

**MINERA LOS PELAMBRES**  
**GERENCIA PLANTA Y RELAVES**

**“INSPECCIÓN DE REVESTIMIENTOS DE PISCINAS”**

**SISTEMA DE CONTENCIÓN**  
**PISCINA RELAVEDUCTO**  
**CAMISA**  
**4160 - TK -011**

**CS-4644000901 -INF-02**

**INFORME TÉCNICO FINAL**

NOV 2017

## Estado de Revisiones

| Revisión | Fecha        | Preparó                           | Revisó                              | Aprobó                                   |
|----------|--------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| 0        | 15-nov -2017 | Marcos Araya<br>Inspector Técnico | Jesús Orellana<br>Inspector General | Nicolás Barria F.<br>Jefe de Operaciones |



Nicolás Barria Fernández  
Jefe Técnico  
Inspecciones Geoelectricas

## Contenido

|  |    |
|--|----|
| 1. Introducción .....                          | 4  |
| 2. Antecedentes .....                          | 5  |
| 3. Objetivos de la Inspección .....            | 5  |
| 3.1 Objetivo General .....                     | 5  |
| 3.2 Objetivo Específico .....                  | 6  |
| 4. Alcances.....                               | 6  |
| 5. Metodología .....                           | 6  |
| 6. Desarrollo .....                            | 9  |
| 6.1 PISCINA RELAVEDUCTO 4160-TK-11 CAMISA..... | 9  |
| 7. Conclusiones.....                           | 12 |
| 8. Referencias .....                           | 12 |

## 1. Introducción

Minera Los Pelambres (MLP) es una operación productora de concentrados de cobre y molibdeno ubicada en la Cuarta Región de Chile. Como parte integral de sus sistemas de transporte de fluidos y de tranques, MLP posee un conjunto de piscinas impermeabilizadas con geomembranas geosintéticas de HDPE que deben ser inspeccionadas con cierta periodicidad para garantizar su estanqueidad. Para llevar a cabo dichas inspecciones MLP por medio de su Gerencia de Planta y Relaves requirió servicios especializados de AIGEOS SpA, para realizar controles a Piscinas de Procesos, Reservorios, Drenadoras y de Emergencia de acuerdo a Contrato CS-4644000901.

**Figura 1** Piscina RELAVEDUCTO 4160-TK-11 CAMISA



## 2. Antecedentes

Se inspecciona visualmente el área para verificar que la piscina se encuentre en las condiciones mínimas requeridas para su posterior inspección mediante pruebas de detección geoelectrica tipo Dipolo sumergido.

Con fecha 15 de noviembre del 2017, se observa que la **Piscina RELAVEDUCTO 4160-TK-11** cuenta con un volumen de carga normal de operación, requerimiento específico para ser inspeccionada.

La caracterización de la piscina previo a la inspección se puede visualizar en la Tabla N°1, elaborada con datos obtenidos de los planos entregados por MLP en la etapa de licitación.

**Tabla 1** Datos de piscinas

| Piscina<br>(Tag)  | Superficie<br>(m <sup>2</sup> ) | Tipo de<br>revestimiento | Capas de<br>revestimiento<br>(cantidad) |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------|---|
| <b>4160-TK-11</b> | -                               | HDPE 2mm                 | 2                                       |
|                   |                                 |                          |   |

Obs: n/a

Esto implica que es posible que se inspeccione una piscina en más de una etapa con el fin de aproximarse al nivel óptimo de agua (altura operativa), para ejecutar la prueba de detección geoelectrica por el método de dipolo sumergido.

## 3. Objetivos de la Inspección

### 3.1 Objetivo General

Verificar la integridad de la geomembrana geosinteticas de HDPE que reviste a las **Piscina 4160-TK-11**, correspondiente a al CS-464400091: “Inspección Revestimiento de Piscinas MLP”.

