

“SERVICIO DE INSPECCION ESTRUCTURAL ACTIVOS- AREAS CÁTODOS Y NPI&CHO”

INFORME N°3
PLANTA DESALADORA Y SISTEMA DE IMPULSIÓN, NPI&CHO
CC-001-PCOL-INF -003
OC N° 4509409877

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

REVISIÓN CLIENTE: _____
FECHA: _____

REV.	FECHA	POR	CHK	APROB	DESCRIPCIÓN
A	30.NOV.2020	H.P.J.	P.C.T.	H.L.L.	REVISIÓN INTERNA
B	04.DIC.2020	H.P.J.	P.C.T.	H.L.L.	REVISIÓN DEL CLIENTE
C	16.ABR.2021	R.E.E.	P.C.T.	H.L.L.	REVISIÓN DEL CLIENTE
0	26.ABR.2021	R.E.E.	P.C.T.	H.L.L.	VERSIÓN FINAL

ÍNDICE

1	RESUMEN EJECUTIVO	3
2	OBJETIVO	5
3	ALCANCE.....	5
4	SALUD, SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE (HSE).....	5
4.1	HALLAZGOS RELEVANTES DE SEGURIDAD	5
5	METODOLOGIA DE TRABAJO.....	7
6	RESUMEN DE HALLAZGOS	9
6.1	REALIZACIÓN DE INSPECCIONES	9
6.2	CANTIDAD DE HALLAZGOS POR ACTIVOS	10
6.3	CLASIFICACION POR INDICADOR DE PRIORIDAD	12
6.4	HALLAZGOS MAS REVELANTES	14
6.5	DISTRIBUCIÓN DE POSIBLES CAUSAS DE LOS DAÑOS	16
6.6	CAUSAS DE LOS DAÑOS, MOSTRADAS POR ACTIVO	17
6.7	LISTADO DE PLANOS REFERENCIALES PARA LOS HALLAZGOS	19
7	ANÁLISIS DE COSTOS.....	20
7.1	COSTO MANO DE OBRA	21
7.2	COSTO ARRIENDO DE EQUIPOS Y SERVICIOS DE APOYO	21
7.3	COSTO DEL MATERIAL Y SUMINISTROS	22
7.3.1	SOLUCIONES DE REPARACIÓN PARA ELEMENTOS DE ACERO ESTRUCTURAL.	22
7.3.2	SOLUCIONES DE REPARACIÓN PARA ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO.....	23
7.3.3	SOLUCIONES PARA REMEDIACIÓN DE SUELOS	24
7.4	COSTO MATERIAL PRINCIPAL DE REPARACIÓN	25
7.5	COSTO DE REPARACIÓN POR ACTIVO	25
7.6	COSTO POR INDICADOR DE PRIORIDAD	27
8	COMPARACION ENTRE HALLAZGOS HISTORICOS Y ACTUALES	28
9	COMENTARIOS	29
10	RECOMENDACIONES	31
11	ANEXOS	32

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 NPI&CHO, **Planta Desalinizadora y Sistema de Impulsión**, ubicada en las instalaciones de Puerto Coloso, de manera de identificar daños mediante Planillas estándar de Evaluación de Daños “PED”. 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 Puerto Coloso, ubicadas a 17 Km al sur 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 Desalinizadora y Sistema de impulsión de Agua Desalada realizada durante el mes de agosto. Se presentan los hallazgos 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, el costo de 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 155 planillas de Evaluación de Daños (PED), 92 correspondientes a la Planta Desalinizadora y 63 para el Sistema de Impulsión. Lo más relevante del resultado de las inspecciones realizadas en estas áreas, fue:

No se encontraron hallazgos categorizados como P1 y P2, se encontraron 12 hallazgos categorizados como P3 que representan el 7,7% del total, se encontraron 62 hallazgos categorizados como P4 que corresponden al 40,0% del total y se encontraron 81 hallazgos categorizados como P5 representando un 52,3% del total. (ver el detalle de las categorizaciones en la tabla N°6)

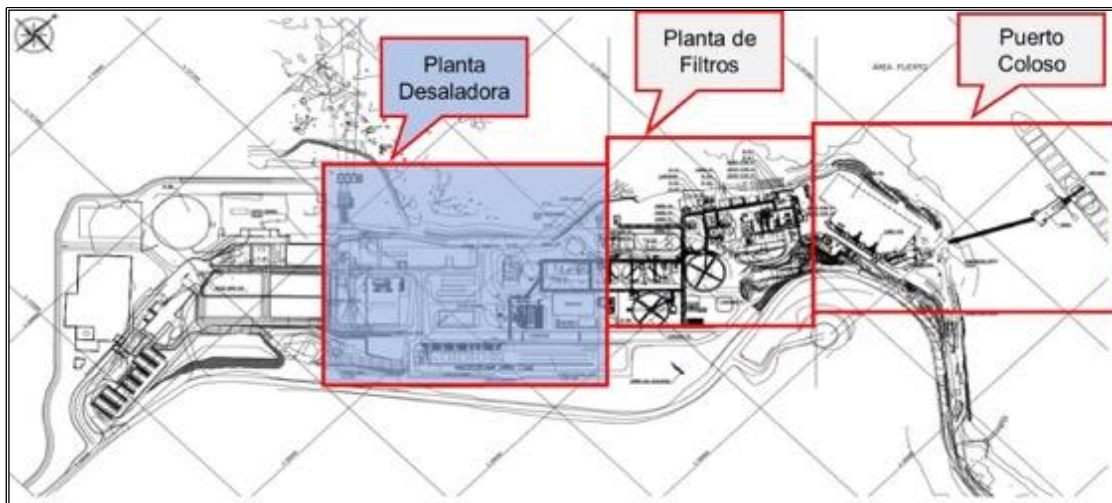


Figura N° 1: Vista general de las instalaciones de la Planta Coloso. Se muestran las áreas de Puerto y Muelle, Planta de Filtros y **Planta Desalinizadora**.

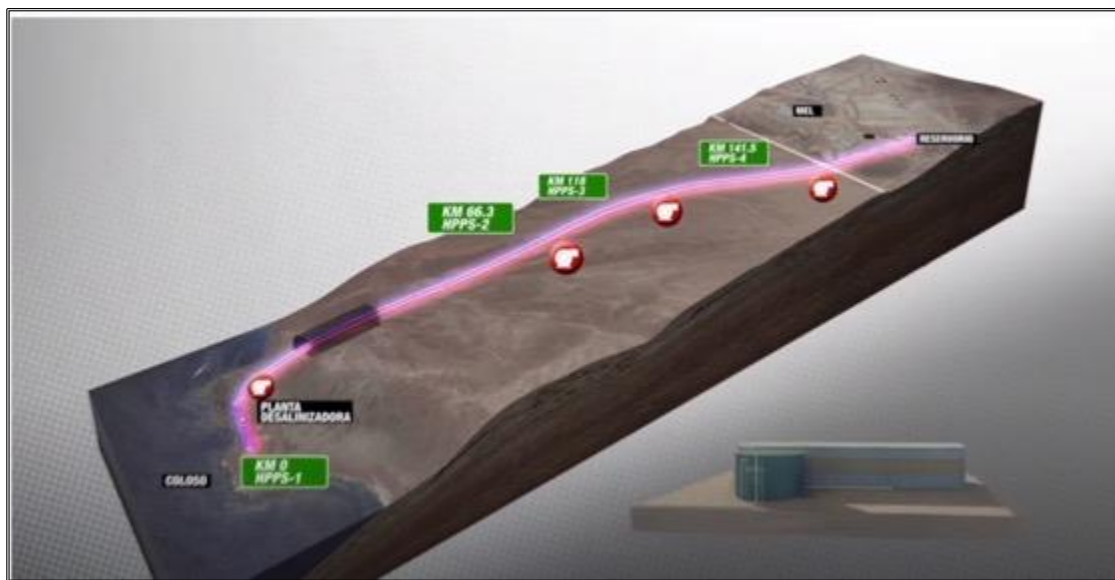


Figura N°2: Vista en 3D del Sistema de Impulsión de agua desalada. Acueductos que transportan el agua desalada desde las Plantas "0" y EWS, ubicadas en Coloso, hasta faena MEL.

2 OBJETIVO

El objetivo de este documento es entregar los resultados de la evaluación de daños obtenidas desde las inspecciones visuales realizadas a las estructuras de los diez activos que componen el área de Planta Desalinizadora y de los ocho activos que componen el Sistema de Impulsión de agua Desalada 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 que conforman el proceso de desalinización de agua de mar y de la impulsión y transporte de agua desalada desde la Planta de Coloso a faena MEL.

4 SALUD, SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE (HSE)

Con relación a los resultados en gestión de seguridad, en el periodo en el que se realizaron las inspecciones en la Planta Desalinizadora y el Sistema de Impulsión, se ocuparon 1062 HH en terreno, 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

En la tabla N°1 se presentan los 19 hallazgos categorizados con índice de Prioridad P3, P4 y P5 relacionados con seguridad, identificados durante la inspección del área. Además, se muestran fotografías de los hallazgos más relevante, ver figuras N°3, N°4, N°5 y N°6.

