

ESCONDIDA | BHP

**“SERVICIO DE INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DE 8 ACTIVOS AREAS
CATODOS Y NPI&CHO”**

**MEMORIA DE CALCULO
ÁREA HÚMEDA SULFUROS - ÓXIDOS, PLANTA DE CÁTODOS
CC-001-ICAT-INF -005
OC N° 4509409877**

CAD-CAE INGENIERIA LTDA.
Avda. Balmaceda 2472 Piso 12
Antofagasta. Fono 55 2 263814
www.cad-cae.com

REVISIÓN:
FECHA: _____



REV.	FECHA	POR	CHK	APROB	DESCRIPCIÓN
A	15.NOV.2020	Y.E.CH.	P.C.T.	H.L.L.	REVISIÓN INTERNA
B	01.DIC.2020	Y.E.CH.	P.C.T.	H.L.L.	REVISIÓN DEL CLIENTE
C	26.MAY.2021	Y.E.CH.	P.C.T.	H.L.L.	CORRECCIONES
0	28.MAY.2021	Y.E.CH.	P.C.T.	H.L.L.	APROBADO POR EL CLIENTE

ÍNDICE

1	RESUMEN EJECUTIVO.....	3
2	OBJETIVO.....	5
3	ALCANCE	5
4	SALUD, SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE (HSE).....	6
	4.1 HALLAZGOS RELEVANTES DE SEGURIDAD	6
5	METODOLOGIA DE TRABAJO.....	9
6	RESUMEN DE HALLAZGOS.....	10
	6.1 REALIZACIÓN DE INSPECCIONES.....	10
	6.2 CANTIDAD DE HALLAZGOS POR ACTIVOS	12
	6.3 CLASIFICACION POR INDICADOR DE PRIORIDAD	15
	6.4 HALLAZGOS REVELANTES.	19
	6.5 DISTRIBUCIÓN DE POSIBLES CAUSAS DE LOS DAÑOS.....	21
	6.6 CAUSAS DE LOS DAÑOS, MOSTRADAS POR ACTIVO	23
	6.7 LISTADO DE PLANOS REFERENCIALES PARA LOS HALLAZGOS.....	26
7	ANÁLISIS DE COSTOS	27
	7.1 COSTO MANO DE OBRA.....	28
	7.2 COSTO ARRIENDO DE EQUIPOS Y SERVICIOS DE APOYO	29
	7.3 COSTO DEL MATERIAL Y SUMINISTROS.....	30
	7.3.1 SOLUCIONES DE REPARACIÓN PARA ELEMENTOS DE ACERO ESTRUCTURAL.	30
	7.3.2 REPARACIÓN PARA ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO.....	32
	7.3.3 SOLUCIONES PARA REMEDIACIÓN DE SUELOS	34
	7.4 COSTO MATERIAL PRINCIPAL DE REPARACIÓN	35
	7.5 COSTO DE REPARACIÓN POR ACTIVO	36
	7.6 COSTO POR INDICADOR DE PRIORIDAD	38
8	COMPARACION ENTRE HALLAZGOS HISTORICOS Y ACTUALES	39
9	COMENTARIOS	42
10	RECOMENDACIONES.....	45
11	ANEXOS.....	46

1 RESUMEN EJECUTIVO

En el marco del Contrato “**Servicio de Inspección Estructural Activos-Áreas Cátodos y NPI & CHO**”, Minera Escondida Ltda., en adelante MEL, a través de su Gerencia de Ingeniería Integrada, ha encargado a la Empresa CAD CAE Ingeniería Ltda. realizar una inspección estructural detallada y un diagnóstico del estado actual de sus infraestructuras civiles – estructurales de los activos pertenecientes a la **Gerencia General de Cátodos, Área Húmeda Sulfuros y Óxidos**, de manera de identificar daños y evaluarlos mediante Planillas estándar de “Evaluación de Daños”. Con esta información, el servicio permitirá determinar el grado de criticidad del estado de sus activos y contribuirá a definir la prioridad de ejecución de los trabajos de protección, reparación, refuerzo o reemplazo de elementos estructurales, que permitan a MEL elaborar un plan de remediación y monitoreo de acuerdo con los Indicadores de Prioridad obtenidos basados en la matriz de prioridad de defectos Asset Integrity.

En las instalaciones de la **Planta de Cátodos, Área Húmeda Sulfuros y Óxidos**, ubicada a 170 Km al Sur-Este de la ciudad de Antofagasta, MEL cuenta con diversas instalaciones e infraestructura crítica en sus áreas operacionales que, por su antigüedad, cambio de las condiciones operacionales y exposición a agentes ambientales, pueden presentar deterioros importantes en el tiempo, y que ante potenciales fallas ponen en riesgo la integridad de las personas y la continuidad del proceso productivo afectando al negocio. Por tales motivos, se requiere conocer el estado actual de sus infraestructuras civiles y estructurales, identificando y categorizando las patologías que permitan posteriormente evaluar, planificar y ejecutar las reparaciones correctivas necesarias para eliminar los riesgos asociados a fallas. La evaluación del estado estructural de los activos se realizó bajo el “Estándar de Integridad Estructural Asset Integrity”. Además, la evaluación de los hallazgos incluye la estimación del costo de reparación y normalización de las estructuras, tomando como base económica el documento “Análisis de Precios Unitarios” preparado por CAD CAE Ingeniería Ltda.

En este informe se presentan los hallazgos obtenidos a partir de las inspecciones realizadas a los activos de la Planta Área Húmeda Sulfuros, realizada entre el mes de septiembre a diciembre del 2020. En el Área Húmeda Sulfuros se inspeccionaron 4 activos, de los cuales ninguno está categorizado como críticos. En el Área Húmeda Óxidos se inspeccionaron 20 activos, de los cuales 2 están categorizados como críticos. Los hallazgos fueron clasificados en base a la matriz de integridad de defectos Asset Integrity, la cual se encuentra en el estándar de integridad estructural Asset Integrity. Además, se entrega un breve resumen de gestión en seguridad, una descripción del método de trabajo aplicado durante las inspecciones, un listado de planos referenciales,

un análisis de costos para las reparaciones con una banda de +/- 40% de precisión, comentarios de los resultados y sus recomendaciones.

En relación con los hallazgos identificados en terreno, se realizaron 251 planillas de Evaluación de Daños (PED), de las cuales 206 corresponden al área Húmeda Óxidos y 45 al área Húmeda Sulfuros. Lo más relevante del resultado de las inspecciones realizadas es que no se encontraron hallazgos categorizados como P1 y P2, se encontraron 67 hallazgos categorizados como P3 que representan el 26,7% del total, se encontraron 59 hallazgos categorizados como P4 que corresponden al 23,5% del total y se encontraron 125 hallazgos categorizados como P5 representando un 49,8% del total. (ver el detalle de las categorizaciones en la tabla N°7 y N°8)

De las 251 PED realizadas, 11 corresponden a hallazgos en seguridad, 2 al área Sulfuros y 9 al área Óxidos, ver Tablas N°1 y N°2.



Figura N°1: Vista general del Área Húmeda Óxidos, incluye OLAP.

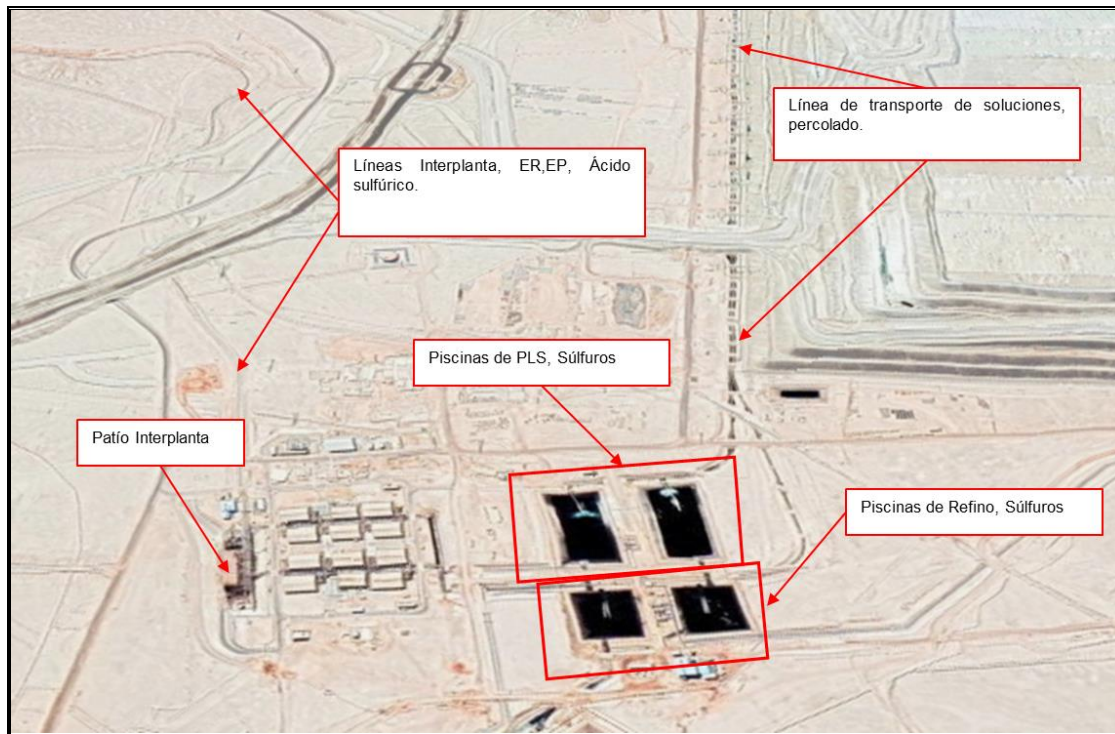


Figura N°2: Vista general del Área Húmeda Sulfuros.

2 OBJETIVO

El objetivo de este documento es entregar los resultados de la evaluación de daños obtenidas a partir de las inspecciones visuales realizadas a las estructuras de los ocho activos que componen el Área Húmeda Sulfuros y Óxidos de la Planta de Cátodos de MEL, entregando un análisis por activo y clasificación de daños, análisis de costos de reparación y recomendaciones globales.

3 ALCANCE

El alcance de esta etapa del proyecto consiste en la inspección estructural y evaluación de daños de las instalaciones, equipos y elementos estructurales de los activos críticos y no críticos que conforman el proceso de Lixiviación (líneas de transporte de soluciones), Extracción por Solventes (Piscinas, estanque de orgánico, Planta RO, Patio de Estanques), Electrowinning (naves y patio) y descarga de ácido sulfúrico por tren de la Planta de Cátodos, Área Húmeda Sulfuros y Óxidos.

4 SALUD, SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE (HSE)

En relación a los resultados en gestión de seguridad, en el periodo en el que se realizaron las inspecciones en el Área Húmeda Sulfuros, se ocuparon 571 HH en terreno y en el Área Húmeda Óxidos se ocuparon 4.205 HH en terreno, ambas áreas distribuidas en dos turnos, compuestos por tres personas cada uno en un ciclo de 7x7 días, más una APR en turno 4X3. La accidentabilidad fue igual a cero, iguales índices se obtuvieron en salud y medioambiente. Durante este periodo se realizaron diversas actividades inherentes a los programas de prevención y requerimientos de seguridad y salud establecidos por MEL.

4.1 HALLAZGOS RELEVANTES DE SEGURIDAD

A continuación, se presentan los 11 hallazgos relacionados con seguridad identificados en las áreas, 2 en Sulfuros y 9 en Óxidos, el resumen se presenta en las tablas N°1 y N°2. Además, se muestran a través de fotografías los hallazgos más significativos correspondientes a hallazgos con Índice de Prioridad P3, ver figuras N°3, N°4, N°5 y N°6.

Tabla N°1: Resumen de hallazgos en seguridad, área Húmeda Sulfuros

Activo	Indicador Prioridad	Cartilla	Posible causa
Patio Interplanta	P3	SLIX-3500-ST-ITR-007 HSE	Ambiente Agresivo
Patio Interplanta	P3	SLIX-3500-ST-ITR-013 HSE	Ambiente Agresivo

Tabla N°2: Resumen de hallazgos en seguridad, Área Húmeda Óxidos

Activo	Indicador Prioridad	Cartilla	Posible causa
Patio de Estanques de Planta SX Óxidos	P3	ICAT-0420-ST-ITR-013 HSE	Ambiente agresivo
Nave Electrowinning N°1	P3	ICAT-0510-ST-ITR-027 HSE	Modificación de diseño original, inadecuado o no autorizado
Nave Electrowinning N°1	P3	ICAT-0510-CL-ITR-004 HSE	Ambiente agresivo
Patio de Estanques de Planta SX Óxidos	P4	ICAT-0420-ST-ITR-004 HSE	Sobrecarga
Nave Electrowinning N°1	P4	ICAT-0510-ST-ITR-020 HSE	Falta de mantención estructuras
Patio de Estanques de Planta SX Óxidos	P4	ICAT-0420-ST-ITR-025 HSE	Falta de mantención estructuras
Nave Electrowinning N°2	P4	ICAT-0510-ST-ITR-035 HSE	Ambiente agresivo
Planta R.O.	P5	ICAT-0720-ST-ITR-008 HSE	Falta de mantención estructuras

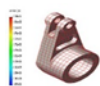


Figura N°3: Este Hallazgo se presenta en la Planilla SLIX-3500-ST-ITR-007 HSE, el cual tiene un indicador de prioridad P3, con un valor de priorización de 140.



Figura N°4: Este Hallazgo se presenta en la Planilla SLIX-3500-ST-ITR-013 HSE, el cual tiene un indicador de prioridad P3 con un valor de priorización de 115.

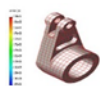


Figura N°5: Este Hallazgo se presenta en la Planilla ICAT-0420-ST-ITR-013 HSE, el cual tiene un indicador de prioridad P3, con un valor de priorización de 135.



Figura N°6: Este Hallazgo presenta un evidente deterioro por corrosión.

5 METODOLOGIA DE TRABAJO

En función de las directrices entregadas por MEL en las Bases Técnicas “**Servicio de Inspección Estructural Activos-Áreas Cátodos y NPI & CHO**”, se establece que, para desarrollar el trabajo, la empresa CAD CAE Ingeniería Limitada, deberá regirse en lo dispuesto en el documento “Estándar de Integridad Estructural Asset Integrity”. En línea con esta directriz, para las inspecciones de los activos de la Planta de Cátodos, Área Húmeda Sulfuros y Óxidos, se establece la siguiente metodología:

Caminatas de inspección visual: Consiste en el recorrido por las instalaciones de las áreas previamente planificadas, de acuerdo al listado de activos a inspeccionar, realizando observaciones visuales a las estructuras de acero, hormigón y suelo, en busca de deterioro, desgaste, roturas y/o desviaciones en su diseño original.

