Universidad de Valparaíso
CHILE
Facultad de Ingeniería

Trabajo Final de Graduación para optar al Grado de
Magister en Administración y Gestión Portuaria

METODOLÓGIA PARA IMPLEMENTAR MEDIDAS DE RECUPERACIÓN DE INFRAESTRUCTURA ANTE DESASTRES EN INDUSTRIA PORTUARIA

Eduardo Andrés Monsalve Stange

Agosto 2023

METODOLÓGIA PARA IMPLEMENTAR MEDIDAS DE RECUPERACIÓN DE INFRAESTRUCTURA ANTE DESASTRES EN INDUSTRIA PORTUARIA

Eduardo Andrés Monsalve Stange

COMISIÓN REVISORA	NOTA	FIRMA
FELIPE CASELLI BENAVENTE Profesor Guía		
JAIME LEYTON ESPOZ Profesor correferente		
CARLOS ELGUETA OLMOS Profesor correferente		

DECLARACIÓN

Este trabajo, o alguna de sus partes, no ha sido presentado anteriormente en la Universidad de Valparaíso, institución universitaria chilena o extranjera u organismo de carácter estatal, para evaluación, comercialización u otros propósitos. Salvo las referencias citadas en el texto, confirmo que el contenido intelectual de este Trabajo Final de Graduación es resultado exclusivamente de mis esfuerzos personales.

La Universidad de Valparaíso reconoce expresamente la propiedad intelectual del autor sobre esta Memoria de Titulación. Sin embargo, en caso de ser sometida a evaluación para los propósitos de obtención del Grado de Magíster en Administración y Gestión Portuaria, el autor renuncia a los derechos legales sobre la misma y los cede a la Universidad de Valparaíso, la que estará facultada para utilizarla con fines exclusivamente académicos.

Eduardo Monsalve S.	Felipe Caselli

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa e hijos Daniela, Julian y Amaral.

A mis padres, hermanos y familiares

Y a todo el circulo profesional que confía en mí.

“Este trabajo es una síntesis de años de experiencia y esfuerzo logrado en mi trayectoria profesional, aterrizado a un manuscrito que transmite, sin exacerbar en detalles, un modo de pensar y enfocar la ingeniería marítimo-portuaria aplicada en la realidad.”

Resumen

Las instalaciones portuarias son eslabones claves en la cadena logística nacional. Cuando ocurre un siniestro, sea cual sea su naturaleza este eslabón se rompe y genera repercusiones fatales para el sistema comercial nacional. Estos problemas se pueden materializar de distintas formas, como colapsos de terminales por daños sobre sus infraestructuras o equipos portuarios en su mayor medida. En los últimos 5 años, solo en Chile, 6 terminales portuarios han sufrido daños considerables en sus instalaciones generando un quiebre en la cadena de abastecimiento en la cual son parte esencial y esto se ha debido a daños por incendios, por colapsos estructurales y fallos de elementos mecanizados que componen su armatoste.

Debido a lo anterior, es fundamental que cada terminal estudie y analice sus riesgos, de tal manera de estar preparado para poder abordar un momento de crisis como puede ser un incidente que genere daños a la infraestructura.

La presente memoria genera una guía general que puede ser asimilada por cualquier terminal para comenzar a establecer los planes de continuidad operacional enfocado en Análisis de Recuperación de Desastres.

En esta guía, se encarga de acotar las áreas en estudio, identificando los posibles riesgos e identificando las fuentes de generación, así tambien recomendando los planes de acción necesarios de implementar y/o disponer para actuar de forma diligente ante la eventualidad de la generación de un incidente que genere la perdida de infraestructura y la consecuente pérdida operacional. En las variables analizadas se encuentra también cuáles son las coberturas que debe sostener cada terminal y cómo las implementa, de tal manera de asegurarse reducir al máximo los impactos económicos ante la existencia de un siniestro.

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN 8
1.1 Que es el Plan de Recuperación de desastres (DRP) 9
1.2 Pilares estratégicos del DRP 9
2. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS 11
2.1 OBJETIVO GENERAL 11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11
2.3 RESULTADOS ESPERADOS DE TRABAJO 11
3. MARCO TEÓRICO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN 12
3.1 DEFINICIÓN DE ESTRUCTURAS PORTUARIAS 12
3.2 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO 14
3.3 NORMATIVA APLICABLE 14
3.3.1 Business Continuity Plan (BCP) 14
3.3.2 Disaster Recovery Plan (DRP) 16
3.4 ANÁLISIS DE RIESGOS 16
4. METODOLOGÍA 18
4.1 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS PRIORITARIOS DE UN MUELLE 18
4.1.1 Lado Terrestre 19
4.1.2 Muelle 19
4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS 21
4.2.1 Análisis por tipo de riesgo 22
4.2.2 Análisis de normativas para reducción de impactos por riesgos en infraestructura. 24
4.3 IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE COBERTURAS DE SEGUROS 26
4.4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN PLAN DRP 27
5. RESULTADOS 30
5.1 PARÁMETROS DE DISEÑO 30
5.2 PLANES DE MANTENCIÓN 36

5.3 SEGUROS SOBRE ACTIVOS 38
5.4 PLANES DE CONTINGENCIA 42
6. CONCLUSIONES 47
7. BIBLIOGRAFÍA 50
ANEXO 1 53
ANEXO 2 58
ANEXO 3 60

1. INTRODUCCIÓN

Los puertos comerciales son infraestructuras clave para el desarrollo de un territorio. Estos corresponden a una puerta al mundo para el envío y recepción de una gran variedad de mercancías, contribuyendo a la riqueza y a la actividad comercial del territorio que forma parte de su área de influencia, conocida como Hinterland. Por su conectividad con otros puertos a nivel mundial a través de las distintas rutas marítimas, los puertos se integran a las todas las regiones del planeta, en particular aquellas que forman parte de su foreland.

En la nueva geoestrategia de comercio marítimo destacan el desarrollo náutico y la concentración de puertos, así como su relación directa con la agricultura, la industria y la energía. La importancia de un puerto está determinada por diversos factores. Entre los más destacados son la ubicación estratégica, su tamaño y capacidad para recibir embarcaciones, el volumen de mercancías movilizadas, la agilidad de sus maniobras para cargar y descargar mercancías o la política fiscal del país donde se encuentran, entre otros, referenciado en (Mexico, 2020).

Debido a lo anterior y de acuerdo con lo expuesto por la UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) y referenciado por (Rua Costa, 2006) presenta que: “Los puertos son interfaces entre los distintos modos de transporte y son típicamente centros de transporte combinado. En suma, son áreas multifuncionales, comerciales e industriales donde las mercancías no sólo están en tránsito, sino que también son manipuladas, manufacturadas y distribuidas. En efecto, los puertos son sistemas multifuncionales, los cuales, para funcionar adecuadamente, deben ser integrados en la cadena logística global. Un puerto eficiente requiere no sólo **infraestructura, superestructura y equipamiento** adecuado, sino también buenas comunicaciones y, especialmente, un equipo de gestión dedicado y cualificado y con mano de obra motivada y entrenada”.

Existen varios documentos referenciales que mencionan la seguridad portuaria, enfocado desde el punto de vista de las operaciones portuarias, incluyendo la operación misma del terminal, de las instalaciones portuarias de trasdós, patios extraportuarios y la interacción muelle nave. Algunos de estos códigos y normativas se muestran a continuación:

- Código Internacional para la Protección de los buques y las instalaciones portuarias (PBIP)
- Reglamento (CE)N°725/2004
- Directiva 2005/65/CE
- Real Decreto 1617/2007
- Directiva Comunitaria 2008/114/CE

- Ley 8/2011 de Infraestructura Critica
- Organización Internacional del Trabajo y Organización Marítima Internacional (OIT/OMI)

La cadena de integración que desarrolla todo el comercio integra el transporte terrestre, marítimo, así como los modos de transferencia de las cargas que se necesitan para poder integrar los servicios.

El enfoque del presente estudio no es sobre las variables operativas que conlleva la actividad portuaria, sino más bien va enfocado en la infraestructura y superestructura con la cual se desarrollan las actividades de productividad Portuaria y cómo esta actividad, al verse sometida a algún evento intempestivo e inesperado y/o catastrófico parcial o total, disponga por si todos los elementos necesarios para poder recuperar su funcionalidad, implementando todas las medidas necesarias para asegurar que los daños sean lo más cercano a 0, así también la implementación de planes de acción y mitigación para asegurar ya sea un plan de atención para evitar la ocurrencia así también un plan de acción en el caso de que exista la ocurrencia de un hecho que pueda generar un daño a la infraestructura.

1.1 Que es el Plan de Recuperación de desastres (DRP)

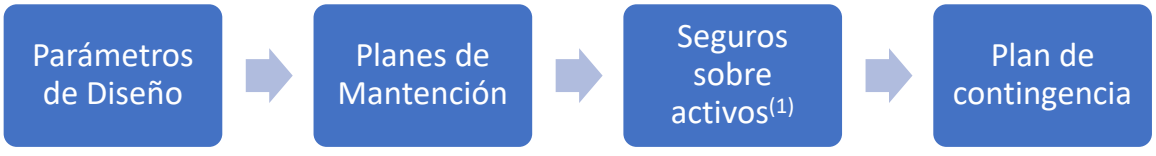
Un *PLAN DE RECUPERACIÓN ANTE DESASTRES* (DRP) es un concepto creado para definir mediante instrucciones detalladas sobre cómo responder a incidentes no planificados como desastres naturales, cortes de energía, incendios, ciberataques y cualquier otro suceso disruptivo (Trek Medics, 2023). El DRP se enfoca en las acciones a tomar cuando un incidente sucede. Específicamente su misión es levantar las operaciones para que la empresa continúe sus actividades lo antes posible. Para lograrlo plantea y planifica una serie de estrategias necesarias para asegurar la continuidad operacional.

Ahora bien, en la literatura este ítem se encuentra muy desarrollado en la industria tecnológica mas no así en la industria portuaria. Lo anterior hace ver la necesidad de enfocar el desarrollo de DRP a este tipo de instalaciones.

1.2 Pilares estratégicos del DRP

En resumen, existe una serie de pasos que se deberán cumplir por parte de cualquier terminal para poder asegurarse de que, todas sus instalaciones se encuentren protegidas tanto en su integridad, vida útil operacional, legal contractual y ante adversidades. Estos serán separados en 4 segmentos de

acciones/etapas a cubrir los cuales son expresados y propuestos como pilares estratégicos de la implementación de un Plan de Recuperación de Desastre:



Parámetros de diseño (PD): Se debe asegurar que todas las instalaciones sean diseñadas bajo estándares normativos que aseguren la confiabilidad de las instalaciones, así también sus aspectos constructivos. La importancia de considerar correctamente los PD, es que permite definir claramente cuáles son las condiciones de diseño (Línea Base), así también permite que en caso de la necesidad que se generan fallas en la instalaciones, puedan ser controladas bajo los mismos parámetros de diseño.

Planes de Mantención (PM): Se requerirá un adecuado control y monitoreo el cual permita identificar que los elementos que forman los terminales estén siempre en buenas condiciones y dentro de los parámetros a los cuales fueron diseñados. La importancia de los presentes planes es asegurar que las instalaciones siempre se encuentren bien monitoreadas y no existan brechas entre los PD y la condición al momento de evaluar la instalación, de tal modo que se asegure la integridad de las instalaciones.

Seguros sobre activos: Se requerirá tener cubierto con pólizas que cubran adecuadamente los activos del terminal. Cualquier acción asociada a labores de recuperación deberá estar correctamente evaluado y respaldado de tal manera que siempre existan coberturas monetarias para la recuperación de las instalaciones.

Planes de contingencia: Se requerirá siempre disponer de un plan alternativo el cual me permita dar continuidad operacional en el caso que se presenten daños sobre los activos productivos durante el tiempo que estos son atendidos. Así tambien se deberán disponer de planes de contingencias que permitan actual de manera rápida para poder implementar las medidas de recuperación de los activos.

[1] Se omiten del presente análisis las coberturas por daños financieros en el patrimonio.

2. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Generar recomendaciones para implementar medidas de control necesarias para ejecutar un Plan de Recuperación de Desastres (DRP) en infraestructura portuaria.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las infraestructuras y superestructuras portuarias sobre el cual se desarrollan los análisis.
- Analizar el riesgo de daños en la infraestructura y superestructura portuaria.
- Identificar los planes mínimos que debe contar una instalación portuaria para asegurar reducir al mínimo el riesgo de daños
- identificar las coberturas, en materia de seguros, para dar cumplimiento a la normativa y para mitigar el impacto de los riesgos identificados.

2.3 RESULTADOS ESPERADOS DE TRABAJO

Definir un plan metodológico de evaluación con el cual cualquier terminal pueda evaluar y definir si posee implementado la metodología de DRP, estableciendo la secuencia de pasos a seguir, planes y coberturas mínimas necesarias para así asegurar que sus instalaciones se encuentran resguardadas ante eventos súbitos, accidentales e imprevisibles.

3. MARCO TEÓRICO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 DEFINICIÓN DE ESTRUCTURAS PORTUARIAS

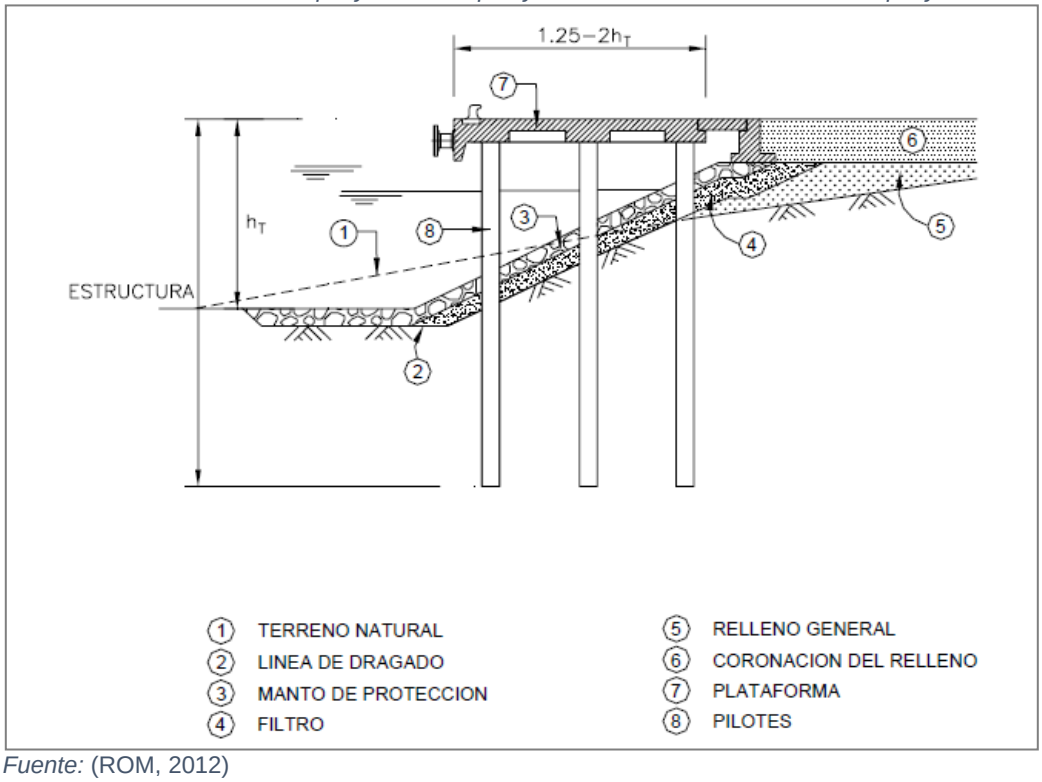
Según la definición descrita en las Guía de Diseño, Construcción, Operación y Conservación de Obras Marítimas y Costeras (DOP, 2012) estructuras que serán analizadas son las cubiertas en el numeral 1.7.3 OBRAS DE ATRAQUE, AMARRE Y FONDEO, correspondiente a todas las obras de atraque y amarre que proporcionan a los buques condiciones adecuadas y seguras para su permanencia en puerto así también todas las instalaciones fijas para poder operar la terminal. De acuerdo con su tipología estructural las obras de atraque y amarre pueden clasificarse en:

