

# ACTUALIZACIÓN DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA DE TERMINALES DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO

**Norberto Antonio Pesce, Omnitronic S.A.**  
**Miguel De Leonardis, Termap S.A.**  
**Norberto Aldo Pesce, Omnitronic S.A.**  
**Jorge Daniel Zucas, Termap S.A.**

[npescezurbrigggen@omnitronic-sa.com](mailto:npescezurbrigggen@omnitronic-sa.com)  
[mdeleonardis@termap.com.ar](mailto:mdeleonardis@termap.com.ar)  
[npesce@omnitronic-sa.com](mailto:npesce@omnitronic-sa.com)  
[dzucas@termap.com.ar](mailto:dzucas@termap.com.ar)

## Contexto

Terminales de Almacenamiento y Despacho de Crudo

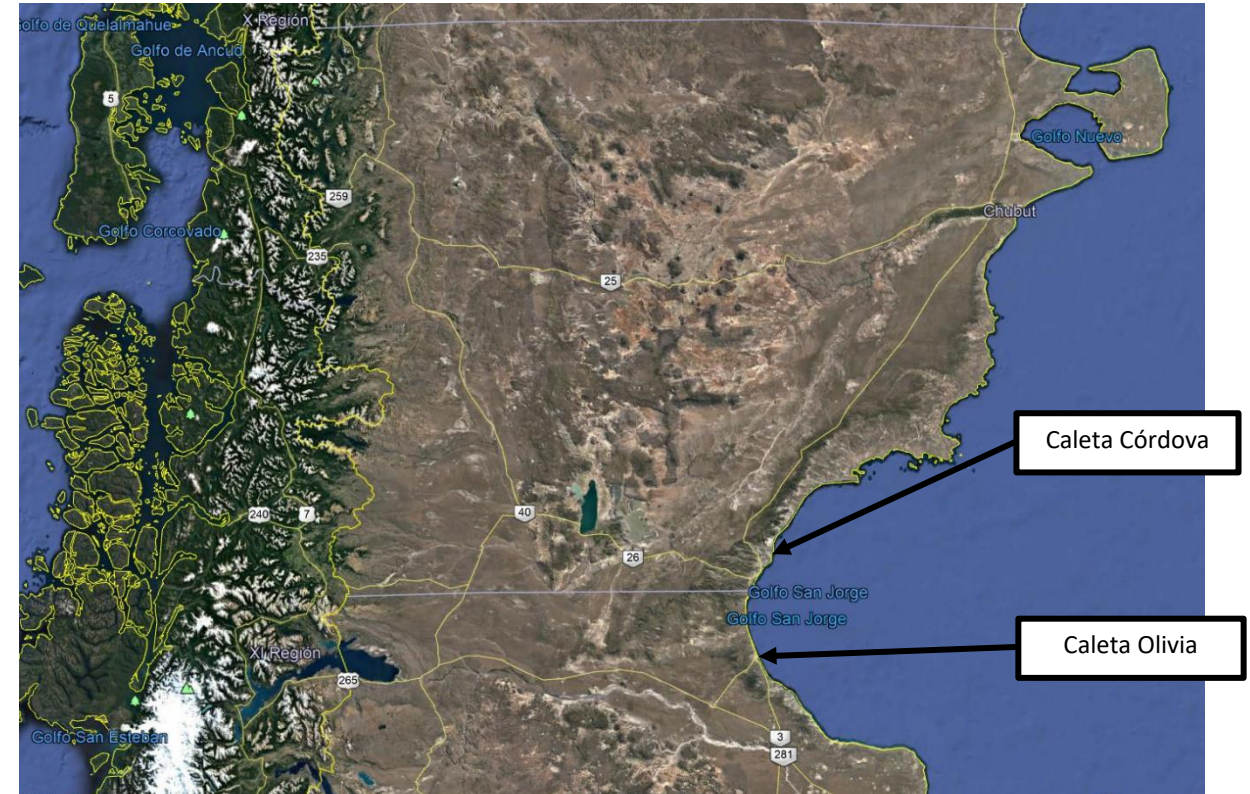
- Comodoro Rivadavia
  - 14 tanques cilíndricos verticales
- Caleta Olivia
  - 20 tanques cilíndricos verticales

Protección Catódica

- Corriente Impresa con Dispersores Profundos
- Instalación 1998. Vida útil aproximada 25 años.
- 2016: indicios de agotamiento de dispersores
- Revisión de diseño y actualización integral.