Tabla 1: Resumen de hallazgos en seguridad por prioridad

Cartilla	Indicador Prioridad	Activo	Posible Causa
PCOL-6910-ST-ITR-047 HSE	P3	Filtros	Ambiente marino agresivo
PCOL-6920-ST-ITR-008 HSE	P3	Sistema de Impulsión de Agua de Mar	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado
PCOL-6930-CL-ITR-001 HSE	P3	Tramo cañería de impulsión E.B. N°1 a N°2	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado
PCOL-6930-CL-ITR-002 HSE	P3	Tramo cañería de impulsión E.B. N°1 a N°2	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado
PCOL-6940-CL-ITR-008 HSE	P3	Estación de bombeo N°2	Fenómenos Naturales (aguas de lluvias)
PCOL-6960-ST-ITR-003 HSE	P3	Estación de bombeo N°4	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado
PCOL-6910-ST-ITR-009 HSE	P4	Filtros	Ambiente marino agresivo
PCOL-6920-CL-ITR-004 HSE	P4	Sistema de Impulsión de Agua de Mar	Derrame de agua
PCOL-6930-CL-ITR-003 HSE	P4	Tramo cañería de impulsión E.B. N°1 a N°2	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado
PCOL-6930-CL-ITR-004 HSE	P4	Tramo cañería de impulsión E.B. N°1 a N°2	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado
PCOL-6960-CL-ITR-008 HSE	P4	Tramo cañería E.B. N°4 a TK Recepción	Perdida de propiedades mecánicas del suelo
PCOL-6910-ST-ITR-010 HSE	P5	Filtros	Ambiente marino agresivo
PCOL-6910-ST-ITR-015 HSE	P5	Filtros	Ambiente marino agresivo
PCOL-6910-ST-ITR-016 HSE	P5	Filtros	Ambiente marino agresivo
PCOL-6910-ST-ITR-017 HSE	P5	Filtros	Ambiente marino agresivo
PCOL-6910-ST-ITR-021 HSE	P5	Estanque de Reactivos	Ambiente marino agresivo
PCOL-6910-ST-ITR-029 HSE	P5	Estanque de Reactivos	Ambiente marino agresivo
PCOL-6920-ST-ITR-001 HSE	P5	Sistema de Impulsión de Agua de Mar	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado
PCOL-6920-ST-ITR-012 HSE	P5	Sistema de Impulsión de Agua de Mar	Ambiente marino agresivo



Figuras N°3 y N°4: Uno de los hallazgos más relevantes de Seguridad se encuentra en la Planilla PCOL-6940-CL-ITR-008 HSE el cual tiene un indicador de prioridad P3.



Figuras N°5 y N°6: Uno de los hallazgos más relevantes de Seguridad se encuentra en la Planilla PCOL-6930-CL-ITR-001 HSE el cual tiene un indicador de prioridad P3.

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 pertenecientes a la Planta Desalinizadora y al Sistema de Impulsión de agua Desalada, se establece la siguiente metodología:

Caminatas de Inspección Visual: Consiste en el recorrido por las instalaciones de las áreas previamente planificadas, de acuerdo con el 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. Considera:

Confección de Planillas de Evaluación de Daños: 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

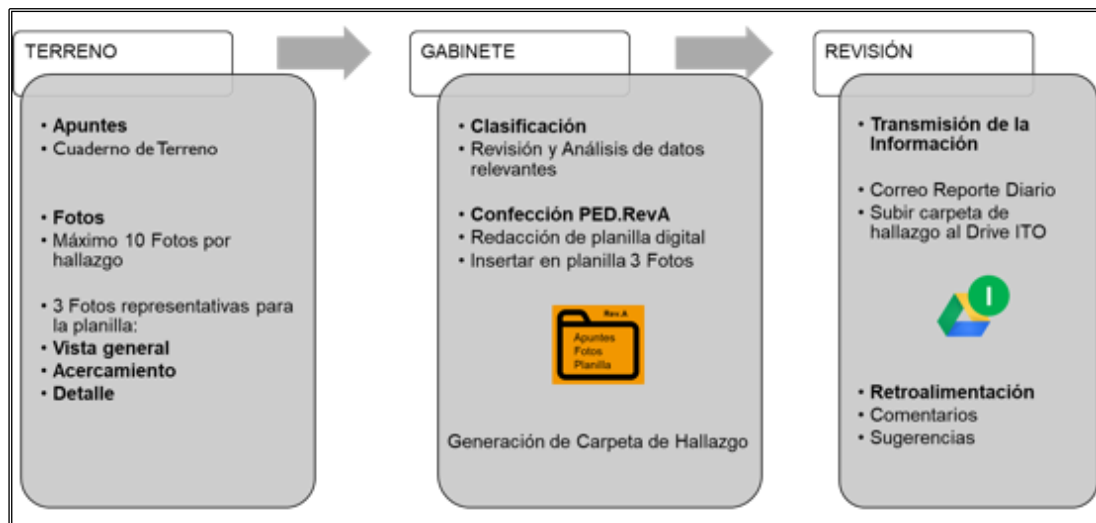


Figura N°8: Secuencia de trabajo, traspaso de información. ITO CAD CAE - Google Drive

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 aplicando el Estándar integridad estructural Asset Integrity. Las actividades de Inspección de los activos de la Planta Desalinizadora y del Sistema de Impulsión, en conjunto, representan un 11,4 % de las actividades totales del “Servicio”, en términos de cantidad de Activos. En la tabla N°2 se muestran los activos con su criticidad.

Tabla N°2: Listado de activos correspondientes a la Planta de Desalinizadora y Sistema de Impulsión de agua Desalada

Activos	
Almacenamiento Producto y Salmuera	No Crítico
Preparación agua	No Crítico
Racks Osmosis	No Crítico
Sistema de Impulsión de Agua de Mar	No Crítico
Estanques Reactivos	No Crítico
Sistema Alimentación Osmosis Reversa	No Crítico
Edificio	No Crítico
Galpón de almacenamiento de repuestos	No Crítico
Estación de Bombeo N°1	No Crítico
Estación de Bombeo N°2	No Crítico
Estación de Bombeo N°3	No Crítico
Estación de Bombeo N°4	No Crítico
Tramo cañería de impulsión E.B. N°1 a N°2	No Crítico
Tramo cañería de impulsión E.B. N°2 a N°3	No Crítico
Tramo cañería de impulsión E.B. N°3 a N°4	No Crítico
Tramo Cañería E.B. N°4 a TK Recepción	No Crítico

6.2 CANTIDAD DE HALLAZGOS POR ACTIVOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos, en términos de cantidad de hallazgos por activo inspeccionado. Del gráfico N°1 y la tabla N°5, se desprende que la mayor cantidad de hallazgos se encuentran asociados al activo “Sistema de Impulsión de agua de Mar”, con un total de 30 PED. En el otro extremo se encuentran los activos “Galpón de almacenamiento de repuestos” y “Estación de Bombeo N°1 que forma parte del Sistema de Impulsión de agua desalada, con solo dos hallazgos cada uno. En la gráfica no aparecen los activos Sistema de Alimentación Osmosis Reversa y Sub estación Coloso, ya que en ellos no se identificaron hallazgos.

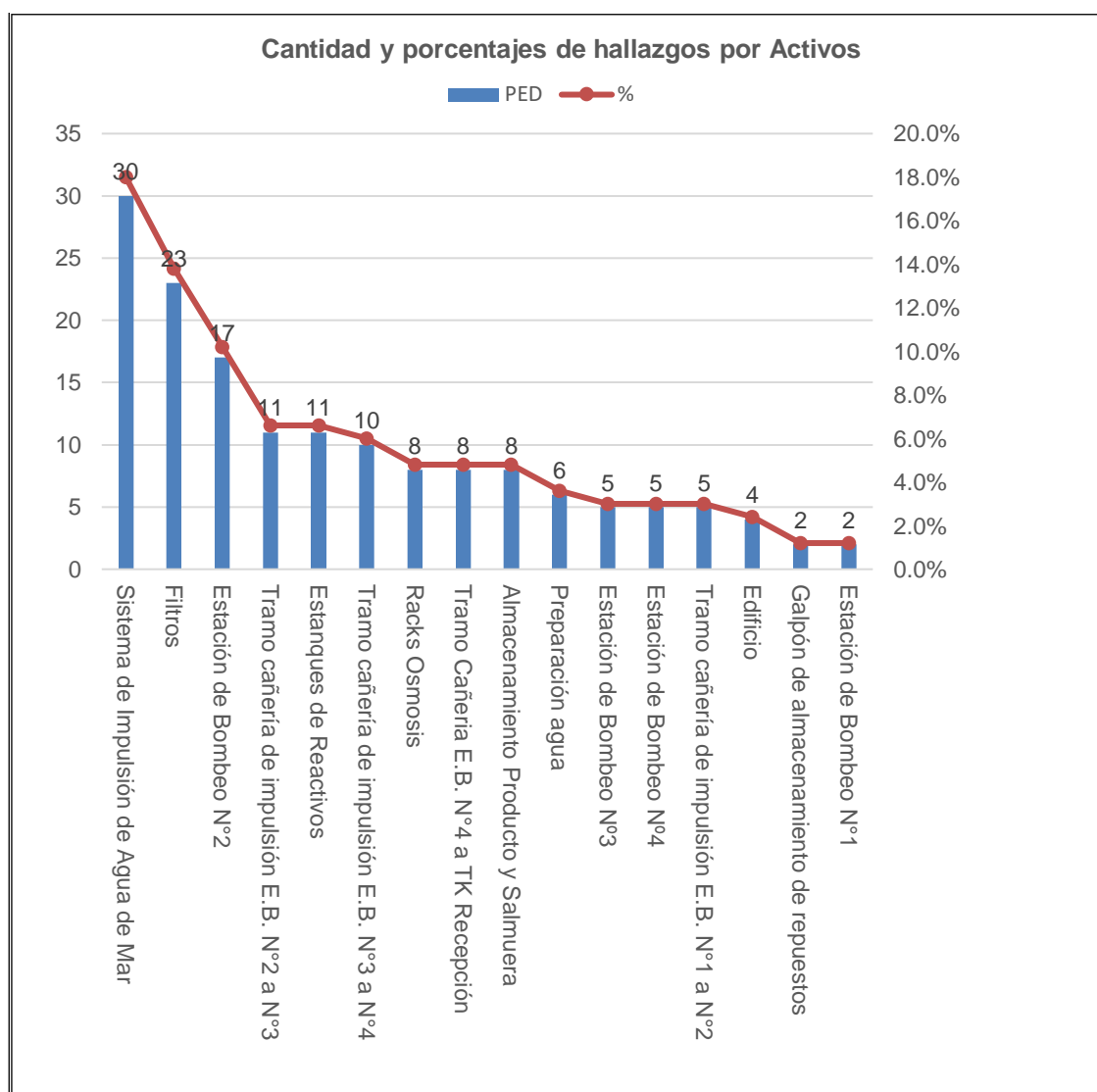


Gráfico N°1: Porcentaje y Cantidad de Hallazgos por Activo

Tabla N° 3: Porcentaje y cantidad de hallazgos por Activo

Activo	Cantidad	%
Sistema de Impulsión de Agua de Mar	30	18,0%
Filtros	23	13,8%
Estación de Bombeo N°2	17	10,2%
Tramo cañería de impulsión E.B. N°2 a N°3	11	6,6%
Estanques de Reactivos	11	6,6%
Tramo cañería de impulsión E.B. N°3 a N°4	10	6,0%
Racks Osmosis	8	4,8%
Tramo Cañería E.B. N°4 a TK Recepción	8	4,8%
Almacenamiento Producto y Salmuera	8	4,8%
Preparación Agua	6	3,6%
Estación de Bombeo N°3	5	3,0%
Estación de Bombeo N°4	5	3,0%
Tramo cañería de impulsión E.B. N°1 a N°2	5	3,0%
Edificio	4	2,4%
Galpón de almacenamiento de repuestos	2	1,2%
Estación de Bombeo N°1	2	1,2%
TOTAL	155	100%

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. Estos índices dan cuenta de la severidad con que el criterio experto del inspector de terreno CAD CAE evalúa los hallazgos encontrados. 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”. La tabla y gráfico siguientes ilustra la distribución de los Indicadores de Prioridad de los hallazgos por activo inspeccionado.

