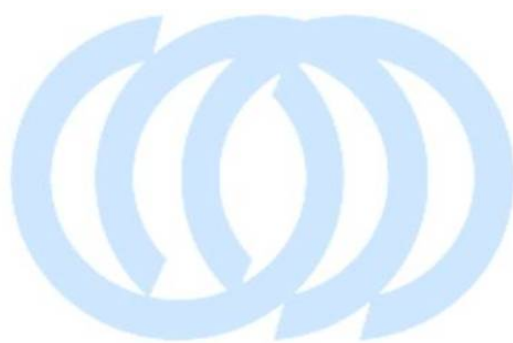


**1ras. JORNADAS DE CALIDAD EN
MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN
Neuquén, 24 y 27 de abril de 2006**

GESTIÓN DE LA INTEGRIDAD DEL POLIDUCTO



MEGA
COMPAÑÍA MEGA S.A.

GESTIÓN DE LA INTEGRIDAD DEL POLIDUCTO

Autores: Mario La Torre y Guillermo Iturrioz .
Empresa : Compañía MEGA S.A.

Índice

1.-	Introducción.	3
2.-	Objetivos.	3
3.-	Breve descripción de la Empresa y de sus Instalaciones.	3
4.-	Principios Básicos de Compañía MEGA S.A.	4
5.-	Características y Trazado del Sistema Poliducto.	4
6.-	Normas aplicadas al Proyecto y al Mantenimiento del Sistema Poliducto.	5
7.-	Desarrollo de un Plan de Integridad.	5
8.-	Ejecución de Plan	6
	a.- Medición de espesores en puntos críticos.	6
	b.- Instalación de Aros-Sello en bridas de los by-pass ø 4"	7
	c.- Inspección Interna de la tubería.	8
	d.- Acciones tomadas. Reparación de las fallas.	18
	e.- Inspección Externa.	19
	f.- Ubicación de fallas en el revestimiento.	21
	g.- Acciones tomadas y situación actual.	22
	h.- Medición de Potenciales en Tiempo Real.	23
9.-	Conclusiones finales	23
	a) Inspección Interna.	23
	b) Inspección Externa.	23

1.- Introducción

Este trabajo tiene por objeto, describir experiencias y transmitir las conclusiones adquiridas, por haber planificado, desarrollado y mantener vigente, una Gestión de Mantenimiento Integral en el Poliducto de Compañía MEGA S.A..

2.- Objetivos propuestos

- a) Proteger: El primer y fundamental objetivo es la protección de las personas, del medio ambiente y de las propiedades, de probables daños a causar por el Poliducto.
Esta protección está basada en:
 - Aumentar y Asegurar la confiabilidad del Sistema Poliducto.
 - Minimizar los niveles de riesgo P x C (Probabilidad por Consecuencias) asociados a la Operación y al Mantenimiento.
- b) Respeto por la Ley: Es nuestra obligación el cumplimiento de toda Normativa vigente.
- c) Costos: Reducir los costos estimativos y reales en atención de emergencias.

3.- Breve descripción de la Empresa

Compañía MEGA S.A., tiene por finalidad la Separación, Transporte, Fraccionamiento, Almacenaje, Despacho y Venta del NGL (Líquidos del Gas Natural), obtenido del Gas Natural (GN) de la Cuenca Neuquina.

3.1 Instalaciones de Compañía MEGA

- **Planta Separadora Loma La Lata, Neuquén:** Destinada a la Separación del NGL (Etano, Propano, Butano y Gasolina) presente en el Gas Natural, producto cuya densidad es de aproximadamente 0,5 gr/cm³, mediante un proceso de turboexpansión.

El Metano residual es comprimido e inyectado a los gasoductos Centro Oeste, Neuca II y Gas Pacífico.

La producción de NGL, en fase líquida y en especificación, es luego bombeada desde la estación cabecera PS-1, que tiene una altitud de 445 m SNM (metros sobre el nivel del mar), con destino a la Planta de Bombeo intermedio PS-2, con altitud de 217 m SNM, y distante a poco menos de 300 km. La estación cabecera PS-1, impulsa al NGL con tres bombas centrífugas accionadas por motores eléctricos de 800 HP y un caudal de 210 m³/h cada una.

La presión de descarga de las bombas hacia el Poliducto es de aproximadamente 93 kg/cm², a una temperatura de trabajo de 34 °C.

- **Sistema Poliducto:** Básicamente une Neuquén con Bahía Blanca para transportar al producto y cuenta con una planta de rebombeo. Se detalla más adelante.

- **Planta de Bombeo Intermedio (PS 2- Cnel. Belisle-Río Negro):** Necesaria para producir el incremento de presión y lograr el transporte de NGL entre las plantas Separadora y Fraccionadora, las que se encuentran aproximadamente a unos 300 km cada una.

Esta estación cuenta con tres bombas, accionadas por motores alternativos alimentados a gas, de 800 HP de potencia y un caudal de 210 m³/h cada una.



La presión de descarga de las bombas hacia el Poliducto es de aproximadamente 97 kg/cm², a una temperatura de trabajo de 29 °C .

- **Planta Fraccionadora (Puerto Galván-Bahía Blanca):** Destinada al Fraccionamiento del Etano, Propano, Butano y Gasolina a partir del NGL. Los diferentes componentes en especificación, son almacenados para posteriormente ser despachados a los clientes.

4.- Principios Básicos de Compañía MEGA S.A.

Los Principios Básicos y que forman parte de la Política de Compañía MEGA S.A. son:

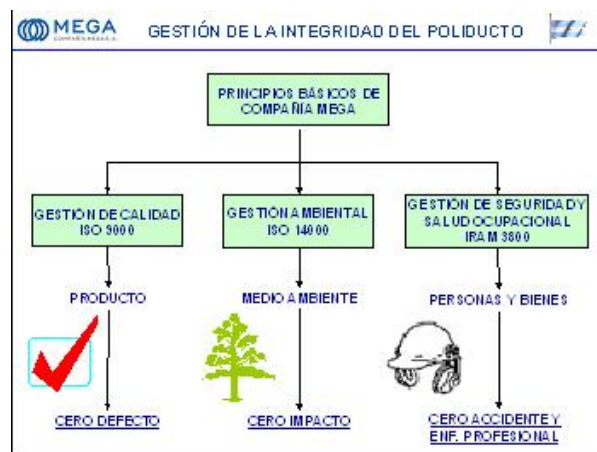
- Obtener un producto con Cero Defecto
- Producir Cero Impacto en el Medio Ambiente
- Aspirar a Cero existencia de Accidentes Laborales.

Para ello se implementó un Sistema Integral de Gestión y se Certificaron las Normas ISO 9001 y 14001 así como también IRAM 3800.

Además tiene en desarrollo un Sistema de Gestión para la Calidad Total para, en un futuro, participar en el Premio Nacional a la Calidad instituido por el Poder Ejecutivo Nacional.

El mantenimiento de sus instalaciones se realiza cumpliendo un Programa de Mantenimiento Integral PPP (Preventivo, Predictivo y Proactivo)

Compañía Mega tiene vigente un Procedimiento de Gestión Integral de Residuos, está inscrita como Empresa Generadora de Residuos y tiene contratado el transporte y disposición de los mismos, con la emisión del correspondiente Certificado de Disposición Final, a través del servicio de una empresa habilitada para tal efecto.



5.- Características y Trazado del Sistema Poliducto

El Poliducto de Compañía MEGA S.A., transporta NGL (Líquidos del Gas Natural, compuesto por: etano, propano, butano, gasolina).

Los componentes del NGL obligan a tener condiciones especiales de transporte, debido a la presencia de Etano, ya que este componente, para poder ser transportado en fase líquida, debe mantenerse a una presión Operativa por encima de los 39 Kg/cm².

Tiene una longitud de 600 Km., está dividido en dos tramos de 300 Km. cada uno aproximadamente. Estos tramos están aislados eléctricamente entre sí por juntas monolíticas instaladas en cada Trampa de Scraper. Dichas juntas están protegidas de las posibles descargas atmosféricas (rayos) por descargadores aéreos, denominados vías de chispa.