Omnitronic S.A. participa de:

- Diseño,
- Provisión de materiales e instalación de dispersores
- Renovación de electrodos de referencia permanente
- Relevamiento de parámetros y análisis de criterios.



## Desafío

Elementos a proteger muy diferentes:

- Fondos externos de tanques de distintas dimensiones
- Superficies externas de ductos con distintos tipos de revestimiento y antigüedad

Otras estructuras en posible contacto involuntario:

- Sistemas de Puesta a Tierra (jabalinas o mallas)
- Soportes de ductos en contacto con terreno o en fundaciones de hormigón armado
- Cañeros para protección de cables eléctricos
- Ductos abandonados en distintas condiciones

Omnitronic S.A. participa de:

- Diseño,
- Provisión de materiales e instalación de dispersores
- Renovación de electrodos de referencia permanente
- Relevamiento de parámetros y análisis de criterios.



## Abordaje

- Se espera un gran consumo por parte de los **fondos de tanques** > **acero desnudo** en contacto con el terreno.
- Para evitar interferir los ductos enterrados se decide mantener los ductos y tanques como **una única masa eléctrica**.
- Se aplican **aislaciones** a los ductos que **salen de la planta**.

Para llevar adelante el **Rediseño** de los sistemas se realizaron las siguientes tareas:

- Relevamiento de **sistema existente** de protección catódica de tanques.
- Relevamiento de características y estado de **equipos rectificadores**.
- Relevamiento de potenciales **ON-OFF** y potenciales **Naturales** en **tanques**:
  - **Perímetro**
  - Electrodo de referencia permanente **bajo tanques**
- **Simulación** por **software** de elementos frontera de las estructuras de la planta analizar distribución de corriente.
- **Dimensionamiento** de nuevo sistema de protección catódica.
- Generación de **documentación** descriptiva del sistema propuesto.

## Normativa

Se tomaron como directriz del diseño las siguientes normas internacionales:

- NACE RP0193-2001 External Cathodic Protection of On-Grade Carbon Steel Storage Tank Bottoms (NACE International, 2001).
- API RP651-1997 Cathodic Protection of Aboveground Petroleum Storage Tanks (American Petroleum Institute, 1997).
- NACE SP0169-2013 Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping System (NACE International, 2013).

## Diseño

Ejemplo de Tanques a proteger:

TK	Diámetro	Superficie	Año Instalación Dispensor	Equipo Rectificador		Corriente Necesaria
	(m)	(m2)		Tensión (V)	Corriente (A)	(A)
51	34,98	961,0	1998	30	50	19,22
54	31,09	759,2	1998	30	50	15,18
71	60,72	2895,7	2001	50	120	57,91

- Las mediciones en electrodos de referencia permanentes existentes no es confiable.
- Se obtienen potenciales atípicos para los electrodos instalados.
- Se recomienda su reemplazo.

## Diseño

Ensayos:

Utilizando los sistemas de protección catódica existentes, se realizan ensayos:

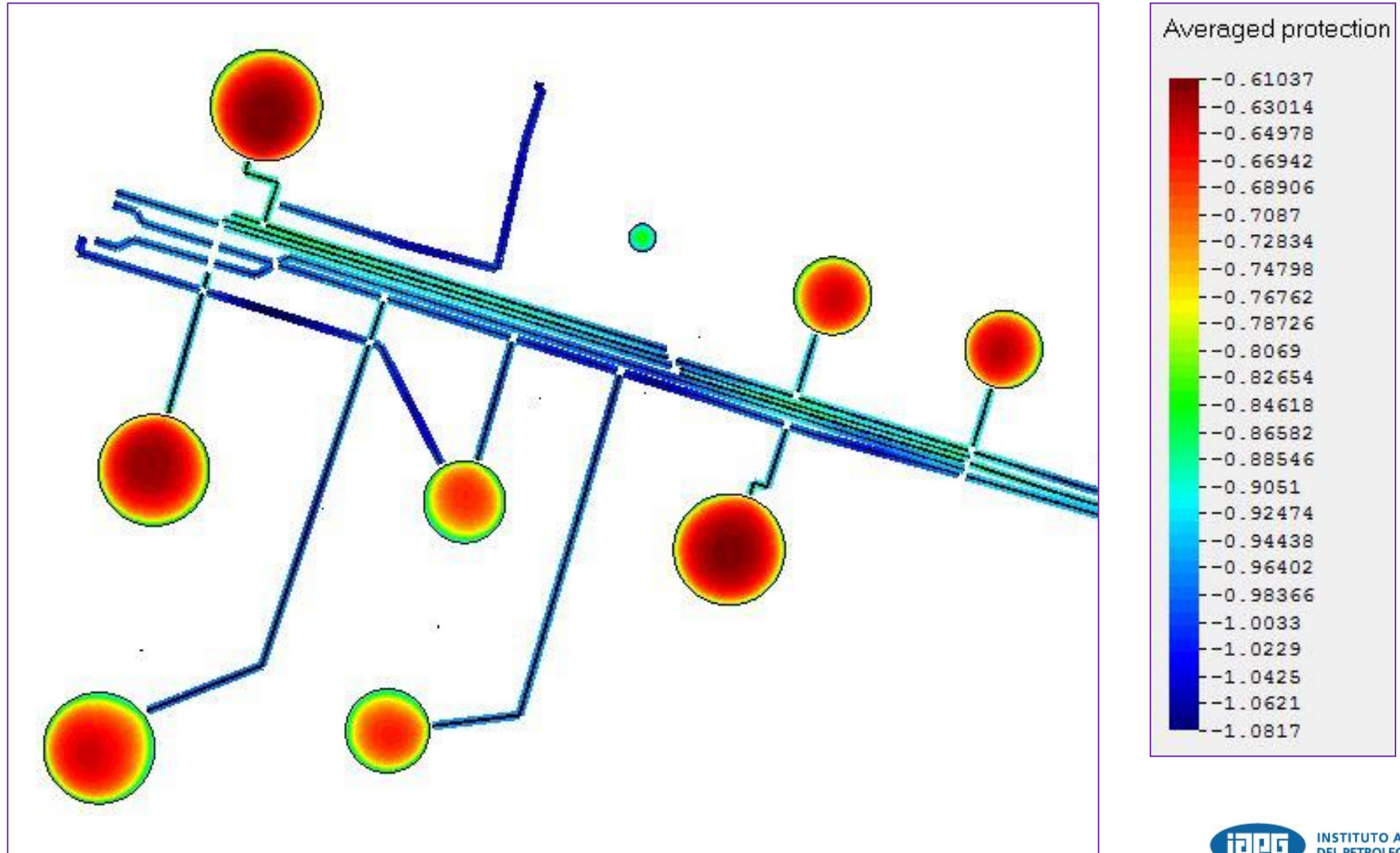
- Inyección de corriente sobre los distintos tanques,
- Se relevan polarizaciones en el perímetro y en los fondos de tanques.
- Se toman puntos de medición testigo en distintos ductos de la planta.
- Estos datos se utilizan para preparar y ajustar la simulación por elementos frontera.

Se reconoce el sistema existente como un sistema eficiente que cumplió con su función durante el período previsto de vida útil. Sin embargo, se aprovecha la revisión para ajustar la ubicación de los dispersores para mejorar la distribución de corriente y alejarlos de ductos principales.

# Diseño

Simulación con Software Beasy CP®.