### 3.2 Objetivo Específico

Realizar Pruebas de Detección Geoeléctrica utilizando el método de Dipolo Sumergido, de acuerdo a Norma ASTM 7007, para posteriormente indicar la ubicación de cada hallazgo de fuga en caso de haberlas.

Inspección visual de estado de las Geomembranas, de acuerdo a:

“Procedimiento de Aplicación de Plan de Inspección y Ensaye para Control de Funcionamiento de Revestimientos MLP”

## 4. Alcances

Se debe realizar la Prueba de Detección Geoeléctrica al área cubierta con geomembrana tipo HDPE de piscinas indicadas en Tabla N°1.

La inspección se ejecuta en base a la norma ASTM-7007:

“Prácticas Normalizadas para Métodos Eléctricos de Localización de Fugas en Geomembranas Cubiertas con Agua o con Suelos”, utilizando el Método de Dipolo Sumergido.

Se entregará Informe Final al término de la inspección donde se incluirán fotografías y plano de ubicación de los hallazgos de fugas en caso de haberlas.

## 5. Metodología

Al inicio del trabajo se inspecciona visualmente el área para verificar que las piscinas se encuentren en las condiciones mínimas requeridas para realizar pruebas de detección geoeléctrica. Luego de ello, se procede a instalar el circuito y a chequear los instrumentos y equipos que participan de esta actividad, esto mediante la colocación de una fuga artificial (Calibrador, ref. Tabla 2), esta actividad que se realiza diariamente previo a la prueba geoeléctrica. La Tabla N°2 muestra el listado de instrumentos y equipos junto a sus características principales.

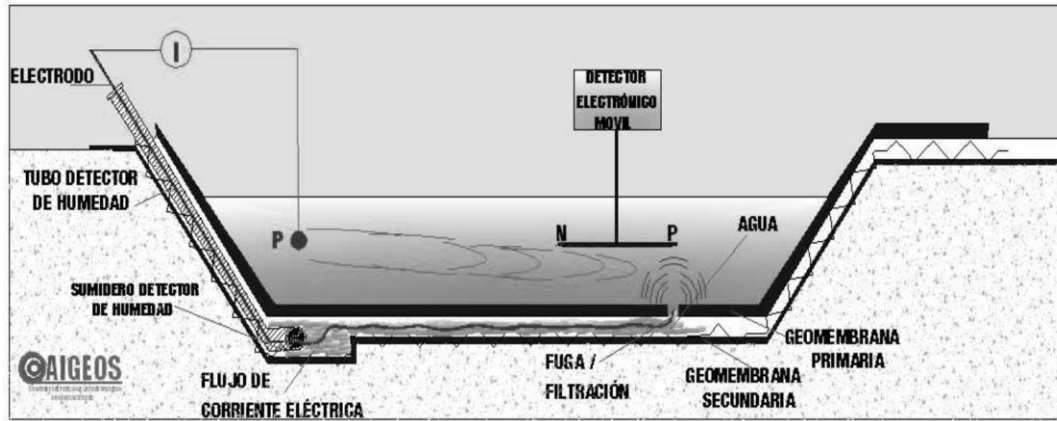
**Tabla 2** Listado de instrumentos y equipos de prueba geoelectrica

| Tipo de Equipo      | Cantidad | Marca y Modelo | Potencia y Capacidad  | Año Fabricacion | Observaciones                                    |
|---------------------|----------|----------------|-----------------------|-----------------|--|
| Transmisor de señal | 1        | KKS            | 1000 watts            | 2016            | Transmisor Baja tensión – Serie: 000675 –        |
| Transmisor de señal | 1        | KKS            | 1000 watts            | 2016            | Transmisor Baja tensión – Serie: 000676 –        |
| Detector de señal   | 1        | T.R.I.         | Sensitiva 0.5mm a más | 2016            | Serie: S001 –                                    |
| Detector de señal   | 1        | T.R.I.         | Sensitiva 0.5mm a más | 2016            | Serie: S002 –                                    |
| Sondas Scissor      | 2        | AIG            | Doble Sensor          | 2016            | Sondas extensibles (Taludes) -                   |
| Sonda Torpedo       | 1        | AIG            | Doble Sensor          | 2016            | Sonda para Aguas Profundas/Largo alcance (Pisos) |
| Calibradores        | 2        | T.R.I.         | Doble Sensor          | 2016            | Fugas Artificiales para calibración de Equipos   |
| Generador           | 1        | Power Pro      | 2.2 KVA               | 2016            | Equipo   |