- Muelles
- Puentes de accesos
- Estribos
- Duques de alba
- Postes de amarre
- Soluciones mixtas

Se excluirán del presente análisis, las siguientes las estructuras descritas en dicho numeral:

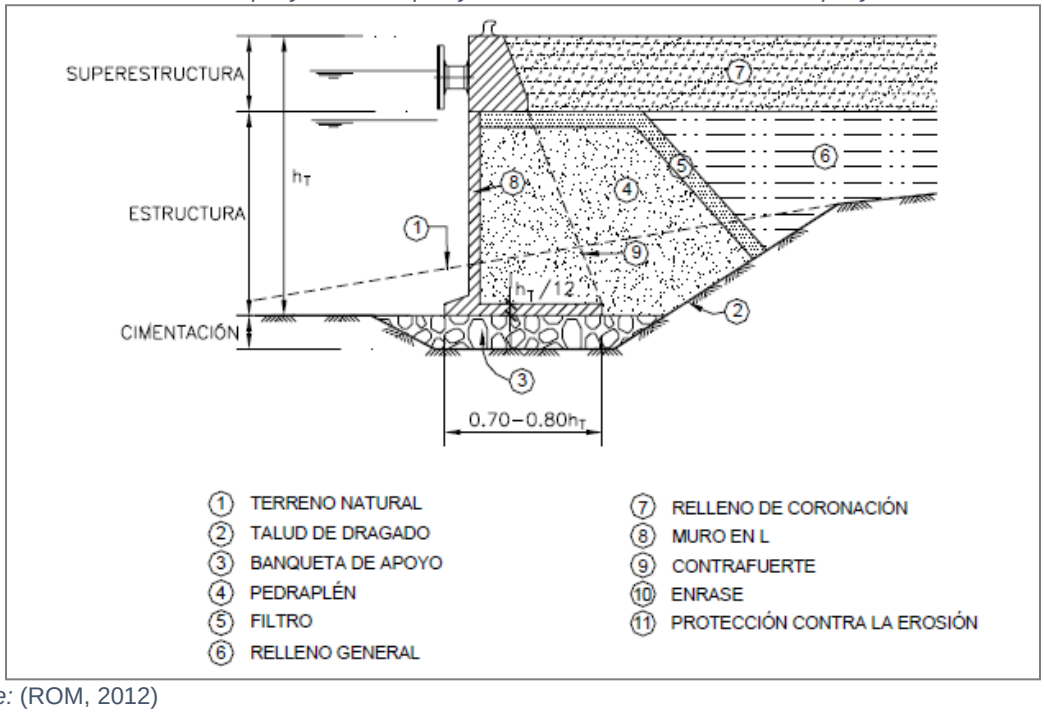
- Cualquier otra instalación no explícitamente definida en el listado anterior.

Ilustración 3-1 Obras de Atraque y Amarre Tipos y Funciones de las Obras de Atraque y Amarre



Fuente: (ROM, 2012)

Ilustración 3-2: Obras de Atraque y Amarre Tipos y Funciones de las Obras de Atraque y Amarre



Fuente: (ROM, 2012)

3.2 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Las limitaciones del estudio radican en que, dado que el abanico de siniestros que pueden generar daños a las infraestructuras puede ser tan grande que hace difícil tener cubierta todas las posibilidades de riesgos que puedan generar daños a las estructuras portuarias. Al respecto, el presente estudio solo se enfocará en analizar las variables no operacionales, así como tampoco cualquier acto beligerante que pueda afectar las instalaciones.

3.3 NORMATIVA APLICABLE

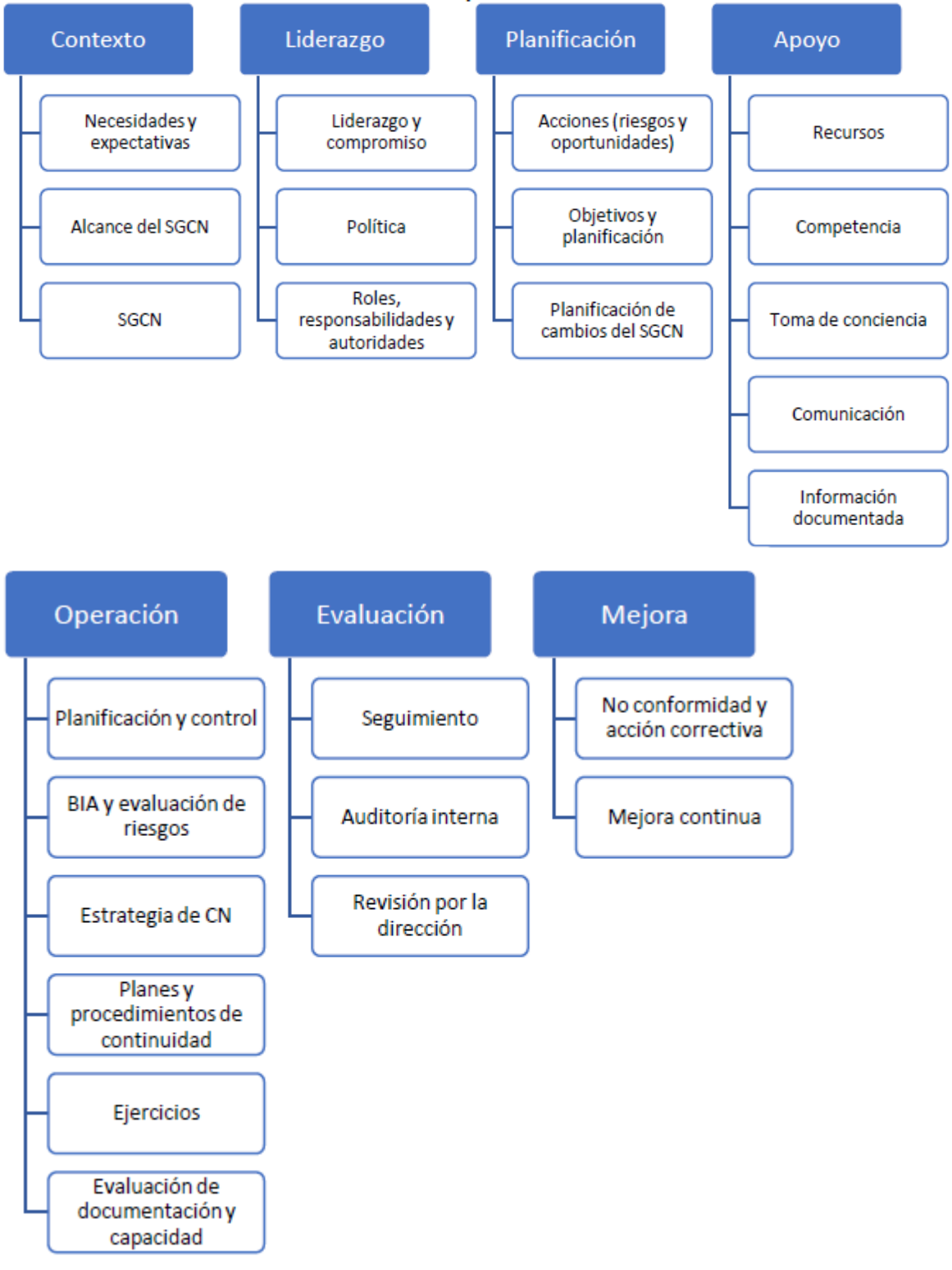
En la normativa nacional, así como en recomendaciones internacionales, no existe una guía de cómo abordar un evento de siniestro en base a definir qué acciones se deben tomar de manera inmediata para poder levantar plan de trabajo para recuperar las instalaciones y operaciones. Al respecto, en la literatura se encuentran 2 referencias en la materia las cuales pasamos a detallar:

3.3.1 Business Continuity Plan (BCP)

Un plan de continuidad del negocio o, también conocido como *Business Continuity Plan* (BCP*)*, **es el plan donde se define cómo deben actuar las áreas de la empresa para continuar a flote en caso de un incidente.**

Dentro de los estudios asociado a continuidad operacional se encuentra la ISO 22301:2019, donde se definen los requerimientos que debe cumplir cualquier organización para poder implementar (y operar) un Sistema de Gestión Continuidad del Negocio (SGCN), que le permitirá, ante una disrupción minimizar costos, mejorar el tiempo de recuperación de la operatividad. Al realizar un análisis resumido de los puntos abordados, son presentados por (Quaas, 2022) en su tesis de postgrado en la cual se sintetizan esta normativa por capítulos según los requisitos que se necesiten evaluar, que se pueden observar en la Ilustración 3-3, presentados en la siguiente tabla.

Ilustración 3-3 Resumen de capítulos 22301:2019



(Quaas, 2022)

Al revisar cada uno de los subcapítulos presentados en la normativa, en ninguno se proporcionan indicaciones sobre los planes de atención para restitución de infraestructura. Ante lo anterior, la presente investigación será un complemento, en particular para el punto de "operación", al facilitar la generación de planes y procedimientos para la continuidad; esto a través del análisis de metodologías enfocadas en la recuperación de infraestructura ante un desastre.

3.3.2 Disaster Recovery Plan (DRP)

Según se explicita en el numeral 1.1, corresponde al plan necesario a implementar para poder recuperar la funcionalidad operacional de cualquier instalación.

3.4 ANÁLISIS DE RIESGOS

En el presente estudio no se abordará la variable análisis de riesgo. Esto debido a que el desarrollo de la presente tesis explica de carácter general los planes de acción que deben existir sobre la infraestructura. No obstante, cada Puerto que desee implementar su ***evaluación de coberturas para siniestros***, deberá contar con su matriz de riesgos de infraestructura, así también disponer de los elementos necesarios para poder elaborar estas evaluaciones dentro de las terminales, según lo expone (Saravia, 2018).

Para el desarrollo de lo anterior, existen técnicas de medición de riesgos elaborados bajo el estándar internacional (IEC, 2019), el cual presenta una lista detallada de diversas técnicas de medición, sus alcances y cómo debieran ser analizados y categorizados los riesgos contemplados en estas técnicas.

Cabe destacar que la mayoría de las técnicas presentadas en (IEC, 2019), fueron creadas originalmente por compañías privadas para riesgos específicos, y han sido actualizadas en la medida que se mejoren los procesos y evaluaciones de riesgos específicos.

Según se especifica en (PQ, 2022), es recomendable mencionar la existencia de estudios específicos que permiten evaluar en instalaciones industriales de proceso que almacenan, procesan y generan sustancias peligrosas, los niveles de riesgo sobre las personas, sobre los bienes materiales y sobre el medio ambiente. Dichos riesgos potenciales exigen que estas plantas adopten estrictos criterios tanto en el diseño de las instalaciones y equipos como en la incorporación de medidas de seguridad.

Se presenta en las normativas ANSI/ISA-S84.01: ‘Application of Safety Instrumented Systems for the process industries’; IEC 61508: ‘Funcional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems’ y IEC

61511: ‘Funcional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems for the process industry sector’ las indicaciones y recomendaciones necesarias para desarrollar los analisis de riesgo bien llamados SIL. El análisis SIL permitirá evaluar cuál es el nivel de seguridad, mediante la asignación del índice SIL (Safety Integrity Level) o nivel de integridad de seguridad exigible a cada una de estas SIFs, así como verificar que éstas cumplen los requerimientos de seguridad conformes a dicho nivel.

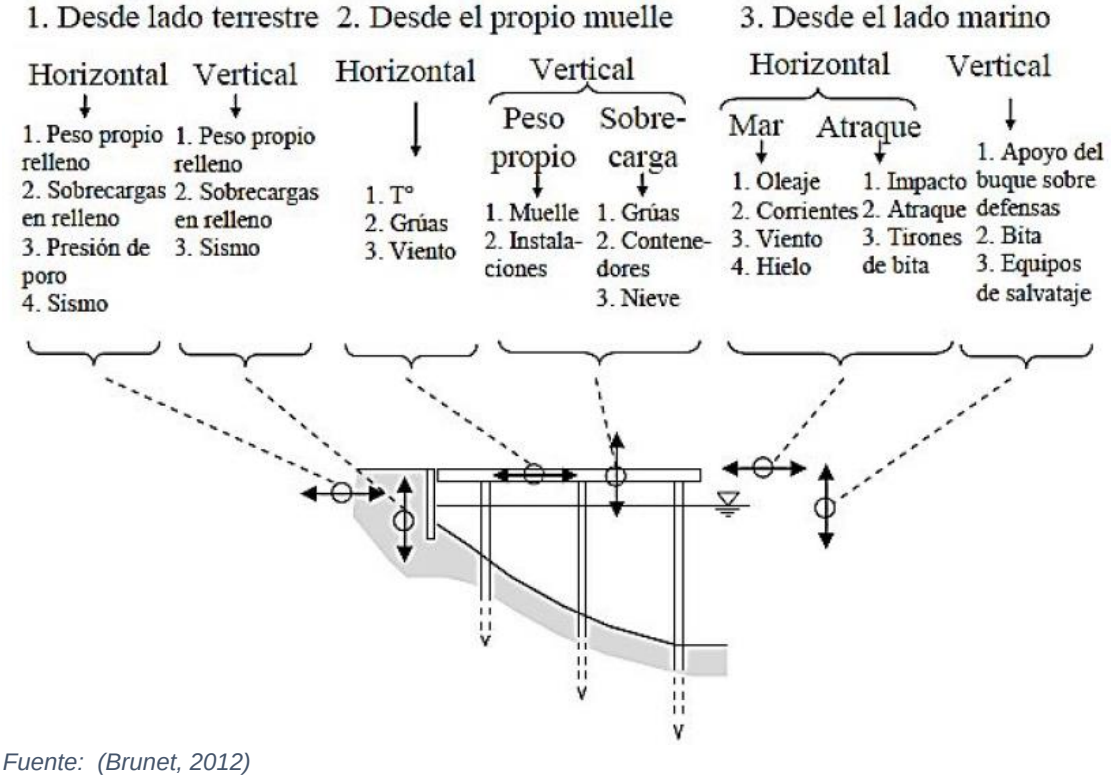
4. METODOLOGÍA

El trabajo final de graduación se enmarca en la elaboración de un Plan de Recuperación por desastres (DRP por sus siglas en inglés), el cual busca obtener una herramienta que permita acelerar el proceso de toma de decisiones para retomar el normal desarrollo de las actividades del puerto, para poder evaluar todos los tipos de fallas asociados a eventos descritos en el ANEXO 1, así también desarrollar cada uno de ellos títulos descritos en las tablas presente en el numeral 3, con su respectiva evaluación.