Tabla N°4: Distribución de hallazgos por severidad

Indicador de Prioridad	Activo	Cantidad	%
P3	Total P3	12	7,7%
	Preparación agua	1	0,6%
	Estación de Bombeo N°4	1	0,6%
	Filtros	1	0,6%
	Racks Osmosis	1	0,6%
	Tramo Cañería E.B. N°4 a TK Recepción	1	0,6%
	Estación de Bombeo N°2	2	1,2%
	Tramo cañería de impulsión E.B. N°1 a N°2	2	1,2%
	Sistema de Impulsión de Agua de Mar	3	1,8%
P4	Total P4	62	40,0%
	Almacenamiento Producto y Salmuera	1	0,6%
	Edificio	1	0,6%
	Racks Osmosis	2	1,2%
	Tramo cañería de impulsión E.B. N°1 a N°2	2	1,2%
	Tramo cañería de impulsión E.B. N°2 a N°3	4	2,4%
	Estación de Bombeo N°2	5	3,0%
	Tramo Cañería E.B. N°4 a TK Recepción	7	4,2%
	Tramo cañería de impulsión E.B. N°3 a N°4	9	5,4%
	Filtros	11	6,6%
	Sistema de Impulsión de Agua de Mar	20	12,0%
P5	Total P5	81	52,3%
	Tramo cañería de impulsión E.B. N°1 a N°2	1	0,6%
	Tramo cañería de impulsión E.B. N°3 a N°4	1	0,6%
	Estación de Bombeo N°1	2	1,2%
	Galpón de almacenamiento de repuestos	2	1,2%
	Edificio	3	1,8%
	Estación de Bombeo N°4	4	2,4%
	Estación de Bombeo N°3	5	3,0%
	Preparación agua	5	3,0%
	Racks Osmosis	5	3,0%
	Almacenamiento Producto y Salmuera	7	4,2%
	Sistema de Impulsión de Agua de Mar	7	4,2%
	Tramo cañería de impulsión E.B. N°2 a N°3	7	4,2%
	Estación de Bombeo N°2	10	6,0%
	Estanques Reactivos	11	6,6%
	Filtros	11	6,6%
TOTAL		155	100,0%

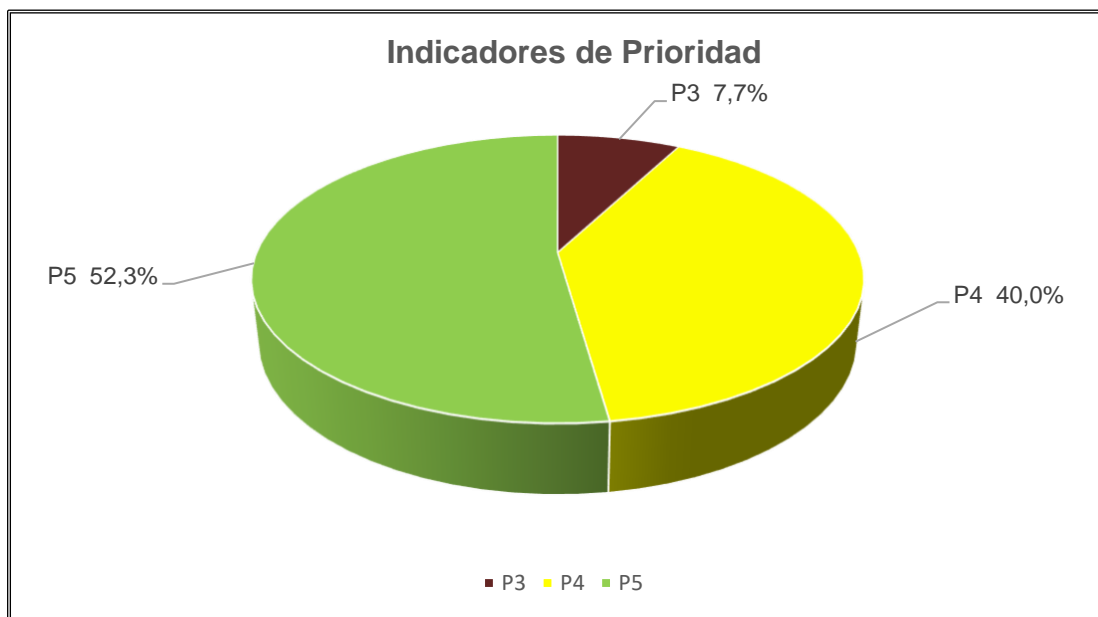


Gráfico N°2: Distribución de Criticidad de Hallazgos

La tabla N°4 y la gráfica N°2 muestran que NO se registran hallazgos en la categoría de P1 ni P2, que un 7,7% equivalente a 11 hallazgos, poseen un Indicador de Prioridad P3, lo cual indica un daño moderado en la estructura del activo. Estos hallazgos están concentrados mayoritariamente en sistema de Bombeo de agua de mar con un 1,8% equivalente a 3 hallazgos.

Además, se puede apreciar que un 40,0% de los hallazgos poseen un Indicador de Prioridad P4, lo cual indica daño medio a leve en la estructura del activo. En esta categoría el activo que presenta la mayor cantidad de hallazgos es el Sistema de Bombeo de agua de mar con un 12,0% equivalente a 20 hallazgos.

Por último, se puede apreciar que un 52,3% 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 son Estanques de reactivos y Filtros con un 6,6%, equivalente a 11 hallazgos para cada Activo.

6.4 HALLAZGOS MAS REVELANTES

A continuación, se presenta los hallazgos más relevantes identificados, estos se encuentran en los activos Planta Desalinizadora EWS y Sistema Impulsión Agua Desalada Planta 0, ambas han sido categorizadas con Indicador de Prioridad P3, y con un nivel de criticidad de 150.



Figura N°9 y 10: Uno de los hallazgos relevantes, se encuentra en la Planilla PCOL-6910-CL-ITR-009 el cual tiene un indicador de prioridad P3 con un valor de priorización de 150. El costo de reparación es de \$5.999.296.-

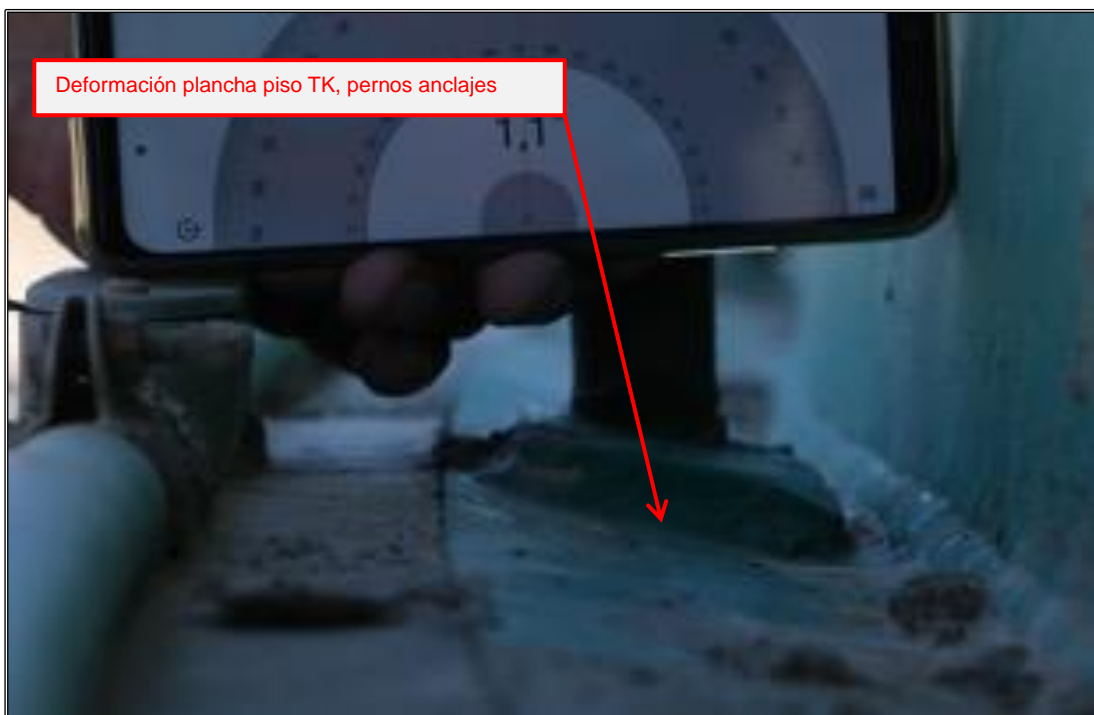


Figura N°11 y 12: El Hallazgo más relevante se encuentra en la Planilla PCOL-6940-ST-ITR-001 el cual tiene un indicador de prioridad P3 con un valor de priorización de 150. El costo de reparación es de \$102.758.464.-

6.5 DISTRIBUCIÓN DE POSIBLES CAUSAS DE LOS DAÑOS

Las causas posibles por las cuales los activos se encuentran con daños (Hallazgos) son diversas, la distribución se muestra en el gráfico N°3 y en la tabla N°8. Se visualiza que las causas más frecuentes son: Ambiente agresivo, producto del ambiente marino, con un 37,8%. La segunda causa más frecuente es el no cumplimiento de diseño en la etapa de construcción, con un 15%. En menor medida, se visualizaron posibles causas debido a: Modificaciones del diseño original o inadecuado, con un 12,6%, Fenómenos naturales (aguas lluvias) con un 10,8% y Derrames de agua con un 5,4%.

