

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

ANÁLISIS DE RIESGOS ASOCIADOS A LAS OPERACIONES DE CARGA Y
DESCARGA DE MATERIAL DE BUQUE EN LA EMPRESA PUERTO
VENTANAS S.A (PVSA)

Trabajo de titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero en
PREVENCIÓN DE RIESGOS
LABORALES Y AMBIENTALES

Alumno:
Nelson Bernal López

Profesor Guía:
Sr. Rodrigo Domínguez Carmona

2017

RESUMEN

KEYWORDS: PVSA – BOW TIE – ETA – MAPEO DE ACTIVIDAD

El presente trabajo de título fue desarrollado en los sitios del muelle de Puerto Ventanas S.A. (PVSA) ubicado en la bahía de Quintero, Valparaíso, el cual consiste en el análisis de los riesgos asociados a las operaciones de carga y descarga de material de buque, llevándolo a cabo por medio de la aplicación de metodologías de análisis de sucesos; Diagrama de Lazo (BOW TIE) y Árbol de Eventos (ETA), enfocando el estudio en de los accidentes que podrían ocurrir en la historia de la empresa por los riesgos presentes en las tareas, con el fin de proponer la socialización de este trabajo, para así darle mayor importancia a los accidentes ocurridos en la empresa, pudiendo ser presentado los resultados de la aplicación, en charlas diarias, capacitaciones e inducciones.

El Trabajo consta de cuatro capítulos para darle un mejor entendimiento y orden, donde se busca exponer la información de forma parcial y coherente. En el primer punto a desarrollar en este trabajo se muestra los antecedentes generales de la empresa, áreas de trabajo, localización, política integral, entre otros antecedentes que permiten introducirse en el proceso productivo que se desarrolla en los sitios de muelle y conocer también la empresa Puerto Ventanas.

Avanzando en el trabajo se hablará de las metodologías a emplear en el desarrollo del estudio, tanto de BOW TIE como ETA, pudiendo así entregar en que consiste cada una y el cómo utilizarlas; de tal forma que beneficie la labor preventiva y sean usadas mayormente como una herramienta eficaz por el prevencionista.

Con todo el desarrollo del trabajo, se puede obtener un aporte a lo que es la gestión preventiva en PVSA, efectuando un análisis de los riesgos presentes en las operaciones de carga y descarga de material de buque, que ayuda a que los accidentes en la empresa sean vistos no tan solo como un suceso que termina con la investigación del accidente, sino que contribuye a que todos los trabajadores estén al tanto de lo que fallo y que no puede volver a repetirse, mediante los documentos que se generan a partir de la aplicación de las metodologías empleadas.

La aplicación no solo conlleva a las metodologías BOW TIE y ETA, ya que también se analizaron las actividades más riesgosas dentro del puerto, seleccionadas por la empresa, y de estas actividades se obtuvieron las maniobras más propensas a desencadenar un accidente (4 maniobras seleccionadas). En primera instancia se realiza

la descripción de las actividades más riesgosas expuestas por la empresa, posteriormente en conjunto con los profesionales, se tomó cada actividad y se designó la maniobra más crítica correspondiente, con el fin de ser incorporadas a las metodologías de análisis de riesgos.

Una vez teniendo claro las maniobras asignadas se procedió con el mapeo de la actividad de procedencia llevado a una tabla, lo que hace la actividad desarrollada sea analizada en profundidad. El complementar las metodologías con el mapeo de actividad hace que el posible accidente a ocurrir, sea entendido de mejor la mejor forma y de esta manera dar las recomendaciones adecuadas que vayan directo a la mejora de las fallas y evitar que el evento se produzca realmente, el fin es inculcar una herramienta preventiva a los riesgos.

Para finalizar el trabajo se exponen las conclusiones, en donde se entregan las recomendaciones que se obtienen de los resultados en la aplicación de las metodologías BOW TIE y ETA, enfocadas en la mejora de las condiciones y acciones que fallarían en la ocurrencia del posible accidente. Las medidas preventivas propuesta están orientadas a la jerarquía de control, según dicta OHSAS 18001 (Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional), la cual comprende: eliminación, sustitución, control de ingeniería control administrativo, señalética y EPP.

