



# Proyecto Magallanes, la expansión del Gasoducto General San Martín

**La iniciativa implica realizar un ducto submarino que unirá las provincias de Santa Cruz y Tierra del Fuego. En esta entrevista con Petrotecnia, el director de Servicios de TGS, Oscar Sardi, detalla el avance de la obra**

**L**a compañía Transportadora Gas del Sur emprendió el desafío de concretar el tendido de un nuevo gasoducto submarino de 37 kilómetros, que cruce la boca oriental del Estrecho de Magallanes. Estas obras están enmarcadas dentro del programa que el Poder Ejecutivo Nacional impulsó a través de la Secretaría de Energía y del Enargas, con el propósito de incentivar la ampliación de la capacidad de transporte firme de los gasoductos, y así alcanzar un sistema de transporte de gas adecuado frente a la creciente demanda.

El proyecto consistió en expandir la capacidad de transporte del Gasoducto General San Martín con la construcción de un tramo paralelo al cruce existente, en la boca oriental del Estrecho de Magallanes. La longitud del tendido submarino y de las secciones terrestres llegan a los 36.620 metros de longitud, de los cuales aproximadamente 35.700 metros son netamente submarinos.

Los trabajos comenzaron durante los primeros días de noviembre de 2009.

En una entrevista exclusiva con *Petrotecnia*, Oscar Sardi, patrocinador de proyecto y director de Servicios de TGS, explicó algunas claves del proyecto.



Petrotecnia: *¿Cuál fue el plan de obra que se siguió?*

Sardi: La obra, inaugurada el 15 de marzo por la presidenta Cristina Fernández de Kirchner, demandó un tiempo de cuatro años de estudio, planificación, visitas a empresas constructoras *offshore*, diseño e inspección de los trabajos realizados.

El proyecto comenzó a gestarse hacia fines de 2005, cuando una mayor demanda de gas natural generó la necesidad de incrementar la capacidad de transporte de gas natural en el sistema de transporte de TGS en 7 MM de metros cúbicos diarios. Las obras necesarias para este nuevo requerimiento y para la explotación de las reservas de gas natural ubicadas frente a las costas de Tierra del Fuego incluían unos 900 kilómetros de gasoducto, distribuidos en *loops* de 30 y 36 pulgadas de diámetro en diferentes longitudes, instalados entre las provincias de Santa Cruz y Buenos Aires. También, se hacía necesario el incremento de la potencia de compresión en más de 150.000 HP mediante la instalación de nuevos turbocompresores en plantas compresoras existentes, y el tendido de un segundo gasoducto submarino, paralelo al existente, para unir cabo Espíritu Santo con cabo Vírgenes..

Para avanzar en los aspectos técnicos del proyecto concentramos nuestra atención, inicialmente, en la búsqueda de documentos e información correspondientes al tendido del primer gasoducto submarino, realizado en 1978. Por otra parte, se definieron las características y cantidad de caños que se debían adquirir. Además, hicimos las presentaciones correspondientes para informar sobre la obra y conocer las limitaciones existentes en materia de navegación internacional y acuerdos limítrofes. Teníamos que realizar todos los esfuerzos posibles para evitar conflictos durante la ejecución de los trabajos: los días perdidos en los trabajos *offshore* tienen un costo importante.

También, durante esta etapa, visitamos a representantes de la Armada Argentina, Prefectura Naval Argentina, Hidrología Naval Argentina, Dirección de Puertos y Vías Navegables. Necesitábamos recopilar toda la información posible para capitalizar experiencias que garantizaran el éxito del Proyecto Magallanes.

En 2006, una vez definidas sus características constructivas, Nación Fideicomiso realizó la licitación por la adquisición de la cañería requerida por la obra -38.300 me-

tros-. La empresa Confab resultó seleccionada y entregó, en Puerto Punta Quilla (Santa Cruz) el total de la cañería.