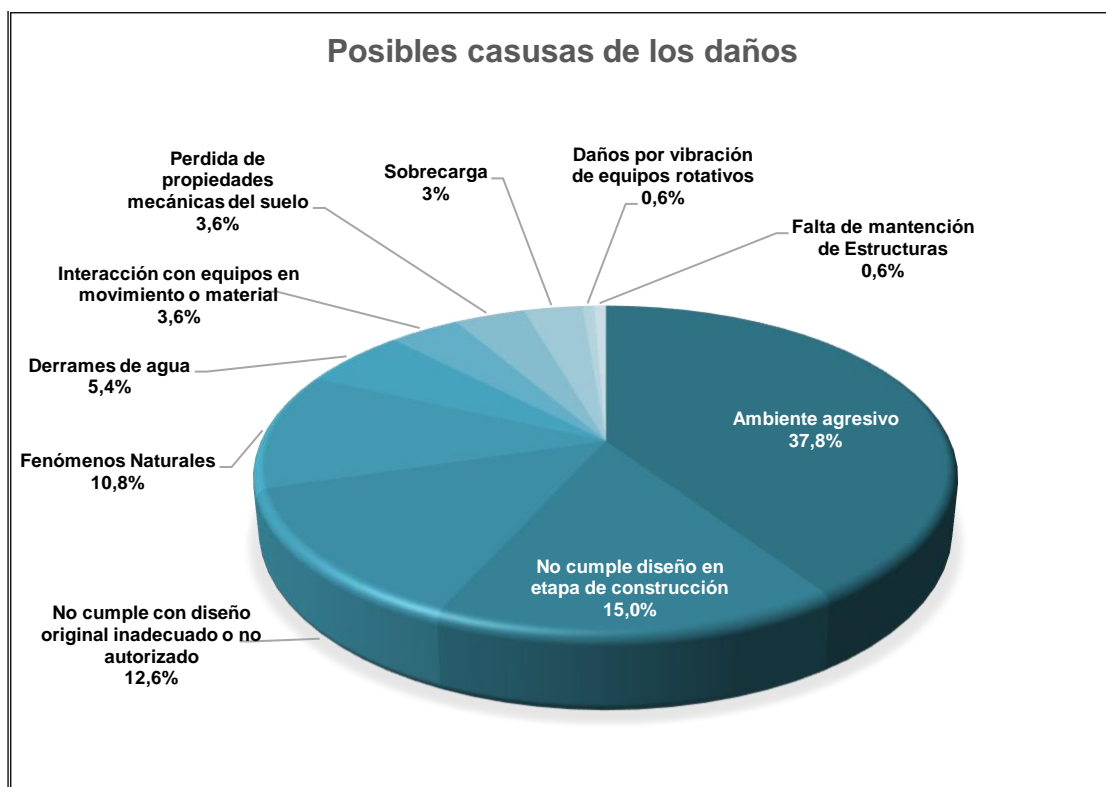


Gráfico N°3: Distribución de las posibles causas de los daños

Tabla N°5: Porcentaje y Cantidad de Hallazgos por causas

Causa de los daños	Cantidad	%
Ambiente agresivo (Marino)	63	37,8%
No cumple diseño en etapa de construcción	25	15,0%
No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado	21	12,6%
Fenómenos Naturales	18	10,8%
Derrames de agua	9	5,4%
Interacción con equipos en movimiento o material	6	3,6%
Perdida de propiedades mecánicas del suelo	6	3,6%
Sobrecarga	5	3,0%
Daños por vibración de equipos rotativos	1	0,6%
Falta de mantención de Estructuras	1	0,6%
Total general	155	100%

6.6 CAUSAS DE LOS DAÑOS, MOSTRADAS POR ACTIVO

En la Tabla N°6 se representan las posibles causas que produjeron los daños (hallazgos), mostrados por activo. Se puede apreciar que el efecto de la Corrosión es transversal a todos los activos, ya sea por el efecto del ambiente marino o por el contacto de las estructuras con agua de Mar, ambas catalogadas como causa por “Ambiente agresivo”.

Tabla N°6: Posibles causas, mostradas por Activo

Distribución de daños por Activo			
Activo	Posible causa	PED	%
Sistema de Impulsión de Agua de Mar	Total Sistema de Impulsión de Agua de Mar	30	19,4%
	Ambiente marino agresivo	11	6,6%
	No cumple diseño en etapa de construcción	8	4,8%
	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado	4	2,4%
	Derrames de agua	3	1,8%
	Perdida de propiedades mecánicas del suelo	3	1,8%
	Falta de mantención de Estructuras	1	0,6%
Filtros	Total Filtros	23	13,8%
	Ambiente marino agresivo	22	13,2%
	No cumple diseño en etapa de construcción	1	0,6%
Estación de Bombeo N°2	Total Estación de Bombeo N°2	17	10,2%
	No cumple diseño en etapa de construcción	8	4,8%
	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado	3	1,8%
	Sobrecarga	3	1,8%
	Interacción con equipos en movimiento o material	2	1,2%
	Fenómenos Naturales (aguas de lluvias)	1	0,6%
Estanques Reactivos	Estanques Reactivos	11	6,6%
	Ambiente marino agresivo	10	6,0%
	No cumple diseño en etapa de construcción	1	0,6%
Tramo cañería de impulsión E.B. N°2 a N°3	Total Tramo cañería de impulsión E.B. N°2 a N°3	11	6,6%
	Derrames de agua	3	1,8%
	Fenómenos Naturales (aguas de lluvias)	5	3,0%
	Interacción con equipos en movimiento o material	1	0,6%
	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado	1	0,6%
	No cumple diseño en etapa de construcción	1	0,6%
	Total Tramo cañería de impulsión E.B. N°3 a N°4	10	6,0%
	Fenómenos Naturales (aguas de lluvias)	9	5,4%

Tramo cañería de impulsión E.B. N°3 a N°4	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado	1	0,6%
Racks Osmosis	Total Racks Osmosis	8	4,8%
	Ambiente marino agresivo	5	3,0%
	Derrames de agua	2	1,2%
	No cumple diseño en etapa de construcción	1	0,6%
Almacenamiento Producto y Salmuera	Total Almacenamiento Producto y Salmuera	8	4,8%
	Ambiente marino agresivo	5	3,0%
	Interacción con equipos en movimiento o material	2	1,2%
	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado	1	0,6%
Tramo Cañería E.B. N°4 a TK Recepción	Total Tramo Cañería E.B. N°4 a TK Recepción	8	4,8%
	Fenómenos Naturales (aguas de lluvias)	3	1,8%
	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado	3	1,8%
	Perdida de propiedades mecánicas del suelo	1	0,6%
	Sobrecarga	1	0,6%
Preparación agua	Total Preparación agua	6	3,6%
	Ambiente marino agresivo	3	1,8%
	Daños por vibración de equipos rotativos	1	0,6%
	Interacción con equipos en movimiento o material	1	0,6%
	No cumple diseño en etapa de construcción	1	0,6%
Estación de Bombeo N°3	Total Estación de Bombeo N°3	5	3,0%
	No cumple diseño en etapa de construcción	2	1,2%
	Derrames de agua	1	0,6%
	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado	1	0,6%
	Sobrecarga	1	0,6%
Estación de Bombeo N°4	Total Estación de Bombeo N°4	5	3,0%
	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado	3	1,8%
	Ambiente agresivo	1	0,6%
	No cumple diseño en etapa de construcción	1	0,6%
Tramo cañería de impulsión E.B. N°1 a N°2	Total Tramo cañería de impulsión E.B. N°1 a N°2	5	3,0%
	No cumple con diseño original inadecuado o no autorizado	5	3,0%
Edificio	Total Edificio	4	2,6%
	Ambiente marino agresivo	4	2,6%
Galpón de almacenamiento de repuestos	Total Galpón de almacenamiento de repuestos	2	1,2%
	Ambiente marino agresivo	1	0,6%
	Perdida de propiedades mecánicas del suelo	1	0,6%
Estación de Bombeo N°1	Total Estación de Bombeo N°1	2	1,2%
	Ambiente marino agresivo	1	0,6%
	Perdida de propiedades mecánicas del suelo	1	0,6%
Total general		155	100,0%

6.7 LISTADO DE PLANOS REFERENCIALES PARA LOS HALLAZGOS

En esta sección se presenta el listado de Planos utilizados en el desarrollo de las inspecciones. (En anexo N°4 se muestra un ejemplo de la información contenida en cada plano) La Información, se detalla a continuación:

- Detalle de las instalaciones inspeccionadas.
- Indicación 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°7: Listado de planos Planta Desalinización

	Planos	Activos
1	PCOL-6920-ST-DW-001	- Preparación agua - Sistema de Impulsión de Agua de Mar
2	PCOL-6920-ST-DW-002	- Sistema de Impulsión de Agua de Mar
3	PCOL-6910-ST-DW-001	- Preparación agua - Almacenamiento Producto y Salmuera
4	PCOL-6910-ST-DW-002	- Edificio - Racks Osmosis
5	PCOL-6910-ST-DW-003	- Filtros - Estanques Reactivos
6	PCOL-6910-ST-DW-004	- Edificio - Racks Osmosis - Estanques de Reactivos
7	PCOL-6910-ST-DW-005	- Galpón de almacenamiento de repuestos

Tabla N°8: Listado de planos Sistema de Impulsión de agua Desalada

	Planos	Activos
1	PCOL-6930-ST-DW-001	Tramo cañería de impulsión E.B. N°1 a N°2
2	PCOL-6930-ST-DW -002	Tramo cañería de impulsión E.B. N°1 a N°2
3	PCOL-6930-ST-DW-003	Estación de Bombeo N°1
4	PCOL-6940-ST-DW-001	Estación de Bombeo N°2
5	PCOL-6940-ST-DW-002	Tramo cañería de impulsión E.B. N°2 a N°3
6	PCOL-6940-ST-DW-003	Tramo cañería de impulsión E.B. N°2 a N°3
7	PCOL-6950-ST-DW-001	Estación de Bombeo N°3
8	PCOL-6950-ST-DW-002	Tramo cañería de impulsión E.B. N°3 a N°4
9	PCOL-6960-ST-DW-001	Estación de Bombeo N°4
10	PCOL-6960-ST-DW-002	Tramo Cañería E.B. N°4 a TK Recepción

7 ANÁLISIS DE COSTOS

Uno de los objetivos del servicio es determinar la estimación de costos asociados 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 en el cálculo del costo de reparación de los hallazgos. A continuación, se listan los ítems considerados en el costeo:

- **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, 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:** Corresponde a los equipos que no pertenecen a la empresa, y por consiguiente se arriendan. 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 pertenecientes al área Planta Desalinizadora y Sistema de Impulsión. En la tabla N°9 se pueden distinguir las HH relacionadas a la mano de obra directa e indirecta.