4.1 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS PRIORITARIOS DE UN MUELLE

El análisis se da comienzo desarrollando una identificación de todos los elementos que forman parte de la infraestructura portuaria. Estos elementos son los encargados de cumplir una o más funciones dentro de la cadena de valor operativo del terminal. Se presenta en el siguiente cuadro, un esquema desarrollado por (Brunet, 2012)el cual sintetiza correctamente todos los elementos y cómo estos actúan sobre un muelle pasando a ser parte integra de su infraestructura.

Ilustración 4-1 Cargas características en un muelle.



Fuente: (Brunet, 2012)

Al profundizar en el análisis presentado por Brunet 2012, sobre cada uno de los ítems descritos podemos comenzar a ampliar el listado de activos que pueden formar parte de la infraestructura del terminal de la siguiente manera:

Para efectos de explicar de mejor manera el entendimiento de las obras, se realiza una segmentación de los sistemas al evaluarlos en agrupaciones de infraestructura (Grupos) y luego por especialidad de tipología de obra (Subgrupo).

4.1.1 Lado Terrestre

Grupo	Subgrupo	Alcance
Obras Civiles	Rellenos	Encargado de generar las explanadas del trasdos donde se realizan las operaciones portuarias indirectas del barco.
Obras Civiles	Muros de contención	Encargada de contener los rellenos y su contacto con el agua, además de ser el encargado de soportar las cargas de presión que genera la operación portuaria.

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Muelle

Grupo	Subgrupo	Alcance
Equipos	Equipos móviles permanentes	Se refiere a grúas, tolvas, pórticos o grúas tipo pórtico (Rail Mounted Gantry) RMG, embarcadores y cualquier equipo de alto tonelaje que deba estar permanentemente en el muelle. En esta clasificación no entran los equipos móviles como grúas RTG, camiones de porteo u otro equipo que la norma NCH 2369 lo clasifique como sobrecarga temporal o carga en tránsito.
Estructuras	Losa, vigas	Se refiere al elemento estructural que soporta la operación portuaria directa con el barco, es decir lugar donde se realiza la

		transferencia Barco-Muelle.
Estructuras	Pilotes o pilas	Se refiere a los elementos estructurales que soportar la estructura de cubierta compuesta por Losas y Vigas y se encargan de transmitir las cargas operacionales y propias del muelle y puente de acceso a sus cimentaciones.
Estructuras	Torres, salas eléctricas, Salas de bombeo, Salas de operaciones.	Cualquier estructura fijada al área de muelle como torres de transferencias, torres de enfilación, salas de control, salas de bombeo, talleres u otra instalación que sea parte del proceso operacional de un terminal.
Trasiegos	líneas de productos líquidos	Corresponde a las líneas de cañerías que se encargan de realizar la transferencia de productos líquidos desde y hacia las naves.
Transportes	líneas de productos solidos	Corresponde a las líneas de transferencia del tipo Faja o Cinta Transportadora que se encargan de realizar la transferencia de productos solidos desde y hacia las naves.
Servicios	Electrico, agua y aire	Son los sistemas encargados de dar soporte a los procesos operacionales.
Obras Civiles	Rellenos de nivelación	Para instalaciones no transparentes, reutilizan regularmente obras en bases a rellenos controlados.
Elementos	Bitas y Defensas	Corresponden a todos los elementos necesarios para poder asegurar que la nave este bien adosada a la infraestructura portuaria. Su misión es sostener y aguantar la nave y sus eventuales impactos y movimiento a fin de asegurar la operación pueda ser concluido de forma segura.
	Frente de atraque	Corresponde al sector donde la nave queda atracada. El frente de atraque siempre deberá disponer de sus características originales de diseño para

		poder asegurar la correcta y segura operación de la nave.

Fuente: Elaboración Propia

4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

El presente capítulo explica cuáles son los riesgos que pueden existir sobre la infraestructura presentada en el numeral 184.1. Estos riesgos pueden ser clasificados debido a su generación así también su potencial impacto sobre la infraestructura, siendo el presente análisis basado en los conocimientos propios y los años de experiencia del autor en la materia.

La importancia de la correcta identificación de los riesgos sobre la infraestructura es clave para poder desarrollar los análisis de riesgo y planes de contingencia adecuados y enfocados en lograr correctamente el plan DRP.

Se procede a realizar en base a nuestra experiencia los principales riesgos que posee una terminal portuaria:

Tabla 4-1 Resumen de riesgos e impacto en base a consideraciones de diseño

Clasificación	Tipo de riesgo	Instalación Sismo Resistente	Instalación Antigua
Natural	Sismo	Bajo Impacto	Alto Impacto
Operacional	Explosión	Bajo Impacto	Alto Impacto
Operacional	Impacto[2]	Alto Impacto	Alto Impacto
Natural	Tsunamis[3]	Alto Impacto	Alto Impacto
Natural	Marejadas	Bajo Impacto	Alto Impacto
Operacional	Incendios	Bajo Impacto	Alto Impacto

Fuente: Elaboración Propia [4]

[2] Esto se debe a que ninguna instalación está diseñada para soportar el impacto de alguna nave por lo que sus efectos en cualquier caso serán devastadores.

[3] Esto se debe a que el efecto de arrastre de un Tsunami es devastador para cualquier instalación sea nueva o antigua, a excepción que se encuentre diseñada bajo un estándar de tsunami, el cual hace necesario que la zona de trabajo de losa nunca se vea expuesta a este tipo de efecto.

[4] La definición de infraestructura se presenta en el numeral 5.1

La clasificación de impacto es desarrollada en base a los siguientes supuestos:

- Bajo Impacto: Se refiere a la instalación que tendrá menos efectos devastadores debido a que sus criterios de diseño permiten eventualmente estar preparada para algunos de los eventos de riesgos anteriormente nombrados.
- Alto Impacto: Se refiere a la instalación que tendrá mayores efectos devastadores debido a que sus criterios de diseño son antiguos y no permiten eventualmente que las instalaciones estén preparadas para soportar eventos de riesgo ante lo cual, sus efectos serán devastadores.

Debido a que la construcción de terminales portuarios se hace cada vez más compleja en el tiempo debido a las altas barreras sociales y ambientales existentes en nuestro país, según opinión por la experiencia del autor, se hace necesaria poder asegurar la mayor y mejor versatilidad de las instalaciones existentes, por lo que es crucial desarrollar los estudios necesarios para lograr generar que los terminales existente, puedan ser capaces de soportar la demanda actual y futura, reduciendo los tiempos de inactividad que se puedan generar ante eventos de adversidad.

4.2.1 Análisis por tipo de riesgo

Los fallos producidos sobre la infraestructura y superestructura pueden ser de variados tipos, además pueden poseer variadas fuentes de generación. Lo importante en esta materia es conocer las causas del porqué se originan este tipo de fallas para validar cuál es la normativa que da cobertura a nivel de diseño para poder asegurar que la probabilidad de fallo sea la menor posible.

En gran parte, el tipo de fallas que se puede presentar sobre la infraestructura está relacionada con la especialidad civil-estructural, donde la normativa nacional está preparada fuertemente en esta materia, incluso estando a la vanguardia mundial en lo que tema sísmico se refiere. Otros tipos de fallas están relacionados a otras especialidades de servicios auxiliares, como lo son las áreas de ingeniería de cañerías, ingeniería eléctricas e ingeniería de control.

Para poder resumir y entender como visión general todos los eventuales problemas de fallas que se pueden generar en la infraestructura, se procede a numerar y detallar los distintos tipos de fallas clasificados para cada tipo de estructura que compone una instalación portuaria con su respectivo agente generador. Esto es presentado y resumido en la Tabla 4-2, una presentación detallada de

Tabla 4-2 Resumen de riesgos y fuentes de generación

N°	Riesgo	Tipología	Daño	Generador

		estructural		
1	estructural	Losa	Rotura & Falla	Sismo
2	estructural	Vigas	Rotura & Falla	Sismo
3	estructural	Pilotes	Rotura & Falla	Sismo
4	estructural	Suelo	Rotura & Falla	Sismo
5	estructural	Losa	Fisura	Oxido
6	estructural	Vigas	Fisura	Oxido
7	estructural	Pilotes	Fisura	Oxido
8	estructural	Superestructura	Rotura & Falla	Sismo
9	estructural	Equipamiento principal	Rotura & Falla	Sismo
10	estructural	Superestructura	Rotura & Falla	Oxido
11	estructural	Superestructura	Falla	Incendio
12	estructural	Equipamiento principal	Falla	Incendio
13	estructural	Losa	Fisura	Sobrecarga
14	eléctrico	Líneas eléctricas	Corte	Perdida de aislación
15	eléctrico	Tableros eléctricos	Corte	Perdida de aislación
16	Estructural-cañerías	Líneas de productos juntas	Falla	Mantención
17	estructural	Elementos de amarra	Falla	Operación
18	estructural	Infraestructura	Falla	Acción de la nave
19	estructural	Equipamiento principal	Falla	Acción propia del sistema
20	eléctrico	Líneas eléctricas	Corte	Tsunami
21	eléctrico	Superestructura	Fatiga	Tsunami
22	eléctrico	Falla en transformadores	Falla	Conexionado

Fuente: Elaboración Propia

Como complemento a la tabla anteriormente presentada, se desarrolló el ANEXO N°1 en el cual se presenta la tabla detallada con ejemplos de tipos de fallas sobre las instalaciones y sus respectivas explicaciones.

Una vez identificados todos los eventuales tipos de fallas, se procede a realizar el análisis sobre todas las normativas que abordan este tipo de problemas, en base a la definición de cuáles son las medidas necesarias de tomar para poder dar cobertura por diseño a las instalaciones, así asegurar la mayor probabilidad de no fallo.

4.2.2 Análisis de normativas para reducción de impactos por riesgos en infraestructura.

Para lograr lo anterior, se procede a ordenar cada uno de los riesgos identificados asociado a cada grupo de elementos evaluados y se asocia la norma respectiva que da cobertura a este tipo de riesgo. Esta variable deberá ser aplicada antes de la proyección de la instalación o en su defecto, durante la operación de ésta.

Diseño Corresponde a que las normativas a aplicar deben considerar su implementación a contar de la etapa de diseño de ingeniería. Regularmente en esta etapa se implementan talleres llamados HAZID (HAZard IDentification), la cual corresponde a un estudio formal para la identificación de peligros y riesgos, como así también los controles requeridos en una operación o instalación, y la evaluación de la aceptabilidad de dichos riesgos utilizando métodos tanto cualitativos como cuantitativos soportados en la normativa. El listado de normas se presenta en el ANEXO 3 del presente documento.

Verificación Corresponde a que las normativas a aplicar deben considerar la vida útil del terminal y te permitan identificar ante cualquier modificación que se deba realizar, la existencia de compatibilidad normativa así también, evaluación de la infraestructura original en función de la actualización normativa.

Explotación Corresponde a que las normativas a aplicar deben considerar su implementación a contar de la etapa de operación o explotación de las instalaciones. Este periodo se extiende desde el inicio de operación del proyecto hasta su etapa de cierre. Regularmente en esta etapa se implementan talleres llamados HAZOP (HAZard OPeration), el cual es soportado por la norma OHSAS 18001, el cual identifica todos los riesgos que puedan generar accidentes, los riesgos o los problemas se producen por una desviación de las variables comparadas con los parámetros normales dentro de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo que establece la empresa durante una etapa determinada.

Para resumir lo anteriormente presentado, se esboza en la Tabla 4-3 el análisis de la normativa aplicada y la indicación de que etapa de proyecto se aplica:

Tabla 4-3 Resumen de riesgos y normativas aplicadas. (Elaboración Propia)

N°	Tipología estructural	Generador	Normativa Aplicada	Etapa de aplicación
1	Losa	Sismo	Nch-2369	Diseño y Verificación
2	Vigas	Sismo	Nch-2369	Diseño y Verificación
3	Pilotes	Sismo	Nch-2369	Diseño y Verificación
4	Suelo	Sismo	Nch-2369	Diseño y Verificación
5	Losa	Desgaste	Plan mantención (*)	Explotación
6	Vigas	Desgaste	N/A	Explotación
7	Pilotes	Desgaste	N/A	Explotación
8	Superestructura	Sismo	Nch-2369	Diseño y Verificación
9	Equipamiento principal	Sismo	Nch-2369	Diseño y Verificación
10	Superestructura	Desgaste	N/A	Explotación
11	Superestructura	Incendio	NFPA /	Diseño y Verificación
12	Equipamiento principal	Incendio	NFPA /	Diseño y Verificación
13	Losa	Sobrecarga	Nch-2369 / Plan operacional	Explotación
14	Líneas eléctricas	Perdida de aislación	Reglamento de Instalaciones de Consumo de Electricidad	Diseño y explotación
15	Tableros eléctricos	Perdida de aislación	Reglamento de Instalaciones de Consumo de Electricidad	Diseño y explotación
16	Líneas de productos juntas	Mantención	DS-160 ASME	Diseño y explotación
17	Líneas de productos líneas	Mantención	DS-160 ASME	Diseño y explotación
18	Elementos de amarra	Operación	DGTM A-31/002	Explotación
19	Infraestructura y Equipamiento Principal	Acción de la nave	Cumplimiento plan de maniobras	Explotación
20	Superestructura	Tsunami	N/A	Explotación
21	Falla en transformador	Conexionado	Reglamento de Instalaciones de Consumo de Electricidad	Explotación

Fuente: Elaboración Propia

4.3 IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE COBERTURAS DE SEGUROS

En el caso de que un siniestro genere pérdidas a los activos como a la operación misma. En el mercado existen diferentes tipos de seguros, siendo que, en el presente trabajo, solo se enfocará en seguros para activos fijos, que brindan protección contra pérdidas y daños. A continuación, se menciona algunos de los seguros más comunes para activos fijos, según expone (Revenga, 2012)

- **Seguro Todo Riesgo Daños Materiales (TRDM):** Este tipo de seguro cubre los daños o pérdidas materiales a los activos fijos, como edificios, maquinaria, equipos, mobiliario, etc. Puede cubrir eventos como incendios, inundaciones, terremotos, robos, entre otros.

- **Seguro de Responsabilidad Civil (RC)**: Este seguro protege a la empresa en caso de que un tercero sufra daños o lesiones como resultado de los activos fijos de la empresa.

- **Seguro de Interrupción de Negocios (ALOP):** Este seguro cubre las pérdidas financieras que una empresa puede sufrir debido a la interrupción de las operaciones causada por daños a los activos fijos. Por ejemplo, si un incendio destruye una fábrica y la empresa no puede seguir produciendo, este seguro cubriría los ingresos perdidos mientras se restablece la operación.

- **Seguro de Responsabilidad del Operador Portuario:** Este seguro es específico para los operadores portuarios y cubre los riesgos relacionados con sus actividades y responsabilidades en el muelle. Puede incluir daños a las embarcaciones, contaminación del medio ambiente, reclamaciones de terceros y otros riesgos similares.