En enero de 2009 lanzamos el concurso privado por la contratación de los servicios para el tendido del gasoducto submarino. La presentación de ofertas se realizó el 31 de mayo y recibimos tres ofertas correspondientes a las empresas Saipem (Italia), Global/Odebrecht (USA/Brasil) y Allseas/Boskalis (ambas de Holanda). De la evaluación técnica y comercial realizada, se seleccionó a Allseas/Boskalis por su mejor calificación y menor plazo de ejecución de obra.

Firmados los contratos correspondientes, en junio, comenzó el proceso de elaboración de la ingeniería constructiva que, a medida que avanzaba, se entregaba a TGS para su aprobación y posterior ejecución. TGS, como gerente de proyecto, recibió soporte técnico de dos empresas internacionalmente reconocidas por su importante experiencia en trabajos *offshore*: una de ellas es Germanischer Lloyd (de Alemania) y la otra, Petrobras (de Brasil).



Oscar Sardi, patrocinador de proyecto y director de Servicios de TGS.

# El Solitaire por dentro



## DATOS GENERALES DE LA OBRA

• Explotación total del tendido: 36.000 m. • Dos ductos por gasoducto: 10 km en cañería arrastrada en la costa sur y 5.000 km arrastrados en la costa norte. Los 22 km de gasoducto restantes están instalados en el fondo marino. • Los cables utilizados pesan entre 9.000 a 14.000 kg, con un diámetro de 200 mm y 13,8 mm de espesor. • Capacidad de transporte: 17.000 m³/día. • Consumo de combustible: 170 toneladas por día. • Capacidad de almacenamiento: 1.500 toneladas. • Capacidad de recepción: 1.500 toneladas. • 12 botes salvavidas de 40 personas, 12 botes salvavidas de 15 personas. • Capacidad de alojamiento: 1.

## BUQUE SOLITAIRE

- Construido al ritmo de gasoducto submarino entre el 13/11 y el 01/12
- 280 personas a bordo
- 8 estaciones de trabajo
- 3.000 m de tendido de caño por día
- 30.000 m de caño tendido
- 3 terminaciones de 300 toneladas
- 8 sondas con capacidad de carga de 22.000 toneladas
- 1,24% de reparaciones
- Cero accidentes
- 1 día de stand by



El primer barco que arribó a la zona de trabajo fue la draga Prins der Nederlanden, que preparó la traza del gasoducto, tanto en las proximidades costeras (donde fue necesario realizar zanjas de hasta dos metros de profundidad), como en el resto del fondo marino, tratando de suavizar su perfil para asentar mejor el ducto y evitar, de ese modo, la concentración de tensiones sobre la cañería.

Posteriormente, a principios de noviembre, arribó a la zona de Ushuaia, seleccionada por sus características climáticas y marinas como óptima para realizar el transbordo de cañería, el barco constructor Solitaire, propiedad de la empresa Allseas. Por sus dimensiones y características técnicas, la nave es la más grande del mundo en su tipo. Tiene algo más de 300 metros de eslora, 400 tripulantes a bordo, dos plantas de soldadura doble juntas, capacidad de tendido de cañería máxima alcanzada superior a los 6.000 metros diarios y tecnología de última generación.

Solitaire comenzó su trabajo a mediados de noviembre con el tendido de caño desde la costa de Santa Cruz (en Cabo Virgenes) hacia la costa de Tierra del Fuego (Cabo Espíritu Santo). Su objetivo incluía el tendido submarino de aproximadamente 30.200 metros de cañería, sobre un total algo superior a 36.000 metros. Finalmente, el primero de diciembre y luego de 17 días de trabajo, la embarcación alcanzó el objetivo fijado, con un promedio de instalación de más de 3175 metros por día; incluso hubo una paralización de actividades de cuatro días durante los cuales el barco abandonó la cañería para trasladarse a Ushuaia a cargar más caños y continuar su trabajo.