La mano de obra directa corresponde al 86,3% del total, superando significativamente la mano de obra indirecta debido a la naturaleza de los trabajos de ejecución en terreno.

Tabla N°9: Costo mano de obra asociado a reparaciones hallazgos Planta Desalinizadora y Sistema de Impulsión

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unitario Día	Subtotal	HH Directa	HH Indirecta
1	Administrador de Contrato	día	131	\$ 384.000	\$ 50.304.000		1.554
2	Jefe de Terreno	día	131	\$ 325.652	\$ 42.660.412		1.554
3	Asesor HSEC	día	131	\$ 213.183	\$ 27.926.973		1.554
4	Capataz	día	737	\$ 283.517	\$ 208.952.029	8.844	
5	Soldador	día	70	\$ 220.654	\$ 15.518.881	900	
6	Maestro	día	1416	\$ 186.315	\$ 263.822.040	16.992	
7	Ayudante	día	1793	\$ 162.315	\$ 291.030.795	21.636	
Total Mano de Obra					\$900.215.130	48.372	4.662

7.2 COSTO ARRIENDO DE EQUIPOS Y SERVICIOS DE APOYO

La siguiente tabla resume los costos de arriendo de equipos y servicios especiales asociados a las reparaciones de los hallazgos pertenecientes al área Planta Desalinizadora y Sistema de Impulsión. El servicio asociado a excavaciones y movimiento de tierra es el que posee el costo mayor, correspondiendo al 65% del costo total. Esto se debe a la alta complejidad en la maniobra al intervenir este activo crítico.

Tabla N°10: Costo arriendo de equipos y servicios de apoyo a reparaciones de hallazgos Planta Desalinizadora y Sistema de Impulsión

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unitario Día	Subtotal
1	Camión Aljibe 10 [m3]	día	115	\$ 454.000	\$48.966.000
2	Camión Pluma 10 [ton]	día	12	\$ 600.000	\$7.200.000
3	Camión Pluma 5 [ton]	día	68	\$ 470.000	\$31.980.000
4	Camión Rampla	día	6	\$ 720.000	\$4.320.000
5	Camión Tolva 12 [m3]	día	4	\$ 476.000	\$1.838.000
6	Camioneta	día	645	\$ 60.000	\$38.700.000
7	Compresor y Martillo de impacto	día	13	\$ 50.000	\$650.000
8	Cuerpo andamio	día	6663	\$ 6.000	\$12.534.000
9	Furgón 12 pasajeros con chofer	día	186	\$ 242.315	\$45.070.590

10	Generador eléctrico	día	239	\$ 50.000	\$11.940.800
11	Grúa 80 [ton]	día	4	\$ 1.800.000	\$7.200.000
12	Máquina Excavadora 40 [ton]	día	5	\$ 690.000	\$3.450.000
13	Máquina Retroexcavadora 6 [ton]	día	128	\$ 690.000	\$86.432.000
14	Placa compactadora	día	370	\$ 25.000	\$8.850.000
15	Side Boom 90 [ton]	día	15	\$ 780.000	\$11.700.000
16	Soldadora autónoma	día	68	\$ 25.000	\$1.700.000
Total Arriendo Equipos					\$ 322.531.390

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.

7.3.1 SOLUCIONES DE REPARACIÓN PARA ELEMENTOS DE ACERO ESTRUCTURAL.

Para elementos de acero estructural, se desarrollan 20 tipos de reparaciones 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.

Cada precio unitario considera gastos generales (20%) y utilidades (15%).

En la siguiente tabla se muestra el costo material por unidad de reparación para elementos de acero, pertenecientes a los activos del área Planta Desalinizadora y al Sistema de Impulsión de agua desalada.

Tabla N°11: Costo material unitario de reparación para elementos de acero.

Ítem	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unitario Material	Subtotal
3.1	Apriete de tuercas	un	8	\$900	\$7.200
3.2	Restitución del Elemento de Acero Estructural ASTM A-36	kg	2.024	\$4.140	\$8.379.360
3.3	Fabricación Estructura provisoria Acero ASTM A-36	kg	300	\$4.140	\$1.242.000
3.4	Fabricación de estructura liviana, Acero Estructural ASTM A-36	kg	14.110	\$5.465	\$74.845.920
3.5	Fabricación de estructura mediana, Acero Estructural ASTM A-36	kg	145	\$4.140	\$600.300
3.6	Fabricación de estructura pesada, Acero Estructural ASTM A-36	kg	1.410	\$2.760	\$3.891.600
3.7	Fabricación Tapa de Inspección con Manillas, Acero ASTM A-53	kg	40	\$5.520	\$220.800

3.8	Tratamiento superficial y Esquema de pintura ambiente marino	m2	4.068,90	\$35.316	\$143.881.475
3.9	Malla CG5050	m2	14,4	\$7.123	\$102.571
3.10	Malla Acmafor y Pilar	m2	30	\$106.400	\$3.192.000
3.11	Malla Electrosoldada Galvanizada 1G	m2	14	\$4.765	\$66.710
3.12	Perno Conector $\phi 3/4"$ ASTM A325	un	380	\$1.416	\$538.080
3.13	Pernos CTG	un	544	\$2.800	\$1.523.200
3.14	Perno Conector $\phi 3/8"$	un	16	\$1.121	\$17.936
3.15	Pernos 1/2"x6" con tuerca y golilla	un	13.760	\$2.100	\$28.896.000
3.16	Pomeles de 4" tipo Ducasse Industrial 7/8" x 106 mm	un	2	\$10.490	\$20.980
3.17	Refuerzo de cañería, Acero ASTM A-53 Grado B	kg	10	\$4.140	\$41.400
3.18	Refuerzo de estructura, Acero Estructural ASTM A-36	kg	27	\$4.140	\$111.780
3.19	Restitución de Pernos de Conexión ASTM A325	un	180	\$1.269	\$228.420
3.20	Restitución de Soldadura	m	3	\$6.210	\$18.630
3.21	Suministro Barandas de FRP	m	4	\$227.500	\$910.000
3.22	Suministro Grating de FRP	m2	39,5	\$205.000	\$8.097.500
3.23	Suministro Grating ARS-6	m2	5	\$202.860	\$1.014.300
3.24	Tubo Corrugado diámetro 1500mm e=3mm	m	22	\$230.000	\$5.060.000
3.25	Tuerca 3/4" Acero inoxidable 316	un	60	\$2.216	\$132.960
3.26	Tuerca 1" Acero inoxidable 316	un	72	\$2.216	\$159.552
Total Materiales Estructurales					\$283.200.674

7.3.2 SOLUCIONES DE REPARACIÓN PARA ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO.

Para elementos estructurales en hormigón armado, se desarrollan 22 tipos de reparaciones 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.

Cada precio unitario considera gastos generales (20%) y utilidades (15%).

En la siguiente tabla se muestra el costo material por unidad de reparación para elementos de hormigón armado, pertenecientes a los activos de la Planta Desaladora y al Sistema de Impulsión.

Tabla 12: Costo material unitario de reparación para elementos de hormigón

Ítem	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unitario Material	Subtotal
1	Reconstrucción Secciones de Hormigón Armado	m3	20,24	\$ 553.439	\$ 11.201.605
2	Reconstrucción Secciones de Hormigón Armado Fundaciones	m3	5,7	\$ 527.109	\$ 3.004.521
3	Ataque químico protección Sikaguard	m2	4	\$ 21.895	\$ 87.580
4	Emplantillado e=50[mm], Hormigón H10	m3	0,1	\$ 311.880	\$ 31.188
5	Hormigón Proyectado	m3	23	\$ 313.193	\$ 7.203.439
6	Inyección Resina Epóxica para Grietas con Ancho Entre 0,3mm a 1mm	m	12,4	\$ 28.706	\$ 355.954

Ítem	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unitario Material	Subtotal
7	Reparación con Mortero e Inyección Resina Epóxica Grietas con Ancho Mayor a 1mm	m	18,25	\$ 65.414	\$ 1.193.806
8	Restitución de Hormigón Hasta 50mm De Profundidad	m2	1,8	\$ 253.560	\$ 459.480
9	Restitución de Elementos Hormigón Armado Hasta 100mm	m2	0,85	\$ 438.708	\$ 371.381
10	Reconstrucción Grouting	m3	1,18	\$1.146.272	\$ 1.352.601
11	Moldaje	m2	2	\$ 12.811	\$ 25.622
12	Sikaflex F11	m	46	\$ 11.700	\$ 538.200
13	Tapa prefabricada de hormigón simple y liviano	un	2	\$ 50.000	\$ 100.000
14	Pernos tipo "U"	un	8	\$ 10.500	\$ 84.000
15	Pernos Anclaje "J"φ1/2", ASTM A-36	un	68	\$ 16.560	\$ 1.126.080
16	Pernos Anclaje "J"φ5/8", ASTM A-36	un	4	\$ 1.121	\$ 4.484
17	Pernos anclaje inoxidables φ3/4"	un	12	\$ 32.360	\$ 388.320
18	Pernos de Anclajes 1" ASTM A-36	un	70	\$ 31.740	\$ 2.221.800
19	Restitución de Perno de Anclaje tipo Hilti de 1"	un	6	\$ 31.740	\$ 190.440
20	Restitución de Perno de Anclaje tipo Hilti de 3/4"	un	19	\$ 23.460	\$ 445.740
21	Restitución de Tuercas de Pernos de Anclaje 1" Acero inoxidable 316	un	32	\$ 2.216	\$ 70.912
22	Pernos de Anclajes 1"x8" ASTM A-36	un	4	\$ 6.551	\$ 26.204
Total Materiales Reparación Hormigón					\$ 30.483.357

7.3.3 SOLUCIONES PARA REMEDIACIÓN DE SUELOS

Para elementos de remediación de suelos, se desarrollan 3 tipos de reparaciones 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.