Análisis visual, criterio del hallazgo: Al identificar un daño en las estructuras, el equipo de expertos realiza un análisis preliminar en el área, apoyados por un cuaderno de terreno donde se registran los aspectos más relevantes del hallazgo, realizando un croquis de la Planilla de Evaluación de Daños, PED Resumida, según los criterios acordados.

Registro fotográfico de los hallazgos: Es necesario contar con fotografías que evidencien de forma concreta y clara el hallazgo para realizar un análisis cualitativo más preciso.

Confección de Planillas de Evaluación de Daños PED: Tras el trabajo en terreno, la etapa de gabinete consiste en plasmar la información captada en terreno para confeccionar Planillas que evalúan y cuantifican la criticidad de los daños basados en los estándares aportados por MEL.



Figura N°7: Registro fotográfico de actividades en terreno

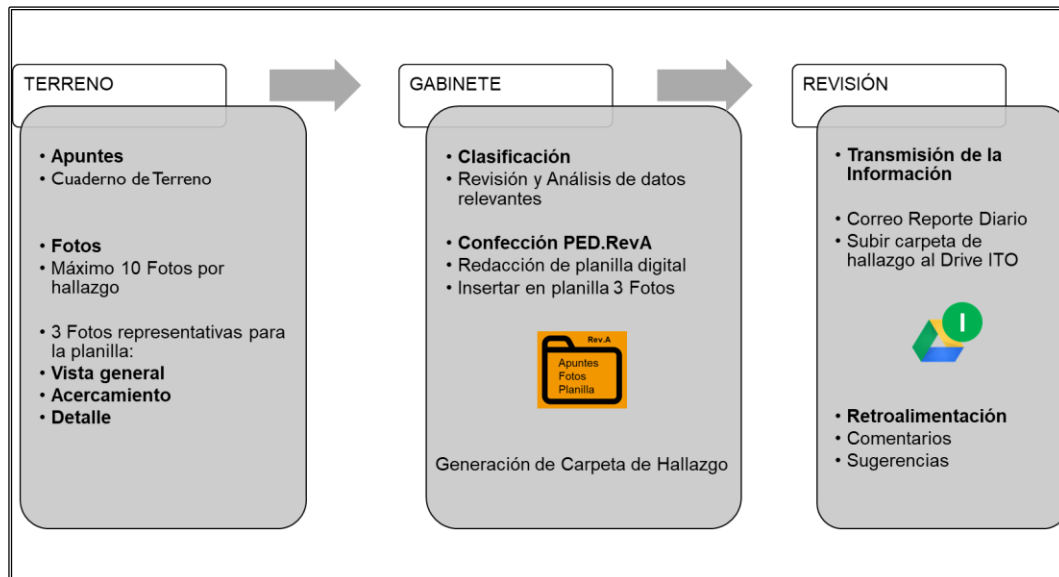


Figura N°8: Secuencia de trabajo, traspaso de información. ITO CAD CAE- Google Drive

6 RESUMEN DE HALLAZGOS

6.1 REALIZACIÓN DE INSPECCIONES

El resultado de las inspecciones a los activos que forman parte del Servicio se ve materializado con la confección de, “Planillas de Evaluación de Daños” (PED), las cuales reflejan el Criterio Experto de las Inspecciones realizadas por CAD CAE Ingeniería Ltda. aplicando el Estándar, Integridad Estructural Asset Integrity.

Las actividades de Inspección de los activos del Área Húmeda Sulfuros y Óxidos representan un 9% y un 31,5% respectivamente de las actividades totales del “Servicio” en términos de cantidad de activos. En las tablas N°3 y N°4 se muestra el listado de activos, con su criticidad, para cada área respectivamente.

Tabla N° 3: Listado de los activos inspeccionados, Área Húmeda Sulfuros.

Activos	
Patio Interplanta	No crítico
Línea Interplanta	No crítico
Líneas de transporte de soluciones sulfuros	No crítico
Piscina sulfuros	No crítico

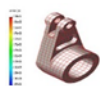


Tabla N° 4: Listado de los activos inspeccionados, Área Húmeda Óxidos.

Item	Activos	
1	Área Óxidos	
1.1	Patio de Estanques de Planta SX óxidos	No Crítico
1.2	Patio de bombas Piscina de Refino	No Crítico
1.3	Piscina Refino Óxidos	No Crítico
1.4	Muro Túnel	No Crítico
1.5	Piscina de Emergencia	No Crítico
2	Planta SX	
2.1	Nave Electrowinning N°1	No Crítico
2.2	Nave Electrowinning N°2	No Crítico
2.3	Planta R.O.	No Crítico
2.4	Estación descarga ácido de tren (1@12)	Crítico
3	Servicios Óxidos	
3.1	Línea ILS	No Crítico
3.2	Línea Refino	No Crítico
3.3	Estanque Orgánico Cargado TK-04 (tren A/B)	Crítico
3.4	Patios (Electrowinning)	No Crítico
3.5	Sub-Estación Óxidos	No Crítico
4	Piscinas Óxidos	
4.1	Piscina Dual	No Crítico
4.2	Piscina PLS	No Crítico
4.3	Piscina ILS	No Crítico
4.4	Línea PLS	No Crítico
4.5	Línea OLAP	No Crítico
4.6	Piscina PLS OLAP 44.000 [m3]	Crítico

6.2 CANTIDAD DE HALLAZGOS POR ACTIVOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, en términos de cantidad de hallazgos por activo inspeccionado correspondiente a cada una de las dos áreas. En el caso del Área Húmeda Sulfuros, del gráfico N°1 y la tabla N°5, se desprende que la mayor cantidad de hallazgos se encuentran asociados al activo Patio Interplanta con un total de 32 PED, seguido de la Línea Interplanta con un total de 6, las líneas de Transporte de Solución de Sulfuros con un total de 5 y por último la Piscina de Sulfuros con 2 hallazgos solamente.

Para el caso del Área Húmeda Óxidos, de los resultados obtenidos se observa que la mayor cantidad de hallazgos se encuentran asociados al activo “Patio de Estanques de Planta SX Óxidos” con un total de 64 PED. Luego se encuentran los activos Nave Electrowinning N°1 con 47, Planta R.O. con 23, Nave Electrowinning N°2 con 19, Estación descarga ácido de tren (1@12) con 12, Línea ILS con 9, Línea Refino con 8, Estanque Orgánico Cargado TK-04 (tren A/B) con 6, Patios (Electrowinning) con 4, Piscina Dual, Piscina PLS y Piscina ILS con 3 cada uno, Línea PLS y Línea OLAP con 2 cada uno y la Piscina PLS OLAP 44.000 (m3) con 1 PED solamente, ver gráfica N°2 y tabla N°6.

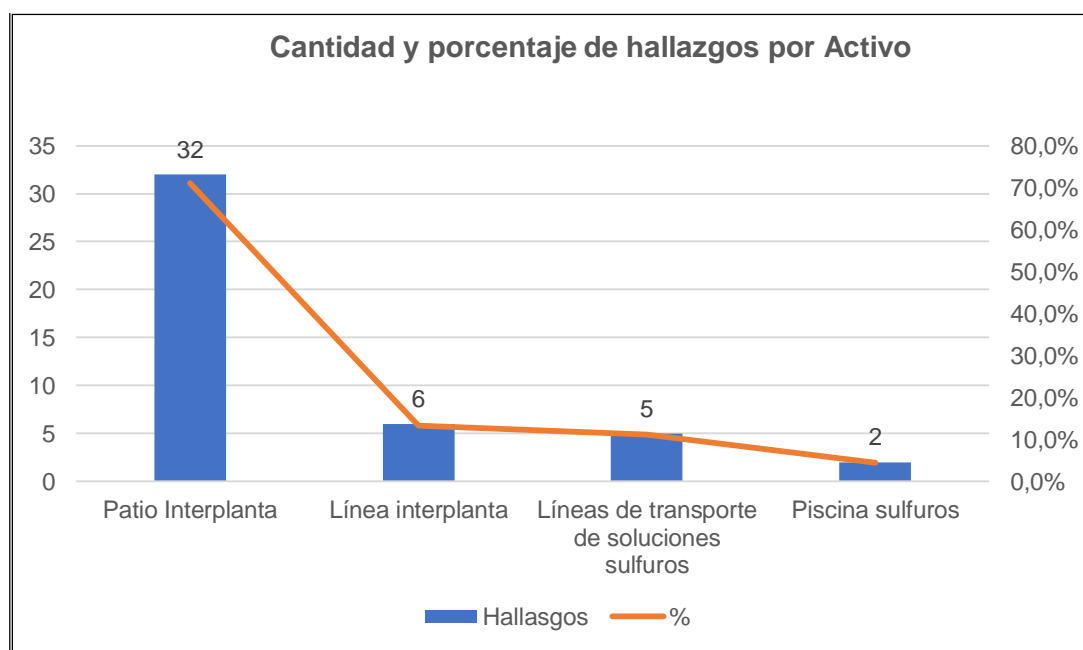


Gráfico N°1: Cantidad y porcentaje de hallazgos por Activo.

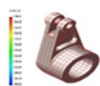


Tabla N° 5: Cantidad y porcentaje de hallazgos por Activo.

Activo	Hallazgos	%
Patio Interplanta	32	71,1%
Línea Interplanta	6	13,3%
Líneas de transporte de soluciones sulfuros	5	11,1%
Piscina sulfuros	2	4,4%
Total, general	45	100,0%

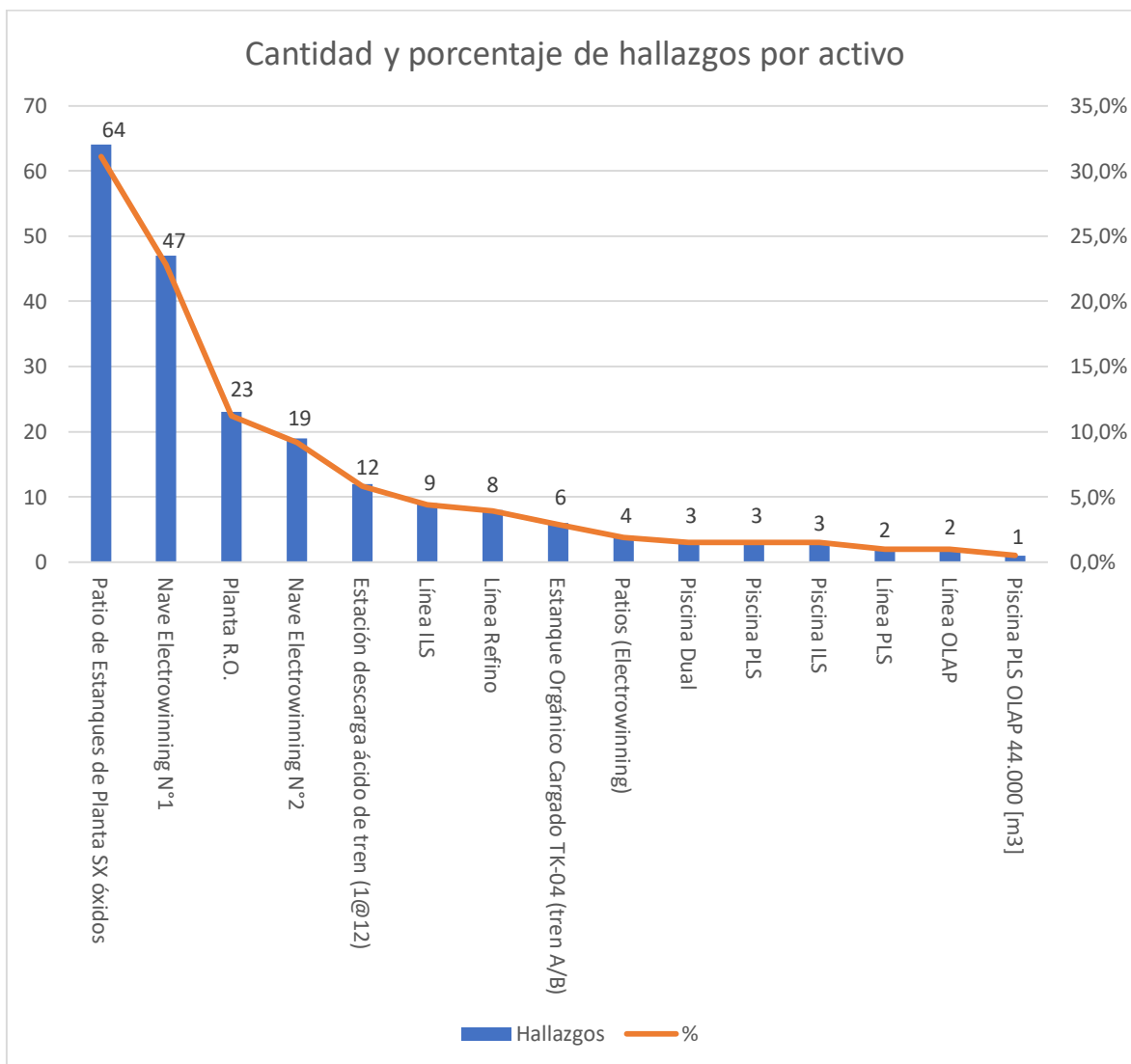


Gráfico N°2: Cantidad y porcentaje de hallazgos por Activo.

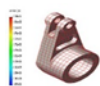


Tabla N° 6: Cantidad y porcentaje de hallazgos por Activo.

Activo	Hallazgos	%
Patio de Estanques de Planta SX óxidos	64	31,1%
Nave Electrowinning N°1	47	22,8%
Planta R.O.	23	11,2%
Nave Electrowinning N°2	19	9,2%
Estación descarga ácido de tren (1@12)	12	5,8%
Línea ILS	9	4,4%
Línea Refino	8	3,9%
Estanque Orgánico Cargado TK-04 (tren A/B)	6	2,9%
Patios (Electrowinning)	4	1,9%
Piscina Dual	3	1,5%
Piscina PLS	3	1,5%
Piscina ILS	3	1,5%
Línea PLS	2	1,0%
Línea OLAP	2	1,0%
Piscina PLS OLAP 44.000 [m3]	1	0,5%
Total, general	206	100,0%

6.3 CLASIFICACION POR INDICADOR DE PRIORIDAD

Los hallazgos son clasificados en las PED de acuerdo con su Indicador de Prioridad, siendo P1 el más crítico y P5 el más leve: la clasificación de la prioridad del defecto o hallazgo está en base a la matriz de integridad de defectos Asset Integrity, la cual se encuentra en el estándar de integridad estructural Asset Integrity. Las tablas N°7 y el gráfico N°3, para el Área Húmeda Sulfuros, y la tabla N°8 y el gráfico N°4, para el Área Húmeda Óxidos, ilustran la distribución de los Indicadores de Prioridad de los hallazgos por activo inspeccionado para cada área.