Para el tendido de cañería desde costa sur en Tierra del

Fuego (6600 metros, aproximadamente) aplicamos el método conocido como *pull out*: para ello resultó necesario construir, en la costa, 12 tiras de caños de aproximadamente 550 metros de longitud cada una de ellas que, una vez construidas, fueron arrastradas al mar mediante el tiro de un *winch* instalado en el Barco Pontra Maris, propiedad de la empresa Boskalis, anclado en proximidades de la citada costa.

La tarea de *pull out* de 6600 metros de cañería se realizó entre el 18 y 31 de diciembre. A su finalización teníamos instalados dos ductos que cubrían prácticamente el ciento por ciento del cruce del Estrecho de Magallanes, y cuyos extremos, ubicados a 25 metros de profundidad y a 6,6 kilómetros de la costa de Tierra del Fuego, requerían ser conectados para obtener un único gasoducto.

Con el empleo de buzos especializados procedentes de Holanda se realizó la medición entre los extremos de ambas cañerías para, de ese modo, diseñar y construir la pieza (cañería) con forma de S", que sería utilizada para conectar los extremos bridados de los ductos. La pieza fue diseñada en Holanda y construida en la costa sur por especialistas de la holandesa Boskalis y de Contreras Hermanos, de Argentina. Finalmente, fue trasladada por el Barco Pontra Maris a su lugar de instalación, sumergida e instalada en el fondo marino por buzos especialistas con una precisión digna de mencionar.

Concluido el gasoducto submarino, resultó necesario conectar, en sus extremos, ubicados en la costa de Tierra del Fuego y Santa Cruz, las correspondientes trampas de *scaper*, destinadas al lanzamiento y recepción de los

equipos de limpieza y control de integridad del nuevo gasoducto transmágallánico.

*¿Cómo se definió el trazado del gasoducto y que desafíos planteó?*

La traza del nuevo gasoducto submarino se estableció a 50 metros al oeste de la traza del gasoducto existente (instalado por Gas del Estado en 1978), con excepción de los ingresos a costa Tierra del Fuego y Santa Cruz, donde la distancia se reduce hasta 12 metros.

El diseño del gasoducto incluyó, además, la definición de la cañería que se instalaría, el cálculo de estabilidad de la cañería en el lecho marino, el relevamiento de suelo, la configuración del fondo marino, los estudios de impacto ambiental, entre otros asuntos. Los caños recibidos, de 24 pulgadas de diámetro y 15,9 milímetros de espesor, también incluían el revestimiento anticorrosivo y una cobertura de hormigón, de espesor variable entre 70 y 130 milímetros, según la profundidad a la que cada caño sería finalmente instalado.

La cobertura de concreto sobre la cañería tuvo dos objetivos: el primero, quitar flotabilidad a la cañería; el segundo, brindar estabilidad a dicha cañería en el fondo marino, donde las fuertes corrientes marinas podrían generar continuos movimientos del ducto con la consiguiente fatiga y rotura.

En las proximidades de las costas, donde el mar desarrolla su máxima energía, fue necesario enterrar la cañería, para garantizar su estabilidad. Así, fue alojada a profundidades que varían desde un máximo de 2 metros hasta quedar finalmente simplemente apoyada en el fondo marino. Las especificaciones técnicas que soportan la instalación de la cañería indican que en la costa sur, en Tierra del Fuego, la cañería fue enterrada en una longitud de 10.000 metros aproximadamente, mientras que en la costa norte, en Santa Cruz, fue de 6000. El resto del ga-

soducto submarino (20.000 metros) quedó simplemente apoyado en el lecho marino.

Sin lugar a dudas, el tendido del segundo gasoducto transmágallánico fue una obra emblemática. Se desarrolló en una zona conocida y respetada por todos los marinos del mundo, rodeada de misterios por la cantidad de naufragios ocurridos en el pasado en el Estrecho de Magallanes, con un clima riguroso durante gran parte del año, y ubicado en el denominado Fin del Mundo, si consideramos el lugar de residencia de las empresas proveedoras de este tipo de servicios *offshore*.