Cada precio unitario considera gastos generales (20%) y utilidades (15%).

En la siguiente tabla se muestra el costo material por unidad de reparación para elementos de remediación de suelos, pertenecientes a los activos de la Planta Desaladora y al Sistema de Impulsión.

Tabla 13: Costo material unitario para remediación de suelos

Ítem	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unitario Material	Subtotal
1	Relleno y Compactación, Estabilizado Tamaño Máximo 3"	m3	3586,3	\$12.000	\$43.035.600
2	Relleno y Compactación (arena y/o material granular)	m3	32	\$12.000	\$384.000
3	Refuerzo Talud (Soil Nail)	m2	681	\$57.576	\$39.209.257
Total Materiales Reparación Suelos					\$ 82.628.857

7.4 COSTO MATERIAL PRINCIPAL DE REPARACIÓN

El análisis de las PED muestra que el mayor costo corresponde a Kg de acero, y en menor medida se deben reparar estructuras de suelos, asociados al Sistema de Impulsión de agua desalada. Los hallazgos en estructuras de acero y de hormigón se encuentran transversalmente en la mayoría de los activos de la Planta Desaladora, tal como se muestra en la Tabla N°14.

Tabla N°14: Costo por Material Principal y su Porcentaje dentro del Costo

Material	(\$) Total Reparación	% En Costo
Acero	\$854.257.510	52,76%
Suelo	\$695.882.361	42,98%
Hormigón	\$68.919.537	4,26%
Total General	\$1.619.059.408	100,0%

7.5 COSTO DE REPARACIÓN POR ACTIVO

La tabla N°15 muestra el costo de reparación por activo, considerando acero, hormigón y suelos. En la tabla se puede ver que Filtros es el activo que requiere la mayor cantidad de inversión, con más del 28% del costo total de reparación, esto se debe a la envergadura y naturaleza de los daños identificados en su estructura de acero.

Tabla N°15: Costo de reparación por Activo

Activo	Material	Total
Sistema de Impulsión de Agua de Mar	Acero	\$63.082.620
	Hormigón	\$11.582.760
	Suelo	\$10.997.920
Total Sistema de Impulsión de Agua de Mar		\$85.663.300

Preparación agua	Acero	\$5.808.521
	Hormigón	\$ 7.783.796
Total Preparación agua		\$ 13.592.317
Rack de Osmosis	Acero	\$84.522.921
	Hormigón	\$2.557.402
	Suelo	\$18.683.167
Total Rack de Osmosis		\$105.763.490
Edificio	Acero	\$28.821.845
Total Edificio		\$28.821.845
Filtros	Acero	\$ 453.839.220
Total Filtros		\$ 453.839.220
Estanques Reactivos	Acero	\$24.621.548
	Hormigón	\$3.202.389
Total Estanques Reactivos		\$ 27.823.937
Almacenamiento Producto y Salmuera	Acero	\$19.345.478
	Hormigón	\$4.534.430
Total Almacenamiento Producto y Salmuera		\$23.879.908
Galpón de almacenamiento de repuestos	Acero	\$3.057.945
	Suelo	\$9.480.023
Total Galpón de almacenamiento de repuestos		\$12.537.968
Estación de Bombeo N°1	Acero	\$20.209.348
	Suelo	\$39.954.646
Total Estación de Bombeo N°1		\$60.163.995
Estación Bombeo N°2	Acero	\$141.748.783
	Hormigón	\$10.539.881
	Suelo	\$47.636.234
Total Estación de Bombeo N°2		\$199.924.898
Estación de Bombeo N°3	Hormigón	\$10.885.164
	Suelo	\$1.431.056
Total Estación de Bombeo N°3		\$12.316.220
Estación de Bombeo N°4	Acero	\$7.975.305
	Hormigón	\$5.357.728
Total Estación de Bombeo N°4		\$13.333.033
Tramo cañería de impulsión EB N°1 a N°2	Hormigón	\$1.854.273
	Suelo	\$45.796.509
Total Tramo cañería de impulsión EB N°1 a N°2		\$47.650.782

Tramo cañería de impulsión E.B. N°2 a N°3	Acero	\$1.223.975
	Hormigón	\$7.676.295
	Suelo	\$81.161.505
Total Tramo cañería de impulsión E.B. N°2 a N°3		\$90.061.775
Tramo cañería de impulsión EB N°3 a N°4	Hormigón	\$860.541
	Suelo	\$377.529.561
Total Tramo cañería de impulsión EB N°3 a N°4		\$378.390.102
Tramo Cañería E.B. N°4 a TK Recepción	Hormigón	\$2.084.879
	Suelo	\$63.211.739
Total Tramo Cañería E.B. N°4 a TK Recepción		\$65.296.618
Total general		\$1.619.059.408

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 la tabla N°16, los hallazgos categorizados como P4, P5 y 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. Los hallazgos con mayor severidad se llevan la menor parte del costo, sin embargo, no es recomendable postergar demasiado su reparación ya que estos podrían aumentar de severidad en el futuro y por consiguiente la probabilidad de impactar negativamente sobre los resultados del negocio.

Tabla N°16: Costo por criticidad (IP) de los hallazgos

Indicador Prioridad	(\$) Total Reparación	% Del Costo
P3	\$ 222.270.751	13,7%
P4	\$ 984.300.708	60,8%
P5	\$ 412.487.949	25,5%
Total general	\$ 1.619.059.408	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 de Planta Desaladora y Sistema de Impulsión. 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 20 hallazgos, de un total de 207 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 2020 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 muestra el resultado del cruce de información y la evolución de los 20 hallazgos que, desde el año 2017 a la fecha aún no han sido reparados. Ver tabla N°17.

Tabla N° 17: Comparación de los hallazgos actuales con historicos y su evolución

Item	Activo	PED Históricas	PED Final	Evolución
1	ALMACENAMIENTO PRODUCTO Y SALMUERA	PED-3100-DAF-128	PCOL-6910-ST-ITR-030	Alta a P5
2	ALMACENAMIENTO PRODUCTO Y SALMUERA	PED-3100-DAF-134	PCOL-6910-ST-ITR-031	Alta a P5
3	ALMACENAMIENTO PRODUCTO Y SALMUERA	PED-3100-DAF-135	PCOL-6910-ST-ITR-033	Alta a P5
4	ALMACENAMIENTO PRODUCTO Y SALMUERA	PED-3100-DAF-138	PCOL-6910-ST-ITR-032	Extrema a P5
5	ALMACENAMIENTO PRODUCTO Y SALMUERA	PED-3100-DAF-142	PCOL-6910-ST-ITR-034	Alta a P5
6	SISTEMA DE IMPULSION DE AGUA DE MAR	PED-3100-SAM-168-L5 PED-3100-SAM-172-L5 PED-3100-SAM-182-L5 PED-3100-SAM-184-L5	PCOL-6920-ST-ITR-008	Alta a P3
7	SISTEMA DE IMPULSION DE AGUA DE MAR	PED-3100-SAM-174-L5	PCOL-6920-ST-ITR-010	Alta a P4
8	SISTEMA DE IMPULSION DE AGUA DE MAR	PED-3100-SAM-168-L5 PED-3100-SAM-172-L5 PED-3100-SAM-184-L5	PCOL-6920-ST-ITR-012	Alta a P5
9	ESTACIÓN DE BOMBEO N°2	PED-6940-EB2-082	PCOL-6940-CL-ITR-005	Moderado a P4
10	ESTACIÓN DE BOMBEO N°2	PED-6940-EB2-083	PCOL-6940-CL-ITR-006	Moderado a P4
11	ESTACIÓN DE BOMBEO N°2	PED-6940-EB2-078	PCOL-6940-CL-ITR-007	Moderado a P4
12	ESTACIÓN DE BOMBEO N°2	PED-6940-EB2-080	PCOL-6940-CL-ITR-008	Moderado a P3
13	ESTACIÓN DE BOMBEO N°3	PED-6940-EB3-094	PCOL-6950-CL-ITR-005	Moderado a P5
14	TRAMO DE CAÑERÍA SISTEMA DE IMPULSION EB N°3 a N°4	PED-6940-AC-123	PCOL-6950-CL-ITR-007	Moderado a P4
15	FILTROS	PED-3100-NH-593	PCOL-6910-ST-ITR-019	Moderado a P4
16	ALMACENAMIENTO PRODUCTO Y SALMUERA	PED-0500-NH-599	PCOL-6910-ST-ITR-035	Alta a P5
Total		20 Cartillas Históricas		

De acuerdo con lo anterior, la tabla N°17 muestra la evolución de los 20 hallazgos que aún no han sido reparados, con las categorizaciones anteriores y actuales. Para el caso del activo “Sistema de Impulsión agua de mar”, que es el que presenta la mayor cantidad de hallazgos pendientes de cerrar, o no reparados, junto con el activo “Almacenamiento producto y salmuera”, se puede apreciar que su condición de criticidad ha variado considerando ambos criterios de evaluación; es así como hallazgos que en 2017 fueron evaluados como Altos, ahora son, P5, P4 y P3 (Cad-Cae). Para el caso del activo “Estación de Bombeo N°2 y N°3 Planta Cero”, hallazgos que, con el criterio usado en las inspecciones realizadas en 2017 moderados, hoy son categorizados como P5, P4 y P3.

Cabe señalar que los restantes 187 hallazgos históricos no fueron identificados como hallazgos por CAD CAE Ingeniería Ltda., debido a que principalmente se componen de hallazgos relacionados con seguridad y que se pudo verificar en terreno, que han sido subsanados a la fecha de las inspecciones.