El Sistema de Protección Catódica, está compuesto por 6 estaciones rectificadores (CPS) en cada tramo y los criterios de protección adoptados responden a NACE (OFF -850 y -1140).

El tipo y calidad del revestimiento del Poliducto, hacen que los valores de la corriente inyectada sea de 0,002 A en cada CPS.

El tramo 1 cuenta con 273 puntos principales de medición y el tramo 2 tiene 327, además existen mojones para medición de interferencias en cada cruce con otras cañerías.

Podríamos señalar como debilidades del Poliducto:

- Distintos tipos de resistividades por atravesar distintos tipos de suelos
- Zonas muy particulares con difícil acceso.
- No tiene sobre espesor por Corrosión.

- Se halla interferido por Gasoductos paralelos.
- Su traza tiene orientación Este-Oeste plena

Sus fortalezas consisten en:

- Ser Instalaciones nuevas
- Tener un revestimiento Tricapa de alta calidad.
- Estar protegido por corriente impresa
- Contar con un ESD (Emergency Shut Down), Sistema automático de Parada de Emergencia
- Contar con un LDS (Leak Detection System), Sistema para detección de fugas

El Poliducto atraviesa 4 provincias, su cabecera se encuentra en el yacimiento Loma La Lata, Provincia de Neuquén, cruza Río Negro, La Pampa y finaliza su trazado en Puerto Galván, Bahía Blanca Provincia de Buenos Aires.

Tiene en toda su extensión un diámetro nominal de 12 “.

El material utilizado para la construcción del caño es acero API 5L grado X-65.

Está construido con diseño telescópico, en el cual sus paredes varían entre 6,4 - 5,6 - 5,2 y 4,8 mm de espesor.

Se encuentra totalmente revestido con Polietileno Extruido Tricapa (PE 3PL) de 4 mm de espesor.

Cuenta con 24 estaciones de válvulas de bloqueo (LVS), totalmente comandadas por DCS desde Planta Loma La Lata, a través de una Fibra Óptica que tiene una capacidad de 155 MB/seg.

Ante la detección de una rotura de la cañería, inmediatamente actúa el ESD, deteniendo las bombas y bloqueando el tramo comprometido mediante el cierre inmediato de las LVS correspondientes.

Las válvulas son esféricas, de paso total y poseen un actuador de cilindro simple operado con nitrógeno, de modo local, remoto y automático en caso de despresurización violenta del ducto.

Para detectar la existencia de pérdidas de NGL, el Poliducto cuenta además con un LDS que le permite el monitoreo del ducto en Tiempo Real.



6.- Normas aplicadas al Proyecto y al Mantenimiento del Sistema Poliducto

- ANSI/ ASME B31.4 : Diseño, fabricación, construcción, instalación y pruebas hidráulicas.
- ASME B31.8 : Para establecer la distancia máxima entre válvulas para gasoductos ya que ASME B31.4 lo hace exclusivamente para áreas industriales, comerciales y residenciales.
- 49 CFR Parte 195: Código Federal de Regulaciones de Estados Unidos “Transporte de Líquidos Riesgosos por Cañería”, medidas de seguridad adicionales para la instalación de la cañería en el Ingreso a la Ciudad de Bahía Blanca y Polo Petroquímico.
- API 1104: Soldadura de poliductos e instalaciones relacionadas.
- NACE RP-0572; RP-0169; RP-0177: Para el sistema de Protección Catódica.
- DOT Partes 191 y 192: Departamento de Transportes “Normas de Seguridad de Poliductos”, rigen la operación, mantenimiento e información de Fugas.
- NACE RP-0102 Inspección Instrumentada en Línea (ILI)
- ASME B31.G. Evaluación de Defectos y Análisis de Datos del Pig Inteligente
- DTP R N° 8 Departamento de Transporte de Petróleo de YPF S.A., " Señalización de Conductos Urbanos y a Campo traviesa " .

7.- Desarrollo de un Plan de Integridad

7.1.- Etapa inicial

Como ya hemos dicho el objetivo de un Plan de Integridad está dirigido a proteger a las personas, al medio ambiente y a las propiedades, de los probables daños a causar por el Poliducto. Con estas propuestas se siguieron los siguientes pasos:

1. Identificación de daños potenciales y sus costos asociados.
2. Revisión de la información e historial disponibles.
3. Evaluación de estos datos para establecer las estrategias a implementar.
4. Establecimiento de un Plan de Acciones.
5. Puesta en marcha del Programa.

7.2 Elementos del Programa de Gestión de Integridad establecido

Una vez completados los tres primeros puntos, se establecieron las acciones a implementar. Fueron las siguientes:

- a. Medición de espesores en zonas críticas.
- b. Instalación de Aros Sello en bridas de $\varnothing 4"$ de las LVS's
- c. Inspección Interna de la tubería.
- d. Reparación de las fallas detectadas en la cañería.
- e. Mitigación de Interferencias Eléctricas.
- f. Búsqueda y ubicación de fallas de revestimiento desarrollando estudios CIS (Close Interval Survey) y DCVG (Direct Current Voltaje Gradient).
- g. Reparación del revestimiento.
- h. Ejecución de estudios CIS On y CIS On-Off.
- i. Instalación de un Sistema de Medición de Potenciales en Tiempo real.

7.3 Estrategia adoptada para desarrollar la planificación:

Considerando que las instalaciones de la Compañía son relativamente nuevas (el fin de la construcción e inicio de las operaciones tuvo lugar en diciembre de 2000), que los tiempos a insumir por los estudios y obras a desarrollar estarían a cargo de terceros, que estas etapas no interferirían entre sí y por último seguir contando con los mismos recursos propios, se decidió atacar todas las tareas en forma simultánea ya que, por experiencia, se sabía que las superposiciones serían mínimas y que si se postergaba alguna, ese tiempo nunca se podría recuperar. Además, ciertas tareas no se solaparían por ser de desarrollo secuencial y otras requerirían acción inmediata.

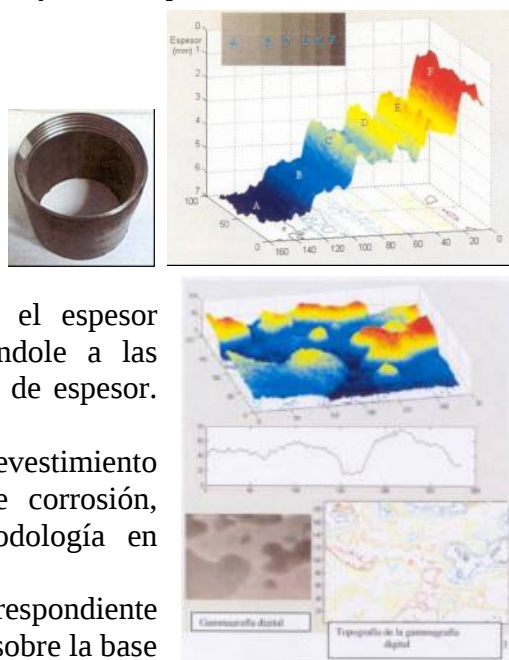
8.- Ejecución del Plan de Integridad

a.- Medición de espesores en puntos críticos sin rotura del revestimiento.

El procedimiento se basa en la Digitalización de Gammagrafías (se utilizó una fuente Ir 192), convirtiendo una imagen 2D a una gráfica en 3D que contempla el espesor remanente de metal que no ha sido corroído, asignándole a las densidades de las placas su correspondiente valor en mm de espesor. Previamente esto es estudiado por Ultrasonido.

Como Probeta se utilizó un caño $\varnothing 4"$ # 8 mm, con revestimiento tricapa, torneado para simular distintas condiciones de corrosión, estudiado para verificación de la validez de la metodología en condiciones semejantes a las de campo.

Aquí vemos la Gammagrafía de la probeta, con su correspondiente gráfico en 3D, donde se muestra la zona de mayor espesor sobre la base



del gráfico. Esto permite calcular la vida remanente del caño, mediante elementos finitos u otra técnica, con el correspondiente coeficiente de seguridad.