INDICE

RESUMEN	
SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS	
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
ALCANCE	3
FUNDAMENTACIÓN	5
METODOLOGÍA	6
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA	9
1.1. PUERTO VENTANAS S.A (PVSA)	10
1.2. RESEÑA HISTÓRICA	11
1.3. INSTALACIONES DE PUERTO VENTANAS	14
1.4. FILOSOFÍA DE PUERTO VENTANAS	16
1.4.1. Misión	16
1.4.2. Visión	16
1.4.3. Valores	16
1.5. ORGANIGRAMA	16
1.6. POLITICA INTEGRAL	17
1.7. CERTIFICACIONES	18
1.8. NEGOCIO PORTUARIO	19
1.8.1. Composición de la carga movilizada en toneladas	19
1.9. LOCALIZACIÓN	20
1.10. EQUIPAMIENTO DE PUERTO	20
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍAS UTILIZADAS: ÁRBOL DE EVENTOS (ETA) – DIAGRAMA DE LAZO (BOW TIE)	22
2.1. DIAGRAMA DE LAZO (BOW TIE)	23
2.2. ELEMENTOS GENERALES DE LA GESTIÓN DE RIESGOS	23
2.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE RIESGO	24
2.3.1. Métodos cualitativos	25
2.3.2. Métodos cuantitativos	26
2.4. METODOLOGÍA DEL ÁRBOL DE EVENTOS – ETA	27
2.4.1. Definición del método de árbol de eventos	27

2.4.2.	Pasos en la aplicación del método de árbol de eventos	28
2.4.3.	Ejemplo del uso del método del árbol de eventos	33
2.5.	METODOLOGÍA DEL DIAGRAMA DE LAZO - BOW TIE	35
2.5.1.	Historia del Bow Tie	36
2.5.2.	Definiciones usadas en la metodología BOW TIE	37
2.5.3.	Definición de la metodología BOW TIE	42
2.5.4.	Fases presentes en la metodología BOW TIE	43
2.5.5.	Uso que se le da a la metodología BOW TIE	44
2.5.6.	Entradas y salidas en el diagrama del lazo - BOW TIE	44
2.5.7.	Proceso de desarrollo del diagrama de lazo - BOW TIE a ocupar en estudio	45
2.5.8.	Bowtie para la inspección basada en el riesgo	48
2.5.9.	Fortalezas y debilidades de la metodología BOW TIE	49
2.5.10.	Beneficios de uso de la metodología BOW TIE	51

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE MATERIAL DE BUQUE **52**

3.1	ACTIVIDADES SELECCIONADAS POR EMPRESA PARA LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS	53
3.1.1.	Embarque de ácido sulfúrico	55
3.1.2.	Desembarque de clinker	55
3.1.3.	Embarque de Graneles por Batea	55
3.1.4.	Embarque y desembarque de combustibles	55
3.2.	ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DE LAS ACTIVIDADES SELECCIONADAS	56
3.2.1.	Conexión y desconexión de flexibles en embarque de ácido sulfúrico	56
3.2.2.	Descenso de maxi-sacos a losa de muelle	61
3.2.3.	Enganche y desenganche de bateas	65
3.2.4.	Conexión y desconexión de flexibles en desembarque de hidrocarburos	69
3.3.	OPORTUNIDAD DE MEJORA	78
3.3.1.	Conexión y desconexión de flexibles en embarque de ácido sulfúrico	78
3.3.2.	Descenso de carga suspendida de maxi-sacos	80
3.3.3.	Enganche y desenganche de bateas	82
3.3.4.	Conexión y desconexión de flexibles en desembarque de hidrocarburos	84

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **87**

BIBLIOGRAFÍA **88**

ANEXOS	92
ANEXO A: GLOSARIO	93
ANEXO B: EXTRACTO DE PROCEDIMIENTO OPERACIONAL: EMBARQUE DE ÁCIDO SULFÚRICO	95
ANEXO C: EXTRACTO DE PROCEDIMIENTO OPERACIONAL: DESCARGA DE MAXISACOS	96
ANEXO D: EXTRACTO DE PROCEDIMIENTO OPERACIONAL: EMBARQUE DE GRANELES POR BATEAS	98
ANEXO E: EXTRACTO DE PROCEDIMIENTO OPERACIONAL: DESEMBARQUE Y EMBARQUE DE COMBUSTIBLES	100

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Estructura de sitios de atraque en muelle PVSA
- Figura 1-2. Estructura de instalaciones terrestres de transporte, almacenaje y manipulación de carga
- Figura 1-3. Sitios de atraque
- Figura 2-1. Cabecera horizontal - Método ETA
- Figura 2-2. Organización datos - Método ETA
- Figura 2-3. Árbol de eventos - Método ETA
- Figura 2-4. Ejemplo – Método Árbol de Eventos
- Figura 2-5. Modelo de análisis BOW TIE
- Figura 2-6. Ejemplo modelo Evento Top y Peligros.
- Figura 2-7. Ejemplo modelo Amenazas
- Figura 2-8. Ejemplo modelo Barreras
- Figura 2-9. Ejemplo modelo Consecuencias
- Figura 2-10. Ejemplo modelo medidas de recuperación
- Figura 2-11. Evento top - BOW TIE
- Figura 2-12. Barra encabezado - BOW TIE
- Figura 3-1. ETA - Conexión y desconexión de flexibles en embarque de ácido sulfúrico.
- Figura 3-2. Bow Tie - Conexión y desconexión de flexibles en embarque de ácido sulfúrico
- Figura 3-3. ETA - Descenso de carga suspendida de maxi-sacos
- Figura 3-4. Bow Tie - Descenso de carga suspendida de maxi-sacos
- Figura 3-5. ETA - Enganche y desenganche de bateas
- Figura 3-6. Bow Tie - Enganche y desenganche de bateas
- Figura 3-7. ETA - Conexión y desconexión de flexibles en desembarque de hidrocarburos
- Figura 3-8. Bow Tie - Conexión y desconexión de flexibles en desembarque de hidrocarburos
- Figura 3-9. Oportunidad de mejora - Instalación de Manifold en cámara de ácido
- Figura 3-10. Oportunidad de mejora - Traslado de flexibles a cámara de ácido
- Figura 3-11. Oportunidad de mejora - Desenganche de maxi-sacos de grúa nave
- Figura 3-12. Oportunidad de mejora - enganche de orejas de maxi-sacos a uñas de grúa horquilla.
- Figura 3-13. Enganche de bateas a grúa nave