Es importante tener en cuenta que la disponibilidad y las características de los seguros pueden variar según el país y la aseguradora, por lo que para cada tipo de instalación que se esté evaluando proyectar una cobertura, deberá realizar un detallado estudio de coberturas y validación de riesgos. Regularmente, estas son desarrolladas por empresas especializadas en seguros llamados Broker o corredor de seguros.

Es importante tener en consideración que cada vez que un terminal genere cambios a sus instalaciones, ejemplo incrementando su infraestructura o cambiando sus procesos, debe informar a su corredor de seguros de tal manera que se actualicen las matrices de evaluación de riesgos con el objeto de revalidar las coberturas.

Según lo expuesto por (Revenga, 2012), cuando estas coberturas superan un monto determinado predefinido contrato a contrato por la compañía aseguradora (cobertura máxima Individualizada, como generalmente es en el caso de las instalaciones portuarias), las compañías de seguros operarán con compañías internacionales reaseguradoras las cuales también patrocinarán las coberturas de tal manera de diversificar el riesgo. Regularmente, para este tipo de instalaciones (Portuarias) debido a su alto grado de intensidad en CAPEX de infraestructura y altos costos generados por perdidas operacionales (Lucro cesante), trabajan con empresas reaseguradoras.

Es importante tener en cuenta que los reaseguradores no brindan cobertura directa a los muelles, sino a las compañías de seguros que aseguran los riesgos asociados a este tipo de instalación. Estas compañías de seguros son las que proporcionan pólizas específicas para cubrir los daños a los muelles y otras estructuras portuarias.

En resumen, todo terminal deberá desarrollar un análisis a sus instalaciones y demostrar que poseen sus riesgos controlados. Con esto, solicitan a empresa Broker presentar estudios que respalden los análisis de seguridad e integridad de las instalaciones. La compañía de seguros finalmente emite cobertura y a su vez, regularmente sale al mercado financiero a reasegurarse frente a los riesgos de cada compañía. Finalmente, los reaseguradores pueden cubrir los daños en los muelles a través de acuerdos de reaseguro con compañías de seguros.

También hay que tener en cuenta que en varios casos donde la instalación portuaria siniestrada posee un alto grado de operación, es decir maneja gran cantidad de productos, los efectos de perdidas por lucro cesante o pérdidas financieras pasan a ser sustancialmente mayores a las que pueden significar las perdidas por Riesgos de Materiales, por lo que los efectos de cómo armar los paquetes de coberturas deberá ser especializado para cada terminal.

Anualmente, cada terminal o puerto debe presentar sus riesgos y las medidas de contención / mitigación que dispone para poder lograr sea asegurada, en workshop los cuales son validados por organismos técnicos neutrales llamados Organismos Liquidadores de Siniestros.

4.4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN PLAN DRP

Se presenta en la siguiente sección del documento, el análisis metodológico desarrollado para asegurar la correcta evaluación del procedimiento así también el cumplimiento a los requisitos mínimos para lograr tener cubiertas las acciones mínimas necesarias para asegurar la continuidad operacional.

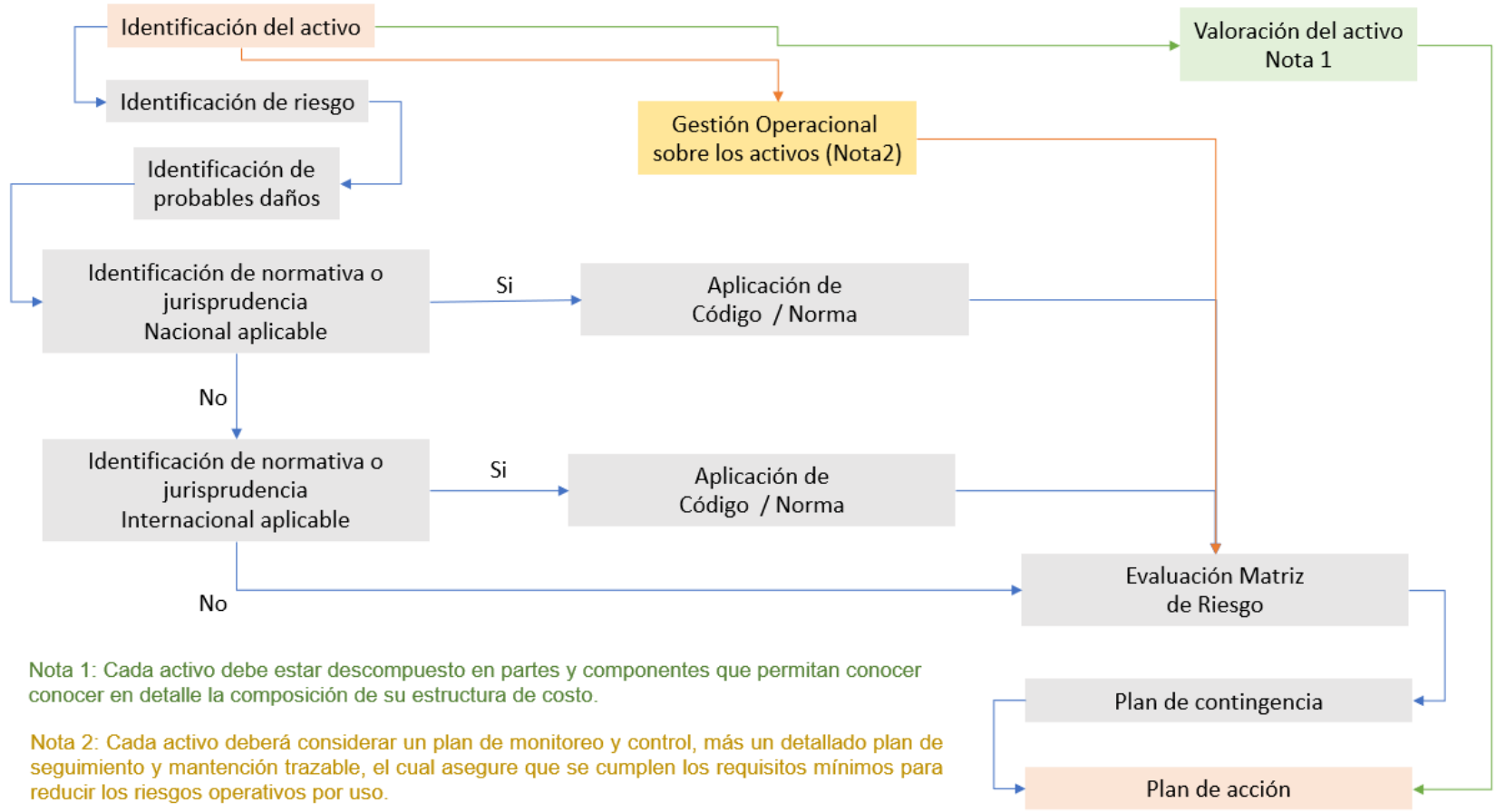
Esta metodología desarrollada está basada en la correcta evaluación del activo, la gestión propia que se hace su horizonte de uso así también, los riesgos que

pueden afectarlo y la contrastación con la normativa nacional e internacional que dan cobertura de uso.

Con todo lo anteriormente evaluado, para cada activo se debe desarrollar la matriz de riesgo respectiva la cual ayude a identificar los planes efectivos a seguir desde el punto de vista de continuidad operacional con "*Plan de Contingencia"* y plan de restitución del activo de forma acelerada mediante la implementación de "*Plan de Acción"*.

Se ha desarrollado en la Tabla 4-4, el diagrama de flujo que defino los procesos necesarios de cumplir para lograr evaluar los 4 pilares estratégicos definidos para poder implementar el DRP.

Tabla 4-4 Diagrama de evaluación de activos para asegurar implementar rápidamente DRP

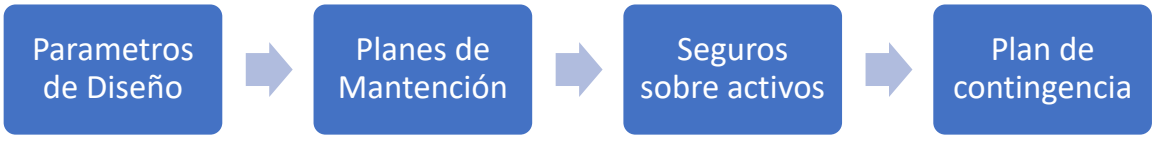


Fuente: Elaboración Propia

5. RESULTADOS

Los resultados esperados para el desarrollo del presente estudio involucran comprender que las variables serán segmentadas en los 4 pilares estratégicos del DRP. Estos subapartados los cuales son descritos a continuación:

Ilustración 5-1 PILARES ESTRATÉGICOS DRP.



Fuente: Elaboración Propia

- El primero aborda todas las medidas necesarias de considerar al momento de diseñar una instalación.
- El segundo aborda las actividades que se deban desarrollar sobre los activos diseñados y construidos, a los cuales se les debe mantener para mantener su integridad física y funcional.
- El tercero se enmarca en las coberturas que deba tener una compañía sobre sus activos a fin de poder abordar
- El cuarto atiende con las acciones necesarias de tomar en el caso de que existan eventuales problemas sobre los activos, a fin de poder restaurar el activo de forma inmediata así también la operación para asegurar la continuidad operativa y disminuir la resiliencia operacional.

Resolviendo los puntos anteriores, es posible asegurara fácilmente poder implementar el DRP de forma fácil y sistematizada, debido a que todas las variables necesarias para lograrlo ya están identificadas por la organización.

Para abordar cada uno de los puntos antes expuestos, se procede a detallar en los siguientes apartados cada uno con detalles:

5.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Según se expresa en el documento ingeniería Antisísmica (Estructuras y Geotécnia, s.f.), según indica “Debido a la gran actividad sísmica de nuestro país y debido a los reiterados eventos ocurridos en nuestras costas, se catalogará como estructuras con diseño sismorresistentes todas aquellas que han sido construidas posterior a 1985. Esto debido a que en ese episodio (Terremoto de 1985) se obtienen en Chile los primeros registros de un evento sísmico de gran severidad. Con esta información se comienza a desarrollar en 1986 las técnicas de aislación sísmica para el diseño sismo-resistente de estructuras”. Lo anterior genera que en

el año 2003 se oficializa la primera versión de la norma NCh 2369, Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones (Industriales).

Como se explicó anteriormente, esto da a entender que existen 2 tipos de terminales indistintamente sea su tipología constructiva la que, por sí, ya hacen muy variadas unas con otras. Ante lo anterior mencionamos lo siguiente

- **Infraestructura antigua:** Corresponden a los terminales que fueron construidos durante el periodo previo a la aplicación de las normativas sísmicas actuales salvo por algunos casos de terminales privados los cuales fueron construidos por normativas sísmicas internacionales. (2 casos particulares)
- **Infraestructura sismo-resistente:** Corresponden a aquellos terminales construidos posterior a la aplicación de la normativa sísmica en sus diseños estructurales.

Se describe en la Tabla 5-1, el listado de terminales y puertos existentes en chile, en donde se presenta el ejemplo de que instalaciones se encuentran mas expuestas a fallo de infraestructura, por poseer infraestructura con parámetros de diseño obsoletos:

Tabla 5-1 Tabla de terminales portuarios comerciales existentes en Chile

N	Región	Puertos	Tipo de carga	Terminales	Tipo Infraestructura
1	1	ARICA	General	PUERTO ARICA (*)	Antigua
2	1	IQUIQUE	General	PUERTO IQUIQUE (*)	Antigua
3	1	PATACHE	Mineral	COLLAHUASI+QB2	Sismo-Resistente
4	1	PATILLOS	Mineral	K+S	Sismo-Resistente
5	2	ANTOFAGASTA	General	PUERTO ANTOFAGASTA (*)	Antigua
6	2	CALETA COLOSO	Mineral	ESCONDIDA	Antigua
7	2	MEJILLONES	Mineral/Granel	Interacid; Mejillones; GNL; Oxiquim; Enaex; Terquim	Sismo-Resistente
8	2	MICHILLA	Mineral/Granel	AMSA	Sismo-Resistente
9	2	PUERTO ANGAMOS	General	CODELCO/ULTRAMAR	Sismo-Resistente
10	2	TOCOPILLA	Mineral/Granel	SQM (*); ECL	Antigua
11	3	CALDERA	General	Padrones; CONSORCIO	Antigua
12	3	CHAÑARAL / BARQUITO	Mineral/Granel	CODELCO	Antigua

13	3	HUASCO / GUACOLDA	Mineral/Granel	CPM; AES	Antigua
14	4	COQUIMBO	General	Coquimbo (*)	Sismo-Resistente
15	4	GUAYACÁN	Mineral/Granel	CPM	Sismo-Resistente
16	4	LOS VILOS	Mineral/Granel	PUNTA CHUNGOS	Sismo-Resistente
17	5	QUINTERO	Granel Liquido	ENAP; CONSORCIO; OXIQUIM	Sismo-Resistente
18	5	SAN ANTONIO	General	PUERTO SAN ANTONIO (*)	Sismo-Resistente
19	5	VALPARAÍSO	General	PUERTO VALPARAISO (*)	Antigua
20	5	VENTANAS	Mineral/Granel	VENTANAS (**)	Sismo-Resistente
21	8	CORONEL	General	Coronel; Cabo Froward; Oxiquim	Sismo-Resistente
22	8	LIRQUÉN	General	Lirquén	Sismo-Resistente
23	8	PENCO	Granel	Penco	Antigua
24	8	SAN VICENTE	General	EMPRESA PORTUARIA SVT; CAP (**)	Sismo-Resistente
25	8	TALCAHUANO	General	EMPRESA PORTUARIA SVT	Sismo-Resistente
26	9	CORRAL	Granel	Puerto Corral	Sismo-Resistente
27	10	CALBUCO	Granel	Puerto Calbuco	Sismo-Resistente
28	10	PUERTO MONTT	General	Empresa Portuaria Puerto Mont	Sismo-Resistente
29	11	CHACABUCO / PUERTO AYSÉN	General	Empresa Portuaria Chacabuco	Sismo-Resistente
30	11	NATALES	General	Terminal Puerto Natales	Sismo-Resistente
31	12	CABO NEGRO	Granel	METHANEX	Sismo-Resistente
32	12	PUERTO WILLIAMS	General	EPA Austral	Antigua
33	12	PUNTA ARENAS	General	EPA Austral (*)	Sismo-Resistente

Fuente: Elaboración Propia

(*) Corresponde a todos los terminales con infraestructura ANTIGUA o que aún mantienen dentro de sus activos obras construidas previo a la normativa sistema. El resto de los terminales se considera SISMO-RESISTENTES.

(**) Los terminales fueron construidos con Normativa Americana, por lo que han sido sustancialmente sobredimensionados para la época en la que se construyó. Esto les ha permitido ante las sucesivas actualizaciones de la norma chilena, permanecer siempre dentro de parámetros sísmicos adecuados.

El hecho de que aun existan instalaciones sin diseño sismorresistentes hace mención que todas las instalaciones que no están bajo estos parámetros de diseño son las más propensas a colapsar. Así también, estas tienen mayor riesgo de presentar fallas ante un evento sísmico ya sea de mediana o gran intensidad (>7.5° Richter). Muy por el contrario, todas las instalaciones que han sido diseñadas con el uso de la normativa NCH2369, en los eventos sísmicos posteriores al ocurrido en 1985, ha sido capaces de sortear sin mayores problemas estos embates siendo capaces en su mayoría, de asegurar una continuidad operativa en sus procesos.