En la figura de la derecha se aprecia el resultado de un Estudio realizado sobre un caño en condiciones naturales de corrosión:

- 1) Imagen 3D de la gammagrafía.
- 2) Gráfico Linescan.
- 3) Gammagrafía digital.
- 4) Topografía de la gammagrafía digital

En este gráfico se indican los 2 sitios, elegidos por su altimetría, para efectuar el estudio sobre el Poliducto, considerando que en esos lugares, por ser la bases de grandes pendientes, podría existir la posibilidad de acumulación de agua teniendo en cuenta además la accesibilidad a los mismos.

Las paredes del caño en esos sectores tienen 4,8 mm de espesor.

La figura muestra el resultado de las Gammagrafías de uno de los sectores indicados (Progresiva 219).

En ella puede verificarse que no se observa ninguna imperfección.

En la excavación realizada se tomaron muestras del suelo en distintas profundidades para su análisis en laboratorio.

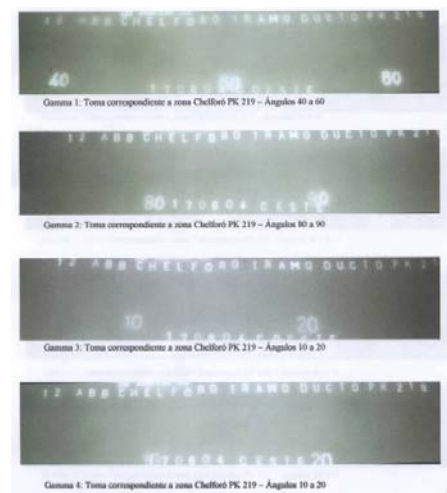
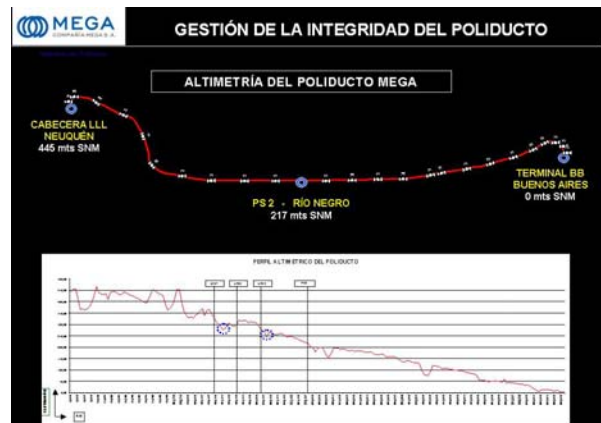
El resultado fue el siguiente:

Análisis físico-químico del suelo en la excavación, sobre, en medio y bajo el caño:

PH 8,6

Resistividad F 125 (μ Si/cm)

Humedad % 0,9



b.- Instalación de Aros-Sello en bridas de los by-pass ø 4"

Esta es la aplicación de un típico Mantenimiento Proactivo,

Este sistema reduce notablemente los niveles de riesgo, al eliminar la posibilidad, en caso de fallar la junta entre bridas, de que pudiera producirse una fuga de NGL.

Esta situación podría manifestarse en dos sitios que, por su ubicación, son los más vulnerables.

Este lugar es el lado externo de los by-pass de 4", donde no existe la posibilidad de un bloqueo para efectuar las reparaciones.

El Sistema lo componen 2 semi-aros de acero que deben ser fabricados a medida para cada juego de bridas.

Antes de su colocación, con el producto sellante se llena manualmente hasta el borde el espacio entre bridas.

Luego se arma firmemente el conjunto de aros y se procede a calafatearlo con el material de las bridas.

Por último, con una bomba hidráulica, se completa el llenado del espacio indicado, hasta observar su salida por un orificio preparado para tal efecto.

A partir de ese momento se continúa inyectando producto a presión hasta alcanzar los 150 kg/cm².

Se requiere un mantenimiento preventivo anual para mantener la presión interna, que consiste en un rellenado de los anillos con el producto original.

Este mantenimiento ya se realizó este año, verificándose que transcurrido un año desde su instalación, requirió un mínima inyección de producto para mantenerse presurizado a 150 kg/cm². Este Sistema descarta las reparaciones de emergencia en esos puntos. Los anillos y las bridas pueden ser desarmados y recuperados.



c.- Inspección Interna de la tubería Antecedentes

Fotografías de las instalaciones de Compañía MEGA para lanzamiento y recepción de herramientas internas.

Ubicación de las mismas:

- Loma La Lata : Trampa de lanzamiento cabecera.
- PS-2 : Trampas de recepción y de lanzamiento (distancia de LLL 273 km).
- Bahía Blanca : Trampa de recepción de la terminal (distancia de PS-2 327 km).



Debido a las características particulares del NGL, para poner en servicio el transporte por el Poliducto en diciembre de 2000, se siguieron los procedimientos específicos provistos por la constructora.

Los pasos para cumplir esta etapa fueron los siguientes:

- La cañería fue entregada, finalizado el proceso de limpieza y secado con aire, con un punto de rocío de - 40°C.
- Inmediatamente se barrió el aire con N₂ (nitrógeno) quedando presurizada con este producto a 1,5 kg/cm².
- A continuación se barrió el N₂ con gas combustible (gas natural tratado) y se presurizó hasta 5 kg/cm².
- Simultáneamente se llenaron las cañerías de PS-2 con gasolina natural (C5).
- En estas condiciones, utilizando polypigs de poliuretano de un solo cuerpo (tipo tricopa), se procedió al llenado con GLP (gas licuado) para desplazar al gas hacia la terminal, a través del by-pass de PS-2, la que quedó habilitada una vez completada la carga de todo el Poliducto. La presión del sistema se ubicó en 56 kg/cm² aproximadamente.
- Posteriormente, cuando en la Planta Separadora Loma La Lata el NGL entró en especificaciones, comenzó el transporte del mismo.

El pasaje de herramientas internas por el Poliducto fue ejecutado por personal de Compañía Mega, calculándose previamente los tiempos de traslado de las mismas y las horas en las que deberían pasar por cada LVS.

Se realizó un seguimiento permanente a lo largo de sus recorridos, para verificar que su pasaje por cada estación de válvulas, cumpliera con los tiempos calculados previamente.

La figura de la derecha muestra, en la recepción, el estado de las copas de los scrapers utilizados.

En todos los casos, se recuperaron muy pocos residuos en las trampas receptoras y a los polypigs con gran desgaste en sus 3 copas, atribuido a la largas distancias recorridas y al NGL.

Este desgaste se verifica al comparar el equipo nuevo con los otros dos ya utilizados.

Los residuos en suspensión, obligaron a parar el bombeo en PS-2 al obstruir los filtros de las bombas.



Para la limpieza anual en el año 2003, se cambió de marca y tipo de pig tendiendo a obtener mejores resultados.

Para esta ocasión se utilizó una herramienta con cuerpo de plástico rígido, con discos y copas renovables, pero de mayor dureza para resistir el largo recorrido.

Los resultados obtenidos nuevamente se pueden ver en las fotografías.



Inspección Interna Etapas de Acondicionamiento

En el año 2003, con la tubería nueva pero sin registros de su estado, se decide efectuar una inspección interna de la tubería (ILI), estudio MFL (Magnetic Flow Leak) con herramienta de Alta Definición, de manera de verificar su real condición de integridad y dejar establecida una línea de base.

Con la experiencia de los pigs utilizados anteriormente, se hizo hincapié a los posibles proveedores a los efectos de obtener limpiezas exitosas, sobre el tipo de producto transportado por la Compañía, la larga distancia de cada uno de los dos tramos y los pésimos resultados obtenidos de las experiencias previas, es decir:

- Excesivo desgaste y rotura de copas y discos.
- Bajo o nulo arrastre de residuos.

Hecha la selección de la herramienta, se estableció una 1er. Etapa, consistente en efectuar 4 carreras (2 corridas dobles) para:

- a) Seleccionar el material adecuado a utilizar en los discos, ensayando en cada carrera diferentes durezas del compuesto, para eliminar o disminuir el desgaste y/o rotura de los mismos.
- b) Incrementar la limpieza del ducto.
- c) Asegurar el calibrado del tubo en todo su recorrido

Todas las operaciones quedarían a cargo y serían ejecutadas por los Supervisores de Poliducto de Compañía Mega.