La zona incluye una fauna compuesta, entre otros,

## Datos generales del proyecto

- Las obras se iniciaron en noviembre de 2009 y la habilitación formal estuvo a cargo de la Presidenta, el 15 de marzo de 2010.
- La extensión total del tendido fue de 36.620 metros.
- Los caños utilizados poseen 24 pulgadas de diámetro y 15,9 milímetros de espesor.
- La presión máxima de operación fue de 70 Bars.
- El gasoducto se distribuyó en 10 kilómetros de cañería enterrados en la costa sur; 6,62 kilómetros enterrados en la costa norte y 20 instalados en el lecho marino.
- La profundidad máxima alcanzada llegó a los 70 metros.
- La capacidad de transporte máxima de gas llegó a los 18 MM metros cúbicos diarios.
- El buque encargado del tendido submarino fue el Solitaire.
- El buque del dragado fue Prins Der Nederlanden.
- Costo total del proyecto: 320 millones de dólares

por pingüinos, que tienen una reserva en Faro Vírgenes (costa norte, Santa Cruz) donde anualmente arriban en septiembre y octubre para reproducirse. Abandonan luego el lugar en marzo.

La coincidencia del período de obra con la estadía de los pingüinos se convirtió en uno de los obstáculos más delicados de sortear, que superamos de la mejor forma posible.

En ese sentido, trabajamos en la elaboración de un plan de trabajo destinado a proteger la comunidad de pingüinos mediante la instalación de cercos realizados con mallas plásticas para mantenerlos alejados del riesgo generado por el movimiento de personas y equipos.

La decisión se tomó tras analizar el tema en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y el Consejo Agrario, ambos dependientes del gobierno de Santa Cruz.

Si bien la tarea de traslado de pingüinos a áreas más protegidas resultó ardua, pudimos comprobar el fuerte compromiso con el medio ambiente reflejado por los empleados de las empresas y organismos públicos intervinientes en la obra, ejemplo muy fuerte de los cambios que, en materia de protección ambiental, venimos evidenciando.

Otro inconveniente que tuvimos que enfrentar y solucionar fue el reducido espacio existente en la costa sur para instalar el nuevo gasoducto a una distancia no inferior a 12 metros del existente. Para lograr espacio fue necesario recortar el lateral de un cerro mediante el empleo de excavadoras y topadoras, que generó un gran movimiento de tierra. Usamos esta tierra para la construcción de una gran barrera, paralela a la playa, que evitará que, en días de fuertes tormentas, el mar ingrese a la costa y contamine el agua de las lagunas de agua dulce existentes en sus proximidades, empleadas por los animales que habitan el lugar como bebederos naturales. Otra muestra de compromiso con el medio ambiente.

Finalmente, un inconveniente que impactó algunos días en el cronograma de obra del proyecto se presentó durante el desarrollo del *pull out*, por motivos que, en principio, encontrábamos explicación.

Al momento de iniciar el lanzamiento de la segunda y tercera tira de caños de 550 metros cada una, cuando el *winch* (malacate de 800 tt) generaba la máxima tensión de tiro, el Barco Pontra Maris -que debía resistir en su posición- se desestabilizaba. Así, el *winch* perdía potencia e impedía continuar con el movimiento de la cañería. Luego de estudios realizados por los especialistas, se llegó a la conclusión de que el ancla del Pontra Maris no había sido adecuadamente configurada para el tipo de terreno y cargas que debía soportar. Se hicieron los cambios requeridos, el problema fue solucionado y logramos continuar con el proceso.

### ¿Qué tecnologías innovadoras se aplicaron?

Si uno compara el proceso de construcción del anterior tendido, podemos afirmar que, en los 30 años que separan un proyecto del otro, la tecnología aplicada a este tipo de trabajos *offshore* ha evolucionado de manera increíble, como el desarrollo de técnicas y equipos, capaces de simplificar hasta la tarea más complicada y garantizar la calidad de los trabajos realizados y seguridad del personal embarcado.

