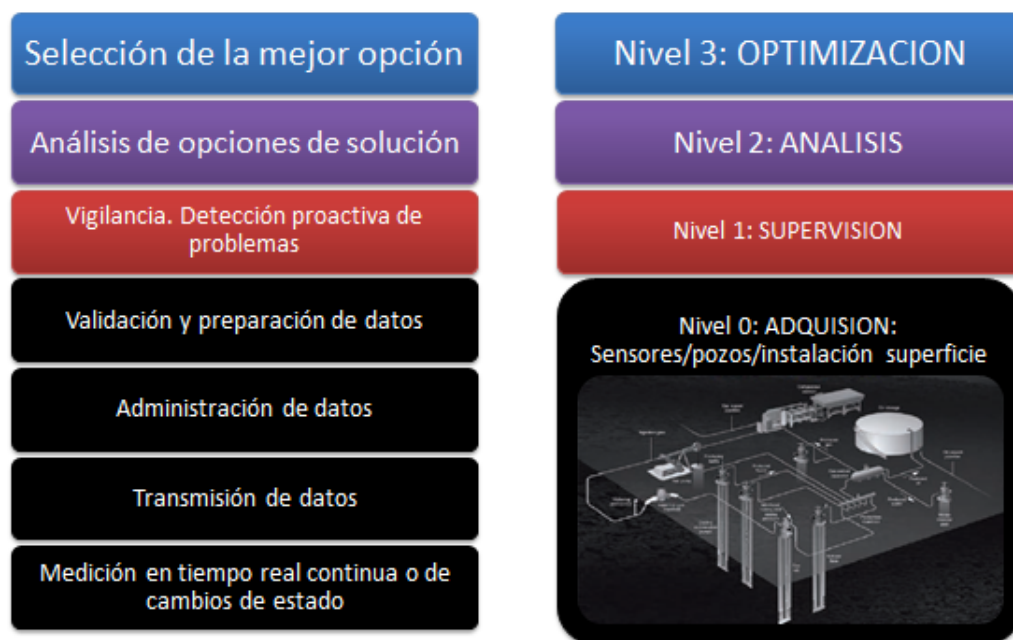


Software de monitoreo de variables

La adquisición de datos en tiempo real y supervisión no estará circunscripta solamente a la fase de perforación. De encararse el desarrollo del yacimiento el monitoreo y control online tendrá un papel importante en la estrategia de puesta en producción del área.

Se utiliza habitualmente la expresión “yacimiento digital” para describir la relación entre las personas, procesos y tecnología que permiten mejorar la gestión de un activo soportándose en un sistema moderno de toma de decisiones.

La base de estos sistemas es la adquisición de datos en campo, con medidores de presión, temperatura, caudalímetros, cromatógrafos, sensores de fuga de gas, equipos de estrangulador automatizado y conectividad inalámbrica de campo. En los niveles superiores hablamos de supervisión o monitoreo y análisis e integración de la información, estos procesos se soportan por software de vigilancia, ingeniería de petróleo, modelado de reservorio y redes de superficie, también software de análisis, consolidación y presentación de datos. La colaboración, integración de negocios y gestión del cambio son características del nivel superior: Optimización.



La visión: Yacimiento Digital

El concepto de manejo integral de la producción trasciende lo que se entiende estrictamente como SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), se pretende ahora integrar mediciones físicas con modelos para alimentar un *workflow* decisión que va desde gestión de operaciones seguras y optimizadas hasta el soporte de decisiones más estratégicas, como la identificación de pozos candidatos a *Workover*.