Primeras Limpiezas y pruebas de compuestos

Las corridas para limpieza se efectuaron entre mayo y junio de 2004 según el siguiente detalle:

- 2 entre LLL y PS 2 (carreras N° 1 y N° 3).
- 2 entre PS 2 y BB (carreras N° 2 y N° 4).

Los tiempos insumidos en cada corrida, varían con el caudal transportado y con su estabilidad.

En nuestro caso, teniendo en cuenta caudales entre 170 y 200 ton/h, las velocidades alcanzadas oscilan entre 3,5 y 5 km/h.

Dependiendo de estas velocidades, los tiempos insumidos por cada corrida, son de hasta 62 hs en el primer tramo y de aproximadamente 78 hs en el tramo 2.

Para esta etapa se utilizó un pig transmisor para largo recorrido (permite seguir su posición), armado solamente con discos de Guía y de Sello, foto de la derecha .

En esta ocasión, además de efectuar previamente el cálculo de tiempo de pasaje por cada LVS, se aprovechó la tecnología del sistema Poliducto y para asegurar el seguimiento de los equipos, se configuró por Scada en las Salas de Control de LLL y BB, la indicación del pasaje de la herramienta por cada válvula a los efectos de conocer permanentemente su ubicación.

Se probaron distintas durezas de los compuestos.



Fotografía arriba-izquierda: Lanzamiento en LLL.

Fotografías arriba-derecha: Recepción en PS 2 y estado del scraper recibido.

Se pueden observar nuevamente los discos destruidos.

Pese a la escasa recuperación de sólidos en la trampa, la granulometría de los mismos obtura los filtros y obligan a detener el bombeo intermedio.

Las consecuencias en los filtros de las bombas de PS-2 se pueden apreciar en la foto de la derecha : como queda recubierto por el polvo en suspensión y el detalle de su rotura.

FILTROS DE PS 2



El resultado de los análisis Físico-Químicos efectuados a estos residuos, indican que resultan ser, mayoritariamente, polvo de hierro:

Solubilidad en H2O Bidestilada:	Negativa
Solubilidad en HCl:	Fe Total 73,4%
	Oxido de Si 26,6%
Particulado:	< 5-10 μ m (micrómetros) (95%)
	10-50 μ m (5%)

Foto a la derecha: característica de los residuos que quedaron en la trampa receptora.

El cambio de color se debe a su oxidación inmediata.

Las tres fotografías ubicadas más abajo, corresponden al estado de los pigs, a la recepción de las carreras 2da (trampa de BB), 3ra (trampa de PS-2) y 4ta. (trampa de BB) respectivamente.

En cada una de ellas se probaron discos con material de distinta dureza, no obstante, los resultados continuaron siendo discos rotos y escaso arrastre de residuos sólidos .



Foto del pig transmisor recuperado en la trampa de BB

2da. Corrida



Foto del equipo recuperado en la trampa de PS-2

3ra. Corrida



Fotografía del pig transmisor recuperado en la trampa de BB en la 4ta. Corrida



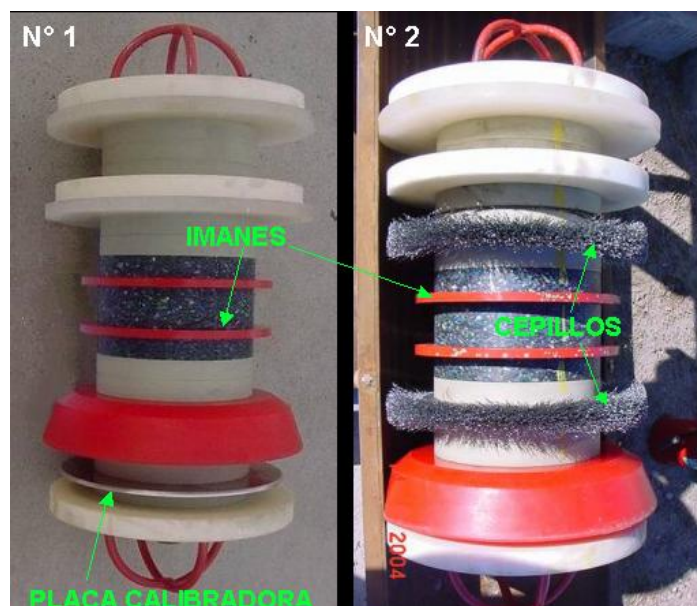
Cambio de modelo de Herramienta

Después de haber efectuado esos 4 lanzamientos sin mejora en los resultados, se optó por cambiar el tipo de herramienta. Se decidió trabajar con 2 pigs, también con elementos cambiables pero armados con distintas configuraciones y se lanzarían en tandem. Imágenes a la derecha.

Los dos equipos, además de discos de guía y de sello llevarían una copa y un potente imán, pero estarían diferenciados en que:

- El pig “N° 1” tendría montada una placa calibradora.
- El pig “N° 2” incluiría 2 cepillos circulares de acero.

Los dos equipos no se lanzarían juntos, sino

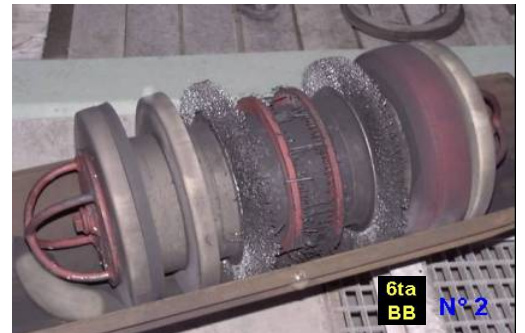


que cada carrera sería “doble”, es decir distanciando a los chanchos 6 hs entre si, para, de esta manera, completar otros 4 lanzamientos “dobles”.

Carreras 5ta y 6ta

En las recepciones de estas carreras (en PS-2 y BB fotos de la derecha y de abajo respectivamente), el primer scraper (N° 1) se recobró con los discos y copa destruidos, incluyendo la placa calibradora lo que ya era preocupante. Poco arrastre de residuos sólidos y con recuperación, adheridos a los imanes, de numerosos trozos de hierro que quedaron de la construcción (electrodos, separadores de caños, pelos de cepillos de amoladoras, etc)

Al recibir los pigs Nros. 2, transcurridas 6 hs, lo primero que se advirtió, tanto en PS-2 como en BB, fue que no presentaban ningún daño, solamente un desgaste razonable de sus elementos además del mismo tipo de desperdicios.



Carrera 7ma

Para la siguiente carrera entre LLL y PS-2, teniendo en cuenta lo observado, se decidió colocarle una placa calibradora adicional al pig que llevaba los cepillos. La configuración de los equipos para el lanzamiento corresponde a la de la foto de abajo.



Los resultados de la recepción de los scrapers en PS-2 se ven en las fotografías de abajo.

El N° 1 presentaba similares daños a los de todas las oportunidades anteriores, pero el N° 2, tal como suponíamos, se recuperó intacto, con la placa calibradora impecable, sin roces en su borde externo, es decir que se confirmaba que el interior de la cañería estaba en perfectas condiciones para el pasaje de la herramienta inteligente. Continuaron saliendo restos metálicos.



Carrera 8va

Para asegurar y verificar lo que suponíamos, como causa de las roturas de discos, copas y placa, decidimos, para la 8va. carrera (PS-2>BB), armar a los 2 pigs con cepillos. Como placa sana quedaba solo una, esta se colocó en el chancho N° 2.

En la imagen inferior podemos ver la configuración de los 2 pigs antes de su lanzamiento.



Las siguientes fotos son a la recepción en BB y demuestran los resultados que esperábamos, es decir, recuperar ambas herramientas con sus componentes gastados en forma uniforme, pero sanos.

La placa calibradora no presentaba roces en sus bordes.

Los residuos metálicos adheridos a los imanes eran similares a los obtenidos anteriormente.



Conclusiones de la etapa de acondicionamiento para el pasaje de una herramienta inteligente.

El gran desgaste de los elementos componentes de los scrapers: discos de guía, de sello y copas, es inevitable y fue ocasionado por :

- La gran distancia del recorrido existente entre las trampas de lanzamiento y de recepción (300 km).
- Las características del producto transportado (NGL).