En 1978, el barco utilizado tenía posicionamiento por



Ubicación del trabajo del buque Solitaire.

campos de anclas, esto es, sus movimientos durante el tendido se realizaban a través de la recuperación de las cadenas de anclas, las cuales eran reubicadas por barcos de apoyo una vez que la citada cadena llegaba al límite de movimiento establecido.

Este proceso tomaba mucho tiempo lo que limitaba la capacidad de avance de la obra y exponía la embarcación a enfrentar un cronograma de obra más extendido, condiciones climáticas y marinas desfavorables, con la consiguiente paralización de la obra.

La embarcación Solitaire posee un sistema de posicionamiento dinámico que, a través de 10 motores con hélices de alta potencia distribuidos en sus laterales, puede girar cada uno de ellos en 360 grados, para mantener la posición del barco en las coordenadas indicadas por la computadora (cerebro), en comunicación con el sistema GPS.

El sistema agiliza y simplifica todos los movimientos de la embarcación. Así, logra máxima capacidad de maniobrabilidad y productividad. Entre las sorpresas que nuestro equipo de trabajo pudo conocer se encuentra los *software* utilizados para verificar la ubicación exacta de la cañería en el fondo marino; también, los métodos *online* de ensayos no destructivos, empleados para evaluar los cordones de soldadura realizados en la unión de los extremos soldados de dos caños; del mismo modo, los detectores de tensiones generadas en la cañería, que evitan superar los máximos admisibles, y tantas otras novedades tecnológicas.

Prins Der Nederlanden es una draga que también mostró un nivel de tecnológico de avanzada, con capacidad de dragado hasta 80 metros de profundidad. Se aproximaba tan cerca de la rompiente de mar, en la costa, que a la distancia simulaba estar trabajando sobre la tierra. Tenía sistema de posicionamiento dinámico, flexibilidad de maniobrabilidad, capacidad de trabajo bajo cualquier tipo de condiciones marítimas, entre otras novedades.

Todo se tradujo en calidad de trabajo, seguridad y productividad. Mientras que el barco constructor empleado en 1978 tomó poco más de 4 meses para realizar el tendido del primer gasoducto submarino, en esta oportunidad el barco principal cumplió con el tendido de 30.200 metros en sólo 17 días; los restantes 6600 metros deman-

daron algo más de 10 días, es decir, toda esta obra en 30 días aproximadamente.

*¿Cuándo se estima que el gasoducto estará en servicio?*

El gasoducto fue oficialmente inaugurado el 15 de marzo y se encuentra actualmente en condiciones de operación. La obra total incluye, además del cruce transmagallánico, otras obras de gasoductos e instalación de turbocompresores en plantas compresoras de gas. Algunas de ellas se encuentran actualmente en construcción, próximas a terminarse.

Para finalizar, mi más sincero agradecimiento a todo el equipo de trabajo que participó activamente en el desarrollo de tan importante proyecto, y que estuvo integrado por representantes del Ministerio de Planificación y Desarrollo, de la Secretaría de Energía, el Enargas, Nación Fideicomiso, Allseas, Boskalis, Petrobras, Germanischer Lloyd, Contreras Hermanos y a TGS.

## Etapas de trabajo

Para llevar adelante la instalación del cruce submarino se fijaron cuatro etapas constructivas.

Durante la primera se realizó el *pull-in* desde la costa norte, es decir, el tiro de la cañería con un *winch*. Los trabajos de tracción fueron realizados por la firma Boskalis junto con el personal de la firma Contreras. El proyecto de *pull-in* consistió en extender el cable del *winch* desde la costa hasta el cabezal de la columna de cañería ubicada en el buque encargado del tendido, el Solitaire, a 800 metros de la costa. El cabezal fue liberado desde el Solitaire a medida que en su interior avanzaban los trabajos de soldadura que permitían acercarse a la costa norte, progresivamente, mediante el tiro del *winch*, el cabezal y la cañería producida.