Luego de realizadas todas las actividades y chequeos previos se procede a realizar la prueba geoelectrica según el sistema de revestimiento de la piscina. Al respecto, cabe señalar que según se indica en Tabla N°1, El Sistema de contención Piscina **4160-TK-11** cuentan con revestimiento tipo sistema bicapa por lo cual se aplica el método de detección sumergido mostrado en la siguiente figura:



**Figura 2** Método de detección de fugas para sistema Bicapa



Las Figura muestra el diagrama del método eléctrico de localización de fugas para geomembranas cubierta con agua. En este método que se describe a continuación:

- Una de las salidas de una fuente de potencia eléctrica es conectada a un electrodo de fuente de corriente, ubicado en el material que cubre a la geomembrana. La otra salida de la fuente de suministro de potencia se conecta a un electrodo en contacto con material eléctricamente conductor ubicado bajo la geomembrana, al caso específico se aplica un electrodo en el entrelaminas o al sistema detector de humedad, además de un electrodo en contacto con el terreno.
- Las mediciones son realizadas utilizando una configuración de medición bipolar. Se utilizan varios tipos de adquisición de datos, incluyendo indicaciones de audio del nivel de la señal, registro visual de la información y la adquisición digital de la información.
- Se utiliza una sonda bipolar que se barre sistemáticamente a través del agua ubicada por encima de la geomembrana, a fin de localizar los puntos de distribución anormal del potencial.
- La sonda tipo torpedo para aguas profundas es arrastrada hacia adelante y hacia atrás sobre la geomembrana. En cambio, la sonda tipo T se eleva y baja por el talud.
- La sonda se conecta a un conjunto receptor electrónico de detección que convierte la señal eléctrica de la sonda en una señal audible que se incrementa en tono y en amplitud con el incremento de la señal de fuga.
- Cuando existen fugas, la corriente eléctrica fluye a través de estas, lo cual produce alta densidad de corriente y una anomalía localizada en la distribución del potencial. Se realizan mediciones eléctricas para localizar aquellas áreas de señales anormales que se producen en las fugas.



- g. Cuando se detecta una señal de fuga, se determina entonces el punto con la máxima señal. Este punto con la señal máxima corresponde a la ubicación de la fuga. Entonces, se marca o se mide la ubicación de la fuga con relación a puntos fijos.

## 6. Desarrollo

Se comienza por Inspeccionar completamente el área de la piscina, para observar cuál será el orden en que se inspeccionará la piscina, de acuerdo a las condiciones del terreno requeridas para chequear la estanqueidad de cada una de ellas.

### 6.1 PISCINA RELAVEDUCTO 4160-TK-11 CAMISA

Se realiza la prueba geoelectrica por medio el barridos con sondas tipo torpedo y extensible.