De cualquier manera esto no impide la realización de limpiezas internas de la cañería.

La solución para evitarlo, sería intercalar más trampas de lanzamiento y recepción.

La causa que provocó la rotura de los accesorios, fue la elevada vibración de las herramientas en sus recorridos, en parte debido a su corta longitud y también por el poco peso de cada equipo.

Estas vibraciones generan además intenso calor, verificándose partes derretidas en los discos rotos y también en los separadores.

Esta conclusión se confirmó, cuando al modificar la configuración de los 2 scrapers incluyéndoles cepillos de acero en su montaje, estos absorbieron las vibraciones, lo que permitió recuperar discos y copas sanas y, lo más importante, con las placas calibradoras intactas, señal esta de que el interior del tubo se encontraba en perfectas condiciones para efectuar una inspección interna.

Inspección Interna, etapa final, Pasaje del scraper instrumentado

En Agosto de 2004 finalizó la 1er. Etapa de acondicionamiento, es decir la limpieza y calibración de los 600 km de la línea.

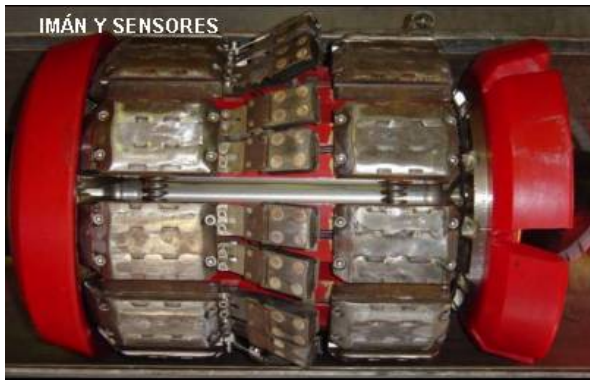
En Septiembre de 2004 se realizó la inspección interna con la Herramienta para Detección de Corrosión (CDP) de Alta Resolución que muestra la fotografía.



El equipo está integrado por cuatro componentes, unidos entre sí por juntas cardánicas:

- El primero en la parte delantera es un pig con discos de guía y de sello para tracción.
- El siguiente contiene fuentes de energía para sostener la alimentación de un largo recorrido.
- El tercero es el emisor magnético y lleva los sensores receptores de flujo.
- El cuarto y último contiene el procesador y en su parte trasera tiene montado un odómetro compuesto por tres ruedas lectoras independientes entre sí.





El lanzamiento desde LLL se efectuó el día 14 de septiembre de 2004 a las 17:40, su desplazamiento fue normal a lo largo de todo su recorrido cumpliendo los tiempos precalculados y fue monitoreado en forma permanente por personal de la Compañía.

La fotografía inferior muestra el momento en que la herramienta es introducida en la trampa de lanzamiento de LLL.



La herramienta llegó normalmente a la trampa de PS-2 el día 17 de septiembre a las 07:20. El tiempo insumido para el recorrido fue de 61 hs. 50 min.



Las fotografías que se muestran arriba son del momento de su recepción en PS-2. En ellas puede observarse el gran arrastre de residuos sólidos, alrededor de 100 lbs., a diferencia de las mínimas cantidades obtenidas en las corridas anteriores, pero también constituido mayormente por polvo de hierro, según el resultado de los análisis.

Esto se debe a que el peso del equipo le otorga mayor estabilidad en su desplazamiento, impidiendo la producción de vibraciones y además a que, después de la experiencia adquirida a lo largo de las 8 corridas, el material empleado en los discos había sido seleccionado correctamente. Los residuos que fueron retirados de las trampas se trataron según el Procedimiento interno vigente y cuentan con el correspondiente Certificados de Disposición Final.

El lanzamiento del scraper desde PS-2 hacia BB se programó y ejecutó el día 04 de octubre de 2004 a las 11:25.

Tanto su desplazamiento como la recepción en BB se completaron normalmente, cumpliendo los tiempos precalculados y con monitoreo permanente por personal de la Compañía.

El equipo ingresó en la trampa receptora el 07 de octubre a las 15:40.

El tiempo insumido para el recorrido fue de 73 hs. 15 min.

Igual que en la recepción en PS-2, se puede apreciar en la imagen a la derecha, el arrastre de gran cantidad de residuos de idénticas características que los anteriores.

Es importante refrigerar la herramienta con gran cantidad de agua desde el momento de su extracción, ya que la brusca oxidación de la mezcla de residuos de hidrocarburos y polvo de hierro es exotérmica, produciendo su ignición espontánea. Esto genera intensa cantidad de calor en todos los elementos sobre los que se encuentra, pudiendo destruir cables y componentes electrónicos del equipo.



Resultados de la Inspección

Se recibió un informe preliminar de la inspección, en el que se indicaba que la totalidad de la información registrada, fue dentro de las especificaciones standard de la empresa, propietaria de la herramienta y a cargo del estudio. Esta información era de buena calidad y completa.

Las siguientes imágenes corresponden a las copias de los resultados de las principales anomalías registradas

Hallazgos de la Inspección : LLL - PS 2					ANSI/ASME B31G
Anomalías de Pérdida de Metal					
Hallazgos importantes de la Inspección CDP:					
Anomalías de Corrosión (MELO-CORR):					
Profundidad de Pérdida de Metal	Total	Anomalías de Corrosión en la Pared Interna de la Tubería			
		sí	no	n/a	
≥ 60 %	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	
40 - 59 %	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	
20 - 39 %	3	ninguna	3	ninguna	
10 - 19 %	10	1	9	ninguna	
Total	13	1	12	ninguna	
Anomalías de no Causadas por Corrosión (MELO-COFE / GOUG / MIFE):					
Profundidad de Pérdida de Metal	Total	Anomalías No Causadas por Corrosión en la Pared Interna de la Tubería			
		sí	no	n/a	
≥ 60 %	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	
40 - 59 %	2	ninguna	ninguna	2	
20 - 39 %	13	ninguna	ninguna	13	
10 - 19 %	55	ninguna	ninguna	55	
Total	70	ninguna	ninguna	70	
Número de anomalías de pérdida de metal con un ERF ≥ 1:					ninguna
Número de anomalías de pérdida de metal ≥ 80 %:					ninguna
Número de anomalías de pérdida de metal no calculadas					ninguna

Hallazgos de la Inspección : PS 2 - BB					ANSI/ASME B31G
Anomalías de Pérdida de Metal					
Hallazgos importantes de la Inspección CDP:					
Anomalías de Corrosión (MELO-CORR):					
Profundidad de Pérdida de Metal	Total	Anomalías de Corrosión en la Pared Interna de la Tubería			
		sí	no	n/a	
≥ 60 %	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	
40 - 59 %	1	ninguna	1	ninguna	
20 - 39 %	4	1	3	ninguna	
10 - 19 %	93	84	9	ninguna	
Total	98	85	13	ninguna	
Anomalías de no Causadas por Corrosión (MELO-COFE / GOUG / MIFE):					
Profundidad de Pérdida de Metal	Total	Anomalías No Causadas por Corrosión en la Pared Interna de la Tubería			
		sí	no	n/a	
≥ 60 %	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	
40 - 59 %	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	
20 - 39 %	10	ninguna	ninguna	10	
10 - 19 %	36	ninguna	ninguna	36	
Total	46	ninguna	ninguna	46	
Número de anomalías de pérdida de metal con un ERF ≥ 1:					ninguna
Número de anomalías de pérdida de metal ≥ 80 %:					ninguna
Número de anomalías de pérdida de metal no calculadas					ninguna

A continuación se muestra una síntesis del informe:

Resumen total de anomalías detectadas e informadas con profundidad $\geq 20\%$		
	Tramo 1	Tramo 2
	18	15
Ubicación		
En cuerpo del caño	5	5
En soldaduras circunferenciales	13	10
Todas fueron generadas durante la construcción.		

El cálculo de gravedad de las anomalías informadas se efectuó según norma ASME B31G que indica:

- Reparación ó reemplazo de tramo cuando la profundidad de la falla es igual o mayor al 80 % del espesor de la pared del caño.
- Tomar otras acciones cuando la profundidad de esta se sitúa entre el 10 y el 80 %. Estas acciones pueden ser bajar la presión de trabajo ó reparar.