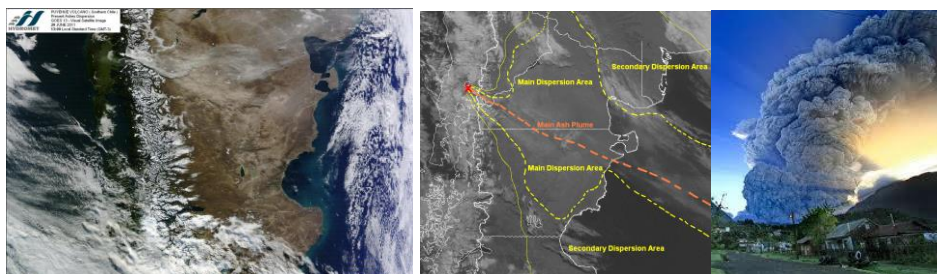
Beneficios buscados con el manejo integral de la producción:

- Visión integrada del yacimiento:
 - Integrando diferentes tipos de información (subsuelo, cabeza de pozo, instalaciones de superficie, perfiles de pozo, análisis de fluido, inventario de tanques y tickets de transferencia)
 - Integrando operaciones remotas y globales.
 - Integrando profesionales de diferentes disciplinas: producción, reservorio y gestión, entres otras.
- Monitorear y proyectar objetivos de producción, presupuesto y otros KPI a nivel corporativo y con referencia geográfica
- Utilizar modelos de simulación para entender el impacto de un cambio en las condiciones de producción
- Minimizar el *downtime* de los pozos, identificar mermas y pérdidas tempranamente.
- Optimizar el efecto de los impulsos actuantes en el reservorio.
- Identificar cuellos de botellas en la red de superficie.
- Soportar mejores decisiones con información validada y actualizada. Tomar la decisión correcta.
- Reducir el tiempo de ciclo de las decisiones en los distintos niveles. Tomar la decisión en el momento correcto.

Comunicaciones

Durante el proyecto exploratorio Malvinas se registró un 100% de disponibilidad del enlace de comunicaciones con algunos intervalos de degradación de la calidad por cuestiones climáticas y limitaciones de la tecnología satelital.

Durante la operación se enfrentaron numerosas restricciones logísticas para enviar insumos, subir y bajar equipos y renovar guardias técnicas a bordo. El motivo es que suspendieron reiteradamente vuelos de helicóptero como consecuencia de la ceniza volcánica en suspensión por la erupción del volcán Peyehue en Chile. Se verificaron condiciones climáticas muy adversas por la época del año (mayo/junio) en pleno invierno austral. Los equipos de comunicaciones se desempeñaron sin mayores incidentes, la redundancia y la preparación previa evitaron la interrupción.

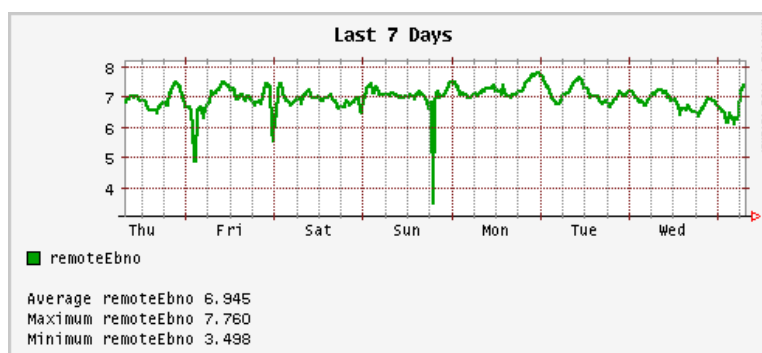


Erupción del volcán Peyehue y efectos de la ceniza en Comodoro Rivadavia y Rio Grande

También se constata la presencia de icebergs mediante el seguimiento satelital en la zona que finalmente no afectaron las operaciones. El antecedente eran 3 icebergs reportados en los últimos 9 años.

La latencia, asociada al retraso en el tránsito de la información, fue un aspecto crítico para la calidad de la comunicación por voz y los datos de RTO, se mantuvo por debajo de 900 milisegundos durante toda la operación. A nivel de capa de aplicaciones los siguientes servicios se comportaron dentro de los parámetros previstos: servicio de correo electrónico, internet, acceso a disco departamental remoto, sincronización de OpenWells y sincronización de los discos departamentales espejados.