Potenciales Naturales:  
-460 mV<sub>CSE</sub>



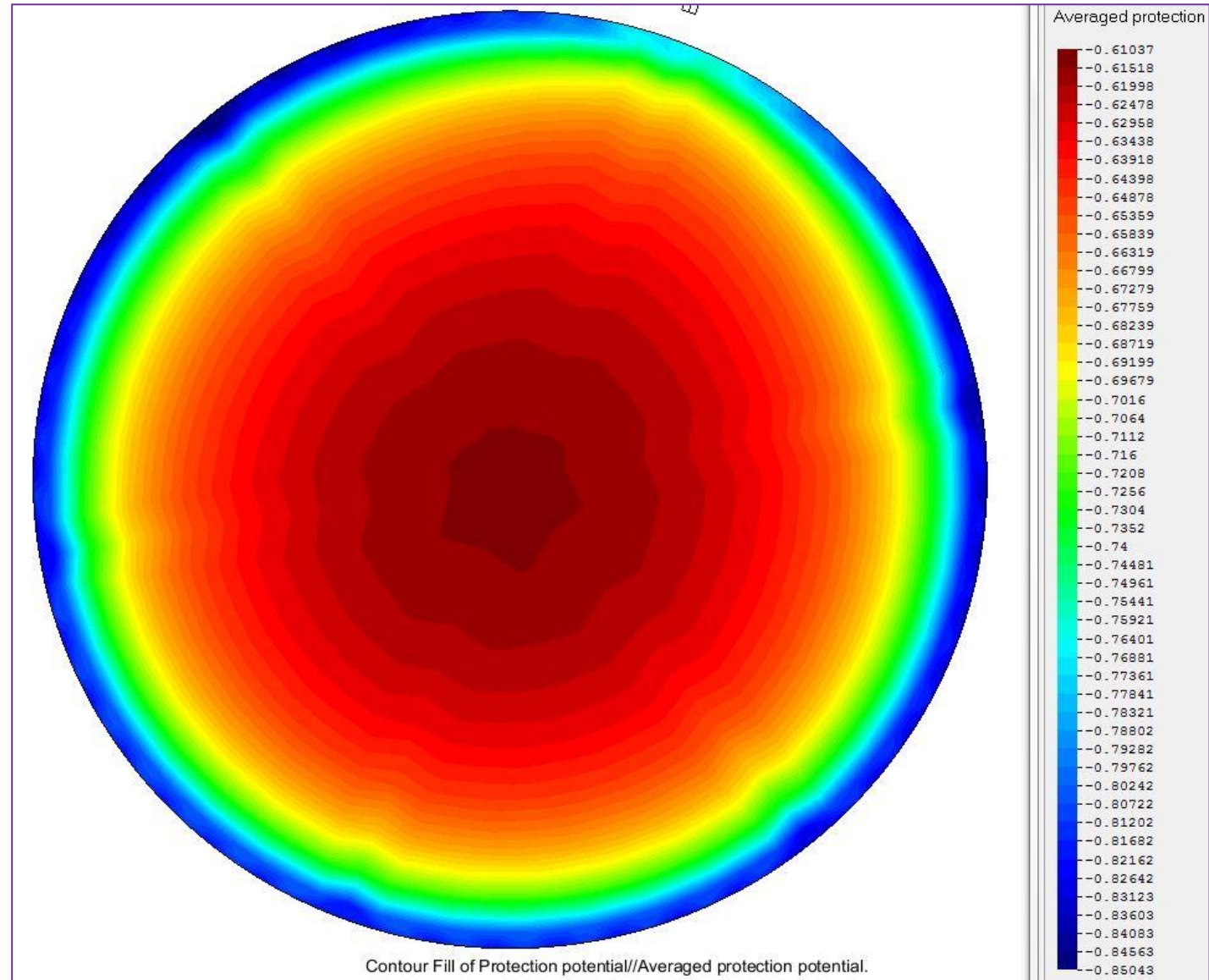


# Diseño

Simulación con Software Beasy CP®.