En general se informó, que la mayoría de las anomalías detectadas, se encuentran ubicadas en las soldaduras circunferenciales y fueron calificadas como “fallas de construcción” es decir de obra. Vale recordar que en la construcción del Poliducto:

- Se radiografió el 100% de las soldaduras.
- Todas fueron analizadas por inspectores Nivel 3.
- Se repararon y reaprobaron de acuerdo a norma API 1104.
- Se efectuó ensayo destructivo cortando de 3 soldaduras de cada 1000 realizadas..

Las recomendaciones sugeridas en el informe fueron que no se requería tomar acción de remedio inmediata al no haberse detectado un Factor Estimado de Reparación (ERF) ≥ 1 como tampoco pérdidas de espesor $\geq 80\%$.

El ERF resulta del siguiente cálculo:

$$ERF = \frac{MAOP}{P'} \left\{ \begin{array}{l} \text{Si } ERF > 1: MAOP \text{ mayor a } P' \rightarrow \text{REPARAR} \\ \text{Si } ERF < 1: P' \text{ mayor a } MAOP \rightarrow \text{OK} \end{array} \right.$$

Donde:

MAOP = la Máxima Presión Operativa Admisible

P' = Presión de Falla en la Anomalía

$$P' = 1,1 P \left(\frac{1 - \frac{2}{3} \left(\frac{d}{t} \right)}{1 - \frac{2}{3} \left(\frac{d}{t \sqrt{A^2 + 1}} \right)} \right)$$

$$A = 0,893 \left(\frac{Lm}{\sqrt{Dt}} \right)$$

P= Presión de Diseño

Lm = Longitud media de la falla en pulgadas

D = diámetro nominal exterior del caño en pulgadas

t = espesor nominal del caño en pulgadas

d.- Acciones tomadas. Reparación de las fallas

- Se revisaron y compararon los hallazgos del estudio con los Informes de Construcción y en el Pipe & Weld Book, verificándose que el 100 % de las soldaduras, incluyendo las reparadas, están aprobadas por inspectores Nivel 3.
- Se verificaron visualmente todas las fallas ubicadas sobre el caño.
- Las que tenían profundidades $\geq 30\%$, se repararon o están en proceso de reparación.

Las siguientes fotografías, corresponden a la verificación de una de las anomalías informadas, que tenía una profundidad del 59 % en el momento en que fue realizado el estudio.

Las características del terreno en que se encuentra enterrada la cañería en ese lugar (un salitral) sugerían la necesidad de una rápida verificación visual.



Como se puede apreciar, la causa que provocó la falla persistía (rotura del gunitado en el momento de la bajada de la cañería a la zanja) y esto, sumado al tipo de suelo determinaban el continuo avance y profundización del defecto.

A continuación puede verse la magnitud del mismo y como quedó terminada la reparación con la utilización de muelles de alta resistencia de material compuesto:



e.- Inspección Externa

Antecedentes.

La coexistencia de diferentes tuberías con inyección de corriente impresa, ya sea con cruces o paralelismo, produce Interferencias Eléctricas.

Por la ubicación de su traza, en el Poliducto Mega este resultado fue y es inevitable, dado que la mayor parte de su recorrido de 600 Km. lo hace en paralelo con otros Ductos importantes.

Estos son los gasoductos Neuba 1 y Neuba 2 a los que se les suma el San Martín desde Médanos hasta Cerri (Pcia. Buenos Aires) y 2 Oleoductos.

Estas cañerías están separadas 15 m entre si y cruzan al Poliducto a la altura de Allen (Río Negro).

Otro factor muy importante es, que la traza corre íntegramente de Oeste a Este, lo que convierte al Poliducto en una espira aislada perfecta bajo la influencia del campo electromagnético del sol.

Según la NAG 100 (y NACE RP), el valor máximo admisible para una interferencia eléctrica debe ser menor ó igual a 50 mV absolutos.

Consenso con empresas vecinas

Para analizar y desarrollar acciones correctivas sobre ésta problemática, el personal a cargo de Integridad de las empresas comprometidas, Oldelval, TGS y Compañía Mega, organizaron y realizaron varias reuniones durante el año 2003, para consensuar las acciones a tomar.

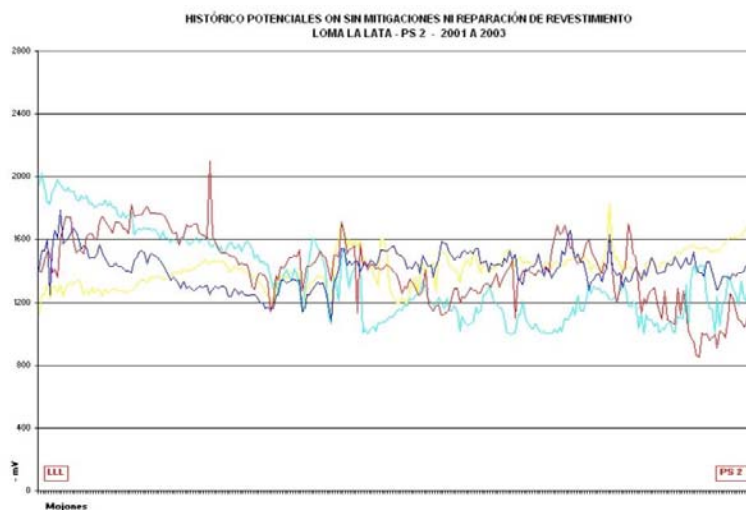
En estas reuniones se convino en que, la mejor solución para mitigar este problema, sería realizando vinculaciones físicas mediante un cable entre los ductos involucrados y con instalación de reóstatos, resistencias calibradas y diodos donde fuese necesario, cálculo previo mediante.

Compañía Mega, por ser la última en tender su cañería, asumió el costo de tomar a su cargo las acciones correctivas para las mitigaciones, consistente en efectuar primero el estudio completo de las mismas para su ubicación y luego ejecutar la obra de las vinculaciones entre ductos.

También se consensuó en que solamente se inyectaría corriente impresa por parte de la transportadora y que los rectificadores de Mega quedarían como backup de todo el sistema.

En el gráfico se muestra un histórico del estado del potencial On del Poliducto, solo del tramo LLL-PS-2, antes de efectuar las mitigaciones.

Se observa la probable existencia de fallas en el revestimiento y del efecto de las interferencias.



Ejecución del Plan para la Mitigación de las Interferencias Eléctricas.

El primer paso fue determinar los puntos de interferencias eléctricas.

Con este primer estudio se cuantificó el tipo y la cantidad de puntos problemáticos.

A lo largo del Poliducto se midieron valores de interferencias superiores a los 600 mV, anódicos y catódicos, determinando un total de 21 en el primer tramo, calificadas como máximas y medianas según su prioridad y 22 en el segundo tramo con las mismas calificaciones.

La mayor parte de estas se deben al “efecto apantallamiento”, causado por la ubicación de los pozos de los ánodos dispersores de los equipos rectificadores de los gasoductos .

No se observó ningún efecto de interferencias generado por los oleoductos.

Analizados estos resultados se tomaron las siguientes decisiones:

1. En una 1er. etapa efectuar en ambos tramos, solo las vinculaciones calificadas como de máxima prioridad (por su magnitud).
2. A continuación de ejecutadas las vinculaciones hacer un CIS-On para verificar:
 - Grado de mitigación logrado.
 - Curva de potenciales ON.
 - Analizar la necesidad de realizar más vinculaciones en una 2da etapa.
3. Mantener la inyección normal de corriente impresa por parte de Mega, pero en solo 3 puntos de cada tramo ya que, ante una caída imprevista del sistema de protección catódica de los gasoductos, el Poliducto igualmente continuaría protegido.

Vale aclarar que el valor de la corriente aportada por Mega en cada CPS no supera los 0,002 A.

En la primer etapa se efectuaron 8 vinculaciones en el primer tramo y 11 en el segundo.

Finalizado y analizados los resultados del estudio CIS-On se vio la necesidad de pasar a la 2da. etapa en ambos tramos, completando un total de 32 puntos de vinculación, 16 en cada tramo que son los listados que figuran a la derecha.