Tabla N°7: Distribución de hallazgos por criticidad, Área Húmeda Sulfuros

Indicador Prioridad	Activo	Cantidad	%
P3	Línea Interplanta	4	8,8%
	Patio Interplanta	5	11,2%
Total, P3		9	20%
P4	Patio Interplanta	7	15,6%
	Línea Interplanta	2	4,4%
Total, P4		9	20%
P5	Patio Interplanta	20	44,4%
	Línea Transporte de Soluciones Sulfuros	5	11,2%
	Piscina Sulfuros	2	4,4%
Total, P5		27	60%
Total, general		45	100%

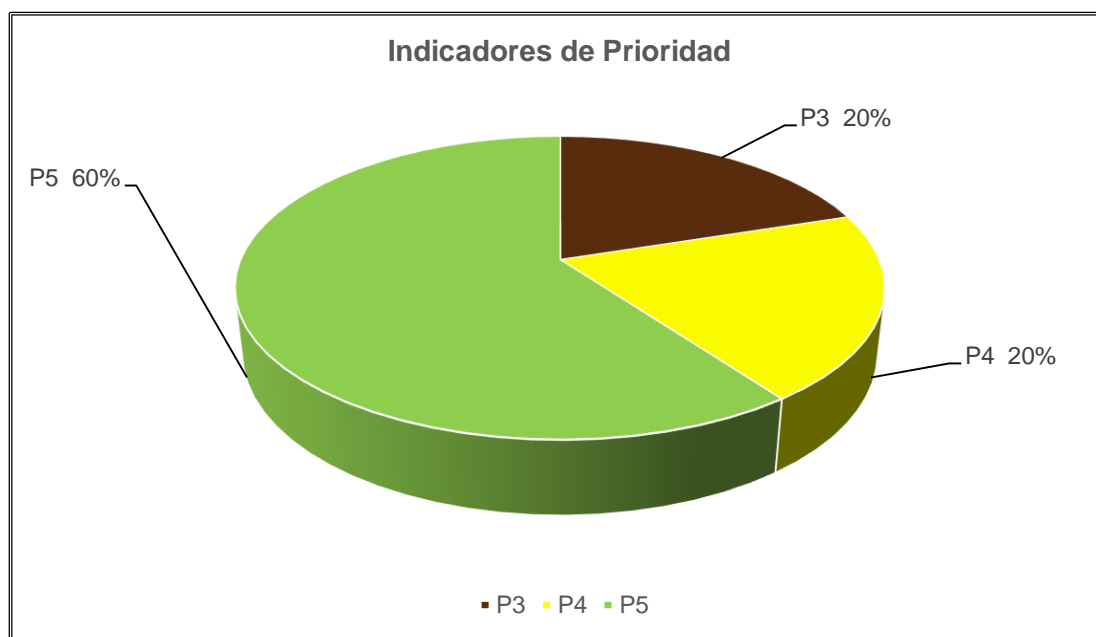


Gráfico N°3: Distribución de criticidad de hallazgos, Área Húmeda Sulfuros

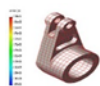


Tabla N°8: Distribución de hallazgos por criticidad, Área Húmeda Óxidos

Indicador Prioridad	Activo	Cantidad	%
P3	Patio de Estanques de Planta SX óxidos.	22	10,7%
	Nave Electrowinning N°1	19	9,2%
	Nave Electrowinning N°2	9	4,4%
	Estanque Orgánico Cargado TK-04 (tren A/B)	3	1,5%
	Planta R.O.	3	1,5%
	Línea PLS	2	1,0%
	Piscina PLS	1	0,5%
	Piscina PLS OLAP 44.000 [m3]	1	0,5%
Total, P3		60	29,1%
P4	Patio de Estanques de Planta SX óxidos.	26	12,6%
	Nave Electrowinning N°1	9	4,4%
	Nave Electrowinning N°2	5	2,4%
	Piscina ILS	3	1,5%
	Planta R.O.	2	1,0%
	Estanque Orgánico Cargado TK-04 (tren A/B)	1	0,5%
	Piscina Dual	1	0,5%
	Piscina PLS	1	0,5%
Total, P4		48	23,3%
P5	Nave Electrowinning N°1	19	9,2%
	Planta R.O.	18	8,7%
	Patio de Estanques de Planta SX óxidos.	16	7,7%
	Estación descarga ácido de tren (1@12)	12	5,8%
	Línea ILS	9	4,4%
	Línea Refino	8	3,9%
	Nave Electrowinning N°2	5	2,4%
	Patios (Electrowinning)	4	1,9%
	Estanque Orgánico Cargado TK-04 (tren A/B)	2	1,0%
	Línea OLAP	2	1,0%
	Piscina Dual	2	1,0%
	Piscina PLS	1	0,5%
Total, P5		98	47,6%
Total, general		206	100%

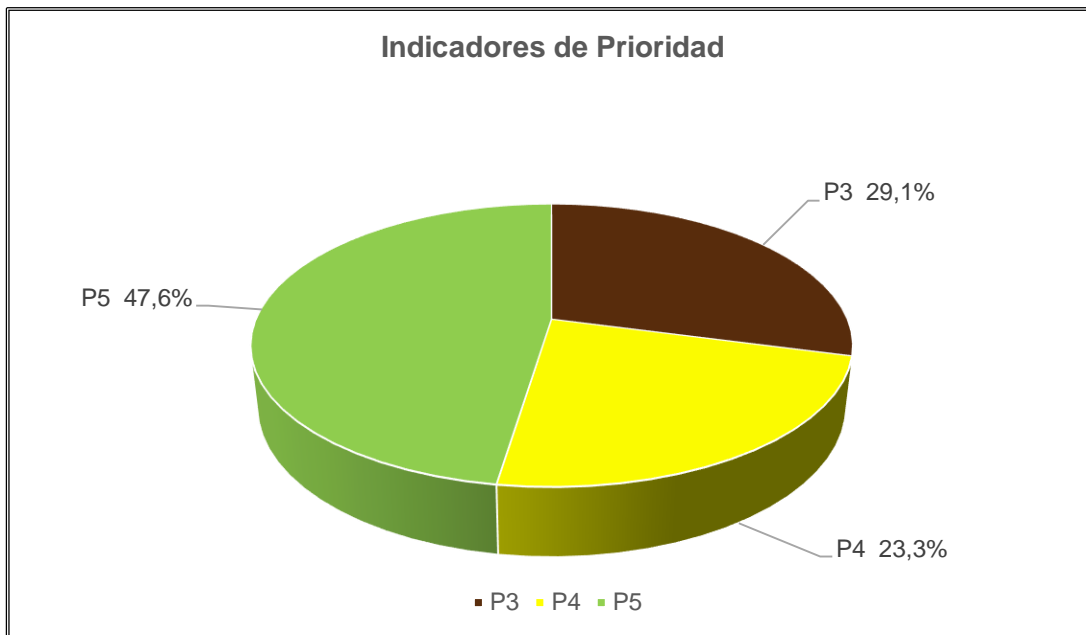


Gráfico N°4: Distribución de Criticidad de Hallazgos, Área Húmeda Óxidos

Para el Área Húmeda Sulfuros tenemos que la tabla N°7 y la gráfica N°3, muestran que no se registran hallazgos en la categoría de P1 y P2.

Se puede apreciar que un 20% de los hallazgos poseen un Indicador de Prioridad P3, lo cual indica daño moderado en la estructura del activo. En esta categoría, el activo que presenta la mayor cantidad de hallazgos es en el activo Patio Interplanta, con un 11,2% del total.

Además, se puede apreciar que un 20% de los hallazgos poseen un Indicador de Prioridad P4, lo cual indica daño menor en la estructura del activo. En esta categoría el activo que presenta la mayor cantidad de hallazgos es el Patio Interplanta, con un 15,6% del total.

Por último, se puede apreciar que un 60% de los hallazgos poseen un Indicador de Prioridad P5, lo cual indica daño mínimo en la estructura del activo. En esta categoría el activo que presenta la mayor cantidad de hallazgos es el Patio Interplanta, con un 44,4% del total.

Para el Área Húmeda Óxidos tenemos que la tabla N°8 y la gráfica N°4 muestran que no se registran hallazgos en la categoría de P1 y P2.

Se puede apreciar que un 29,1% de los hallazgos poseen un Indicador de Prioridad P3, lo cual indica daño moderado en la estructura del activo. En esta categoría el activo que presenta la mayor cantidad de hallazgos es Patio de Estanques de Planta SX Óxidos con un 10,7% del total, seguido de la Nave Electrowinning N°1, Nave Electrowinning N°2, Planta R.O., Estanque Orgánico Cargado TK-04 (tren A/B), Línea PLS, Piscina PLS OLAP 44.000 [m3] y Piscina PLS.

También se puede apreciar que un 23,3% de los hallazgos poseen un Indicador de Prioridad P4, lo cual indica daño leve en la estructura del activo. En esta categoría los activo que presenta la mayor cantidad de hallazgos son Patio de Estanques de Planta SX óxidos con un 12,6% del total. la Nave Electrowinning N°1, seguidos de los activos Nave Electrowinning N°2, Piscina ILS y Planta R.O., Estanque Orgánico Cargado TK-04 (tren A/B), Piscina Dual y PLS.

Por último, se puede apreciar que un 47,6% de los hallazgos poseen un Indicador de Prioridad P5, lo cual indica daño mínimo en la estructura del activo. En esta categoría el activo que presenta la mayor cantidad de hallazgos es la Nave Electrowinning N°1, con un 9,2% del total. Lo siguen los activos Planta R.O., Patio de Estanques de Planta SX óxidos, Estación descarga ácido de tren (1@12), Línea ILS, Línea Refino, Patios (Electrowinning), Nave Electrowinning N°2, Línea OLAP, Piscina Dual, Estanque Orgánico Cargado TK-04 (tren A/B) y, por último, la Piscina PLS.

6.4 HALLAZGOS REVELANTES.

Área Húmeda Sulfuros



Figura N°9: Uno de los Hallazgos más relevante se encuentra en la Planilla SLIX-3350-ST-ITR-001 la cual tiene un indicador de prioridad P3 con un valor de priorización de 140.

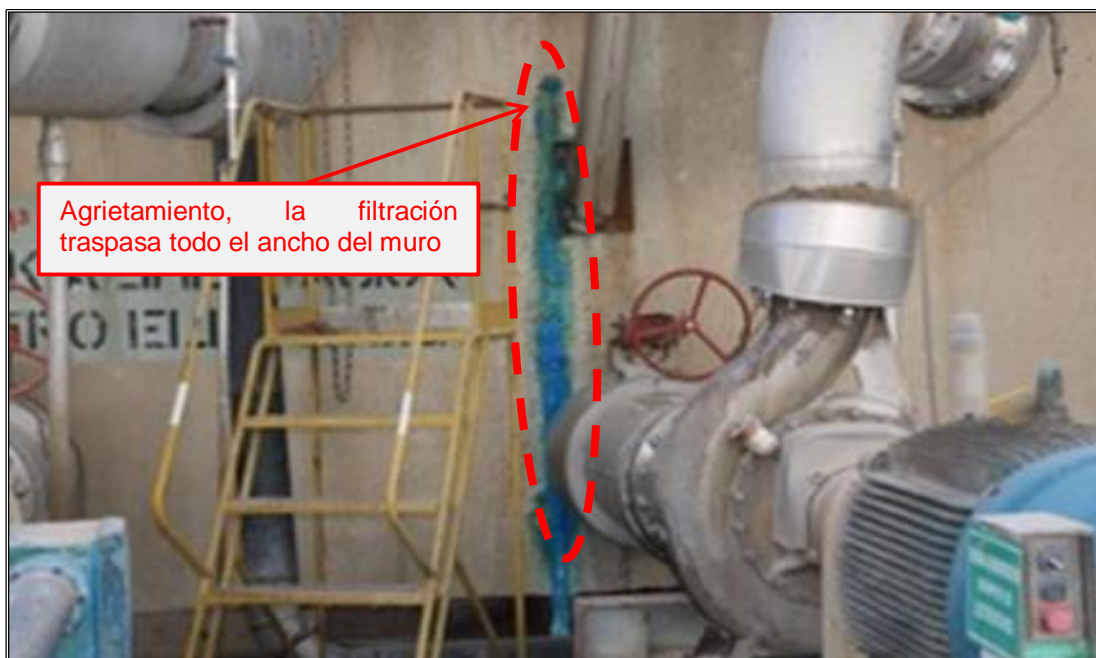


Figura N°10: Uno de los Hallazgos más relevante se encuentra en la Planilla SLIX-3500-CL-ITR-019 la cual tiene un indicador de prioridad P3 con un valor de priorización de 130.

Área Húmeda Óxidos



Figura N°11: Uno de los Hallazgos más relevante se encuentra en la Planilla ICAT-0352-CL-ITR-003 la cual tiene un indicador de prioridad P3 con un valor de priorización de 150



Figura N°12: Uno de los Hallazgos más relevante se encuentra en la Planilla ICAT-0510-ST-ITR-032 la cual tiene un indicador de prioridad P3 con un valor de priorización de 150

6.5 DISTRIBUCIÓN DE POSIBLES CAUSAS DE LOS DAÑOS

Área Húmeda Sulfuros

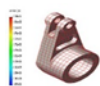
Las causas posibles por las cuales los activos de esta área se encuentran con daños (hallazgos) son diversas, la distribución se muestra en el gráfico N°5 y en la tabla N°9. Se visualiza que las dos causas más frecuentes son: Ambiente agresivo con un 62,2% del total, Mecánica de suelos inexistente o inadecuado, pérdida de propiedades mecánicas del suelo con un 11,1% del total, sobrecarga con un 6,7% del total, filtraciones cañerías electrolito y, No cumple con diseño original, inadecuado o no autorizado con un 4,4% cada una, y por ultimo tenemos causas, desmoronamiento pretil, falta mantención a estructuras, Fenómenos naturales, No cumple diseño en etapa de construcción e Interacción con equipos en movimiento o material, con un 2,2% cada una, del total general.