9 COMENTARIOS

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos concluir que los activos inspeccionados correspondientes a la Planta Desaladora y al Sistema de Impulsión de agua desalada, 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 inspeccionadas presentan algún grado de deterioro, que se manifiesta en pérdida de recubrimiento y esquema de pintura, y en menor medida en pérdida de sección de algunos elementos, producto de la corrosión.

Cabe mencionar que el 40,6% de los hallazgos (63 PED) corresponden a estructuras dañadas por corrosión, cuya probable causa sea “Ambiente agresivo”. El efecto de la corrosión se debe principalmente a la interacción de las estructuras con el agua de mar (salinidad), y la humedad ambiental, propia de ambientes costeros, en donde están ubicadas algunas de estas instalaciones.

Como antecedentes que refuerzan el punto anterior, de acuerdo con el informe de zonificación de corrosión emitido por la Revista de la Construcción Chilena, el año 2012 y la Norma ISO 12944 de Protección a Estructuras de Acero ante la Corrosión, Antofagasta posee características que se clasifican como Corrosión Tipo C3 (Media), IM 2 para Agua de mar o salobre y Áreas portuarias con estructuras como los muelles. Para esta zona, la durabilidad efectiva de los esquemas de pintura se estima de 7 a 10 años.

En la tabla N°4 y gráfica N°2 se puede apreciar que un 7,7% (12 PED) de los hallazgos poseen un Indicador de Prioridad P3, lo cual indica daño moderado en la estructura del activo. Con respecto a los hallazgos categorizados como P4, se realizaron 62 PED, estas representan el 40% del total de los hallazgos. Finalmente, el 52.3% (81 PED) corresponde a hallazgos categorizados como P5.

De la revisión y cruce de los antecedentes relacionados con inspecciones anteriores (2017) y de la inspección realizada en la Planta Desaladora y Sistema de Impulsión (ver tabla N°17), se verificó que de los 207 hallazgos documentados durante la inspección realizada el año 2017, 20 de ellos no han sido reparados aún, los cuales se localizan preferentemente en el Sistema de Impulsión de Agua de Mar y en área de Almacenamiento producto y salmuera de Agua. En la presente inspección se identificaron 135 nuevos hallazgos.

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 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, según el valor resultante producto del nivel de severidad, condición en terreno y la probabilidad de ocurrencia.

En consideración a lo anterior, el cruce de Cartillas (PED) 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, tal como se muestra en la tabla N°17.

En cuanto a los costos, categorizados por “Indicador de Prioridad” (ver tabla N°16), del análisis se desprende que los hallazgos categorizados como P4 son los que requieren el mayor monto de inversión, representan el 60,8% del total, y no es recomendable postergar demasiado su reparación ya que estos podrían aumentar de severidad en el futuro. Los hallazgos con mayor criticidad, P3 se llevan la menor parte del costo, solo un 13,7% del total, por lo tanto, es recomendable priorizar la ejecución de estas reparaciones ante la probabilidad real de impactar negativamente sobre los resultados de la operación en el mediano plazo. Finalmente, los hallazgos categorizados como P5 representan el 42,5% del costo de reparación.

En relación con los costos de reparación por activo (ver tabla N°15), Filtros, activo perteneciente a la Planta Desaladora, es el activo que requiere la mayor cantidad de inversión, \$ 453.839.220 en acero, con más del 28% del costo total de reparaciones, esto se debe a la cantidad (23 PED) y naturaleza de los daños

identificados en su estructura de acero. Luego le siguen el tramo de cañería comprendido entre la Estación de Bombeo EB-N°3 a EB-4 con un costo estimado de \$ 378.390.102 en reparación de suelos y hormigón, y la Estación Bombas EB-N°2 con un costo estimado de \$ 141.748.783 en reparaciones de acero, ambos activos pertenecen al Sistema de Impulsión de Agua Desalada.

De los activos inspeccionados en la Planta Desaladora y en el Sistema de Impulsión de Agua Desalada, el Sistema de Impulsión de Agua de Mar es el activo que presenta la mayor cantidad de hallazgo, con un total de 30 PED, lo que representa el 19,4 % del total de los hallazgos, seguido por Filtros con 23 PED que representan el 14,8% y la Estación de Bombeo N°2 con 17 PED que representa el 11%30 del total de hallazgos.

Otro aspecto importante de comentar es que el sistema de Impulsión de Agua Desalada está compuesto por dos sistemas de bombeo y transporte, independientes entre sí. El primero de ellos, denominado “Cero” tiene 15 años en operación (inaugurada en 2006) y está compuesto por 4 estaciones de bombeo y tuberías de 24” de diámetros. El segundo, denominado EWS (Escondida Water Supply), entró en operación en el año 2017 y está compuesto por 4 estaciones de bombeo y tuberías de 42” de diámetro. En concordancia con esto, se identificaron 48 hallazgos en el Sistema de Impulsión “Cero” (más antigua), 19 PED asociados a Suelos, 16 PED asociadas a hormigón y 13 PED a acero. En contrapartida, en el sistema EWS solo se identificaron 11 hallazgos, 9 de ellos asociados a suelos y de Índice de Prioridad que van de P3 a P5, 2 PED asociadas a hormigón y ninguna asociada a acero.

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 con relación a 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. Los trabajos de reparación a efectuarse deben ser apropiadamente seguidos por medio de una inspección técnica que verifique, entre otras, la calidad de la mano de obra, materiales y ejecución de las obras.

En relación con el Sistema de Impulsión, línea de 24” “Planta Cero”, se recomienda realizar las reparaciones indicadas en la PED’s de índice de Prioridad P3 lo antes posible, en particular el hallazgo identificado en la PED “PCOL-6940-CL-ITR-008”, dada su condición actual y el riesgo de un accidente a las personas.

Paralelamente, se recomienda establecer un plan de trabajo tendiente a remediar el estado de los Suelos y terraplenes que soportan la tubería en los puntos identificados en el recorrido de la línea de Impulsión de Agua desalada de 24", "Planta Cero". Estos presentan daños por socavación producto, ya sea por fenómenos naturales (Aguas llúvias) o por derrames de agua, producto de roturas o desconexiones de las tuberías. Este plan debe incluir restitución de terraplenes soportantes de la tubería y suelos de relleno. Los puntos identificados, que requieren remediación, se pueden ver en los Planos PCOL-6940-ST-DW-001/ PCOL-6940-ST-DW-002, PCOL-6950-ST-DW-001/ PCOL-6940-ST-DW-002 y PCOL-6960-ST-DW-002

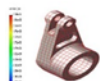
De acuerdo con la evaluación económica realizada para la reparación de los daños recogidas en las planillas de evaluación, el costo total asociado a la ejecución de estos trabajos, considerando los 155 hallazgos identificados en la Planta Desaladora y el Sistema de Impulsión de Agua Desalada en conjunto, es de **\$ 1.619.059.408** de pesos. 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

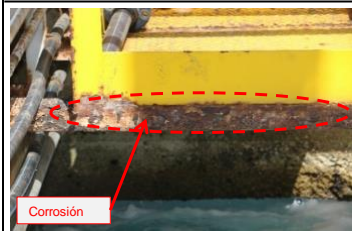
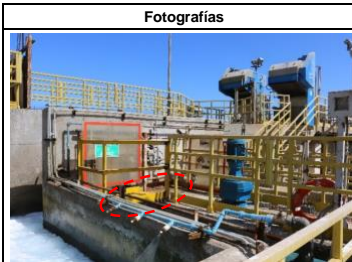
En esta sección se muestran de modo ilustrativo algunos ejemplos de los entregables del servicio, tales como: Planilla de evaluación, Plano indicando la ubicación de los hallazgos y tabla de Evaluación económica.

ANEXO N°1

Planilla de Evaluación de Daños PED



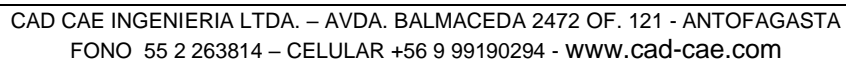
ESCONDIDA BHP		PLANILLA EVALUACIÓN DE DAÑOS		CAD CAE INGENIERIA LTDA.			
Evaluación de daños en estructuras de acero				ID Planilla			
Elemento	Estructura soporte plataforma sobre TK de mezcla 5TAA-052	PCOL-6910-ST-ITR-034		Datos de inspección			
Ubicación referencial	Plataforma sobre TK de mezcla 5TAA-052	Indicador de Prioridad		Fecha	29/08/2020		
Descripción del daño	Pérdida de pintura y corrosión	P5		Inspectores	R. Fernández/ V. Henríquez /P. Castillo		
Posible causa	Ambiente agresivo			Instalación	Planta Desaladora		
Functional location	2025.02.06.28			Código de área	6910		
				Activo	Almacenamiento Producto y Salmuera		
Evaluación de daños en terreno							
Aspectos específicos detectados		Grado de daño					
		Leve	Moderado	Severo			
Daño en recubrimiento			X				
Corrosión				X			
Daño en pernos conectores							
Daño en sistema de anclajes							
Daño mecánico (deformaciones)							
Fisuras, cortes							
Daño en soldaduras							
Faltan elementos							
Ponderación P1		1,20					
Aspectos globales		Condición					
		No	Si				
Corresponde a un elemento principal en su estructura			X				
Podría fallar por cargas de servicio			X				
Su falla compromete a otras estructuras aledañas			X				
Ponderación P2		1,10					
Factor por condición en terreno, P = (P1+P2)/2		1,15					
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		1,00				
Posible	Es probable que ocurra dentro de un periodo de 5 a 20 años	X	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		0,30					
Severidad							
Tipo de impacto	Descripción	Nivel	Selección	Factor			
Salud y seguridad	Menos de US\$2 millones	5		1000			
Medioambiente		4		300			
Social y cultural		3		100			
Reputación		2		30			
Financiero		1	X	10			
Factor de severidad, FS		10					
Priorización de defectos							
Valor de priorización, VP = P x FP x FS				3,45			
Indicador de prioridad				P5			
Nota: P4* corresponde a P3 Emergente							
Comentarios y recomendaciones de reparación							
Comentarios:							
1.- En el momento de la inspección el área se encontraba en operación							
2.- El hallazgo fue levantado en inspecciones de los años 2013 y 2017, el cual no se ha subsanado según cartilla histórica PED-3100-DAF-142							
3.- La plataforma se compone de perfil rectangular 200x100x5 mm , plancha diamantada y 12 pernos de anclaje 3/4". Los elementos principales que la conforman presentan corrosión severa debido al ambiente altamente húmedo y salino.							
Recomendaciones:							
1.- Se recomienda reemplazar la plataforma en su totalidad.							
2.- Se recomienda cambiar materialidad de barandas y grating por elementos de FRP. Para elementos de soporte de pasarela se considera restituir 260kg de acero A-36							
Estimación de costos de reparación ±40% (si aplica)							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Días	Subtotal	HH directa	HH indirecta
Administrador de Contratos	día	1	\$384.000	0,5	\$192.000		6
Jefe de Terreno	día	1	\$325.652	0,5	\$162.826		6
Asesor HSE	día	1	\$213.183	0,5	\$106.592		6
Capataz	día	1	\$283.517	2	\$567.034	24	
Maestro	día	1	\$186.315	2	\$372.630	24	
Soldador	día	1	\$220.654	2	\$441.308	24	
Jornalero	día	1	\$162.315	2	\$324.630	24	
Camioneta	día	1	\$60.000	2	\$120.000		
Generador	día	1	\$50.000	2	\$100.000		
Soldadora autónoma	día	1	\$25.000	2	\$50.000		
Restitución Elementos de Soporte Acero Estructural ASTM A-36	kg	260	\$4.140		\$1.076.400		
Suministro Barandas de FRP	m	4	\$227.500		\$910.000		
Suministro Grating de FRP	m	2	\$205.000		\$410.000		
Pernos anclaje inoxidables	Unidad	12	\$32.360		\$388.320		
Total					\$5.221.740	96	18