En la misma figura, se muestran fotos del reóstato y del diseño especial de los mojones instalados, al efecto de minimizar los daños por vandalismo.

Actualmente el número de vinculaciones se vio incrementado, por la instalación de nuevos equipos por parte de la transportadora de gas, empresa que asumió el costo de las mismas.

El gráfico corresponde a estudios de potenciales ON solamente del tramo LLL - PS-2, después de ejecutar las primeras vinculaciones lo que señaló la necesidad de ampliar su número.

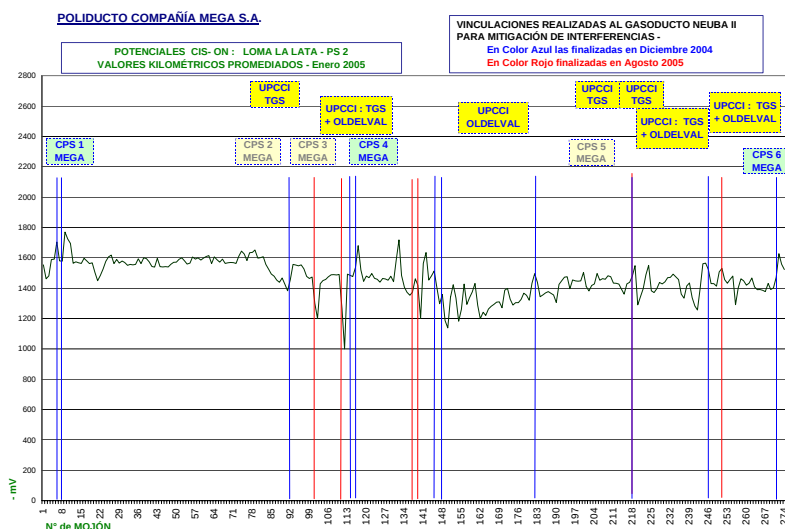
Las indicadas en color rojo son las que se ejecutaron después de ese estudio.

LISTADO DE LAS VINCULACIONES IDENTIFICADAS Y EJECUTADAS

TRAMO 1: LOMA LA LATA - PS 2					TRAMO 2: PS 2 - BAHÍA BLANCA				
Nro.	Prog.	Detalles	Prioridad		Nro.	Prog.	Detalles	Prioridad	
1	4	Caja existente cruce con TGS	Máxima		1	275	Proximidades de la Planta TGS Belisle (Mojón Nuevo)	Máxima	
2	8.28	Caja existente cruce con TGS	Máxima		2	288.4	Caja existente cruce con LOOP N-II Caja	Máxima	
3	91	E.R. TGS (Turbina Omat) Mojón nuevo	Máxima		3	309.8	Caja existente cruce con LOOP N-II Caja	Máxima	
4	100	Zona con tendencia anódica	Mediana		4	313	E.R. TGS Pta. Zorilla (OLDELVAL) Mojón Nuevo	Máxima	
5	111	Zona con tendencia anódica	Mediana		5	334	E.R. TGS Pta. Fortín 1 Mojón Nuevo	Máxima	
6	114	Caja existente, zona de apartamiento	Máxima		6	374	E.R. TGS Pta. Pichi Mahuida (OLDELVAL) Mojón Nuevo	Máxima	
7	115.7	E.R. TGS - N I Prog. 105.6 Mojón nuevo	Máxima		7	LVS 15	E.R. TGS Río Colorado Mojón Nuevo	Máxima	
8	135	Zona con tendencia anódica	Mediana		8	430	Pta. La Adela vincular aguas arriba Mojón Nuevo	Máxima	
9	138	Zona con tendencia anódica	Mediana		9	433	Pta. La Adela vincular aguas abajo Mojón Nuevo	Máxima	
10	145	Aguas abajo del E.R. Pta. Cervantes Mojón nuevo	Máxima		10	441	Caja existente cruce con LOOP N-II Caja	Máxima	
11	147.4	Caja existente - A. Amba de Pta. Cenantes	Máxima		11	449	Caja existente cruce con LOOP N-II Caja	Máxima	
12	162	E.R. TGS - ON-10 N I (Chichinales) Mojón nuevo	Máxima		12	517	E.R. TGS Algarrobo Mojón Nuevo	Máxima	
13	217	E.R. TGS - N I Prog. 208 Mojón nuevo	Máxima		13	568	E.R. TGS La Pina Mojón Nuevo	Máxima	
14	247	E.R. TGS - ON-12 N I (Chimpay) Mojón nuevo	Máxima		14	574	E.R. TGS Sauce Chico Mojón Nuevo	Máxima	
15	255	Zona de apartamiento	Mediana		15	579	E.R. TGS Club Cazadores Mojón Nuevo	Máxima	
16	271	Planta TGS Belisle vincular aguas arriba Mojón nuevo	Máxima		16	582.5	Caja existente cruce Neuba II Caja	Máxima	
					17	584.2	Caja existente - cruce Neuba I Caja	Máxima	



VINCULACIÓN CON MOJÓN ANTIVÁNDALOS



Corrientes telúricas

Durante el desarrollo de las mediciones, se observaron grandes variaciones en los valores de los potenciales medidos que, en algún caso, hacían dudar del estado de los equipos de medición, los que, controlados fehacientemente, indicaron su buen funcionamiento. Este fenómeno se observó principalmente en los tramos aledaños a PS-2.

En estos casos los potenciales alcanzaban valores preocupantes y con variación continua, lo que hizo sospechar la presencia de las denominadas corrientes telúricas.

Por esta razón se instalaron 2 registradores electrónicos en los lugares problemáticos, uno en cada tramo. Los instrumentos registraron una medición cada 3 segundos durante 24 hs.

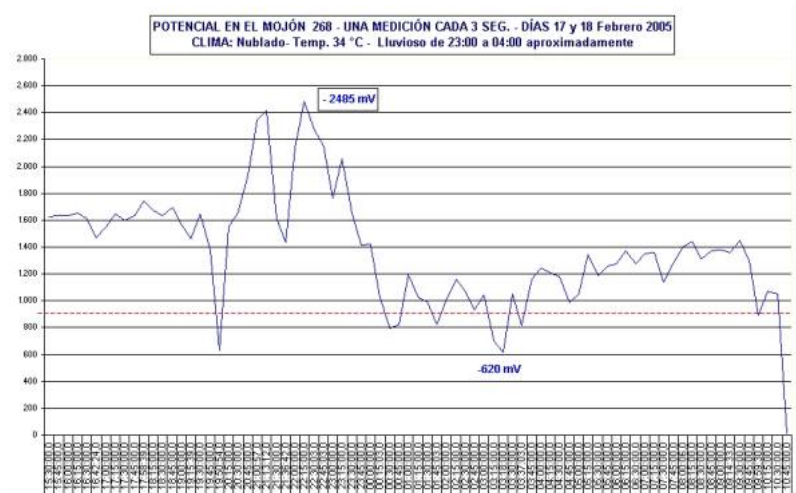
El registro de uno de ellos se muestra en el gráfico en el que pueden apreciarse picos de los valores registrados que van desde – 620 mV hasta – 2.485 mV.

Con este registro pudo confirmarse la existencia de estas corrientes y la manera en que ejercen su influencia sobre los ductos, debido a su franca orientación Este-Oeste.

Con respecto a esta problemática, de la que no existen informes de campo que permitan establecer fehacientemente cuáles son sus

efectos sobre las cañerías, Compañía MEGA tiene presupuestado para el próximo ejercicio, realizar conjuntamente con una Institución Universitaria de Buenos Aires, un estudio completo sobre el tema, con el objeto de establecer si este fenómeno perjudica a la integridad del ducto, en cuyo caso se tomarán las acciones correctivas correspondientes, a sugerir por los especialistas que tendrán a cargo estos estudios, o bien si sus efectos no son nocivos para la cañería.

La metodología propuesta, a grandes rasgos, consiste en realizar mediciones en primavera, verano, invierno y durante períodos de tormentas solares.



f.- Ubicación de fallas en el revestimiento.