Ahora bien, existen terminales que se han construidos en etapas siendo algunas de estas previo a la aplicación de la norma como otras posterior a la publicación de esta. En este caso, se ha presentado claramente áreas más afectadas que otras, durante la ocurrencia de un sismo.

Este es el caso de lo ocurrido en la bahía de San Vicente, donde el frente de atraque de dicho terminal fue construido bajo los parámetros de la norma, pero la zona de soporte (trasdós) no. Esto repercutió que toda la zona de soporte fuese gravemente afectada al momento de ocurrir el sismo presentado grandes y graves daños, afectando la operación del terminal.

Posterior al sismo del 27F (2010), a la empresa portuaria en base a la utilización de medidas especiales retomar sus operaciones en un periodo acotado de tiempo, pese a disponer gran parte de sus explanadas dañadas.

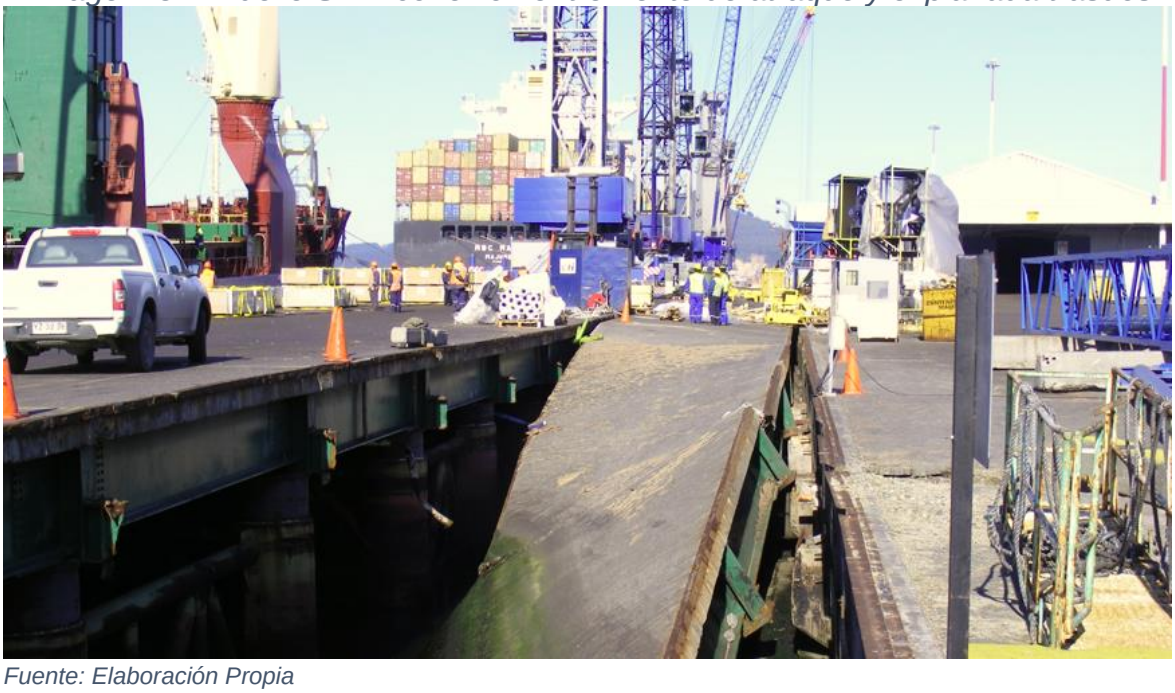
Se presenta en la Imagen 5-1, una fotografía tomada 5 meses después del siniestro, donde se aprecia que el frente de atraque se observa sin mayores problemas.

Imagen 5-1 Frente de atraque SVTI posterior al terremoto 2010

Fuente: Elaboración Propia

En el mismo periodo de tiempo, se presenta en la Imagen 5-2, la condición en la cual se encontraba operando en el terminal, es su área antigua tras el frente de atraque. En la imagen se observa que la actividad portuaria se mantenía permanente pese a que sus instalaciones aún permanecían dañadas.

Imagen 5-2 Muelle SVTI conexión entre frente de atraque y explanada trasdós



Fuente: Elaboración Propia

Se desprende del presente análisis que siempre que un terminal cumpla a cabalidad todas las condiciones de diseño nacional, en el marco de estructuras sismorresistentes, así también en cumplimiento de especificaciones constructivas se podrá asegurar que la probabilidad de falla de una terminal y los efectos consecuenciales que le suceden se pueden contener de manera eficaz.

Ahora bien, este ejemplo es aplicable a otras áreas donde la aplicabilidad de las indicaciones normativas ayuda a prevenir que los daños sobre la infraestructura sean potencialmente graves, como lo es la aplicabilidad de las normas de diseño y construcción en todas sus especialidades. Se presenta en el anexo 3 un resumen de las normativas nacionales e internaciones necesarias a considerar para dar cobertura a la construcción de una instalación portuaria ya sea para cualquier tipo de producto y en cualquiera sea la especialidad que se esté proyectando.

5.2 PLANES DE MANTENCIÓN

Para poder asegurar durante la variable tiempo la integridad de las instalaciones además para llevar el control de los activos que forman parte de las instalaciones, el presente capítulo desarrolla los conceptos necesarios para poder lograr el control de los procesos productivos de un puerto, minimiza los riesgos de falla, así como los riesgos de seguridad del personal y del medio ambiente.

Para esto se describen los criterios, metodologías, procedimientos, protocolos y responsabilidades para atender las tareas asociadas al mantenimiento de todos los activos un terminal en el marco de desarrollo del presente estudio.

El objetivo es generar un estándar aplicable a todos los activos e instalaciones de un terminal, de manera tal de servir como guía y herramienta para identificar y ejecutar los procedimientos de mantención.

Para lo anterior, se deben clasificar los activos en diferentes categorías que permiten conocer la naturaleza del equipo e instalaciones, así como el rol que ocupa dentro de los procesos productivos del puerto. También se definen los criterios para la evaluación de riesgos asociados al funcionamiento de cada uno de ellos y su criticidad en relación con el impacto que genera su eventual falla.

Se deben plantear las estrategias de mantención aplicadas mediante la definición de responsabilidades, el control del proceso de mantenimiento mediante software tipo ERP. Se proponen, además, herramientas de mejora continua, análisis de causa raíz, mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).

El PM debe estar sujeto a revisión periódica debido a las medidas de mejora continua que se puedan implementar para aumentar la eficiencia y confiabilidad de cualquier proceso asociado al mantenimiento de los activos de cualquier terminal.

En consecuencia, los objetivos específicos de la aplicación del plan descrito en el presente apartado se pueden resumir en los siguientes:

- Definir la estrategia estructural del área de mantenimiento.
- Garantizar la integridad de los activos.
- Definir procesos necesarios para asegurar el control trazable de las actividades que se desarrolla en el área de mantenimiento.
- Garantizar la disponibilidad de las instalaciones y equipos.
- Reducir la ocurrencia de fallas y aumentar la disponibilidad de los activos.
- Aumentar la vida útil de los activos.
- Mantener los indicadores de gestión (KPIs) dentro de los objetivos establecidos.
- Definir roles y responsabilidades.
- Definir la estrategia de interacción con las otras áreas.

- Definir los procesos y procedimientos de control y supervisión del área de mantenimiento.
- Ordenar y clasificar los equipos y sistemas de forma estratégica para generar una visión general (overview).
- Definir criticidad de equipos y sistemas.
- Además, se deberán cumplir con los estándares ISO adoptados por la terminal, en relación con el cuidado del medioambiente y la seguridad del personal.

Lo anterior, permite desarrollar una tabla aplicada con recomendaciones de mantención que se deben llevar adelante sobre la infraestructura portuaria, las cuales deben ser abordadas dentro de cada plan de mantención de infraestructura.

Tabla 5-2 Infraestructura y tipos de planes de mantención recomendados

N	Equipo	Alcance de mantención
1	Losa	Verificar que no existan fisuras o grietas. En caso de existir, se debe reparar
2	Vigas	Hormigón: Verificar estado de grietas o fisuras Acero: Verificar estado de corrosión en cuerpo y conexiones
3	Pilotes	Encamisado H: Verificar estados de hormigones Acero: Medición de espesores y elementos de conexión Hormigón: Verificar estado de los hormigones.
4	Suelo	Verificar condiciones de asentamientos y verificar condiciones de variabilidad de los estratos superficiales
5	Superestructura	Acero: Medición de espesores y elementos de conexión. Hormigón: Verificar estado de los hormigones.
6	Equipamiento principal	Acero: Medición de espesores y elementos de conexión. Verificación mecánica de equipos y verificación de vibraciones en sistemas. Pauta de seguimiento según Circular 031
7	Líneas eléctricas y tableros	Verificación de estados de equipos según pautas de inspección SEC
8	Líneas de productos juntas y líneas	Acero: Medición de espesores y uniones mediante sistemas de amplia cobertura (Ondas guiadas), según pautas de revisión ASME B31-3
9	Elementos de amarra	Verificación de grietas, deformaciones o desgastes avanzados.
10	Falla en transformador	Verificación de componentes del sistema.

Fuente: Elaboración Propia

5.3 SEGUROS SOBRE ACTIVOS

La materia de aseguramiento a las instalaciones portuarias es bastante compleja de abordar. Hoy no existen clausulas específicas que permitan poder tomar coberturas para instalaciones portuarias por defecto. En los mercados, incluso existiendo pólizas de amplia cobertura como los son las pólizas de Todo Riesgo Daños Materiales (TRDM) que en Chile es llamada Todo Riesgo daño Físico, (TRDF), en su apartado de Condiciones Generales explicita que no da cobertura a instalaciones portuarias conjuntamente, tiene otras variadas exclusiones debido a sus restricciones, sea cual sea la compañía de seguros.

Eventos como el ocurrido en Beirut, donde un terminal portuario estalló debido a una mala gestión operacional de cargas explosivas devastó tanto las instalaciones como la misma ciudad, hacen que cada terminal deba ser trabajo con consideraciones especiales para evaluar sus riesgos y validar sus procesos, previo a poder ser asegurado por cualquier empresa aseguradora.

Imagen 5-3 Terminal Portuario BEIRUT

Fuente: Porta WEB (Agency, 2023)

La necesidad de poder abordar estos riesgos requiere que previo al otorgamiento de una póliza, la compañía de seguros desarrolle un DUE DILLIGENCE técnico para identificar las brechas de riesgo que pueda sostener una terminal portuaria y evaluar la probabilidad de algun evento catastrófico. Regularmente, la compañía recomienda a las terminales al identificar las brechas, implementar mejoras para así poder reducir los riesgos durante el periodo que el seguro este operativo.

Además, al realizar la identificación de estas brechas, también la compañía adapta las pólizas a las condiciones del riesgo de la terminal y prepara cada cuenta con las Condiciones Particulares dejando de lado las condiciones generales de las pólizas. Es decir, si tienes instalaciones marítimas tienes que reflejarlas en la póliza, poner las sumas aseguradas correctas y cubrir lo que te interesa como pueden ser:

- Incendios,
- Sismos,
- Rotura de maquinarias,
- Daños eléctricos, daños electrónicos,
- Embates de mar,
- Daños medio ambientales,
- Responsabilidades Civiles y Patronales entre otras.

Además, se debe entender que las pólizas siempre podrán cubrir solo daños debidos a eventos súbitos, accidentales e imprevisibles. Las aseguradoras nunca asegurarán fallas por la falta de mantenimiento así también ninguna póliza del mundo te va a cubrir daños producidos de manera lenta y gradual como pueden ser desgastes por uso, corrosión erosión. Entre otros agentes que actúan durante el tiempo de vida de una instalación.

Los montos de cobertura de cada póliza será la que negocie cada empresa, y para poder realizarlo, se recomienda sea siempre asesorado por algún especialista en la materia el cual permita armar un paquete de cobertura adecuado llegando a un buen balance entre grado de cobertura y prima anual a pagar.

Una manera de bajar el costo de las primas de pago, es que al momento de presentar los requerimientos de cobertura, se presenten todos los descritos en la presente memoria como los son los planes de mantenimiento de las instalaciones singulares, las que no son estándar, las medidas de prevención y seguridad y todos los respaldos para asegurar que la instalación se encuentra protegida y será atendida con las medidas que se merecen para asegurar su integridad, la de la vida de quienes las operan así también la continuidad operacional de la planta.

Para sintetizar de mejor forma la aplicabilidad de los seguros sobre las instalaciones portuarias en evaluación, se presenta la Tabla 5-3 adjunta donde detalla para cada tipo de daño con su respectiva póliza y condiciones de apalancamiento.

Tabla 5-3 Tabla general de tipos de cobertura sobre riesgos

N°	TIPOLOGIA	GENERADOR	COBERTURA	REQUERIMIENTO
1	Losa	Sismo	Todo Riesgo Daños Físicos	Activar Condiciones Particulares
2	Vigas	Sismo	Todo Riesgo Daños Físicos	Activar Condiciones Particulares
3	Pilotes	Sismo	Todo Riesgo Daños Físicos	Activar Condiciones Particulares
4	Suelo	Sismo	Todo Riesgo Daños Físicos	Activar Condiciones Particulares
5	Losa	Desgaste	No asegurable	Requiere plan especial
6	Vigas	Desgaste	No asegurable	Requiere plan especial
7	Pilotes	Desgaste	No asegurable	Requiere plan especial
8	Superestructura	Sismo	Todo Riesgo Daños Físicos	Activar Condiciones Particulares
9	Equipamiento principal	Sismo	Todo Riesgo Daños Físicos	Activar Condiciones Particulares
10	Superestructura	Desgaste	No asegurable	Requiere plan especial
11	Superestructura	Incendio	Todo Riesgo Daños Físicos	Activar Condiciones Particulares
12	Equipamiento principal	Incendio	Todo Riesgo Daños Físicos	Activar Condiciones Particulares
13	Losa	Sobrecarga	No asegurable	Requiere plan especial
14	Líneas eléctricas	Perdida de aislación	No asegurable	Requiere plan especial
15	Tableros eléctricos	Perdida de aislación	No asegurable	Requiere plan especial
16	Juntas de productos	Mantención	No asegurable	Requiere plan especial
17	Líneas de productos líneas	Mantención	No asegurable	Requiere plan especial
18	Elementos de amarra	Operación	No asegurable	Requiere plan especial
19	Infraestructura	Acción de la nave	Todo Riesgo Daños Físicos	Activar Condiciones Particulares
20	Equipamiento principal	Acción de la nave	Todo Riesgo Daños Físicos	Activar Condiciones Particulares
21	Líneas eléctricas	Tsunami	Todo Riesgo Daños Físicos	Activar Condiciones Particulares
22	Superestructura	Tsunami	Todo Riesgo Daños Físicos	Activar Condiciones Particulares
23	Falla en transformador	Conexionado	No asegurable	Requiere plan especial

Fuente: Elaboración Propia

ACTIVAR CONDICIONES PARTICULARES: Se refiere a que las condiciones particulares deberán ser levantadas entre el dueño de la instalación y la compañía de seguros, de tal modo de poder levantar las restricciones generales implementando una serie de medidas especiales para poder validar los riesgos así también los montos asegurados. Las condiciones particulares requerirán la implementación de los planes de mantención y su adecuado control durante la vida útil del proyecto. Esta es una condición obligatoria para poder levantar la cobertura sobre cualquier terminal.