Gráfico N°5: Distribución por posibles causas de daños

Tabla N°9: Porcentaje y cantidad de hallazgos por causas

Posible Causa	%	Hallazgos
Ambiente agresivo	62,2%	28
Mecánica de suelos inexistente o inadecuado, pérdida de propiedades mecánicas del suelo	11,1%	5
Sobrecarga	6,7%	3
Filtraciones cañerías electrolito	4,4%	2



No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado	4,4%	2
Desmoronamiento Pretel	2,2%	1
Falta mantención a estructuras	2,2%	1
Fenómenos naturales	2,2%	1
No cumple diseño en etapa de construcción	2,2%	1
Interacción con equipos en movimiento o material	2,2%	1
Total, general	100%	45

Área Húmeda Óxidos

Las causas posibles por las cuales los activos de esta área se encuentran con daños (Hallazgos) son diversas, la distribución se muestra en el gráfico N°6 y en la tabla N°10. Se visualiza que las causas más frecuentes son: Ambiente agresivo con un 59,7%, No cumple con el diseño original o inadecuado con un 10,7%, Sobrecarga con un 9,2%, Interacción con equipo en movimiento o material con un 6,8%, modificación de diseño original inadecuado o no autorizado con un 4,9%, falta de mantención a estructuras con un 3,4%, pérdida de propiedades mecánicas del suelo con un 1,9%, fenómenos naturales con un 1,5%, daños por vibración de equipos rotativos con un 1,0% y finalmente, No realización de corte para retracción del hormigón y falta de mantención con un 0,5%.



Gráfico N°6: Distribución por posibles causas de daños

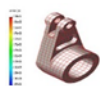


Tabla N° 10: Porcentaje y Cantidad de Hallazgos por causas

Possible causa	Hallazgos	%
Ambiente agresivo	123	59,7%
No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado	22	10,7%
Sobrecarga	19	9,2%
Interacción con equipos en movimiento o material	14	6,8%
Modificación de diseño original inadecuado o no autorizado	10	4,9%
Falta de mantención estructuras	7	3,4%
Pérdida de propiedades mecánicas de suelo	4	1,9%
Fenómenos naturales	3	1,5%
Daños por vibración de equipos rotativos	2	1,0%
No se realizaron cortes para las retracciones del hormigón	1	0,5%
Falta de mantención	1	0,5%
Total General	206	100,0%

6.6 CAUSAS DE LOS DAÑOS, MOSTRADAS POR ACTIVO

En la Tabla N°11 se indican las posibles causas que produjeron los daños (hallazgos) mostrados por activo, pertenecientes al área Húmeda Sulfuros. Se puede apreciar que los principales factores que generarían las condiciones identificadas corresponden a Ambiente agresivo (ambiente ácido) que produce corrosión, desgaste y daño en recubrimiento en las estructuras del Patio Interplanta, seguido de mecánica de suelo inadecuado o por pérdidas de sus propiedades, esto se aprecia principalmente en los activos Línea Interplanta y Línea de Transporte de Soluciones Sulfuros.

Tabla N°11: Posibles causas de los daños, mostradas por Activo

Activo	Posible causa del daño	N° Hallazgos	%
Patio Interplanta	Ambiente agresivo	29	64,5%
	Fenómenos naturales	1	02,2%
	Falta de mantención a estructuras	1	02,2%
	No cumple con diseño original, inadecuado o no autorizado	1	02,2%
Total, Patio Interplanta		32	71,1%
Línea Interplanta	No cumple con diseño original, inadecuado o no autorizado	2	4,4%
	Filtración de Electrolito	2	4,4%
	Sobrecarga	1	2,2%
	Desmoronamiento de pretil	1	2,2%
Total, Línea Interplanta		6	13,2%
Líneas de transporte de soluciones sulfuros	Mecánica de suelos inexistente o inadecuado, pérdida de propiedades mecánicas del suelo	5	11,1%
Total, Líneas de transporte de soluciones sulfuros		5	11,1%
Piscina Sulfuros	Ambiente agresivo	2	4,4%
Total, Piscina Sulfuros		2	4,4%

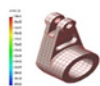
Total, general	45	100
-----------------------	-----------	------------

+

En la Tabla N°12 se indican las posibles causas que produjeron los daños (hallazgos) mostrados por activo, pertenecientes al área Húmeda Óxidos. Se puede apreciar que los principales factores que generarían las condiciones identificadas corresponden a: “Desgastado” y “Despedazado, y Corrosión por efecto de Ambiente agresivo (ambiente ácido y húmedo) a las que están expuestas las estructuras, estas causas son transversales a la mayoría de los activos de esta área.

Tabla N°12: Posibles Causas, mostradas por Activo

Activo	Posible causa del daño	N° Hallazgos	%
Patio de Estanques de Planta SX óxidos	Ambiente agresivo	42	21,0%
	Sobrecarga	5	2,5%
	Falta de mantención a estructuras	5	2,5%
	Interacción con equipos en movimiento o material	5	2,5%
	Modificación de diseño original, inadecuado o no autorizado	3	1,5%
	No cumple con diseño en la etapa de construcción	2	1,0%
	Fenómenos naturales	1	0,5%
	Pérdida de propiedades mecánicas del suelo	1	0,5%
Total, Patio de Estanques de Planta SX óxidos		64	32,0%
Nave Electrowinning N°1	Ambiente agresivo	41	19,9%
	Interacción con equipo en movimiento o material	2	1,0%
	Falta de mantención de estructuras	2	1,0%
	Sobrecarga	1	0,5%
	Modificación de diseño original, inadecuado o no autorizado	1	0,5%
Total, Nave Electrowinning N°1		47	22,8%
Planta R.O.	Ambiente agresivo	10	4,9%
	Sobrecarga	6	3,0%
	No cumple diseño en la etapa de construcción	2	1,0%
	Daños por vibraciones de equipos rotatorios	1	0,5%
	Falta de mantención de estructuras	1	0,5%
	Interacción con equipos en movimiento o material	1	0,5%
	Modificación de diseño original, inadecuado o autorizado	1	0,5%
	Pérdida de propiedades mecánicas del suelo	1	0,5%
Total, Planta R.O.		23	11,4%
Nave Electrowinning N°2	Ambiente agresivo	15	7,5%
	Interacción con equipos en movimiento o material	3	1,5%
	Fenómenos naturales	1	0,5%
Total, Nave Electrowinning N°2		19	9,5%
Estación descarga ácido de tren (1@13)	Ambiente agresivo	12	5,8%
Total Estación descarga ácido de tren (1@13)		12	5,8%
Línea ILS	No cumple con diseño original, inadecuado o no autorizado	8	4,0%
	Sobrecarga	1	0,5%



Total, Línea ILS		9	4,5%
Línea Refino	No cumple con diseño original, inadecuado o no autorizado	8	3,9%
Total, Línea Refino		8	3,9%
Estanque Orgánico Cargado TK-04 (tren A/B)	Ambiente agresivo	3	1,5%
	Fenómenos naturales	1	0,5%
	No cumple con el diseño en la etapa de construcción	2	1,0%
Total, Estanque Orgánico Cargado TK-04 (tren A/B)		6	3,0%
Patios (Electrowinning)	Sobrecarga	4	1,9%
Total, Patios (Electrowinning)		4	1,9%
Piscina Dual	Interacción con equipo en movimiento o material	2	1,0%
	Sobrecarga	1	0,5%
Total, Piscina Dual		3	1,5%
Piscina PLS	Interacción con equipo en movimiento o material	1	0,5%
	No se realizaron cortes para retracción del hormigón	1	0,5%
	Pérdida de propiedades mecánicas del suelo	1	0,5%
Total, Piscina PLS		3	1,5%
Piscina ILS	Daño por vibración de equipo rotatorio	1	0,5%
	No se realizaron cortes para retracción del hormigón	1	0,5%
	Modificación de diseño original, inadecuado o no autorizado	1	0,5%
Total, Piscina ILS		3	1,5%
Línea PLS	Modificación de diseño original, inadecuado o no autorizado	2	1,0%
Total, Línea PLS		2	1,0%
Línea OLAP	Modificación de diseño original, inadecuado o no autorizado	2	1,0%
Total, Línea OLAP		2	1,0%
Piscina PLS OLAP 44.000 [m3]	Pérdida de propiedades mecánicas del suelo (Asentamiento)	1	0,5%
Total, Piscina PLS OLAP 44.000 [m3]		1	0,5%
Total, general		206	100,0%

6.7 LISTADO DE PLANOS REFERENCIALES PARA LOS HALLAZGOS

En esta sección se presenta el listado de Planos referenciales con los hallazgos indicados en ellos. La Información que contienen los planos, ver Anexo N°2 a modo de ejemplo, se detallan a continuación:

- Muestran las instalaciones inspeccionadas.
- Indican los sectores donde se encontraron los “Hallazgos”.
- Los “Hallazgos” están indicados con el N° de cartilla (PED) correspondiente.
- Listado de cartillas de hallazgos indicados en el plano.
- Son solo referenciales, sin escala, medidas o cotas.

Tabla N°13: Listado de planos Área Húmeda Sulfuros

	Planos	Activos
1	SLIX-3300-ST-DW-001	Piscina Sulfuros
2	SLIX-3300-ST-DW-001	Líneas de transporte de soluciones sulfuros
3	SLIX-3350-ST-DW-001	Línea Interplanta
4	SLIX-3500-ST-DW-001	Patio Interplanta

Tabla N°14: Listado de planos área Húmeda Óxidos

	Planos	Activos
1	ICAT-0340-ST-DW-001	Piscina Dual, Piscina ILS, Piscina PLS
2	ICAT-0351-ST-DW-001	Línea Refino
3	ICAT-0352-ST-DW-001	Línea OLAP, Piscina PLS OLAP 44.000 m3, Piscina ILS OLAP
4	ICAT-0353-ST-DW-001	Línea ILS
5	ICAT-0358-ST-DW-001	Línea PLS
6	ICAT-0420-ST-DW-001	Patio de estanques de Planta SX de óxidos, Tanque orgánico cargado (tren A/B)- Estanque 4 (OL)
7	ICAT-0440-ST-DW-001	Estación descarga ácido de tren (estación 1@13)
8	ICAT-0510-ST-DW-001	Nave Electrowinning 1
9	ICAT-0510-ST-DW-002	Nave Electrowinning 1, Patios (Electrowinning)
10	ICAT-0510-ST-DW-003	Nave Electrowinning 2
11	ICAT-0720-ST-DW-001	Planta R.O.

7 ANÁLISIS DE COSTOS

Uno de los objetivos del servicio es determinar el costo asociado a la reparación de los hallazgos estructurales, provenientes del proceso de inspección de los activos. Debido al alcance en las condiciones del servicio, se establece la solución a nivel conceptual y los costos de reparación tienen un nivel de precisión del $\pm 40\%$. Por cada planilla de hallazgo se estima un costo total de reparación que incluye: Mano de obra, equipos, materiales y suministros, considerando gastos generales de un 20% y utilidades de un 15%.

Los precios unitarios se encuentran en el Anexo N°3 (Análisis de precios Unitarios) siendo utilizados como referencia principal en el cálculo del costo de reparación de los hallazgos. A continuación, se listan los Ítems considerados:

- **Mano de Obra Indirecta:** La componen quienes no intervienen directamente en la reparación. Su costo contempla remuneración, acreditación, capacitación, EPP. Los cargos que se incluyen son: Administrador de contratos, jefe de terreno, asesor HSE y equipos propios. La cantidad de personal y los días de utilización (HH) dependerán de la naturaleza de cada reparación, reflejadas en cada PED.
- **Mano de Obra Directa:** La componen quienes intervienen directamente en la reparación. Su costo contempla remuneración, acreditación, capacitación, EPP y herramientas propias de la empresa. Los cargos considerados son: capataz, maestro, soldador, ayudante, jornalero, operadores de equipos. La cantidad de personal y los días de utilización (HH) dependerán de la naturaleza de cada reparación indicadas en las PED.
- **Equipos:** Pueden ser camión pluma, camioneta, grúas o equipos de transporte. Su utilización dependerá de la naturaleza de cada reparación.
- **Suministros:** Depende de la naturaleza de la reparación, y se representan en la unidad de la cantidad de obra principal: Ej.: Si la reparación contempla hormigón, en m³. Si la reparación contempla esquemas de limpieza y pintura, m². Si la reparación contempla aceros, en Kg.
- **Gastos Generales:** Consisten en todos los gastos indirectos que no son contemplados dentro de la mano de obra indirecta, como alojamiento del personal, alimentación, materiales de oficina. El porcentaje de 20% se establece como un promedio de lo que suele cotizarse en el mercado.
- **Utilidad:** El porcentaje de 15% representa un promedio de lo que suele cotizarse en el mercado.

7.1 COSTO MANO DE OBRA

A continuación, se presentan los costos de mano de obra asociados a las reparaciones de los hallazgos correspondientes a las Áreas Húmedas Sulfuros y Óxidos. En las tablas N°15 y N°16 se presentan las HH relacionadas a la mano de obra directa e indirecta para ambas áreas.

La mano de obra directa corresponde al 81,4% y 91% del total respectivamente, superando significativamente la mano de obra indirecta debido a la naturaleza de los trabajos de ejecución en terreno.

Tabla N°15: Costo mano de obra asociado a reparaciones hallazgos, Área Húmeda Sulfuros.

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unitario Día	Subtotal	HH Directa	HH Indirecta
1	Administrador de Contratos	día	53,75	\$384.000	\$20.640.000		645
2	Jefe de Terreno	día	53,75	\$325.652	\$17.503.795		645
3	Asesor HSE	día	53,75	\$213.183	\$11.458.586		645
4	Capataz	día	215	\$283.517	\$60.956.155	2.592	
6	Maestro	día	280	\$186.315	\$52.168.200	3.360	
5	Soldador	día	8	\$220.654	\$1.765.232	96	
7	Ayudante	día	632	\$162.315	\$102.583.080	7.584	
Total					\$267.075.048	13.632	1.935

Tabla N°16: Costo mano de obra asociado a reparaciones hallazgos Área Seca Óxidos

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unitario Día	Subtotal	HH Directa	HH Indirecta
1	Administrador de contrato	día	205	\$384.000	\$181.308.650		5.650
2	Jefe de terreno	día	205	\$325.652	\$153.811.253		5.650
3	Asesor HSE	día	205	\$213.183	\$100.697.483		5.650
4	Capataz	día	206	\$283.517	\$547.764.316	23.184	
5	Soldador	día	270	\$220.654	\$70.903.034	3.900	
6	Maestro	día	1938	\$186.315	\$641.992.744	40.656	
7	Ayudante	día	1930	\$162.315	\$1.281.039.980	94.176	
Total					\$2.977.517.460	161.950	16.950

7.2 COSTO ARRIENDO DE EQUIPOS Y SERVICIOS DE APOYO

En las tablas N°17 y N°18 se muestran los costos de arriendo de equipos y servicios especiales asociados a las reparaciones de los hallazgos pertenecientes a ambas áreas. El servicio asociado a transporte de personal es el que posee el costo mayor, correspondiendo al 19,6% del costo total. Esto se debe a la gran cantidad de mano de obra directa involucrada en las reparaciones.