Croquis de referencia PCOL-6910-ST-ITR-001

ANEXO N°2

Plano para referenciar los Hallazgos



ANEXO N°3

Planilla de Costo Total

Planilla de Costo Total de Reparaciones de Hallazgo de Planta Desalinizadora y Sistema de Impulsión

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
1.- MANO DE OBRA					
1.1	Administrador de Contrato	día	131	\$384.000	\$ 50.304.000
1.2	Jefe de Terreno	día	131	\$325.652	\$ 42.660.412
1.3	Asesor HSEC	día	131	\$213.183	\$ 27.926.973
1.4	Capataz	día	737	\$283.517	\$ 208.952.029
1.5	Soldador	día	70	\$220.654	\$ 15.518.881
1.6	Maestro	día	1416	\$186.315	\$ 263.822.040
1.7	Ayudante	día	1793	\$162.315	\$ 291.030.795
Sub Total mano de obra: \$					\$900.215.130
2.- EQUIPOS					
2.1	Camión Aljibe 10 [m3]	día	115	\$454.000	\$48.966.000
2.2	Camión Pluma 10 [ton]	día	12	\$600.000	\$7.200.000
2.3	Camión Pluma 5 [ton]	día	68	\$470.000	\$31.980.000
2.4	Camión Rampla	día	6	\$720.000	\$4.320.000
2.5	Camión Tolva 12 [m3]	día	4	\$476.000	\$1.838.000
2.6	Camioneta	día	645	\$60.000	\$38.700.000
2.7	Compresor y Martillo de impacto	día	13	\$50.000	\$650.000
2.8	Cuerpo andamio	día	6663	\$6.000	\$12.534.000
2.9	Furgón 12 pasajeros con chofer	día	186	\$242.315	\$45.070.590
2.10	Generador eléctrico	día	239	\$50.000	\$11.940.800
2.11	Grúa 80 [ton]	día	4	\$1.800.000	\$7.200.000
2.12	Máquina Excavadora 40 [ton]	día	5	\$690.000	\$3.450.000
2.13	Máquina Retroexcavadora 6 [ton]	día	128	\$690.000	\$86.432.000
2.14	Placa compactadora	día	370	\$25.000	\$8.850.000
2.15	Side Boom 90 [ton]	día	15	\$780.000	\$11.700.000
2.16	Soldadora autónoma	día	68	\$25.000	\$1.700.000
Sub Total equipos: \$					\$ 322.531.390
3.- MATERIALES ESTRUCTURALES					
3.1	Apriete de tuercas	un	8	\$900	\$7.200
3.2	Restitución del Elemento de Acero Estructural ASTM A-36	kg	2.024	\$4.140	\$8.379.360
3.3	Fabricación Estructura provisoria Acero ASTM A-36	kg	300	\$4.140	\$1.242.000
3.4	Fabricación de estructura liviana, Acero Estructural ASTM A-36	kg	14.110	\$5.465	\$74.845.920

3.5	Fabricación de estructura mediana, Acero Estructural ASTM A-36	kg	145	\$4.140	\$600.300
3.6	Fabricación de estructura pesada, Acero Estructural ASTM A-36	kg	1.410	\$2.760	\$3.891.600
3.7	Fabricación Tapa de Inspección con Manillas, Acero ASTM A-53	kg	40	\$5.520	\$220.800
3.8	Tratamiento superficial y Esquema de pintura ambiente marino	m2	4.068,90	\$35.316	\$143.881.475
3.9	Malla CG5050	m2	14,4	\$7.123	\$102.571
3.10	Malla Acmafor y Pilar	m2	30	\$106.400	\$3.192.000
3.11	Malla Electrosoldada Galvanizada 1G	m2	14	\$4.765	\$66.710
3.12	Perno Conector $\phi 3/4"$ ASTM A325	un	380	\$1.416	\$538.080
3.13	Pernos CTG	un	544	\$2.800	\$1.523.200
3.14	Perno Conector $\phi 3/8"$	un	16	\$1.121	\$17.936
3.15	Pernos 1/2"x6" con tuerca y golilla	un	13.760	\$2.100	\$28.896.000
3.16	Pomeles de 4" tipo Ducasse Industrial 7/8" x 106 mm	un	2	\$10.490	\$20.980
3.17	Refuerzo de cañería, Acero ASTM A-53 Grado B	kg	10	\$4.140	\$41.400
3.18	Refuerzo de estructura, Acero Estructural ASTM A-36	kg	27	\$4.140	\$111.780
3.19	Restitución de Pernos de Conexión ASTM A325	un	180	\$1.269	\$228.420
3.20	Restitución de Soldadura	m	3	\$6.210	\$18.630
3.21	Suministro Barandas de FRP	m	4	\$227.500	\$910.000
3.22	Suministro Grating de FRP	m2	39,5	\$205.000	\$8.097.500
3.23	Suministro Grating ARS-6	m2	5	\$202.860	\$1.014.300
3.24	Tubo Corrugado diámetro 1500mm e=3mm	m	22	\$230.000	\$5.060.000
3.25	Tuerca 3/4" Acero inoxidable 316	un	60	\$2.216	\$132.960
3.26	Tuerca 1" Acero inoxidable 316	un	72	\$2.216	\$159.552
Sub Total Materiales Estructurales: \$					\$283.200.674
4.- MATERIALES OBRAS CIVILES					
4.1	Reconstrucción Secciones de Hormigón Armado	m3	20,24	\$553.439	\$11.201.605
4.2	Reconstrucción Secciones de Hormigón Armado Fundaciones	m3	5,7	\$527.109	\$3.004.521
4.3	Ataque químico protección Sikaguard	m2	4	\$21.895	\$87.580
4.4	Emplantillado e=50[mm], Hormigón H10	m3	0,1	\$311.880	\$31.188
4.5	Hormigón Proyectado	m3	23	\$313.193	\$7.203.439
4.6	Inyección Resina Epóxica para Grietas con Ancho Entre 0,3mm a 1mm	m	12,4	\$28.706	\$355.954
4.7	Reparación con Mortero e Inyección Resina Epóxica Grietas con Ancho Mayor a 1mm	m	18,25	\$65.414	\$1.193.806
4.8	Restitución de Hormigón Hasta 50mm De Profundidad	m2	1,8	\$253.560	\$459.480

4.9	Restitución de Elementos Hormigón Armado Hasta 100mm	m2	0,85	\$438.708	\$371.381
4.10	Reconstrucción Grouting	m3	1,18	\$1.146.272	\$1.352.601
4.11	Moldaje	m2	2	\$12.811	\$25.622
4.12	Sikaflex F11	m	46	\$11.700	\$538.200
4.13	Tapa prefabricada de hormigón simple y liviano	un	2	\$50.000	\$100.000
4.14	Pernos tipo "U"	un	8	\$10.500	\$84.000
4.15	Pernos Anclaje "J"φ1/2", ASTM A-36	un	68	\$16.560	\$1.126.080
4.16	Pernos Anclaje "J"φ5/8", ASTM A-36	un	4	\$1.121	\$4.484
4.17	Pernos anclaje inoxidables φ3/4"	un	12	\$32.360	\$388.320
4.18	Pernos de Anclajes 1" ASTM A-36	un	70	\$31.740	\$2.221.800
4.19	Restitución de Perno de Anclaje tipo Hilti de 1"	un	6	\$31.740	\$190.440
4.20	Restitución de Perno de Anclaje tipo Hilti de 3/4"	un	19	\$23.460	\$445.740
4.21	Restitución de Tuercas de Pernos de Anclaje 1" Acero inoxidable 316	un	32	\$2.216	\$70.912
4.22	Pernos de Anclajes 1"x8" ASTM A-36	un	4	\$6.551	\$26.204
Sub Total Materiales Obras Civiles: \$					\$30.483.357
5.- MATERIALES SUELO					
5.1	Relleno y Compactación, Estabilizado Tamaño Máximo 3"	m3	3586,3	\$12.000	\$43.035.600
5.2	Relleno y Compactación (arena y/o material granular)	m3	32	\$12.000	\$384.000
5.3	Refuerzo Talud (Soil Nail)	m2	681	\$57.576	\$39.209.257
Sub Total Materiales Suelos: \$					\$82.628.857
TOTAL: \$					\$1.619.059.408