Potenciales Naturales:  
-460 mV<sub>CSE</sub>

Detalle Fondo TK  
60 mts de diámetro

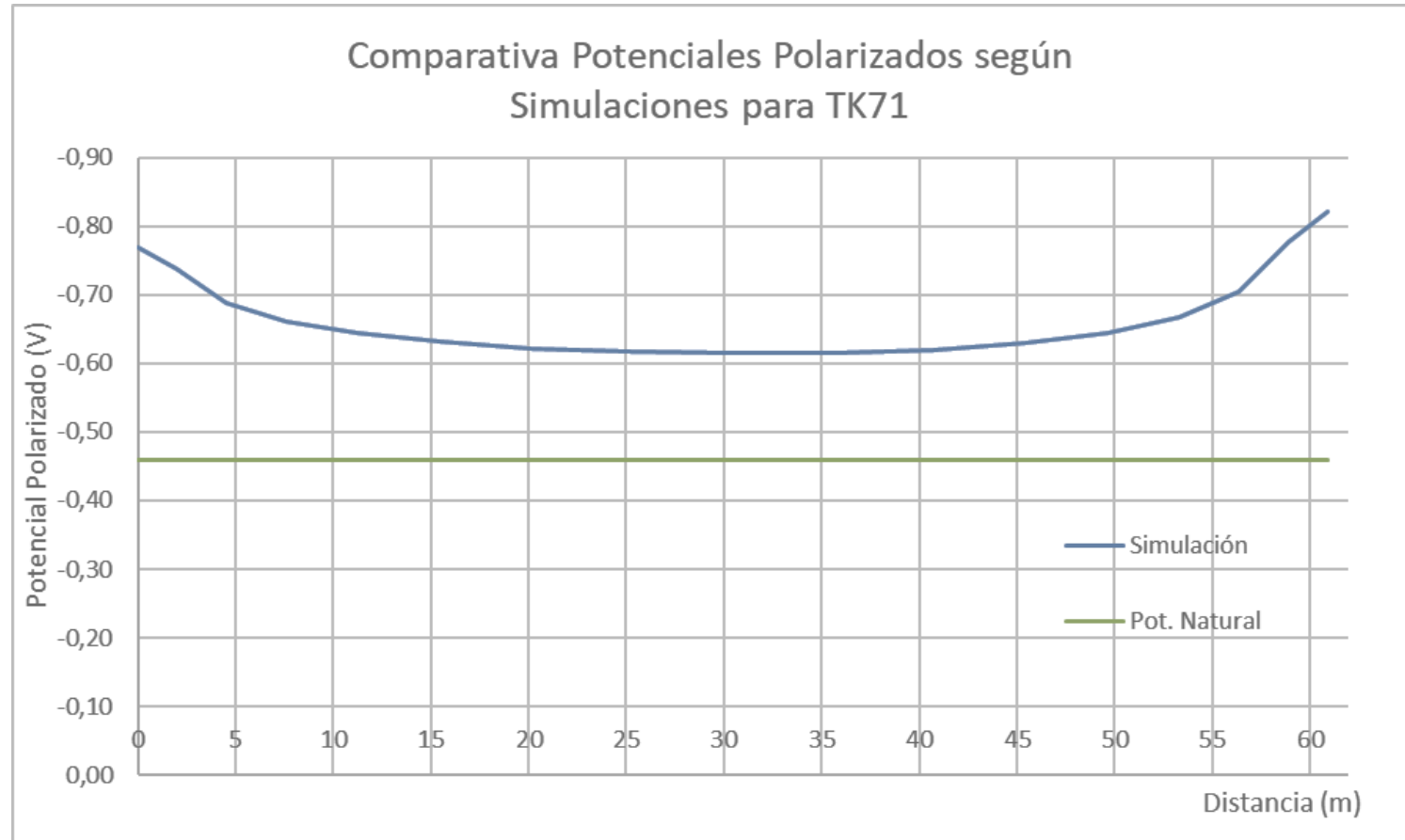


## Diseño

Simulación con Software Beasy CP®.