REQUERIMIENTO PLAN ESPECIAL: Cada empresa portuaria deberá presentar en su aseguradora, los planes de mantención y seguimiento que se disponen sobre las instalaciones, de manera de asegurar que se lleva un control sobre los activos para poder reducir los riesgos futuros. No obstante lo anterior, este no es un requisito obligatorio requerido para poder asegurar una terminal.

5.4 PLANES DE CONTINGENCIA

Para comprender que es y para qué sirve un plan de contingencia, nos referimos a lo expuesto por la Organización Cruz Roja Internacional y que es la explicación generalizada de Planes de Contingencia (En adelante PC):

“La planificación de contingencias es una herramienta de gestión que involucra a todas las partes de una organización.”

“Hacer un plan de contingencia implica tomar varias decisiones como organización antes de que ocurra una emergencia. Estas decisiones van desde cómo administrar los recursos humanos y financieros, cómo coordinar mejor internamente y con los socios, y qué procedimientos de comunicación poner en marcha.”, entre otras variables adicionales necesarias.

Lo anterior, permite responder las siguientes 3 preguntas cruciales necesarias de comprender para verificar estado de preparación de cualquier organización sobre los activos y sus procesos productivos.

- ¿Qué va a pasar? Identificación de los riesgos.
- ¿Qué vamos a hacer al respecto? Como se prepara el terminal
- ¿Qué podemos hacer para prepararnos? Que PC disponemos.

A menudo se utiliza cuando existe una amenaza o peligro específico que probablemente afecte a una organización. Pero también es importante considerar escenarios menos probables y desarrollar planes de contingencia.

En consecuencia, la correcta forma de identificar los riesgos es desarrollando los estudios de riesgo sobre las infraestructuras que permita esclarecer cuales son los eventuales riesgos que pueda sostener la operación y específicamente la infraestructura del terminal, la que ante la necesidad de verse afectada pueda generar detenciones operacionales los cuales pueden afectar gravemente el negocio.

Ante lo anterior, se ha procedido a desarrollar una matriz primaria de riesgos-consecuencias que pueden afectar los elementos principales de infraestructura que componen un terminal además de explicar cuáles son los planes que debe disponer para poder asegurar una reacción adecuada ante un evento adverso:

Tabla 5-4 Infraestructura, riesgos y planes de contingencia generales a disponer

N°	Tipología estructural	Generador	Plan de mitigación	Plan de Contingencia
1	Losa; Vigas	Sismo	Cumplimiento normativo sísmico	Plan de reparación/sustitución
2	Pilotes	Sismo	Cumplimiento normativo sísmico	Plan de sustitución Plan de operación alternativo
3	Superestructura	Sismo	Cumplimiento normativo sísmico	Plan de reparación/sustitución
4	Equipamiento principal	Sismo	Cumplimiento normativo sísmico	Plan de sustitución mayor Plan de operación alternativo
5	Superestructura	Incendio	Cumplimiento de normativa control	Plan de reparación/sustitución Plan de operación alternativo
6	Elementos de amarra	Operación	Plan de maniobras	Plan de sustitución
7	Infraestructura	Acción de la nave	Plan de maniobras	Plan de restitución mayor Plan de operación alternativo
8	Líneas eléctricas	Tsunami	Cumplimiento normativo SEC	Plan de recuperación / sustitución
9	Falla en transformador	Conexionado	Sistemas de protección al equipo	Plan de sustitución

Fuente: Elaboración Propia

Según lo expuesto en la tabla anterior, se procede a detallar cada plan de manera general según sea expuesto su alcance:

- **Plan de reparación:** Se refiere al plan que debe ser generado para poder reparar los elementos dañados ante un evento generador. Este tipo de solución dependiendo de la magnitud, podrá ser ejecutado de forma inmediata o podrá ser desarrollado como un evento de reparaciones mayores.
- **Plan de sustitución:** Se refiere al plan que debe ser generado para poder cambiar los elementos dañados ante un evento generador. Este tipo de solución dependiendo de la magnitud, podrá ser ejecutado de forma inmediata o podrá ser desarrollado como un evento de sustituciones mayores.
- **Plan de sustitución mayor:** Cuando en el caso anterior, el plan de reparación o sustitución pasa a ser extendido en el tiempo, se le llama plan de sustitución mayor. Al momento de aplicar este plan, implica que la instalación quedará detenida durante este periodo por lo que se debe implementar plan de operación alternativo a fin de reducir los impactos operacionales.
- **Plan de recuperación**: Corresponde a eventos donde la infraestructura sea dañada de forma masiva pero sus elementos no han sufrido de forma catastrófica, lo que permite recuperar sistemas aplicando planes de forma estratégica reduciendo plazos y acotando costos.
- **Plan de operación alternativo**: Para todos los riesgos que generen paralizaciones extendidas en el tiempo, cada terminal deberá desarrollar un plan que permita atender las cargas de manera alternativa. Estos planes podrán ser desarrollados ya sea de forma interna, por sus clientes o de forma conjunta. En cualquier escenario, el peor caso será desarrollar acuerdos con otros terminales para que se permita atender las cargas durante los periodos de sustitución mayor y recuperación de la infraestructura. Estos planes estarán vigentes hasta que el terminal pueda retomar su condición de operación normal.[5]

Explicados cada uno de los planes, se debe desatacar que cada terminal debe desarrollar su plan en base a cada una de sus necesidades y características del entorno social, logístico y comercial. Cada plan debe ser hecho a la medida y realidad de cada necesidad por lo que ningún plan es igual a otro. Lo anterior genera la problemática de que estos no se pueden estandarizar, pero si es posible

[5] Llegar a este punto, puede significar un riesgo comercial debido a que abre la opción a que la competencia pueda hacerse de los negocios del terminal siniestrado.

que posean los mismos niveles de estructuración general para que posean la misma lógica de evaluación.

Como un ejemplo en esta materia, se presenta el caso de Puerto Ventanas. El terminal fue afectado por un incendio ocurrido a sus instalaciones el 22-12-2022, el cual fue un fenómeno intempestivo apalancado por los vientos reinantes en el sector y que generó daños al corazón propio de los sistemas productivos del terminal, según se observa en la Imagen 5-4, donde se muestra a todas las cintas transportadoras que ingresan al muelle están siendo atacadas por el fuego.

Imagen 5-4 Muelle PVSA Incendio 22-12-2022

Fuente: Elaboración Propia

Este hecho generó que se activaran todos los planes de contingencia que disponía el terminal logrando reactivar su operación de forma continua a los 30 días de ocurrido el evento. Los planes de contingencia activados corresponden a los necesarios para lograr materializar esta operación y consideró:

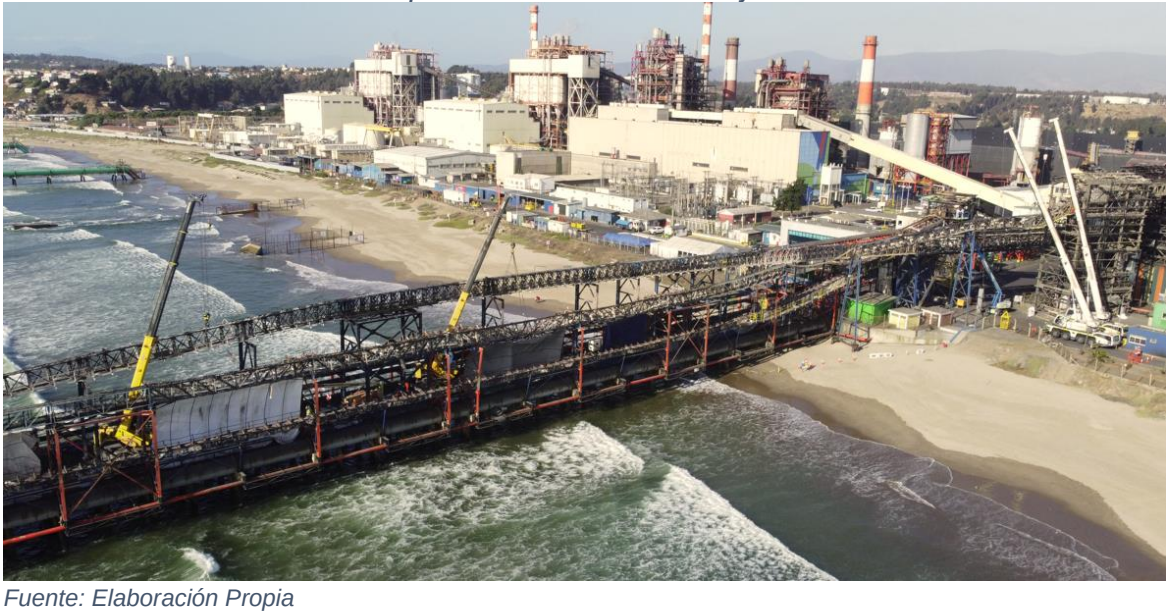
Plan de contingencia operacional: Plan necesario para poder realizar la transferencia de carga desde punto de almacenamiento hasta la nave. En este se implementan las medidas necesarias incluyendo la implementación de equipos para lograr realizar la transferencia de cargas nave destino. Regularmente este plan nunca alcanza los rendimientos de la operación previa al siniestro, por lo que sus costos regularmente son mayores a los costos de la operación regular.

Plan de contingencia de seguridad: Plan para realizar retiro y reinstalación de todos los elementos que generen riesgos a la salud y seguridad del personal, avalado por organismos certificaciones en materia de seguridad.

Planes de contingencia de reconstrucción: Implementa plan de estudios necesarios para conocer el estado de la infraestructura así desarrollar planificación estratégica de reconstrucción en base a las demandas comerciales del terminal. La importancia del presente plan es que debe siempre ser aprobado por la compañía aseguradora la cual, financiará la implementación del presente y es a la cual el terminal debe presentar los respaldos trazables de todos los procesos cumplidos para restituir la infraestructura dañada por el siniestro. El presente dentro de cada ítem de infraestructura es el que consolida los planes reparación, sustitución y recuperación de los elementos siniestrados.

Se presenta en la Imagen 5-5, la implementación de los recursos necesarios para poder realizar la restauración de las instalaciones siniestradas en el más breve plazo posible.

Imagen 5-5 Muelle PVSA Implementación DRP con equipos y maquinarias en puntos críticos de trabajo.



Fuente: Elaboración Propia

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones generales obtenidas por el presente estudio se detallan en el siguiente listado de medidas necesarias de implementar durante la vida de un proyecto para lograr cubrir las aristas mínimas y así asegurar la recuperación de la infraestructura mediante la implementación del DRP.

En lineamientos generales:

- Cada terminal portuario debe tener dentro de sus líneas ejecutivas o de confianza, a personal capacitado que maneje de forma clara y precisa los 4 puntos indicados como pilares estratégicos para conocer su infraestructura.
- Todo terminal portuario deberá siempre contar con los respaldos documentales de las instalaciones bajo la cual fue diseño.
- Se recomienda que se desarrolle una política enfocada en la continuidad operativa, la cual logre desarrollar para cada terminal un plan efectivo de continuidad operativa en caso de algún siniestro de mayor envergadura.

Respecto a los parámetros de diseño

- Los parámetros de diseños enfocado en el DRP, permite sostener la línea base con la cual será evaluada la instalación a nivel de diseño.
- Además, permite que bajo estricto cumplimiento normativo las instalaciones reduzcan o eliminen riesgo por fallas en sus instalaciones.
- Se recomienda que cada compañía mantenga actualizado los estudios estructurales en base a la normativa en la cual fue diseñado y verifique en función de los nuevos parámetros de diseño que se publican cada ciento tiempo en la normativa nacional.
- Se recomienda que todos los estudios sean administrados por empresas calculistas externas, ojalá por el mismo diseñador. De esta forma, se puede conocer la cronología de hechos de cómo se han enmarcado los desarrollos de las instalaciones.
- Se recomienda que, para cada adecuación realizada en el terminal, se hagan las verificaciones en la normativa de diseño original y en base a la última normativa actualizada. Se debe conocer el escenario para el cual está diseñado el terminal y el escenario en el cual se debe regularizar y actualizar los cálculos normativos, sea cual sea su especialidad (Estructural, eléctrica, mecánica).

- Se recomienda siempre tener un “Peer Review” o un “revisor de pares” que ayude a verificar los cálculos de diseño de las instalaciones, con el objetivo de sostener siempre segundas opiniones.
- Una buena práctica es cada 5 años realizar una actualización de criterios normativos para la instalación, esto permite actualizar de manera recurrente cualquier cambio a la norma y poder medir sus efectos sobre la infraestructura.

Respecto a la mantenibilidad

- La mantenibilidad enfocada al DRP, permite conocer en el acto el estado de las instalaciones previo a algun siniestro, y ayuda a levantar el detalle de cada componente que forma parte de un terminal, de forma detallada.
- Todo terminal deberá implementar un plan de mantención detallado que permita llevar trazabilidad de sus instalaciones. Se recomienda realizar un análisis en series de tiempo de tal manera de poder comprender el comportamiento en el tiempo de los sistemas administrados, de tal manera de poder prever la variable de desgaste de los elementos así asegurar tomar las acciones necesarias para poder asegurar su integridad estructural.
- El plan de mantención necesario de implementar debe ser documentado y trazable. Se recomienda utilizar softwares que permitan trazar la cronología de hechos de cada activo productivo.
- Se recomienda realizar regularmente auditorias de control a los planes de mantenibilidad. En esta materia, es importante que toda la organización conozca el objetivo y la política de mantenibilidad, de tal manera que todos siempre trabajen bajo el mismo objetivo.
- Se recomienda dentro de los planes de mantención incorporar ensayes de mediciones mínimas de espesores de elementos de acceso así también verificaciones de estado de los hormigones.
- Respecto al frente de atraque, se requiere mantener anualmente monitoreado el fondo de mar en el frente de atraque para conocer el estado de este.
- Respecto a las instalaciones de seguridad, se requiere que anualmente sean verificadas y certificadas de tal manera de asegurar siempre su funcionamiento. Además, se recomienda implementar protocolos de pruebas normados o del fabricante, los cuales garanticen el funcionamiento de los sistemas.
- Respecto a los elementos de alta criticidad, se recomienda disponer con los proveedores planes efectivos de respuesta en el caso de la existencia de algun siniestro.

Respecto a los Seguros

- En materia de seguros, se recomienda asesorarse con personal experto que sean reconocidos por las empresas aseguradoras. (Corredores de Seguros)
- Se recomienda siempre disponer actualizados los costos de las instalaciones a nivel de CAPEX, de tal manera que siempre se pueda conocer en el caso de existir daños a las infraestructuras, a cuanto monto estimado equivalen los daños en valor presente.
- Se recomienda siempre tener correctamente catastrados los activos productivos ordenados de forma jerárquica. (AJAP)
- Se recomienda que anualmente, la compañía de seguros emita un informe de riesgos sobre cada instalación de tal manera de utilizarla como guía para las oportunidades de mejora en materia de seguridad.
- Se recomienda siempre mantener informado a la compañía aseguradora sobre los cambios en la infraestructura, de tal manera que las matrices de evaluación riesgos puedan siempre mantenerse al día.