Tabla N°17: Costo arriendo de equipos y servicios de apoyo a reparaciones de hallazgos Área Húmeda Sulfuros.

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Días	Costo Unitario día	Sub total
1	Soldadora autónoma	día	1	8	\$75.000	\$600.000
2	Cuerpo andamio	día	1	13,5	\$60.000	\$810.000
3	Camión pluma 5 [ton]	día	1	2	\$470.000	\$940.000
4	Compresor y martillo de impacto	día	1	20	\$50.000	\$1.000.000
5	Side boom 90 [ton]	día	1	2	\$780.000	\$1.560.000
6	Placa compactadora	día	1	10	\$240.000	\$2.400.000
7	Durmientes revestidos en HDPE	un	70	1	\$59.297	\$4.150.790
8	Rodillo compactador 10 [ton]	día	1	10	\$680.000	\$6.800.000
9	Camión pluma 5 (ton)	día	1	15	\$470.000	\$7.050.000
10	Camión tolva 12 [m3]	día	1	19	\$2.380.000	\$9.044.000
11	Furgón 12 pax. con chofer	día	1	40	\$484.630	\$9.692.600
12	Camioneta	día	1	233	\$60.000	\$13.980.000
13	Camión pluma 10 [ton]	día	1	27	\$1.800.000	\$16.200.000
14	Camión aljibe 10 (m3)	día	1	37	\$3.632.000	\$16.798.000
15	Retroexcavadora 6 (ton)	día	1	37	\$1.380.000	\$25.510.000
16	Topografía	gl	1	1	\$4.500.000	\$4.500.000
					Total	\$121.035.390

Tabla N°18: Costo arriendo de equipos y servicios de apoyo a reparaciones de hallazgos
Área Húmeda óxidos

Ítem	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unitario día	Sub total
1	Topografía	día	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
2	Estudio de Ingeniería	día	1	\$ 4.800.000	\$ 4.800.000
2	Camioneta	día	2767	\$ 60.000	\$ 166.030.000
3	Cuerpo de andamio	día	7021	\$ 6.000	\$ 42.126.000
4	Camión aljibe 10 [m3]	día	38	\$ 454.000	\$ 17.254.000
5	Camión pluma 10 [ton]	día	194	\$ 600.000	\$ 116.400.000
6	Camión pluma 5 [ton]	día	77	\$ 470.000	\$ 36.320.000
7	Camión rampla	día	6	\$ 720.000	\$ 4.320.000
8	Camión tolva 12 [m3]	día	77	\$ 476.000	\$ 36.652.000
9	Compresor y martillo de impacto	día	498	\$ 50.000	\$ 24.900.000
10	Equipo hormigón bombeado	día	187	\$ 60.000	\$ 11.220.000
11	Equipo mixer dosificador	día	181	\$ 366.000	\$ 66.246.000
12	Equipo shocrete	día	8	\$ 60.000	\$ 480.000
13	Furgón 12 pasajeros con chofer	día	705	\$ 242.315	\$ 170.832.075
14	Generador + tablero eléctrico 220~380	día	582	\$ 50.000	\$ 29.100.000
15	Grúa 20 [ton]	día	24	\$ 690.000	\$ 16.560.000
16	Grúa 35 [ton]	día	2	\$ 780.000	\$ 1.560.000
17	Grúa 80 [ton]	día	4	\$ 1.800.000	\$ 7.200.000
18	Máquina de corte hormigón	día	115	\$ 450.000	\$ 51.750.000
19	Retroexcavadora	día	43	\$ 690.000	\$ 29.880.000
20	Placa compactadora	día	59	\$ 25.000	\$ 1.475.000
21	Plataforma elevadora	día	10	\$ 450.000	\$ 4.500.000
22	Soldadora autónoma	día	269	\$ 25.000	\$ 6.725.000
Total					\$ 847.830.075

7.3 COSTO DEL MATERIAL Y SUMINISTROS

Para la obtención del costo del material de reparación del elemento estructural que presenta el hallazgo, se define un conjunto de soluciones, clasificadas según la materialidad del elemento, siendo:

- Soluciones de reparación para elementos de acero estructural.
- Soluciones de reparación para elementos de hormigón armado.
- Soluciones de remediación de suelos.

7.3.1 SOLUCIONES DE REPARACIÓN PARA ELEMENTOS DE ACERO ESTRUCTURAL.

Para elementos de acero estructural, se desarrollan 8 tipos de reparaciones para el área Húmeda Sulfuros y 6 para el área Húmeda Óxidos según el daño asociado. Cada ítem de reparación resulta de la combinación de uno o más

materiales en proporciones establecidas en los estándares de recuperación estructural MEL.

El precio unitario de cada material se encuentra definido en el Anexo N°3, Análisis de Precios Unitarios, ítem 3, estructura. Cada precio unitario considera gastos generales (20%) y utilidades (15%).

En las siguientes tablas se muestra el costo material por unidad de reparación para elementos de acero de los activos para ambas áreas, Sulfuros y Óxidos.

Tabla N°19: Costo material unitario de reparación para elementos de acero pertenecientes a hallazgos Área Húmeda Sulfuros.

Ítem	Descripción	Unidad	Costo Unitario Material	Subtotal
1	Tratamiento superficial y esquema de pintura	m2	\$48.611	\$70.133.034
2	Sustitución del elemento acero ASTM A36	kg	\$4.140	\$154.836
3	Restitución de pernos de anclaje	un	\$16.560	\$375.214
4	Barandas FRP 1 1/2"	m	\$70.809	\$12.235.824
5	Parrilla de Piso FRP	m2	\$260.000	\$21.840.000
6	Camisa Acero carbono API 5L x 52 diámetro 30" e=22mm	m	\$180.550	\$8.666.400
7	Cañería 24" Schedule 80 e=10,97mm Acero inoxidable L304	m	\$2.101.302	\$50.431.248
8	Malla ACMA y Pilar	m2	\$106.400	\$31.920.000
			Total	\$195.756.556

Tabla N°20: Costo material unitario de reparación para elementos de acero pertenecientes a hallazgos Área Húmeda Óxidos.

Ítem	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unitario Material	Subtotal
1	Reemplazo de perno de anclaje, f=1 1/2" con espárrago L=1 m.	kg	8	\$ 35.740	\$ 285.920
2	Reemplazo de perno de anclaje, $\phi=5/8"$ con espárrago L=6"	kg	4	\$ 16.560	\$ 66.240
3	Fabricación de estructura liviana, acero estructural ASTM A-36	kg	1.208	\$ 5.300	\$ 6.402.400
4	Soporte provisorio acero inoxidable AISI 304	kg	50	\$ 9.000	\$ 450.000
5	Restitución de elemento de acero inoxidable 316L	kg	38	\$ 9.000	\$ 342.000
6	Soporte provisorio acero ASTM A36	kg	74.548	\$ 4.221	\$ 314.695.371
				Total	\$ 322.241.931

7.3.2 REPARACIÓN PARA ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO.

Para elementos de hormigón armado, se desarrollan 6 tipos de reparaciones para el área Húmeda Sulfuros y 18 para el área Húmeda Óxidos según el daño asociado. Cada ítem de reparación resulta de la combinación de uno o más materiales en proporciones establecidas en los estándares de recuperación estructural MEL.

El precio unitario de cada material se encuentra definido en el Anexo N°3 Análisis de Precios Unitarios ítem 4 civil. Cada precio unitario considera gastos generales (20%) y utilidades (15%).

En las siguientes tablas se muestran el costo material por unidad de reparación para elementos de hormigón armado de los activos para ambas áreas, Sulfuros y Óxidos.

Tabla N°21: Costo material unitario de reparación para elementos de hormigón pertenecientes a hallazgos Área Húmeda Sulfuros.

Ítem	Descripción	Un	Cantidad	Costo Unitario Material	Subtotal
1	Restitución de elementos hormigón armado hasta 100 mm	m2	9,1	\$434.906	\$3.957.645
2	Restitución de hormigón hasta 50 mm de profundidad	m2	11,5	\$257.071	\$2.956.317
3	Restitución de hormigón hasta 25 mm	m2	70	\$149.638	\$10.474.660
4	Inyección resina epóxica para grietas con ancho entre 0,3 mm a 1 mm	m	130	\$28.706	\$3.731.780
5	Restitución de secciones de hormigón armado	m3	205,7	\$415.124	\$85.391.074
6	Restitución Grouting	m3	0,21	\$1.146.272	\$240.717
				Total	\$106.752.193

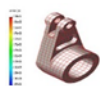


Tabla N°22: Costo material unitario de reparación para elementos de hormigón pertenecientes a hallazgos Área Húmeda Óxidos

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario Material	Subtotal
1	Reparación con mortero e inyección resina epóxica grietas con ancho mayor a 1mm	m	155	\$ 65.414	\$ 10.139.170
2	Inyección resina epóxica para grietas con ancho entre 0,3mm a 1mm	m	68	\$ 28.706	\$ 1.952.008
3	Refuerzo talud (Soil Nail)	m2	520	\$ 57.576	\$ 29.939.520
4	Geotextil	m2	2200	\$ 2.147	\$ 4.723.400
5	Geomembrana HDPE	m2	3337	\$ 4.712	\$ 15.725.829
6	Protección Sikaguard	m2	545	\$ 21.787	\$ 11.873.915
7	Recubrimiento HDPE 6 [mm]	m2	705	\$ 20.994	\$ 14.800.896
8	Tubería HDPE Ø500mm e=19,3mm	m	180	\$ 47.871	\$ 8.616.720
9	Riego de liga y recarpeteo asfalto en caliente 1/2"	m2	3870	\$ 7.644	\$ 29.582.280
10	Sikaguard antiácido	m2	4	\$ 21.895	\$ 87.580
11	Restitución de hormigón hasta 50 mm de profundidad	m2	6	\$ 205.657	\$ 1.233.942
12	Piso caucho antideslizante 3mm.	m2	24	\$ 12.292	\$ 295.008
13	Cubierta FRP	m2	30	\$ 11.573	\$ 347.200
14	Puente de Adherencia Sika top Armatec 110EC	m2	160	\$ 31.050	\$ 4.968.000
15	Restitución de hormigón hasta 25mm	m2	14	\$ 598.552	\$ 8.379.728
16	Tratamiento superficial y esquema de pintura E4	m2	11765	\$ 48.577	\$571.510.670
17	Parrilla de piso	m2	5	\$ 168.000	\$ 840.000
18	Reemplazo de parrilla de piso (grating) por materialidad en FRP	m2	25	\$ 260.000	\$ 6.500.000
Total					\$721.515.866

7.3.3 SOLUCIONES PARA REMEDIACIÓN DE SUELOS

Para elementos de hormigón armado, se desarrollan 4 tipos de reparaciones para el área Húmeda Sulfuros y 7 para el área Húmeda Óxidos según el daño asociado. Cada ítem de reparación resulta de la combinación de uno o más materiales en proporciones establecidas en los estándares de recuperación estructural MEL.

El precio unitario de cada material se encuentra definido en el Anexo N°3 Análisis de Precios Unitarios ítem 5 suelos. Cada precio unitario considera gastos generales (20%) y utilidades (15%).

En las siguientes tablas se muestran el costo material por unidad de reparación para elementos de remediación de suelos de los activos para ambas áreas, Sulfuros y Óxidos.

Tabla N°23: Costo material unitario para remediación de suelos pertenecientes a hallazgos Área Húmeda Sulfuros.

Ítem	Descripción	Un	Cantidad	Costo Unitario Material	Subtotal
1	Relleno y compactación	m3	1234	\$12.000	\$14.802.240
2	Extrusión HDPE	m2	2442	\$3.520	\$8.595.840
3	Geotextil anti-punzonamiento de 400(gr/m2)	m2	4500	\$2.147	\$9.661.500
4	Geomembrana HDPE	m2	6515	\$4.711	\$30.690.246
				Total	\$63.749.826

Tabla N°24: Costo material unitario para remediación de suelos pertenecientes a hallazgos Área Seca Óxidos

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unitario Material	Subtotal
1	Hormigón polimérico coronamiento	m3	11	\$ 11.691.000	\$ 126.964.260
2	Mejoramiento suelo inyección hormigón H10	m3	90	\$ 311.880	\$ 28.069.200
3	Reconstrucción secciones de hormigón armado	m3	106	\$ 426.445	\$ 45.220.183
4	Restitución de Grouting	m3	1	\$ 1.375.526	\$ 1.375.526
5	Restitución de elementos de hormigón armado	m3	92	\$ 553.439	\$ 50.916.388
6	Estabilizado compactado, tamaño máximo 3"	m3	1517	\$ 12.000	\$ 18.204.000
7	Lechada de protección	m3	1	\$ 358.878	\$ 358.878
				Total, general	\$ 271.108.435

7.4 COSTO MATERIAL PRINCIPAL DE REPARACIÓN

El análisis de las PED muestra, para el caso del área Húmeda Sulfuros, que el mayor costo corresponde a kg de acero, mientras que para el área Húmeda Óxidos el mayor costo de reparación recae en el ítem hormigón, tal como se muestra en las Tablas N°25 y N°26.

Los hallazgos en estructuras de acero y de hormigón se encuentran transversalmente en la mayoría de los activos del área.