Como ya dijimos el Poliducto tiene sus 2 tramos aislados entre si, por ello la detección de fallas de revestimiento mediante la ejecución de un estudio DCVG, pudo ejecutarse simultáneamente con la Mitigación de Interferencias, es decir que de cada lado se realizaba una tarea distinta.

El defecto en la cobertura puede medirse francamente según la pérdida de potencial entre el mismo punto del defecto y la tierra remota. Esto se manifiesta con variaciones de potencial (gradiente) que son los que se mide con los instrumentos para el estudio DCVG y que se expresan como un porcentaje de la protección catódica disponible (%IxR) .

El tamaño, o mejor expresado, la gravedad de la falla, se califica según cuatro categorías, de acuerdo al valor del %IxR medido y que son:

- Categoría 1: 51 al 100 %IxR , son críticas y de reparación en el corto plazo.
- Categoría 2: 36 al 50 %IxR , para reparación a mediano plazo.
- Categoría 3: 16 al 35 %IxR , para reparación a largo/mediano plazo.
- Categoría 4: 0 al 15 %IxR , no se consideran importantes. No se recomienda reparación si se cuenta con un Sistema de Protección Catódico efectivo y bien mantenido.

Del análisis del estudio DCVG se informaron las siguientes anomalías:

- Tramo LLL - PS 2: un total de 48 fallas (incluidas las ubicadas en 12 válvulas de bloqueo que eran las de Categoría 1, con un valor máximo de 60%IxR).
- Tramo PS 2 – BB: un total de 66 fallas (incluidas las ubicadas en 16 válvulas de bloqueo, que eran las de Categoría 1, con un valor máximo de 66%IxR).



- El resto de las fallas ubicadas fueron todas calificadas como Categoría 4 es decir ubicadas entre 0 y 15 %IxR.

En la fotografía de la página anterior, se muestra el efecto de descomposición causado sobre el terreno, por la acción de la protección catódica, en una zona con fallas en el revestimiento.

Las siguientes imágenes muestran en detalle el estado del revestimiento en una válvula :



Esta falla en la cobertura es idéntica a las encontradas en todas las válvulas del Poliducto, y fueron producidas durante la etapa de construcción.

g.- Acciones tomadas y situación actual.

Inmediatamente finalizados los estudios, se realizó, en primer término, la reparación del revestimiento todas las válvulas troncales, utilizando como material de cobertura, cintas de cera de hidrocarburo como se muestra en la foto de la derecha.

El resto de las fallas se encuentran en proceso de verificación visual y reparación, utilizando para ello material similar al del revestimiento (manta termocontraible).

Hasta este momento, en ambos tramos se efectuaron alrededor de 20 inspecciones.

En todas ellas se verificó que la rotura de la

cobertura las produjeron las malas maniobras durante la construcción: roces con el balde de excavadoras al instalar los cables para medición de potencial o al bajar la línea a la zanja, cables de medición de potencial desprendidos o cortados, etc.

Actualmente, con los valores de los potenciales estabilizados después de concluir con todas las vinculaciones por parte de Compañía Mega, se está efectuando el Relevamiento Final CIS On-Off por tramo, con interrupción de todos los equipos rectificadores, propios y de las empresas vecinas, utilizando un ciclado de 800-200 mseg.

Del análisis del resultado de este estudio On-Off, se analizarán los pasos a seguir para mantener el Sistema de Protección Catódica de Compañía Mega dentro de los criterios NACE adoptados.



h.- Medición de Potenciales en Tiempo Real

Se adquirieron hemipilas permanentes para monitoreo continuo del potencial del Poliducto.

Durante las obras de reparación del revestimiento de las válvulas troncales, se dejaron previstos los lugares en donde se instalarán las mismas.

Se diseñó y se encuentra en proceso de construcción, un módulo electrónico para medir valores de potencial entre -3000 y +3000 mV y convertirlos a una señal de 4 a 20 mA, que será enviada a Sala de Control a través de la Fibra Óptica.

Actualmente y desde agosto de 2005, un prototipo de este sistema está instalado y funcionando en una estación LVS, permitiendo, además de ver en Tiempo Real el estado del potencial de la Protección Catódica, mantener un registro histórico del mismo.

9.- Conclusiones finales.

a) Inspección Interna

- ✓ Una buena inspección de obra es fundamental. Durante la construcción de un ducto, debería contarse con un servicio de inspección realizado por personal altamente capacitado y con presencia permanente en los distintos frentes de la obra. Este proceder resulta estratégico para las Empresas, ya que permite evitar gastos de reparación a futuro pero además, disminuir los riesgos..
- ✓ Debería evaluarse la realización de un ILI al finalizar su construcción.
- ✓ Deben analizarse cuidadosamente los resultados de los estudios y tomar acciones de verificación y de remediación inmediatamente.
- ✓ Un buen programa de Gestión de la Integridad consolida la imagen y el prestigio de la Empresa.
- ✓ Las fallas pueden prevenirse :
 - Programando, ejecutando y manteniendo un Plan de Gerenciamiento de la Integridad.
 - Analizando los riesgos en forma continua.
 - Solucionando los problemas inmediatamente o bien con un programa de trabajos.
 - Incorporando tecnología en forma permanente.
 - Realizando inspecciones directas e indirectas según Normas
 - El solo cumplimiento de la normativa vigente no garantiza la eliminación de los riesgos.

b) Inspección Externa

- ✓ No existen revestimientos perfectos.
- ✓ Es recomendable ejecutar un estudio DCVG al finalizar el tendido de una tubería revestida.
- ✓ En los lugares en que este estudio no pueda ejecutarse (ríos, canales, etc.), deben efectuarse envíos de corriente para asegurar el correcto estado del revestimiento de esos sectores.
- ✓ En el proyecto para el tendido de una cañería y una vez determinada la traza del ducto, conociendo la existencia de cruces y/o paralelismo con otros caños, debe realizarse un estudio de Interferencias Eléctricas y especificar el Sistema de Protección Catódica a diseñar, teniendo en cuenta la mitigación de las mismas.
- ✓ Es fundamental mantener vigente un Programa de Mantenimiento PPP, cumplirlo y actualizarlo en forma permanente.

Compañía MEGA S.A.
25/11/2005.

Mario La Torre
malatorres@ciamega.com.ar

Guillermo Iturrioz
giturriozt@ciamega.com.ar

CURRÍCULUM VITAE DE LOS AUTORES

1) DATOS PERSONALES:

Nombre: La Torre, Mario Alberto
Correo electrónico: malatorres@ciamega.com.ar
Teléfono: 0054 299 489 3937 / 8 int. 1029
Loma La Lata, Neuquén.

2) ESTUDIOS:

Profesor de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Católica de Salta (U.C.S.).
Técnico Mecánico Electricista, ENET N° 1 Mar del Plata.

3) EXPERIENCIA LABORAL:

- Supervisor de Poliducto (Noviembre 1999 hasta el presente). Compañía MEGA S.A., Distrito Oeste, Loma de la Lata, Neuquén
 - Jefe Planta Compresora y Base de Mantenimiento de Gasoductos “Gral. Conesa” (Río Negro 1992-1993). GdE (Gas del Estado) / TGS.
 - Jefe Planta Compresora “Lumbreras” (Salta 1986 - 1992). GdE.
 - Jefe Planta Compresora y Tratamiento de Gas “El Medanita” (Río Negro 1983-1985). GdE.
-

1) DATOS PERSONALES:

Nombre: ITURRIOZ, Guillermo Esteban
Correo electrónico: giturriozt@ciamega.com.ar
Teléfono: 0054 291 457 2468 /69/70 int. 3032
Puerto Galván, Bahía Blanca.

2) ESTUDIOS:

Técnico Mecánico Electricista
Técnico Superior en Higiene y Seguridad en el Trabajo

3) EXPERIENCIA LABORAL:

- Supervisor de Poliducto (Octubre 1999 hasta el presente). Compañía MEGA S.A., Distrito Oeste, Loma de la Lata, Neuquén
- Supervisor de Cañerías internas de Planta Complejo Cerri Gas del Estado y TGS S.S.
- Supervisión y Mantenimiento de Poliductos de TGS S.A. de Complejo Cerri hasta Planta Galván.