No se experimentaron interrupciones del enlace, la segunda antena se activó en locación y en el tránsito, cuando la antena primaria perdió visibilidad del satélite. El segundo domo instalado para este proyecto soportó sin inconvenientes la vibración de la sala de maquinas en la popa del buque.



Estadísticas del modem de Stena Drillmax

Se experimentaron tres cortes de servicio de la telefonía IP, uno de los servicios críticos, debido en dos ocasiones a problemas de configuración en los servidores centrales y una vez por fallas de hardware. En los tres casos se activó la telefonía de back up analógica provista por el buque Stena Drillmax. La telefonía satelital Iridium que utiliza satélites baja altura fue de utilidad limitada, por las condiciones climáticas la calidad de la señal de estos equipos resulto ser deficiente.

CONCLUSIONES

La exploración offshore en la plataforma argentina aún se encuentra en sus etapas iniciales, siendo este proyecto el más ambicioso abordado por la compañía a la fecha. Las lecciones aprendidas y algunas de las tecnologías aplicadas se continuarán expandiendo y aplicando incluso en otros contextos de alta complejidad como son las operaciones onshore en áreas no convencionales.

Entre los factores de éxito de esta experiencia que se destacaron está la integración del equipo IT durante el ciclo de vida del proyecto. Las acciones tomadas para resguardar la calidad de los datos adquiridos se verán recompensadas a medida que la información es procesada y reinterpretada y utilizada para mejorar el conocimiento del área.

Algunos aspectos que se pueden considerar para optimizar el desempeño y enfoque para este tipo de proyectos:

- Es habitual que los servicios IT/COMS sean tercerizados en compañías especializadas por cuestiones de costo y foco de negocio. Se debe gestionar tempranamente las compras claves y la construcción de pliegos técnicos para la contratación de los servicios críticos.
- Diseñar el sistema de comunicaciones considerando la latitud y condiciones esperadas en el área de operación. Con una plataforma marítima tan extensa esto puede ser determinante, limitando las opciones disponibles.
- Identificar necesidades de información para monitoreo y toma de decisiones en oficina en todas las fases. Contemplar los sistemas y tecnologías que deben montarse para asegurar la captura y transmisión de la información en cada operación (posicionamiento, reabastecimiento con buques secundarios, perforación, perfilaje, monitoreo direccional, abandono, etc.)
- Interactuar lo más tempranamente con el personal del equipo de perforación para acordar una solución de comunicaciones compatibles con los sistemas y restricciones a bordo (espacio físico en oficinas, alimentación eléctrica, estándares de seguridad, conectores, cableado, requisitos de estanqueidad de compartimentos y certificaciones necesarias para operar en el buque, espacio en el rack de servidores y comunicaciones, etc.)
- Hacer un análisis de escenarios y preparar un plan de contingencia para los riesgos técnicos y logísticos de la operación.
- En lo posible implementar el servicio de soporte IT con presencia a bordo del buque para mejorar el tiempo de respuesta y percepción del usuario. Este servicio fue muy valorado por el personal a bordo.
- Integrar la agenda de los proyectos de tecnología de la información en las reuniones operativas de planificación para informar el avance y ayudar a identificar los desafíos asociados a la tecnología de captura de datos lo antes posible. Reasegurar permanentemente el alineamiento de las acciones de IT con los objetivos de negocio.
- A menos que sea una estrategia específica de la compañía, contar con lo último en tecnología informática no debe ser la principal preocupación en estos proyectos. La adopción de nuevas tecnologías de la información debe estar claramente orientada a la búsqueda de un retorno de valor para el negocio, de acuerdo a un dimensionamiento de la necesidad y un análisis de costo beneficio.