Potenciales Naturales:  
-460 mV<sub>CSE</sub>

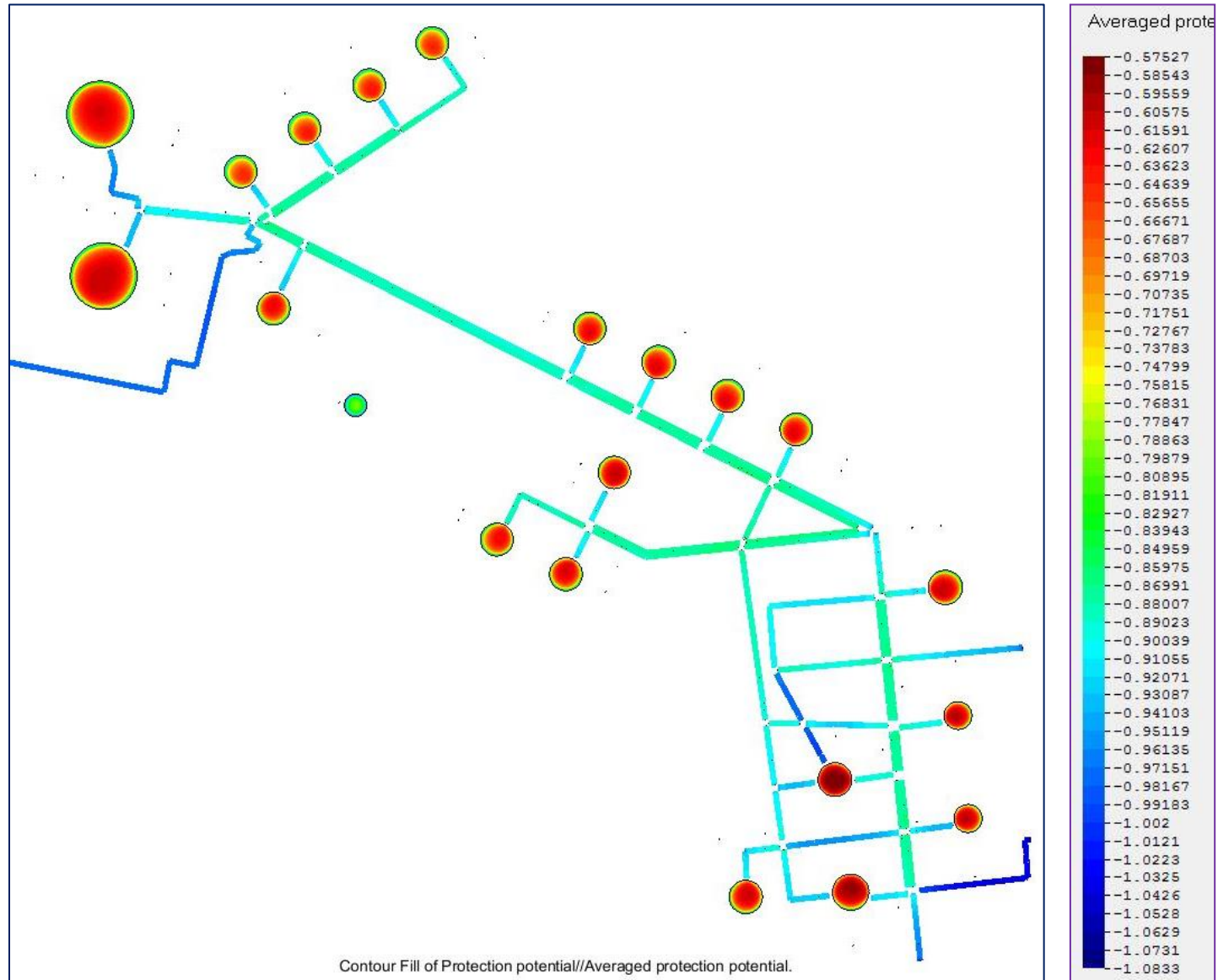
Detalle Fondo TK 60  
mts de diámetro



# Diseño

Simulación con Software Beasy CP®.