Fot. 1



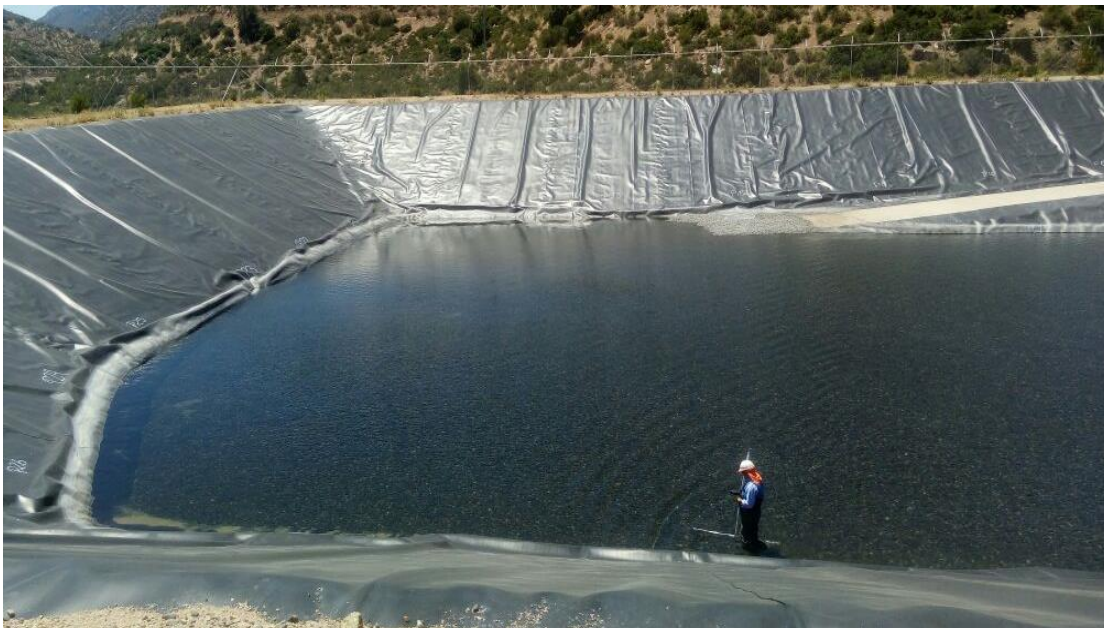
Fot. 2



Fot. 3



Fot. 4



**Tabla 3** Resultado de prueba geoelectrica.

| Piscina<br>(Tag)         | Área inspeccionada |        | Hallazgo de fuga<br>(cantidad) |
|--------------------------|--------------------|--------|--------------------------------|
|                          | Sup.               | DEF L. |                                |
| <b>4160-TK-11 CAMISA</b> | 100%               | N/A    | 0                              |
|                          |                    |        |                                |



## 7. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en Pruebas de Detección Geoeléctrica utilizando el método de Dipolo Sumergido conforme a Normativa ASTM 7007, se confirma que la **PISCINA DE RELAVEDUCTO 4160-TK-11 CAMISA** mantiene el estado estanco de su sistema de doble revestimiento con geomembrana HDPE, esto de acuerdo a los estándares de evaluación según la Normativa referida y a Programa de Minera Los Pelambres para el control e inspección de integridad anual de los revestimientos que impermeabilizan sus Sistemas de Contención: Piscinas de Procesos, Reservorios, Drenadoras y de Emergencia.

Finalmente, mediante la inspección visual y dimensional se confirma el buen estado de las geomembranas de acuerdo a las siguientes revisiones:

- No existen de arrugas que produzcan pliegues.
- Las Geomembranas cuentan con un buen estado de asentamiento en sectores de cambios de pendientes como taludes, piso y vértices.
- Las soldaduras (por extrusión) perimetrales de sectores con penetraciones de tuberías se encuentran integrales.
- No existe desgaste ni daños en los sectores de descarga.
- No existe mayor desplazamiento de las geomembranas, por lo que se confirma posicionamiento original.

## 8. Referencias

- [1] Bases del Proyecto entregadas por MLP
- [2] PROCEDIMIENTO APLICACIÓN DE PIE - Mantenimiento de Geomembranas piscinas MLP

[3] ASTM International - Designación: D 7007

Guía D6747 Guía para la Selección de Técnicas de Detección Eléctrica de Posibles Vías de Fugas en Geomembranas.

Prácticas Normalizadas para Métodos Eléctricos de Localización de Fugas en Geomembranas Cubiertas con Agua o con Suelos.

Notas:

- El presente informe refleja exclusivamente los resultados obtenidos durante nuestra intervención, no correspondiendo emitir estados de opinión ante las faltas de normas y/o especificaciones y/o muestras de referencias.