En una segunda etapa, con el arribo del cabezal al punto definido en la costa norte, finalizó el proceso de *pull-in* y se llevó adelante la mayor parte del tendido submarino a cargo del Solitaire.

La tercera etapa contempló el *pull-out* desde la costa sur. En este tramo, la cañería se encontraba soldada en tiras unidas a medida que el *winch* progresaba en cada escalón de tiro y retiraba de la costa hacia el mar cada tira completa, lo que permitía posicionar la siguiente tira en la línea de la soldadura.

Para este tramo, el *winch* se instaló en la barcaza Pontra Maris, que se reubicaba a medida que se alcanzaba un escalón de tiro. Ya en el último escalón, la operación demandó traccionar una columna de aproximadamente 6500 metros. De esta manera, quedaron contiguos los dos cabezales, el que tendió el Solitaire y el que traccionó Pontra Maris.

El objetivo de la cuarta etapa consistió en instalar una pieza que uniera los dos tramos, para lo que se empleó el trabajo de buzos especializados, asistidos por sistemas de medición acústicos y láser, quienes fabricaron (bajo el agua) la pieza de interconexión. Concluidas las cuatro etapas, se realizaron pruebas y se secó la cañería para ponerlo en marcha.

## Una obra que cuidó al medioambiente

La zona identificada como la boca oriental del Estrecho de Magallanes se caracteriza por fuertes vientos, bajas temperaturas y condiciones marítimas extremas.

Este paisaje contrasta con la rica fauna que habita el lugar. Unos 300.000 pingüinos llegan a Cabo Vírgenes en septiembre y lo abandonan en marzo, una vez que sus crías están en condiciones de valerse por sus propios medios.

El trabajo y el despliegue de las actividades que TGS realizó en tierra, demandados por la obra, contemplaron un estudio de impacto ambiental, más distintas acciones y estrategias de protección y de precaución para no interferir con el hábitat natural los pingüinos.

Para hacer el estudio se realizó un análisis que estuvo a cargo de EySA SRL. También se contó con la asesoría especializada de la consultora internacional de origen americano, Battelle.

Se comenzó a monitorear la zona durante los primeros meses de 2008, con equipos de entre 5 y 8 personas. Las zonas relevadas fueron la tierra, el área costera y el Estrecho de Magallanes. Se tomaron muestras del suelo, la fauna, la vegetación la cultura, la geografía y la arqueología. Finalmente, se realizaron estudios de oceanografía y muestras de calidad de agua. El objetivo fue establecer una línea de base ambiental que permitiera evaluar, luego de la realización de la obra, en qué medida el ambiente fue afectado.

Un grupo compuesto por profesionales de las consultoras y por especialistas de ambas provincias colaboró y aportó su experiencia en cada fase del trabajo. Se utilizaron equipos traídos desde los Estados Unidos y también equipos nacionales.

Se tuvieron en cuenta para elaborar matrices de evaluación de impacto ambiental en cada tramo de la obra los muestreos obtenidos, más los datos estadísticos y la legislación aplicable. Así, fue posible redactar un Plan de Protección Ambiental con 58 acciones concretas para evitar, minimizar o corregir posibles resultados negativos.

El mayor desafío ambiental que tuvo que superar el proyecto fue que en la costa norte la preservación de una



Localización de la obra.

reserva provincial que protege, entre otras especies, el hábitat de los pingüinos magallánicos.

Esta ave migratoria utiliza las costas de Cabo Vírgenes para poner huevos y criar a sus pichones. Aunque el trazado del gasoducto se hizo por fuera del área de protección, algunos pingüinos no tuvieron en cuenta los límites y anidaron en la zona de trabajo. Por este motivo, la obra no comenzó hasta que no se retiró a todos los ejemplares del área y se construyó un cerco perimetral para evitar su reingreso. ■