Tabla N°25: Costo por material principal y su porcentaje dentro del costo perteneciente a hallazgos Área Húmeda Sulfuros

Material	(\$) Total reparación	% en Costo
Acero	\$342.284.167	45,37%
Hormigón	\$229.493.200	30,42%
Suelos	\$182.591.645	24,20%
Total, general	\$754.369.012	100 %

Tabla N° 26: Costo por material principal y su porcentaje dentro del costo perteneciente a hallazgos Área Seca Óxidos

Material	(\$) Total reparación	% en Costo
Acero	\$ 2.098.996.614	40,8%
Hormigón	\$ 2.719.700.919	52,9%
Suelos	\$ 321.516.233	6,3%
Total, general	\$ 5.140.213.766	100,0%

7.5 COSTO DE REPARACIÓN POR ACTIVO

La tabla N°27 muestra el costo de reparación por activo del área Húmeda Sulfuros, considerando acero, hormigón y suelos. Se puede ver que el Patio Interplanta es el activo que requiere la mayor cantidad de inversión, con el 50,3% del costo total de reparación.

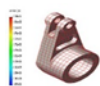
Tabla N° 27: Costo de reparación por activo pertenecientes Área Húmeda Sulfuros.

Activo	Material	Total
Línea Interplanta	Acero	\$178.319.546
	Suelo	\$153.060.743
Total, Línea Interplanta		\$331.380.289
Patio Interplanta	Acero	\$157.991.354
	Hormigón	\$229.493.200
Total, Patio Interplanta		\$387.484.553
Piscina Sulfuros	Acero	\$ 5.973.268
Total, Piscina Sulfuros		\$ 5.973.268
Líneas de Transporte de soluciones Sulfuros	Suelo	\$ 29.530.903
Total, Líneas de Transporte de Soluciones Sulfuros		\$ 29.530.903
Total, general		\$754.369.012

La tabla N°28 muestra el costo de reparación por activo, considerando acero, hormigón y suelos. En ella se puede ver que la Nave de Electrowinning N°2 es el activo que requiere la mayor cantidad de inversión, con el 33,6% del costo total de reparación.

Tabla N° 28: Costo de reparación por Activo pertenecientes Área Húmeda Óxidos

Activo	Material	Total
Nave Electrowinning N°2	Acero	\$ 70.965.816
	Hormigón	\$1.657.694.175
Total, Nave Electrowinning N°2		\$1.728.659.991
Nave Electrowinning N°1	Hormigón	\$ 389.601.627
	Acero	\$1.298.613.357
Total, Nave Electrowinning N°1		\$1.688.214.984
Patio de Estanques de Planta SX óxidos	Suelo	\$ 116.612.773
	Acero	\$ 390.356.171
	Hormigón	\$ 427.015.038
Total, Patio de Estanques de Planta SX óxidos		\$ 933.983.982



Planta R.O.	Suelo	\$ 43.817.653
	Hormigón	\$ 50.911.164
	Acero	\$ 230.585.003
Total, Planta R.O.		\$ 325.313.819
Estanque Orgánico Cargado TK-04 (tren A/B)	Hormigón	\$ 26.871.943
	Acero	\$ 70.187.951
Total, Estanque Orgánico Cargado TK-04 (tren A/B)		\$ 97.059.894
Piscina PLS OLAP 44.000 [m3]	Hormigón	\$ 68.178.810
Total, Piscina PLS OLAP 44.000 [m3]		\$ 68.178.810
Piscina PLS	Hormigón	\$ 8.018.428
	Suelo	\$ 47.833.006
Total, Piscina PLS		\$ 55.851.434
Patios (Electrowinning)	Hormigón	\$ 45.325.681
Total, Patios (Electrowinning)		\$ 45.325.681
Línea PLS	Suelo	\$ 40.863.258
Total, Línea PLS		\$ 40.863.258
Línea ILS	Acero	\$ 3.315.512
	Suelo	\$ 34.114.439
Total, Línea ILS		\$ 37.429.951
Estación descarga ácido de tren (1@13)	Acero	\$ 34.972.803
Total, Estación descarga ácido de tren (1@13)		\$ 34.972.803
Piscina Dual	Hormigón	\$ 29.918.435
Total, Piscina Dual		\$ 29.918.435
Línea Refino	Suelo	\$ 28.121.903
Total, Línea Refino		\$ 28.121.903
Piscina ILS	Hormigón	\$ 16.165.619
Total, Piscina ILS		\$ 16.165.619
Línea OLAP	Suelo	\$ 10.153.203
Total, Línea OLAP		\$ 10.153.203
Total, general		\$5.140.213.766

7.6 COSTO POR INDICADOR DE PRIORIDAD

A continuación, se presentan los costos de reparación de los hallazgos en relación con su nivel de criticidad, indicador de prioridad (IP), y a qué porcentaje del costo total representa cada grupo de hallazgos de acuerdo con los mismos indicadores. Como se puede ver en las tablas N°30 y N°31, los hallazgos categorizados como P3 requieren el mayor monto de inversión y es recomendable priorizar la ejecución de las reparaciones ante la probabilidad real de impactar negativamente sobre los resultados de la operación.

Tabla N° 29: Costo por severidad (IP) de los hallazgos pertenecientes a Área Húmeda Sulfuros.

Indicador Prioridad	(\$) Total reparación	% del Costo
P3	\$ 307.411.183	40,7%
P4	\$ 189.275.441	25,1%
P5	\$ 257.682.388	34,2%
Total, general	\$ 754.369.012	100%

Tabla N° 30: Costo por severidad (IP) de los hallazgos pertenecientes a Área Húmeda Óxidos

Indicador Prioridad	(\$) Total reparación	% del Costo
P3	\$ 2.888.282.005	56,2%
P4	\$ 1.420.740.289	27,6%
P5	\$ 831.191.473	16,2%
Total, general	\$ 5.140.213.766	100%

8 COMPARACION ENTRE HALLAZGOS HISTORICOS Y ACTUALES

De acuerdo con los antecedentes disponibles proporcionados por MEL, se han revisado los resultados de los hallazgos (Cartillas Históricas) obtenidos durante la inspección estructural realizada en el año 2017, “Servicio de Inspección NPI & CHO”, relacionados con los activos del Área Húmeda Sulfuros y Óxidos. Estas se han cotejado, en los casos que correspondía, con los hallazgos detectados por CAD-CAE en el presente servicio. El resultado de la comparación arrojó que existen 33 hallazgos, 12 del área Sulfuros y 21 del área Óxidos, de un total de 382 PED Históricas disponibles, que aún no han sido reparados.

Es necesario mencionar que, en el servicio de Inspecciones realizada en el año 2017, las categorizaciones eran: Extrema, Alta, Moderada y Baja, dependiendo de la criticidad del daño. En 2021 CAD CAE Ingeniería Ltda., al alero de la actualización del Estándar de integridad de Activos Asset Integrity, evalúa los hallazgos en P1, P2, P3, P4 y P5, según el índice de Prioridad.

A continuación, se muestran los resultados del cruce de información y la evolución de los 33 hallazgos que, desde el año 2017 a la fecha. Ver tabla N°31 y tabla N°32.

Tabla N° 31: Comparación de los hallazgos actuales con historicos y su evolución

Activo	PED Históricas	PED Final	Evolución
Línea Interplanta	HHLI-03	SLIX-3350-CL-ITR-002	Moderada a P4
	HHLI-09	SLIX-3350-CL-ITR-002	Moderada a P4
	HHLI-15	SLIX-3350-CL-ITR-002	Moderada a P4
	HHLI-20	SLIX-3350-CL-ITR-002	Moderada a P4
	HHLI-38	SLIX-3350-CL-ITR-002	Moderada a P4
	HHLI-41	SLIX-3350-CL-ITR-002	Moderada a P4
	HHLI-44	SLIX-3350-CL-ITR-002	Moderada a P4
	HHLI-47	SLIX-3350-CL-ITR-002	Moderada a P4
Total, Línea Interplanta		8 cartillas	
Patio Interplanta	EF-028	SLIX-3500-CL-ITR-005	Alta a P5
	HPE-59	SLIX-3500-CL-ITR-011	Alta a P4
Total, Patio Interplanta		2 cartillas	
Piscina Sulfuros	HPR-22	SLIX-3300-ST-ITR-001	Moderada a P5
	HPR-23	SLIX-3300-ST-ITR-002	Moderada a P5
Total, Piscina Sulfuros		2 cartillas	
Total		12 cartillas	

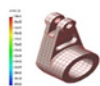


Tabla N°32: Comparación de los hallazgos actuales con históricos y su evolución

Activos	PED Históricas	PED Final	Evolución
Piscina PLS	HHAS-36	ICAT-0340-CL-ITR-004	Baja a P4
Piscina PLS	HHAS-104	ICAT-0340-CL-ITR-001	Baja a P3
Total, Piscina PLS		2 cartillas	
Patio de estanques de Planta SX de óxidos.	HHTF-29	ICAT-0420-ST-ITR-012	Alta a P3
Patio de estanques de Planta SX de óxidos.	HHTF-29	ICAT-0420-ST-ITR-014	Alta a P4
Patio de estanques de Planta SX de óxidos.	HHTF-32	ICAT-0420-ST-ITR-019	Alta a P4
Patio de estanques de Planta SX de óxidos.	HHTF-23	ICAT-0420-CL-ITR-006	Moderada a P4
Patio de estanques de Planta SX de óxidos.	HHTF-20	ICAT-0420-CL-ITR-007	Moderada a P3
Patio de estanques de Planta SX de óxidos.	HHTF-25	ICAT-0420-ST-ITR-009	Moderada a P5
Patio de estanques de Planta SX de óxidos.	HHTF-16	ICAT-0420-ST-ITR-011	Moderada a P3
Patio de estanques de Planta SX de óxidos.	HHTF-22	ICAT-0420-ST-ITR-011	Moderada a P3
Patio de estanques de Planta SX de óxidos.	HHTF-17	ICAT-0420-ST-ITR-030	Moderada a P3
Total, Patio de Estanques de la Planta SX de Óxidos		9 cartillas	
Nave Electrowinning N°1	HEW1-76	ICAT-0510-CL-ITR-005	** Reparada a P3
Nave Electrowinning N°1	EWI-12	ICAT-0510-CL-ITR-008	Moderada a P5
Nave Electrowinning N°1	HEW1-91	ICAT-0510-CL-ITR-011	Moderada a P4
Nave Electrowinning N°1	HEW1-62	ICAT-0510-ST-ITR-009	Moderada a P5
Nave Electrowinning N°1	HEW1-60	ICAT-0510-ST-ITR-010	Moderada a P4
Total, Nave Electrowinning N°1		5 cartillas	
Nave Electrowinning N°2	EW2-33	ICAT-0510-CL-ITR-025	Moderada a P4
Nave Electrowinning N°2	EW2-33	ICAT-0510-CL-ITR-027	Moderada a P4
Nave Electrowinning N°2	EW2-33	ICAT-0510-CL-ITR-030	Moderada a P4
Nave Electrowinning N°2	EW2-02	ICAT-0510-CL-ITR-031	Moderada a P5
Nave Electrowinning N°2	HHEW2-50	ICAT-0510-ST-ITR-035 HSE	Moderada a P4
Total, Nave Electrowinning N°2		5 cartillas	
Total		21 cartillas	

En las tablas N°31 y N°32 se muestra la evolución de los 33 hallazgos con las categorizaciones anteriores y actuales que aún mantienen su condición, es decir no han sido reparados a la fecha de la inspección. Para el caso del área Húmeda Sulfuros, la mayor cantidad de hallazgos que no han sido reparados corresponden a la Línea Interplanta que, de acuerdo con su condición de criticidad ha variado considerando ambos criterios de evaluación; es así como hallazgos que en 2017 fueron evaluados como Moderados con el nuevo criterio ahora fueron evolucionados como P4 y Piscina Sulfuros.

En el caso del área Húmeda Óxidos, se puede observar que en el activo Patio de Estanques de Planta SX existen 3 hallazgos que, de acuerdo con la inspección realizada en el año 2017 fueron catalogados como altos, ahora han evolucionado a P3 y P4. Es importante tener presente, para el activo Piscina de PLS que, de los 2 hallazgos que aún no han sido reparados, estos han evolucionado de severidad baja a P3 y P4, es decir el daño probablemente ha aumentado en estos años.

Cabe señalar que los restantes 349 hallazgos históricos no fueron identificados como hallazgos por CAD CAE Ingeniería Ltda., debido a que principalmente se componen de hallazgos subsanados o cuya condición no representa un hallazgo para la versión actual del estándar Asset Integrity, que es que rige para el presente servicio de inspección.

9 COMENTARIOS

A continuación, se presentan los comentarios respecto de los resultados obtenidos a partir de las inspecciones realizadas en el Área Húmeda de la Planta de Cátodos, Sulfuros y Óxidos. De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos concluir que los activos inspeccionados pertenecientes a estas áreas, en general, no presentan un deterioro significativo que pudiese poner en riesgo su integridad estructural y normal funcionamiento, y que pudiese resultar en un eventual colapso estructural en el corto plazo. Sin embargo, es necesario mencionar que un número importante de las estructuras (59,7% en Sulfuros y 62,2% en Óxidos) inspeccionadas presentan algún grado de deterioro que, se manifiesta en pérdidas de recubrimiento y esquema de pintura, y en menor medida en pérdida de sección de algunos elementos, ya sean metálico u de hormigón, producto principalmente por efectos de la corrosión (debido al ambiente agresivo a las que están expuestas).

Los 4 activos inspeccionados en el área Húmeda Sulfuros son activos no críticos. Los principales hallazgos identificado fueron categorizados como P3, corresponden a los activos Línea Interplanta y al Patio Interplanta. En este índice de prioridad es importante poner atención a los hallazgos que se presentan en las PED SLIX-3350-CL-ITR-003 y SLIX-3350-ST-ITR-001 dado su potencial impacto, tanto en seguridad como en la interrupción de la operación de producirse un colapso del terreno del terraplén y un derrame de solución por daños en la tubería de 24" que transporta electrolito.

En esta área también se pudo observar, tanto en la Línea Interplanta como en la Línea de transportes de soluciones (percolado desde la pila) que los camellones y pretilas de contención se encuentran en condiciones subestandar producto de derrames que provocan socavaciones e intervenciones que han alterado el diseño original. Estos hallazgos se presentan en las PED de los activos mencionados.

Con relación a los costos de reparación por activo (ver tabla N°27), el Patio Interplanta es el activo que requiere la mayor cantidad de inversión, con \$387.484.553, distribuido en acero y hormigón, con el 50,3% del costo total de reparaciones, esto se debe a la envergadura y naturaleza de los daños identificados.

En cuanto a los costos categorizados por "Indicador de Prioridad" (ver tabla N°29), del análisis se desprende que los hallazgos categorizados como P3 requieren el mayor monto de inversión, representan el 40,7% del total, y es recomendable priorizar la ejecución de las reparaciones ante la probabilidad real de impactar negativamente sobre los resultados de la operación.