Potenciales Naturales:  
-460 mV<sub>CSE</sub>

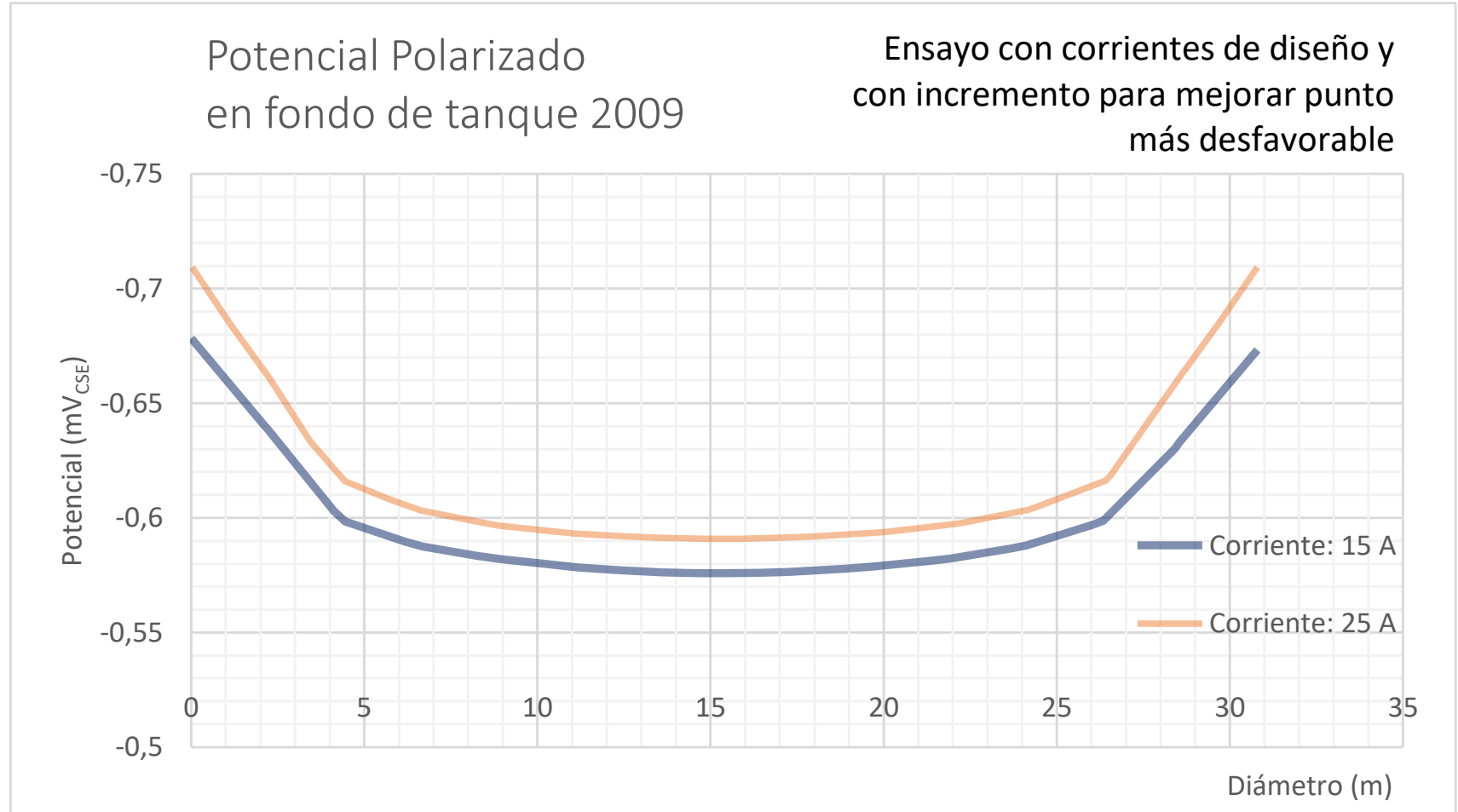


## Diseño

Simulación con Software Beasy CP®.

Potenciales Naturales:  
-460 mV<sub>CSE</sub>

Detalle Fondo TK 2009 con corriente inicial de 15 A y corriente ajustada de 25 A.



## Diseño

### Especificaciones Dispersores Profundos:

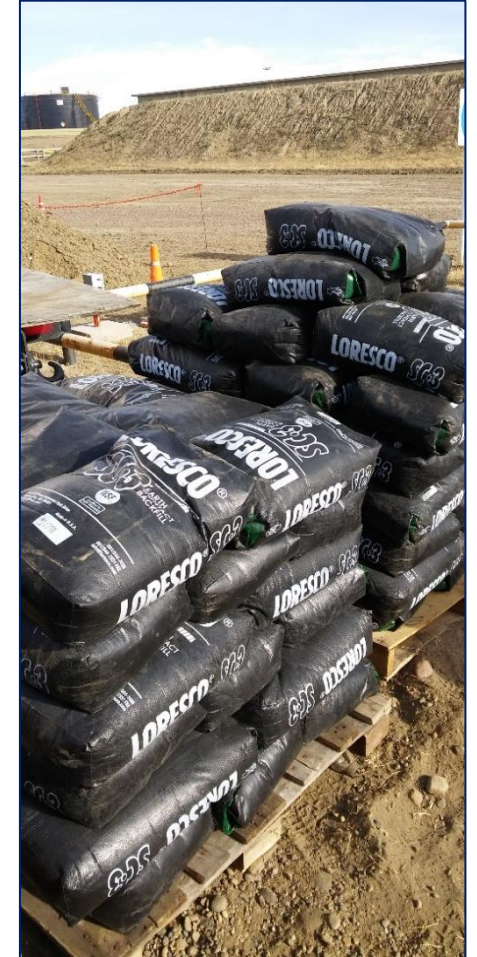
- Vida útil mínima: 20 años
- Capacidad Nominal de Corriente 40 A

### Diseño

- Electrodo de MMO de 5A nominal para 20 años. CERANODE® CPR-E25x1500
- Cantidad de electrodos: 10 un
- Coque: Loresco SC3
- Profundidad total: 70 metros
- Columna Activa: 45 metros
- A instalar fuera de los recintos de tanques por restricciones operativas.
- Utilización de Equipos Rectificadores existentes

## Instalación

Las campañas de renovación de dispersores se realiza a lo largo de los años 2017 a 2019. Termap S.A. selecciona para cada año los dispersores que necesitan reemplazo.



# Instalación

Imágenes de Instalación



# Instalación

Imágenes de Instalación





# Instalación

Imágenes de Instalación



## Instalación

Imágenes de la  
Instalación de  
electrodo de  
referencia  
Permanente bajo  
Tanque