- Prepararse para un fallo completo de la infraestructura de comunicaciones, la logística para proveer medios alternativos debe prepararse con anterioridad.
- Controlar de cerca el proceso de abastecimiento de servicios y equipos, con especial atención los equipos que requieren un proceso de importación temporaria o definitiva.
- Modelar, implementar y controlar un flujo de autorización para asegurar el acceso controlado a documentos y bases de datos confidenciales.
- Involucrar a los usuarios finales en el modelado de reportes estándares para ajustarlos a los requisitos específicos de la operación, enfocarse en el reporte de diario de perforación y en los reportes de costos.
- La telefonía IP demostró ser una solución muy versátil para comunicaciones de voz a la vez que sencilla de encriptar.
- Colocar los sistemas críticos: Monitoreo en Tiempo Real, Telefonía IP y OpenWells en el esquema de aplicaciones de Alta Disponibilidad de la compañía durante el transcurso del proyecto.
- A la hora de diseñar una sala RTO enfocarse como prioridad en los objetivos de obtención de valor. Evitar la tentación de montar un show de tecnología e infraestructura. En algunos casos una solución minimalista puede ser lo que se necesita: una pequeña sala, una laptop y una conexión internet de calidad.
- La sala RTO induce una mayor la colaboración interdisciplinaria, derribando barreras organizacionales, lo que a su vez resulta en un mejor proceso de toma de decisión sin volverse burocrático.
- Una sala de monitoreo en tiempo real puede ser un potente agente para catalizar la adquisición de conocimiento a partir de la experiencia y también favorecer la transferencia y nivelación de habilidades entre profesionales más experimentados e ingenieros junior.
- No subestimar la demanda de insumos informáticos a bordo. Considerar los aspectos culturales de la interacción con aduanas y buques extranjeros, aspectos regulatorios, etc. que requieren extensa documentación impresa en varios idiomas por ejemplo.
- Capacitar a personal en la importancia del correcto registro de los datos y el valor de la información. Considerar prácticas y simulacros para la capacitación de usuarios. Iniciar la capacitación temprano y adaptarla a las necesidades del usuario final.

RECONOCIMIENTOS Y REFERENCIAS

- M.J. Stern, Marion Stern Assocs., *"The Role of Information Technology (IT) in reducing Offshore Operating Costs"*, OTC 7182, Offshore Technology Conference, Houston, 1993.
- L.R. Hunter, Shell Canada Ltd., *"Planning for Information Technology in Exploration and Production"* SPE 28228, SPE Petroleum Computer Conference, Dallas, 1994
- D.A. Close, O. V. Stelly, M/D TOTCO *"New Information Systems Promise the Benefits of the Information Age to the Drilling Industry"* IADC/SPE 39331, IADC/SPE Drilling Conference, Dallas, 1998
- Michael R. Brule | Yanni Charalambous | Mark Lynn Crawford | Charles M. Crawley, *"Bridging the Gap Between Real Time Optimization and Information Based Technologies"*; SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Denver, 2008

- Charles M. Crawley (Chevron Corp) | Syed Aijaz Rizvi (Halliburton) *“Barriers to the Implementation of Real-Time Operations Strategy”*, SPE-143757, Brasil Offshore, Macaé, 2011
- R. Fjellheim Computas, *“Smart Collaboration for Decision Making in Drilling”*, SPE 167391, Middle East Intelligent Energy Conference and Exhibition, Dubai, 2013
- A. Arnaout, P. Zoellner, TDE Thonhauser Data Engineering GmbH; N. Johnstone, TDE Norge AS; G. Thonhauser, Montanuniversität Leoben, *“Intelligent Data Quality Control of Real-time Rig Data”*, SPE 167437, Middle East Intelligent Energy Conference and Exhibition, Dubai, 2013.
- Ariel Guzzetti, Jefe de Proyecto IT YPF, Proyecto exploración Offshore Aurora, Argentina, 2008