Respecto a los planes de contingencia

- Cada instalación debe desarrollar plan de riesgos críticos, los cuales sirvan como posibles escenarios a evaluar para poder prever situaciones críticas.
- Levantado el plan anterior, se recomienda que cada instalación desarrolle su plan de recuperación ante desastres (DRP). En este caso, debe proponer los lineamientos generales necesarios de implementar, de tal manera que permita identificar las actividades mínimas que hacer en el caso de existir un evento catastrófico sobre la infraestructura.
- Se recomienda que cada puerto disponga en su repositorio digital, la planimetrías, especificaciones y memorias de cada elemento que conforma los cuerpos principales estructurales, de tal manera de poder activar planes de reparación inmediata ante la ocurrencia de un siniestro.
- Se recomienda que cada instalación evalúe sus planes de contingencia operacional, ya sea dentro del recinto o fuera de este. Esto ayudará en caso de alguna catástrofe, a tener un plan B para poder operar. En el caso de que estos planes se cierren de forma previa a una catástrofe, también ayuda a que al momento de generar su implementación sea comercialmente más viable, ya que no existirá la variable de la urgencia al momento de la negociación.

7. BIBLIOGRAFÍA

Agency, M. N. (2023). *Wikipedia.* Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Explosiones_en_el_puerto_de_Beirut_de_2020

Brunet, J. (2012). *Comportamiento sísmico de estructuras de puerto.* Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.

DOP, D. d. (2012). *Guía de Diseño, Construcción, Operación y Conservación de Obras Marítimas y Costeras, Volumen 1 Dirección de Obras Portuarias.* Santiago: WorleyParsons.

Estructuras y Geotécnia, P. (s.f.). *Ingenieria Antisísmica*. Obtenido de Filosofía de un diseño sísmico: https://ciperchile.cl/wp-content/uploads/DocumentoUC.sobre_.normas.pdf

IEC, B. R. (2019). *Risk management. Risk assessment techniques 31010:2019, .* Inglaterra: European Standart.

Mexico, A. (20 de agosto de 2020). *http://aduanasrevista.mx/*. Obtenido de http://aduanasrevista.mx/importancia-de-los-puertos-en-el-comercio-exterior/

PQ, r. (2022). *Análisis de riesgos de procesos (Hazop/SIL) en el ciclo de vida de los SIS.* Obtenido de NÚMERO 1271: https://www.revistapq.com/texto-diario/mostrar/2216044/analisis-riesgos-procesos-hazop-sil-ciclo-vida-sis#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20SIL%20permitir%C3%A1%20evaluar,seguridad%20conformes%20a%20dicho%20nivel.

Quaas, A. (2022). *Propuesta de SGCN para PVSA acorde a ISO 22301.* Valparaíso: Universidad de Valparaíso.

Revenga, R. (2012). *Siniestro de daños y pérdidas en la industria.* Madrid.

ROM, 2.-1. (2012). *Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre.* España: Puertos del Estado.

Rua Costa, C. (2006). *Los puertos en el transporte marítino.* Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.

Saravia, M. (2018). *Análisis de riesgos infraestructurales en el puerto de Iquique ante eventos de terremoto y tsunami.* Valparaíso: Universidad de Valparaíso.

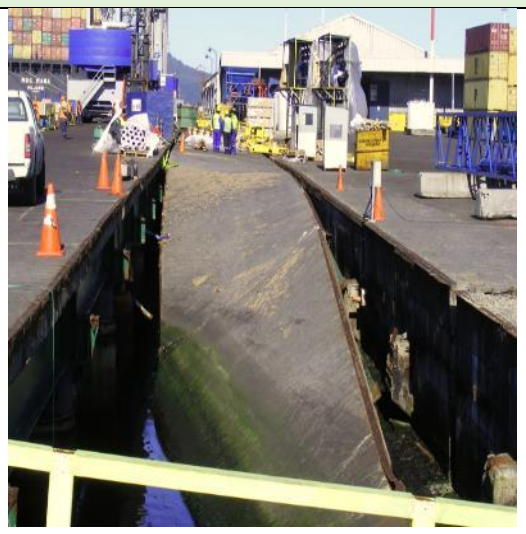
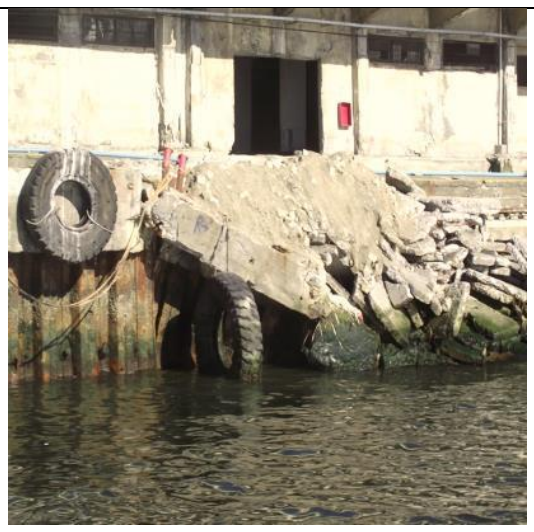
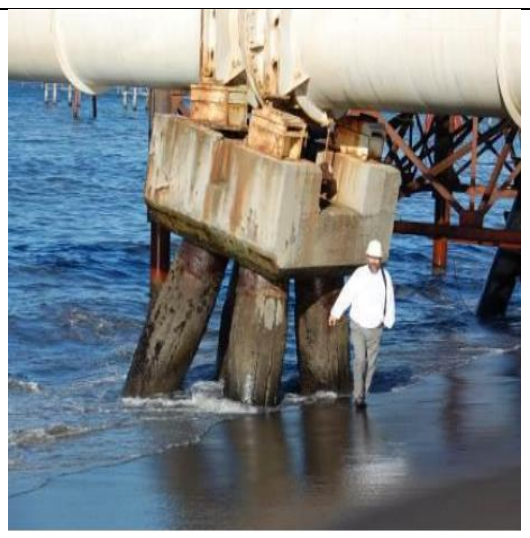
Trek Medics, I. (08 de Agosto de 2023). *Trek Medics International*. Obtenido de https://trekmedics.org/respuesta-comunitaria-

huracan/?gad=1&gclid=Cj0KCQjwkqSlBhDaARIsAFJANkg8Rf1HY2WC-GhISlTkZFsfFQ7F9sxQ-PvsL-5CAvF0ZrnkmnJmbSUaAtbKEALw_wcB

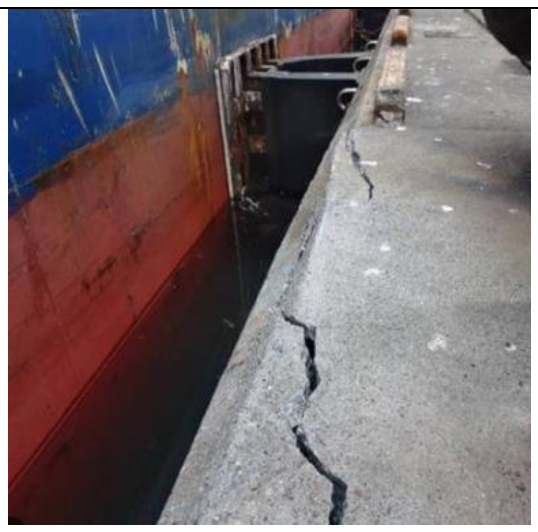
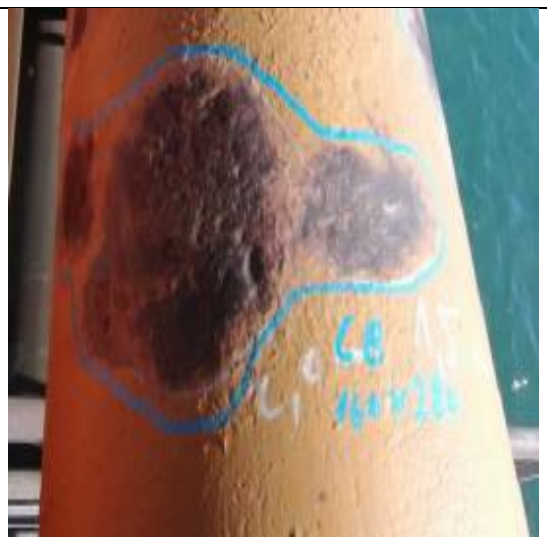
ANEXO 1

ANEXO 1

Tabla anexo-1 Elaboración Propia

Tipo de estructura	Tipo de Falla	Generador de falla	Imagen de falla	Descripción
Losa	Rotura & Falla	Sismo		Las losas pueden fallar ya sea fisurándose a lo largo de su área de desarrollo, así también pueden fallar cayendo de sus puntos de apoyo. Esta falla genera que la operación se vea afectada de manera inmediata con los respectivos efectos secuenciales que involucra. Imagen: Caída Losa traspaso terminal SVTI 2010 Fuente: Imagen Propia
Vigas	Rotura & Falla	Sismo		Las vigas pueden presentar fallas por fisuras en su luz, debido a las cargas generadas durante el sismo las cuales pueden agrietar los elementos de hormigones o pandear los elementos metálicos. Adicionalmente, los elementos de unión entre las vigas y columnas o pilotes, pueden presentar fallas Imagen: Conexión estructural de envigado a pilote SVTI 2010 Fuente: Imagen Propia
Elementos Piloteados	Rotura & Falla	Sismo		La falla de un elemento piloteado puede generar que sus estructuras colindantes colapsen generando daños consecuenciales a su entorno. El elemento piloteado puede fallar al romperse o desplazarse de su lugar fijado. Imagen: Colapso de tablestacado frente atraque terminal EPTSV 2010 Fuente: Imagen Propia
Suelo	Rotura & Falla	Sismo		El suelo puede fallar por resistencia, presentándose efectos de desplazamientos o licuefacción de los suelos. Este efecto hace que el suelo pierda sustentación pasando a comportarse como un fluido. Las estructuras sometidas a este tipo de efectos colapsan de diversas maneras. Imagen: Efecto de licuefacción en cepa de Sifón Puerto Coronel fuente: Link

Losa, vigas y pilotes	Fisura	Oxido		Los efectos de oxido sobre los elementos que componen las componentes estructurales principales de un terminal, pueden afectar su integridad y generar efectos de colapso en cadena. Esto aplica a elementos metálicos como de hormigón armado. Imagen: Viga longitudinal Terminal CAP Huachipato Fuente: Elaboración Propia
Erosión y Socavación	Perdida de sustentación	Marejadas		La existencia de marejadas y sus efectos consecuenciales son complejos y cada día más frecuentes. Al respecto, una marejada puede afectar los terrenos donde tiene influencia por efecto del arrastre del material que compone los rellenos. Imagen: Socavación costera afecta vía de acceso terminal ventanas. Fuente: Elaboración Propia
Superestructura	Rotura & Falla	Sismo		Ente eventuales eventos, parte de la superestructura que compone los terminales sufren colapsos, los cuales pueden generar que parte de la cadena operacional para manejo de cargas se vea afectada. Imagen: Galpón de almacenamiento portuario colapsado en sismo 2010 SVTI Fuente: Elaboración Propia
Equipamiento principal	Rotura & Falla	Sismo		El equipamiento principal a rais de un sismo puede sufrir diversos tipos de fallas. Entre las más comunes, se encuentran fallas de desencaje de puntos de apoyos, colapsos locales y volcamientos. Imagen: Caída grúa portuaria EPSA 1985 Fuente Prensa nacional
Superestructura	Rotura & Falla	Oxido		El óxido de las superestructuras puede ser un activador gravitante, ya que en el tiempo puede generar que las estructuras que componen los equipamientos puedan colapsar por la pérdida de su integridad estructural. Imagen: Terminal Patillos caída Shiploader sobre nave. Fuente: Mundo Marítimo

Superestructura	Falla	Incendio		Los incendios pueden afectar las instalaciones que componen las terminales portuarias, afectando así todos sus procesos productivos en su cadena de operación. Este tipo de siniestro son catastróficos ya que pueden afectar todas las instalaciones que se encuentran en área afectada. Imagen: Terminal Puerto Mejillones Incendio en Superestructuras muelle. Fuente: Mundo Marítimo
Equipamiento principal	Falla	Incendio		Algunos daños llegan a ser complejos de manejar, cuando se producen incendios sobre puntos críticos de la cadena operacional, específicamente sobre puntos donde se encuentran equipos críticos. Estos pueden generar efectos consecuenciales complejos de manejar. Imagen: Terminal Puerto Panul Incendio Sala Eléctrica Terminal Fuente: Mundo Marítimo
Losa	Fisura	Sobrecarga		Los elementos que componen la infraestructura están sometidas regularmente a movimientos de cargas o acciones que solicitan gran cantidad de esfuerzo sobre las infraestructuras. Estas regularmente afectan el área de mayor uso, siendo esta las losas estructurales que componen los muelles. Imagen: Falla estructural en losa generado por sobrecarga excesiva sobre
Líneas de productos líneas	Falla	Mantención		El óxido regularmente ataca todas las estructuras que componen las instalaciones portuarias, al estar expuestas a salinidad marina. Este oxido regularmente si no es atendido, puede generar daños graves a las instalaciones portuarias debido a que agrava la condición de integridad estructural de los elementos estructurales metálicos. Imagen: Línea de producto en mantenimiento PVSA, afectado por Oxido superficial. Fuente: Elaboración Propia.

Elementos de amarra	Falla	Operación		Los elementos estructurales que componen los sistemas de amarras de las naves pueden estar sometidos a fuerzas que sobrepasan su capacidad máxima diseñada, en efecto, puede producir fallas en su manto estructural o alguna de sus componentes. Imagen: Rotura de elemento de amarre bita EPA Arica Fuente: Elaboración propia.
Infraestructura	Falla	Acción de la nave		Una nave puede generar gran daño a infraestructura, al momento de realizar una mala maniobra. La masa de la nave golpeando los elementos estructurales directamente produce graves daños a la infraestructura que la compone, con eventos de colapso. Imagen Daño sobre infraestructura por choque nave en Puerto Plata, Rep. Dominicana. Fuente: Link
Equipamiento principal	Falla	Falla propia de mecanismos		Existen algunos tipos de siniestros que se generan sobras los equipos principales los cuales son generados por fallas en componentes estructurales o mecánicas de los mismos equipos. Este tipo de siniestro genera efectos consecuenciales directos sobre la operación de los terminales, por lo que es sumamente importante Imagen: Falla en grúa de descarga Terminal Graneles Norte, Mejillones. Fuente Mundo Marítimo.
Superestructura	Fatiga	Tsunami / Marejada		La subida abrupta del nivel del mar por efectos ambientales puede generar que la superestructura portuaria pueda sufrir importantes efectos dañinos, debido a los esfuerzos adicionales que el agua genera sobre esta. Imagen: Caída de pasarela para amarras de naves, producido por marejadas en PVSA. Fuente: Elaboración Propia.

Falla en transformadores	Falla	Conexionado		Se puede producir por falta de mantención o problemas generados por sobrecarga.