## Estudios Confirmatorios

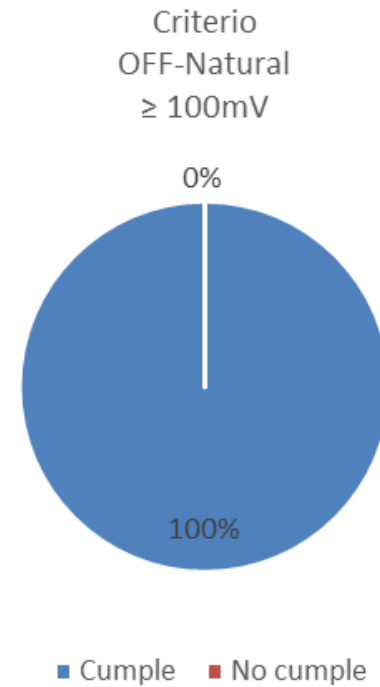
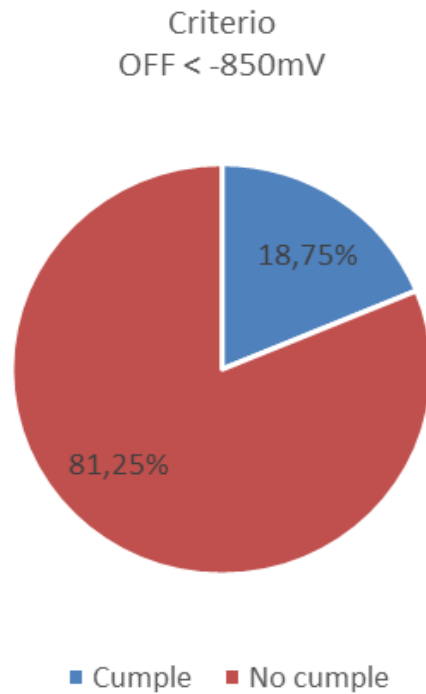
Una vez completados los trabajos de instalación, se realizó un estudio completo de potenciales ON-OFF en ambas plantas, incluyendo relevamientos CIS ON-OFF en todos los ductos soterrados para los cuales se interrumpió en sincronismo la totalidad de los equipos rectificadores de cada planta.

Para cada tanque se relevan puntos ON-OFF en la periferia y en el electrodo instalado en el fondo. A modo de ejemplo, se presenta el cuadro de potenciales del tanque TK 2040, uno de los tanques más grandes de la planta, que a su vez presentó durante la simulación el punto de mayor dificultad de polarización. Los resultados fueron:

TK 2040	Potenciales [-mV]				Cumplimiento de Criterios	
Posición de Lectura	ON	OFF	Natural	Polarización	OFF < -850mV	OFF-Natural ≥ 100mV
Centro	1080	773	332	441	No Cumple	Cumple
Periferia 1	1329	846	392	454	No Cumple	Cumple
Periferia 2	1429	924	400	524	Cumple	Cumple
Periferia 3	1263	879	376	503	Cumple	Cumple
Periferia 4	1317	805	386	419	No Cumple	Cumple
Periferia 5	1317	881	376	505	Cumple	Cumple

## Estudios Confirmatorios

En resumen, se obtuvieron los siguientes porcentajes de cumplimiento de criterios en los fondos de tanques para Caleta Córdova y Caleta Olivia:



## Estudios Confirmatorios

En Caleta Córdova se realizaron estudios CIS a 63 tramos de oleoductos y 43 tramos de la red contra incendios. En el caso de Caleta Olivia, se relevaron 50 tramos de oleoductos y 51 tramos de la red contra incendios.

Cumplimiento de Criterios en Ductos Caleta Córdova	
OFF < -850mV <sub>CSE</sub>	OFF - NAT ≥ 100mV 100mV de Polarización
92,6%	100,0%

Cumplimiento de Criterios en Ductos Caleta Olivia	
OFF < -850mV <sub>CSE</sub>	OFF - NAT ≥ 100mV 100mV de Polarización
92,8%	100,0%

## Conclusiones

- ✓ Las **decisiones de diseño** adoptadas, apoyadas en **herramientas de cálculo** basadas en normativas internacionales y con la participación de especialistas **NACE CP4** de reconocida trayectoria permitieron el rediseño de un sistema integral de protección catódica para las dos Terminales de almacenamiento.
- ✓ En el mismo se reutilizaron los equipos rectificadores existentes, diseñando dispersores profundos adaptados a sus capacidades, previendo una vida útil superior a los 20 años.
- ✓ Luego de completar la instalación del sistema, se realizó una vasta campaña de **estudios** que incluyó relevamientos de **potenciales ON-OFF** en perímetro y **fondos de tanques y relevamientos CIS** en todos los ductos protegidos, entre otros. Esto permitió **confirmar en la práctica la efectividad del sistema**, asegurando el **cumplimiento de criterios en los puntos más críticos de la planta**.
- ✓ Resultó **clave** para este relevamiento el contar con **electrodos de referencia permanentes bajo los tanques** de almacenamiento, donde se previeron (y luego se confirmaron) los puntos de menor polarización de toda la planta.

# Gracias!