Para el área Húmeda Óxidos, MEL ha establecido que, de los 20 activos inspeccionados, los activos Piscina PLS OLAP (44.000 m³) y las Estaciones de descarga de ácido sulfúrico mediante trenes, sean categorizados como activos críticos. A continuación, los comentarios para los hallazgos para cada uno de ellos.

La Piscina de PLS OLAP presenta daños en la losa de soporte de la bombas verticales posiblemente por pérdida de propiedades mecánicas de suelo, se observan agrietamientos con asentamiento de 3,5 cm aproximadamente. Este hallazgo fue catalogado como P3. Ver PED ICAT-0352-CL-ITR-003.

Para el caso de las 12 Estaciones de Descarga de ácido sulfúrico mediante tren, podemos comentar que no presentan daños estructurales en ninguna de ellas, solo se encontraron daños menores relacionados con pérdida de revestimientos en sus estructuras de las plataformas de acceso producto de corrosión debido al ambiente agresivo a las que están expuestas. Todos estos hallazgos fueron categorizados como P5.

Mención especial merecen los activos no críticos, Naves de Electrowinning N°1 y N°2 por el estado en que se encuentran sus estructuras, principalmente de hormigón que componen la parte inferior de las naves, zócalos o "trincheras". Sus elementos principales tales como pedestales y radiere, columnas de hormigón de soporte celdas, losa de hormigón, muro de hormigón cortafuegos, fundaciones de columnas y silla de anclaje de columnas entre otros, presentan un estado de deterioro severo, y en algunos casos críticos debido principalmente a la corrosión producto del ambiente agresivo al que están expuestos. Se identificaron 28 hallazgos categorizados con un indicador de prioridad P3.

Otro activo no crítico que es importante de comentar, de acuerdo con los resultados de los hallazgos, se identificaron 22 hallazgos con indicador de prioridad P3, es el Patío de Estanques de la Planta SX. Lo más relevante es la gran cantidad de daños identificados en pedestales de fundación (hormigón) y vigas de soporte de elementos y estructuras producto de corrosión.

Con relación a los costos de reparación por activo de esta área (ver tabla N°28), la Nave Electrowinning N°2 es el activo que requiere la mayor cantidad de inversión, con \$1.728.659.991, distribuido en acero y hormigón, con el 33,6% del costo total de reparaciones, esto se debe a la envergadura y naturaleza de los daños identificados.

En cuanto a los costos categorizados por "Indicador de Prioridad" (ver tabla N°30), del análisis se desprende que los hallazgos categorizados como P3 requieren el mayor monto de inversión, representan el 56,2% del total, y es

recomendable priorizar la ejecución de las reparaciones ante la probabilidad real de impactar negativamente sobre los resultados de la operación.

Otro antecedente importante de mencionar es que en la Inspección realizada en el año 2017 las categorizaciones de los hallazgos iban desde Extrema, Alta, Moderada y Baja, dependiendo del nivel de criticidad del daño, la evaluación se realizó bajo el estándar ES-ME1-193ME-P-31 Ver. 1 "Evaluación de Criticidad de la Condición Estructural MEL" (obsoleto). En 2020/2021 CAD CAE Ingeniería Ltda., ha evaluado y categorizado los hallazgos de acuerdo con la actualización del Estándar de Asset Integrity vigente. Los hallazgos se evalúan a través del Indicador de Prioridad, en P1, P2, P3, P4 y P5, de acuerdo con la matriz de priorización Asset Integrity.

En consideración a lo anterior, el cruce de Cartillas se realizó homologando los hallazgos de acuerdo con los criterios usados actualmente. Es así como se detectaron diversos casos de evolución de los hallazgos en terreno, para los distintos activos.

10 RECOMENDACIONES

Para mantener bajo control el efecto nocivo de los agentes corrosivos en el tiempo, y su impacto sobre las estructuras, se recomienda mantener una disciplina en relación con la frecuencia de limpieza de los elementos de aceros y hormigón para prolongar su vida útil. Por otra parte, se recomienda realizar campañas periódicas de reparación y normalización del estado de sus estructuras identificadas en este informe, a través de un servicio de reparaciones especializado en recubrimientos anticorrosivos y hormigones.

En relación con los activos Línea Interplanta y Línea de transporte de soluciones de Sulfuros se recomienda establecer un plan de trabajo tendiente a remediar el estado de suelos, terraplenes que soportan las tuberías y camellones de protección para llevarlos al diseño original.

Dada la envergadura de los trabajos de reparación identificados como hallazgos en los activos Naves de Electrowinning N°1 y N°2, el costo asociado a los mismos, el tiempo que requieren, las interferencias con la operación, los riesgos asociados a la actividad y las potenciales perdidas de producción, se recomienda realizar una ingeniería que cubra todos estos aspectos y que asegure la realización de los trabajos en tiempo, costos, calidad, seguridad, sin interferir en la continuidad operacional y en el resultado de la producción. Existen varias experiencia similares en la industria, en donde se han realizado exitosamente reparaciones de esta envergadura con las naves en operación.

De acuerdo con la evaluación económica realizada para la reparación de los daños recogidas en las planillas de evaluación PED, el costo total asociado a la ejecución de estos trabajos para el área Húmeda Sulfuros y Óxidos perteneciente a la Gerencia de Cátodos es de **\$ 5.894.582.778**. La estrategia del plan de ejecución de las reparaciones de los hallazgos la definirá MEL. Sin embargo, nuestra recomendación es que se realicen los trabajos de reparación a través de un contrato con una empresa especialista en el rubro, abordando el paquete total, para establecer una línea base y luego establecer un plan integral de mantenimiento de estructuras en forma periódica, se sugiere cada dos años

11 ANEXOS

En esta sección se muestran de modo ilustrativo algunos ejemplos de los entregables del servicio, tales como: Planillas de evaluación, planos indicando la ubicación de los hallazgos y tabla de evaluación económica.

ANEXO N°1

Planilla de Evaluación de Daños PED

ESCONDIDA BHP		PLANILLA EVALUACIÓN DE DAÑOS		CAD CAE INGENIERIA LTDA.					
Evaluación de daños suelos soportante			ID Planilla		Datos de inspección				
Elemento	Anclaje Carpeta HDPE		ICAT-0340-CL-ITR-001		Fecha				
Ubicación referencial	Lado Norte / 4 esquinas		Indicador de Prioridad		Inspectores				
Descripción del daño	Desmoronamiento de pretil de anclaje		P3		C.Rios / E. Moreno				
Possible causa	Pérdida de propiedades mecánicas de suelo				Instalación				
Functional location	2025.02.06.19				Área Húmeda-Óxido				
					Código de área				
					0340				
					Activo				
					Piscina PLS				
Evaluación de daños en terreno						Fotografías			
Aspectos específicos detectados			Grado de daño						
			Leve Moderado Severo						
Agrietamiento									
Asentamiento									
Socavado									
Desnivelado									
Ponderación P1			1,10						
Aspectos globales			Condición						
			No Si						
Corresponde a un elemento principal en su estructura									
Podría fallar por cargas de servicio									
Su falla compromete a otras estructuras aledañas									
Ponderación P2			1,50						
Factor por condición en terreno, P = (P1+P2)/2			1,30						
Probabilidad de riesgos actuales									
Incertidumbre	Frecuencia	Selección	Factor						
Altamente probable	Es probable que ocurra dentro de un periodo de 1 año		3,00						
Probable	Es probable que ocurra dentro de un periodo de 1 a 5 años	X	1,00						
Posible	Es probable que ocurra dentro de un periodo de 5 a 20 años		0,30						
Improbable	Es probable que ocurra dentro de un periodo de 20 a 50 años		0,10						
Altamente improbable	No es probable que ocurra dentro de un periodo de 50 años		0,03						
Factor de probabilidad, FP			1,00						
Severidad									
Tipo de impacto	Descripción	Nivel	Selección	Factor					
Salud y seguridad		5		1000					
Medioambiente		4		300					
Social y cultural	Entre US\$50 y US\$250 millones	3	X	100					
Reputación		2		30					
Financiero		1		10					
Factor de severidad, FS			100						
Priorización de defectos									
Valor de priorización, VP = P x FP x FS				130,00					
Indicador de prioridad				P3					
Nota: P4* corresponde a P3 Emergente									
Comentarios y recomendaciones de reparación									
Comentarios:									
1.- Este hallazgo fue levantado en inspección realizada en 2017, mediante la PED HHAS-104, la cual da cuenta de un nivel de severidad bajo para lado norte. Este hallazgo no ha sido subsanado al día de hoy. En la inspección actual se presenta, en forma adicional, desprendimiento de membrana HDPE en esquinas del lado sur.									
2.- El hallazgo corresponde a carpeta HDPE desprendida de su anclaje, posiblemente debido a empuje de material sobre la carpeta. Considerar relleno compactado equivalente a V=20 m3 en lado sur, y superficie sin carpeta de HDPE S= 2000 m2 en total.									
Recomendaciones:									
1.- Se recomienda restitución de 2000 m2 de membrana HDPE de acuerdo con esquema de plano 2376-340-1-017.									
2.- Se recomienda restitución de pretil de anclaje en el lado sur de Piscina PLS, con relleno compactado de V=20 M3.									
Estimación de costos de reparación ±40% (si aplica)									
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unir.	Días	Subtotal	HH directa	HH indirecta		
Administrador de Contratos	día	1	\$384.000	2	\$768.000		9		
Jefe de Terreno	día	1	\$325.652	2	\$651.304		9		
Asesor HSE	día	1	\$213.183	2	\$426.366		9		
Capataz	día	1	\$283.517	8	\$2.268.136	36			
Maestro	día	4	\$186.315	8	\$5.962.080	72			
Ayudante	día	6	\$162.315	8	\$7.791.120	108			
Máquina retroexcavadora	día	1	\$720.000	8	\$5.760.000				
Relleno estabilizado	m3	20	\$12.000		\$240.000				
Placa compactadora	día	1	\$25.000	8	\$200.000				
Geotextil	m2	2000	\$2.147		\$4.294.000				
Geomembrana HDPE	m2	2000	\$4.712		\$9.424.000				
Camión tolva 12 [m3]	día	1	\$476.000	8	\$3.808.000				
Camioneta	día	3	\$60.000	8	\$1.440.000				
Camión pluma 10 [ton]	día	1	\$600.000	8	\$4.800.000				
Total					\$47.833.006	216	27		