ANEXO 2

NORMATIVAS APLICABLES A LA INFRAESTRUCTURAS PORTUARIA

N°	Tipología estructural	Generador	Plan de mitigación	Normativa Aplicable SEGÚN LISTADO ANEXO 3	Plan de Acción	Plan de Contingencia
1 a 3	Losa; Vigas y Pilotes	Sismo	Cumplimiento normativo sísmico	Nch 2369 diseño Nch en construcción y normativas numeral 1 al 27	Plan de monitoreo anual mediante inspecciones especializadas por personal calificado, complementado con ensaye no destructivos que permitan ver estado de la infraestructura.	Se considera una falla de tipo catastrófica. Los Plazos de reposición en caso de daño de una estructura de este tipo son de larga data, por lo que se requiere una solución temporal alternativa de operación.
4	Suelo	Sismo	Cumplimiento normativo sísmico	Nch 2369 diseño Nch en construcción y normativas numeral 1 al 27 Se requiere empresas con expertos que avalen la condición del suelo, así también su eventual comportamiento.	Un suelo con características licuables,	Se considera una falla de tipo catastrófica. Los Plazos de reposición en caso de daño de una estructura de este tipo son de larga data, por lo que se requiere una solución temporal alternativa de operación.
5	Losa Vigas Pilotes	Desgaste	Plan mantención	N/A	Mantención condiciones de diseño	Se debe asegurar la mantenibilidad con inspecciones constantes a los elementos.
8	Superestructura	Sismo	Cumplimiento normativo sísmico	Nch 2369 diseño Nch en construcción y normativas numeral 1 al 27	Monitoreo Condiciones Diseño	Se debe asegurar la mantenibilidad con inspecciones constantes a los elementos.
9	Equipamiento principal	Sismo	Cumplimiento normativo sísmico	Normativas aplicadas desde numeral 28 al 120.	Monitoreo Condiciones Diseño	Se debe asegurar la mantenibilidad con inspecciones constantes a los elementos.
10	Superestructura	Desgaste	Plan mantención	N/A	Mantención condiciones de diseño	
11	Superestructura	Incendio	Cumplimiento de normativa control	Normativas aplicadas desde numeral 144 al 158.	Mantención condiciones de diseño	
12	Equipamiento principal	Incendio	Cumplimiento de normativa control	Normativas aplicadas desde numeral 144 al 158.	Mantención condiciones de diseño	
13	Losa	Sobrecarga	Cumplimiento normativo sísmico Cumplimiento condiciones operacionales	Nch en construcción y normativas numeral 1 al 27	Monitoreo Condiciones Diseño	
14	Líneas eléctricas	Perdida de aislación	Plan mantención	Pliegos eléctricos RIC N°121 al 137	Cumplimiento de estándar certificado SEC	
15	Tableros eléctricos	Perdida de aislación	Plan mantención	Pliegos eléctricos RIC N°121 al 137	Cumplimiento de estándar certificado SEC	
16	Líneas de productos juntas	Mantención	Plan mantención	N°138 a 143	Cumplimiento de estándar certificado SEC	
17	Líneas de productos	Mantención	Plan mantención	Cumplimiento de exigencia	Plan de mantención especifico	

	líneas			DS160 e Instructivo O-71 de DGTM	que asegure	
18	Elementos de amarra	Operación	Plan de maniobras	DGTM A-31/002	Cumplimiento plan de maniobras	
19	Infraestructura	Acción de la nave	Plan de maniobras		Cumplimiento plan de maniobras	
20	Equipamiento principal	Acción de la nave	Plan de maniobras		Cumplimiento plan de maniobras	
22	Superestructura	Tsunami	-		Equipos de reemplazo	
23	Falla en transformador	Conexionado	Sistemas de protección al equipo		Equipos de reemplazo	

Nota: La normativa aplicable en materia de construcción, hace referencia a toda aquellas que sean necesarias para asegurar la correcta ejecución de las faenas

ANEXO 3

LISTADO DE NORMAS APLICABLES A INFRAESTRUCTURAS PORTUARIA

1. Manual de Carreteras – Volumen Nº3 Instrucciones y Criterios de Diseño, MOP.
2. NCh170.Of 1985 Hormigón - Requisitos generales.
3. NCh203.Of 2006 Acero para uso estructural – Requisito.
4. NCh204.Of 2006 Acero - Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
5. NCh211.Of 2011 Acero – Enfierradora para uso en hormigón armado – Requisitos.
6. NCh428.Of 1957 Ejecución de construcciones de acero.
7. NCh430.Of 2008 Hormigón armado - Requisitos de diseño y cálculo.
8. NCh432.Of 2010 Diseño estructural - Cargas de viento.
9. NCh433.Of 1996 Mod2009 Diseño sísmico de edificios incluyendo DS61.
10. NCh434.Of 1970 Barras de acero de alta resistencia en obras de hormigón armado.
11. NCh1537.Of 2009 Diseño estructural - Cargas permanentes y cargas de uso.
12. NCh2369.Of 2023 Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
13. NCh3171.Of 2010 Diseño estructural - Disposiciones generales y combinaciones de carga.
14. Nch2745.Of 2013 Análisis y diseño de edificios con aislación sísmica
15. ASTM A6/A6M-13 Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes, and sheet piling.
16. ASTM A36/A36M-12 Standard specification for carbon structural steel.
17. ASTM A252-10 Standard specification welded and seamless steel pipe piles.
18. ASTM A307-12 Standard specification for carbon steel bolts and studs, 60,000 psi tensile strength.
19. ASTM A325-10 Standard specification for structural bolts, heat treated 120/105 ksi minimum tensile strength.
20. ASTM A490-12 Standard specification for structural bolts, alloy steel, heat

treated, 150 ksi minimum tensile strength.

21. ASTM A500/A500M-10 Standard specification for cold-formed welded and seamless carbon steel structural tubing in round and shapes.
22. ASTM A501-07 Standard specification for hot-formed welded and seamless carbon steel structural tubing.
23. ASTM F593-13 Standard specification for stainless steel bolts, hex cap screws, and studs.
24. ASTM F594-09 Standard specification for stainless steel nuts.
25. American Welding Society (AWS)
26. AWS D1.1:2010 Structural welding code - Steel.
27. AWS D1.4:2005 Structural welding code - Reinforcing steel.
28. ABMA, American Bearing Manufacturers Association
29. ANSI/ABMA-9:1990(R2000), Load Ratings and Fatigue Life for Ball Bearings (D)
30. ANSI/ABMA 20-1996 (R2008), Radial Bearings of Ball, Cylindrical Roller and Spherical Roller Types - Metric Design
31. AGMA, American Gear Manufacturer's Association
32. AGMA 933-B03, Basic Gear Geometry
33. ANSI/AGMA 6013-A06, Standard for Industrial Enclosed Gear Drives
34. AMCA, Air Movement and Control Association
35. ANSI/AMCA Standard 204-05, Balance Quality and Vibration Levels For Fans
36. ANSI, American National Standards Institute
37. ANSI B3.15, Life of Ball Bearings
38. ANSI B106.1, Design of Transmission Shafting
39. ANSI B17.1, B17.2, Keys and Keyseats
40. ANSI M11.1, Wire Rope-Mining
41. ANSI (NFPA/JIC) T2.24.1-1991, Hydraulic fluid power — Systems standard for stationary industrial machinery.
42. ANSI 14.3, Safety Requirements for Fixed Ladders
43. ANSI/NEMA Z535.1-2006 (R2011), Safety Colors
44. ASHRAE, American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers
45. ASHRAE Handbook, HVAC Applications (SI or I-P)

46. ASME, American Society of Mechanical Engineers
47. ASME B1, Screwed Threads
48. ASME B15.1-1996, Safety Standard For Mechanical Power Transmission Apparatus
49. ASME B17.1-1967(R1998), Keys and Keyseats
50. ASME B18.16M, Dimensional Requirements for Prevailing-Torque-Type Steel Metric Hex Nuts and Hex Flange Nuts
51. ASME B20.1-1985, Safety Standards for Conveyors and Related Equipment
52. ASME B30.1A, Safety Standard for Cableways, Cranes, Derricks, Hoists, Hooks, Jacks, and Slings
53. ASME B30.11-1998, Monorails and Underhung Cranes
54. ASME B30.16-1993, Overhead Hoists
55. ASTM, American Society for Testing and Materials
56. ASTM, Grades Steel Bolts, Nuts and Washers
57. ASTM E165 – 09, Standard Practice for Liquid Penetrant Examination for General Industry
58. ASTM E709 Magnetic Particle Examination
59. ASTM E877 Standard Practice for Sampling and Sample Preparation of Iron Ores and Related Materials
60. AWS, American Welding Society
61. AWS B1.10M/B1.10:2009, Guide for the Nondestructive Examination of Welds
62. AWS D1.1 Structural Welding Code – Steel
63. BS, British Standards
64. BS ISO 254:1998, Belt drives. Pulleys. Quality, Finish and Balance
65. BS EN 983: 1996, Safety Requirements for Fluid Power Systems and their Components – Pneumatics
66. CEMA, Conveyor Equipment Manufacturing Association
67. CEMA 6th edition “Belt Conveyors for Bulk Materials”
68. CEMA STANDARD No. 502, Bulk Material Belt Conveyor Troughing and Return Idlers- Selection and mensions
69. CEMA STANDARD No. 575, Bulk Material Belt Conveyor Impact Bed-Cradle - Selection and Dimensions
70. CEMA STANDARD No. B105.1, Specifications for Welded Steel Conveyor

Pulleys with Compression Type Hubs

71. CGA, Compressed Gas Association
72. CMAA, Crane Manufacturers Association of America
73. DIN, Deutsches Institut für Normung
74. DIN 22101, Continuous conveyors - Belt conveyors for loose bulk materials - Basis for calculation and dimensioning
75. FEM, Federation Europeenne de la Manutention
76. FEM 2.131/2 Rules for the design of mobile equipment for continuous handling of bulk materials
77. HI, Hydraulic Institute
78. HI/HYDRAUL ANSI/HI 9.1G General Guidelines (M117)
79. HMI, Hoists Manufacturers Institute
80. HMI Nº 100, Standard Specification for Electric Wire Rope Hoist
81. HMI Nº 200, Standard Specification for Hand Operated Chain Hoists
82. ISO, International Standards Organization
83. ISO 281-1990, Rolling Bearings - Dynamic Load Rating / Rating Life (L2a bearing life)
84. ISO 606:2004, Short-pitch transmission precision roller and bush chains, attachments and associated chain sprockets
85. ISO 5049/1 1994 (E), Mobile Continuous Bulk Handling Equipment Part 1, Rules for Design of Structures, as qualified in these Technical Specifications
86. ISO 2631-1:1997 Mechanical vibration and shock -- Evaluation of human exposure to whole-body vibration -- Part 1: General requirements
87. ISO 10816, Vibration Severity Chart
88. ISO 1940, Mechanical Vibration - Balance Quality Requirements For Rotors In A Constant (Rigid) State
89. MMA, Monorail Manufacturer’s Association
90. MPTA, Mechanical Power Transmission Association
91. MPTA B2c-2011, Standard Practice Sheave / Pulley Balancing
92. MPTA B7i-2007, Calculation of V-Belt Tensions And Shaft Loads
93. MSHA, Mine Safety and Health Administration
94. MSHA's Handbook Series
95. NEC National Electrical Code
96. NEMA National Electrical Manufacturer's Association

97. NFPA, National Fire Protection Association
98. NFPA 70, National Electrical Code
99. NFPA 307, Standard for the Construction and Fire Protection of Marine Terminals, Piers, and Wharves
100. NFPA, National Fluid Power Association
101. NFPA/T3.5.49 R1-200x, Recommended Practice – Hydraulic fluid power – Application
102. NFPA/T3.12.17-2002, Recommended Practice – Pneumatic fluid power – Filters, regulators and lubricators – Application guidelines
103. OSHA, Occupational Safety and Health Administration
104. OSHA 1910, General
105. PART 1917 - Marine Terminals
106. RMA, Rubber Manufacturers Association
107. ANSI/RMA IP22
108. ANSI/RMA IP20
109. ANSI/RMA IP23
110. SAE J765: Crane Load Stability Test Code
111. SAE J732: Specification Definitions—Loaders
112. SSPC Steel Structure Painting Council
113. UBC Uniform Building Code (1991)
114. UL, Underwriter Laboratories
115. ISO 3511 Industrial process measurement control funtions and instrumentation – Symbolic representation
116. ETG-1020 Requisitos de diseño sísmico para Equipos Eléctricos.
117. IEC 61439-1 y 2 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies.
118. IEC 60228: Conductors of Insulated Cables.
119. IEC 60364 Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment – Wiring Systems.
120. UL 50 Enclosures for electrical equipment, Non-Environmental Consideration.
121. Pliego técnico Normativo RIC N°01 Empalme
122. Pliego técnico Normativo RIC N°02 Tablero Electrico
123. Pliego técnico Normativo RIC N°03 Alimentadores y demanda de una instalación

124. Pliego técnico Normativo RIC N°04Conductores, materiales y sistemas de canalización
125. Pliego técnico Normativo RIC N°05 Medidas de tención contra tensiones peligrosas y descargas eléctricas
126. Pliego técnico Normativo RIC N°06 Puesta a tierra y enlace equipotencial
127. Pliego técnico Normativo RIC N°07 Instalaciones de equipos
128. Pliego técnico Normativo RIC N°08 Sistema de emergencia
129. Pliego técnico Normativo RIC N°10 Instalaciones de uso general
130. Pliego técnico Normativo RIC N°11Instalaciones especiales
131. Pliego técnico Normativo RIC N°12 Instalaciones en ambientes explosivos
132. Pliego técnico Normativo RIC N°13Subestaciones y salas electricas
133. Pliego técnico Normativo RIC N°14 Exigencias para eficiencia energética de edificios
134. Pliego técnico Normativo RIC N°16 Subsistemas de distribución
135. Pliego técnico Normativo RIC N°17 Operación y mantenimiento
136. Pliego técnico Normativo RIC N°18Presentación de proyectos
137. Pliego técnico Normativo RIC N°19 Puesta en servicio
138. ASME B31.1. (1989) Power Piping
139. ASME B31.4 (1989) Liquid Transportation System for Hydrocarbons, Petroleum Gas, Andhydroys Anmonia and Alcohols
140. ASME B31.5 (1987) Refrigeration Piping
141. ASME B31.8 (1989) Gas Transmisión and Distribution Piping System
142. ASME B31.9 (1988) Building Services Piping
143. ASME B31.11 (1986) Slurry Transportation Piping System
144. NFPA 10 Portable Fire Extinguishrs
145. NFPA 11 Standard for Low, Medium, High Expansión Foam
146. NFPA 14 Instalation of standpipe Private Hydrants and hose systems
147. NFPA 15 Water Spray Fixed System for fire protection.
148. NFPA 24 Installation of private Fire Service mains and their Appurteances
149. NFPA 70National Electrical Code
150. NFPA 72 National Fire Alarm and signal

151. NFPA 101 Life Safety Code
152. NFPA 850 recommended practice for fire protection for electric generating plant and high voltage direct current converter station.
153. NCh 933 Prevención de incendio en edificios
154. NCh 934 Protección de incendio – Clasificación de fuegos
155. NCh1429 Extintores portátiles vocabulario.
156. NCh1430 Extintores portátiles requisitos de rotulación
157. NCh1433 Extintores portátiles Ubicación y señalización
158. NCh1433 Extintores portátiles Inspección, mantención y recarga, requisitos generales.
159. Decreto supremo N°160