Figura N°13: PED tipo Área Húmeda Óxidos



ANEXO N°2

Planos para referenciar los hallazgos

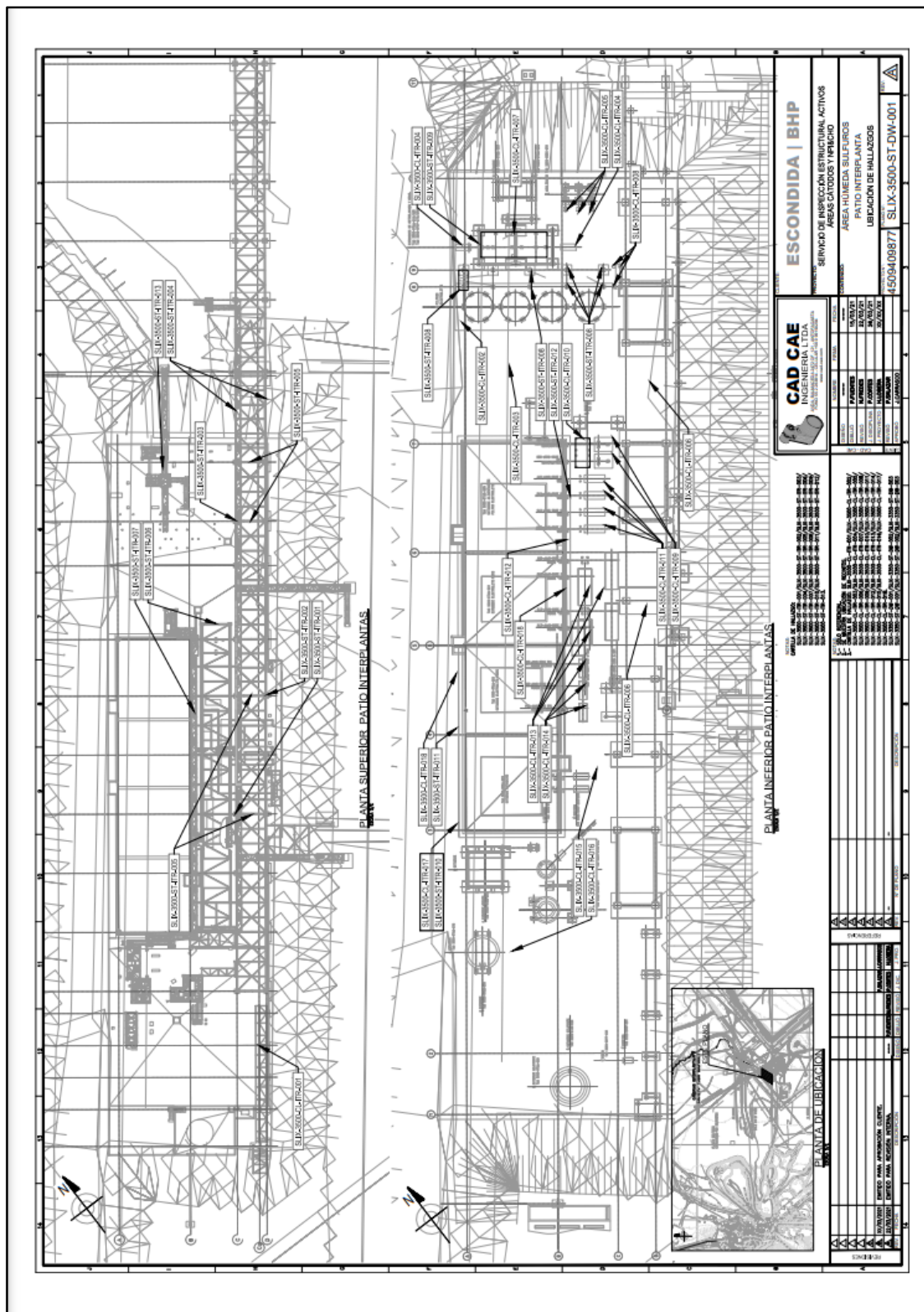


Figura N°14: Plano referencial Área Húmeda Sulfuros

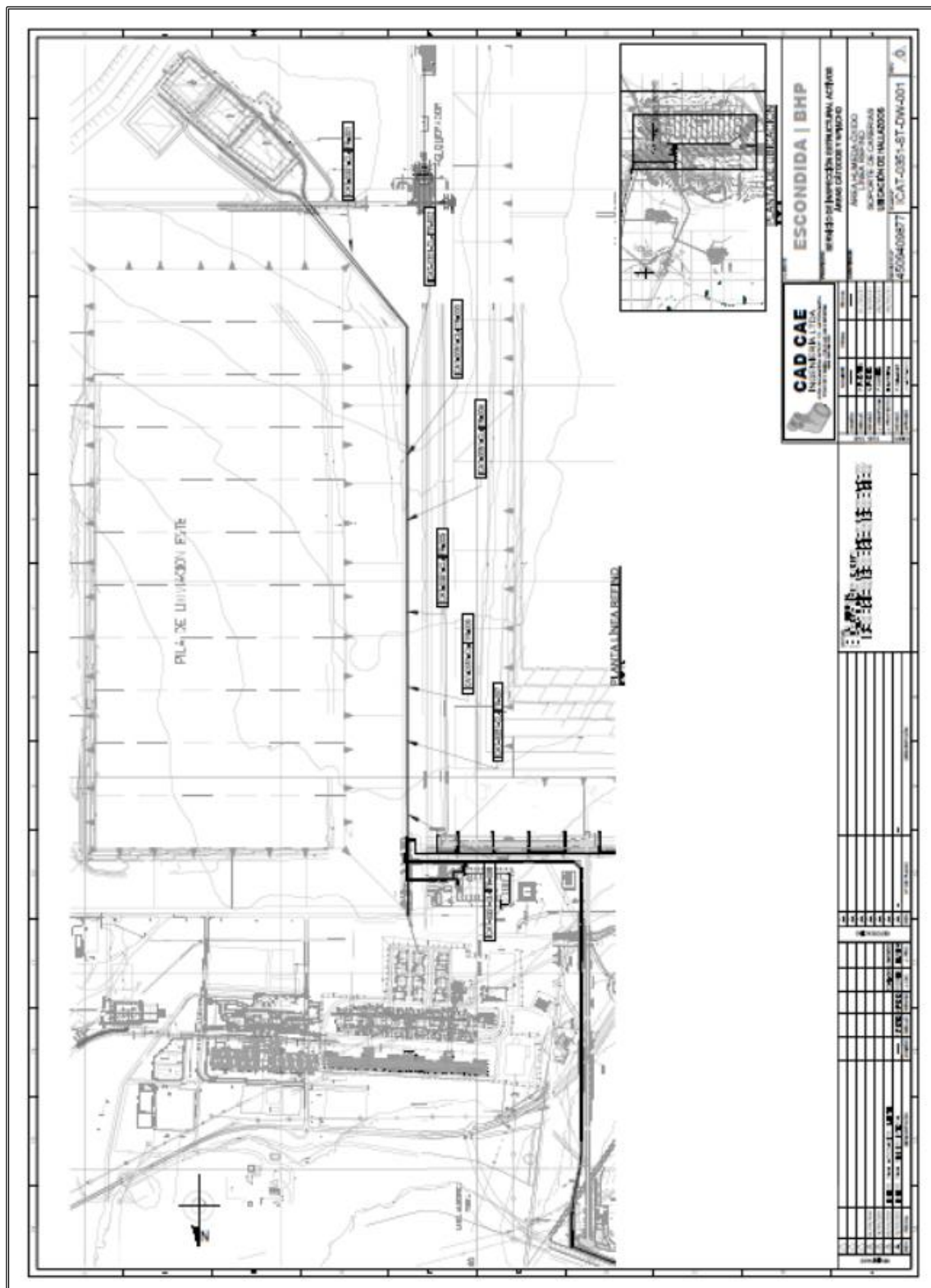


Figura N°15: Plano referencial Área Húmeda Óxidos

ANEXO N°3

Planillas de evaluación de costos de Planta Área Húmeda Sulfuros y Óxidos

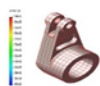


Tabla N°33: Análisis de precios unitarios, Area Húmeda Sulfuros

Ítem	Mano de Obra	Un.	Cantidad	Precio Unitario Dia	Subtotal
1	Administrador de Contratos	día	53,75	\$384.000	\$20.640.000
2	Jefe de Terreno	día	53,75	\$325.652	\$17.503.795
3	Asesor HSE	día	53,75	\$213.183	\$11.458.586
4	Capataz	día	215	\$283.517	\$60.956.155
6	Maestro	día	280	\$186.315	\$52.168.200
5	Soldador	día	8	\$220.654	\$1.765.232
7	Ayudante	día	632	\$162.315	\$102.583.080
Total mano de obra					\$267.075.048
Ítem	Equipos	Un.	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
1	Soldadora autónoma	día	8	\$75.000	\$600.000
2	Cuerpo andamio	día	13,5	\$60.000	\$810.000
3	Camión pluma 5 [ton]	día	2	\$470.000	\$940.000
4	Compresor y martillo de impacto	día	20	\$50.000	\$1.000.000
5	Side boom 90 [ton]	día	2	\$780.000	\$1.560.000
6	Placa compactadora	día	10	\$240.000	\$2.400.000
7	Durmientes revestidos en HDPE	un	70	\$59.297	\$4.150.790
8	Rodillo compactador 10 [ton]	día	10	\$680.000	\$6.800.000
9	Camión pluma 5 (ton)	día	15	\$470.000	\$7.050.000
10	Camión tolva 12 [m3]	día	4	\$2.380.000	\$9.044.000
11	Furgón 12 pax. con chofer	día	20	\$484.630	\$9.692.600
12	Camioneta	día	233	\$60.000	\$13.980.000
13	Camión pluma 10 [ton]	día	9	\$1.800.000	\$16.200.000
14	Camión aljibe 10 (m3)	día	5	\$3.632.000	\$16.798.000
15	Retroexcavadora 6 (ton)	día	18	\$1.380.000	\$25.510.000
16	Topografía	gl	1	\$4.500.000	\$4.500.000
Total equipos					\$121.035.390



Ítem	Materiales Acero Estructural	Un.	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
1	Tratamiento superficial y esquema de pintura	m2	1443	\$48.611	\$70.133.034
2	Sustitución del elemento acero ASTM A36	kg	37	\$4.140	\$154.836
3	Restitución de pernos de anclaje	un	23	\$16.560	\$375.214
4	Barandas FRP 1 1/2"	m	173	\$70.809	\$12.235.824
5	Parrilla de Piso FRP	m2	84	\$260.000	\$21.840.000
6	Camisa Acero carbono API 5L x 52 diámetro 30" e=22mm	m	48	\$180.550	\$8.666.400
7	Cañería 24" Schedule 80 e=10,97mm Acero inoxidable L304	m	24	\$2.101.302	\$50.431.248
8	Malla ACMA y Pilar	m2	300	\$106.400	\$31.920.000
Total material estructuras					\$195.756.556
Ítem	Materiales Hormigón Armado	Un.	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
1	Restitución de elementos hormigón armado hasta 100 mm	m2	9	\$434.906	\$3.957.645
2	Restitución de hormigón hasta 50 mm de profundidad	m2	12	\$257.071	\$2.956.317
3	Restitución de hormigón hasta 25 mm	m2	70	\$149.638	\$10.474.660
4	Inyección resina epóxica para grietas con ancho entre 0,3 mm a 1 mm	m	130	\$28.706	\$3.731.780
5	Restitución de secciones de hormigón armado	m3	206	\$415.124	\$85.391.074
6	Restitución Grouting	m3	0,2	\$1.146.272	\$240.716
Total material hormigón					\$106.752.192
Ítem	Materiales Suelos	Un.	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
1	Relleno y compactación	m3	1234	\$12.000	\$14.802.240
2	Extrusión HDPE	m	2442	\$3.520	\$8.595.840
3	Geotextil anti-punzonamiento de 400(gr/m2)	m2	4500	\$2.147	\$9.661.500
4	Geomembrana HDPE	m2	6515	\$4.711	\$30.690.246
Total material suelos					\$63.749.826
TOTAL GENERAL					\$754.369.012

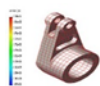


Tabla N°34: Análisis de precios unitarios, área Húmeda Óxidos

Ítem	Mano de Obra	Unidad	Cant	Precio Unitario	Subtotal
1	Administrador de contrato	día	205	\$384.000	\$181.308.650
2	Jefe de terreno	día	205	\$325.652	\$153.811.253
3	Asesor HSE	día	205	\$213.183	\$100.697.483
4	Capataz	día	206	\$283.517	\$547.764.316
5	Soldador	día	270	\$220.654	\$70.903.034
6	Maestro	día	1938	\$186.315	\$641.992.744
7	Ayudante	día	1930	\$162.315	\$1.281.039.980
Total, mano de obra					\$2.977.517.460
Ítem	Equipos	Unidad	Cant	Precio Unitario	Subtotal
1	Estudio de Ingeniería	Gl	1	\$4.800.000	\$4.800.000
2	Topografía	gl	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
3	Camioneta	día	2767	\$ 60.000	\$ 166.030.000
4	Cuerpo de andamio	día	7021	\$ 6.000	\$ 42.126.000
5	Camión aljibe 10 [m3]	día	38	\$ 454.000	\$ 17.254.000
6	Camión pluma 10 [ton]	día	194	\$ 600.000	\$ 116.400.000
7	Camión pluma 5 [ton]	día	77	\$ 470.000	\$ 36.320.000
8	Camión rampla	día	6	\$ 720.000	\$ 4.320.000
9	Camión tolva 12 [m3]	día	77	\$ 476.000	\$ 36.652.000
10	Compresor y martillo de impacto	día	498	\$ 50.000	\$ 24.900.000
11	Equipo hormigón bombeado	día	187	\$ 60.000	\$ 11.220.000
12	Equipo mixer dosificador	día	181	\$ 366.000	\$ 66.246.000
13	Equipo shocrete	día	8	\$ 60.000	\$ 480.000
14	Furgón 12 pasajeros con chofer	día	705	\$ 242.315	\$ 170.832.075
15	Generador + tablero eléctrico 220~380	día	582	\$ 50.000	\$ 29.100.000
16	Grúa 20 [ton]	día	24	\$ 690.000	\$ 16.560.000
17	Grúa 35 [ton]	día	2	\$ 780.000	\$ 1.560.000
18	Grúa 80 [ton]	día	4	\$ 1.800.000	\$ 7.200.000
19	Máquina de corte hormigón	día	115	\$ 450.000	\$ 51.750.000
20	Retroexcavadora	día	43	\$ 690.000	\$ 29.880.000
21	Placa compactadora	día	59	\$ 25.000	\$ 1.475.000
22	Plataforma elevadora	día	10	\$ 450.000	\$ 4.500.000
23	Soldadora autónoma	día	269	\$ 25.000	\$ 6.725.000
Total, equipos y servicios					\$ 847.830.075



Ítem	Materiales Estructuras	Un.	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
1	Reemplazo de perno de anclaje, f=1 1/2" con espárrago L=1 m.	kg	8	\$ 35.740	\$ 285.920
2	Reemplazo de perno de anclaje, $\phi=5/8"$ con espárrago L=6"	kg	4	\$ 16.560	\$ 66.240
3	Fabricación de estructura liviana, acero estructural ASTM A-36	kg	1208	\$ 5.300	\$ 6.402.400
4	Soporte provisorio acero inoxidable AISI 304	kg	50	\$ 9.000	\$ 450.000
5	Restitución de elemento de acero inoxidable 316L	kg	38	\$ 9.000	\$ 342.000
6	Soporte provisorio acero ASTM A36	kg	74548	\$ 4.221	\$ 314.695.371
Total, materiales estructurales					\$ 322.241.931
Ítem	Materiales Obras Civiles	Un.	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
1	Reparación con mortero e inyección resina epóxica grietas con ancho mayor a 1mm	m	155	\$ 65.414	\$ 10.139.170
2	Inyección resina epóxica para grietas con ancho entre 0,3mm a 1mm	m	68	\$ 28.706	\$ 1.952.008
3	Refuerzo talud (Soil Nail)	m2	520	\$ 57.576	\$ 29.939.520
4	Geotextil	m2	2200	\$ 2.147	\$ 4.723.400
5	Geomembrana HDPE	m2	3337	\$ 4.712	\$ 15.725.829
6	Protección Sikaguard	m2	545	\$ 21.787	\$ 11.873.915
7	Recubrimiento HDPE 6 [mm]	m2	705	\$ 20.994	\$ 14.800.896
8	Tubería HDPE Ø500mm e=19,3mm	m	180	\$ 47.871	\$ 8.616.720
9	Riego de liga y recarpeteo asfalto en caliente 1/2"	m2	3870	\$ 7.644	\$ 29.582.280
10	Sikaguard antiácido	m2	4	\$ 21.895	\$ 87.580
11	Restitución de hormigón hasta 50 mm de profundidad	m2	6	\$ 205.657	\$ 1.233.942
12	Piso caucho antideslizante 3mm.	m2	24	\$ 12.292	\$ 295.008
13	Cubierta FRP	m2	30	\$ 11.573	\$ 347.200
14	Puente de Adherencia Sikatop Armatec 110EC	m2	160	\$ 31.050	\$ 4.968.000
15	Restitución de hormigón hasta 25mm	m2	14	\$ 598.552	\$ 8.379.728
16	Tratamiento superficial y esquema de pintura E4	m2	11765	\$ 48.577	\$ 571.510.670
17	Parrilla de piso	m2	5	\$ 168.000	\$ 840.000
18	Reemplazo de parrilla de piso (grating) por materialidad en FRP	m2	25	\$ 260.000	\$ 6.500.000
19	Hormigón polimérico coronamiento	m3	11	\$11.691.000	\$ 126.964.260



20	Mejoramiento suelo inyección hormigón H10	m3	90	\$ 311.880	\$ 28.069.200
21	Reconstrucción secciones de hormigón armado	m3	106	\$ 426.445	\$ 45.220.183
22	Restitución de Grouting	m3	1	\$ 1.375.526	\$ 1.375.526
23	Restitución de elementos de hormigón armado	m3	92	\$ 553.439	\$ 50.916.388
24	Estabilizado compactado, tamaño máximo 3"	m3	1517	\$ 12.000	\$ 18.204.000
25	Lechada de protección	m3	1	\$ 358.878	\$ 358.878
Total, materiales obras civiles					\$ 992.624.300
TOTAL GENERAL				\$ 5.140.213.766	