- Figura 3-14. Trabajadores enganchando espías a bita
- Figura 3-15. Trabajadores montando barreras de contención en caso de derrame de hidrocarburo
- Figura 3-16. Trabajares manipulando válvulas para paso del producto

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

- Diagrama 1-1. Organigrama – Organización corporativa de PVSA
- Diagrama 2-1. Elementos de la gestión de los riesgos
- Diagrama 2-2. Ejemplo modelo Bow Tie
- Diagrama 2-3. Diagrama n° 1 - BOW TIE
- Diagrama 2-4. Diagrama n° 2 - BOW TIE

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1-1. Carga movilizada en año 2015 de PVSA
- Tabla 3-1. Selección de actividades críticas – Check List
- Tabla 3-2. Desglose de la actividad - Conexión y desconexión de flexibles en embarque de ácido sulfúrico
- Tabla 3-3. Desglose de la actividad - Descenso de carga suspendida de maxi-sacos
- Tabla 3-4. Desglose de la actividad - Enganche y desenganche de bateas
- Tabla 3-5. Desglose de la actividad - Conexión y desconexión de flexibles en desembarque de hidrocarburos

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

Aprox:	Aproximadamente.
Bb:	Babor.
BOW-TIE:	Análisis de Eventos (Diagrama de Lazo).
CHECK LIST:	Lista de Chequeo.
EPP.	Elementos de Protección Personal.
ETA.	Event Tree Analysis (Análisis del Árbol de Eventos o Sucesos).
ISO 9.001:2008:	International Organization for Standardization (Norma de Sistemas de Gestión de la Calidad y Procesos).
ISO 14.001:2004:	International Organization for Standardization (Norma de Sistemas de Gestión Ambiental).
ISPS:	International Ship & Port Security Code (Código internacional para la protección de los buques y de las instalaciones portuarias).
IST:	Instituto de Seguridad del Trabajador.
mts	Metros
OHAS 18.001:2007:	Occupational Health and Safety Assessment Series (Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional).
PSI:	Pounds Square Inch (Libras pulgada cuadrada).
S.A:	Sociedad Anónima.
S&SO:	Seguridad y Salud Ocupacional.
ton:	Toneladas.
UTFSM:	Universidad Técnica Federico Santa María.

INTRODUCCIÓN

Se vuelve muy importante la seguridad y salud ocupacional en el cuidado de los trabajadores, ya que en todos los trabajos que se desarrollan en las diferentes empresas de la actualidad, conllevan riesgos inherentes a cada actividad. Estos riesgos de no ser controlados, lleva a que se produzcan en la organización, accidentes laborales.

Los riesgos asociados a las operaciones en las distintas instituciones pueden ser de diferentes magnitudes, dependiendo del tipo de rubro en el que se esté involucrado. En el caso de trabajos de izaje en los muelles de puertos, las tareas que se desarrollan son diversas y la mayoría con un potencial de riesgo considerable, esto se refiere a los izajes realizados por los operadores de grúas de las naves atracadas de distintos tipos de materiales en la losa de muelle con presencia de trabajadores en el área, sumado de la presencia del mar, las operaciones se vuelven de mayor cuidado y riesgo para las personas, puesto que previo a los movimientos de izaje se suman el enganche de equipos para la actividad y las maniobras de atraque.

Un puerto está diseñado por extensión, como espacio destinado y orientado especialmente al flujo de mercancías, personas, información o a dar abrigo y seguridad a aquellas embarcaciones o naves encargadas de llevar a cabo dichas tareas, como lo son los marítimos orientados a la carga y descarga de material de distintos tipos. Constituyen uno de sus activos logísticos más relevantes, dada su participación en el intercambio internacional de bienes.

Cada terminal cuenta con cierto número de posiciones de atraque donde se atiende a los barcos en razón de su longitud y del calado mínimo necesario de acuerdo con el tonelaje que transporten. Dentro de la zona de enlace, se encuentran las superficies e instalaciones que permiten el acceso, circulación, estacionamiento y operación de los modos de transporte terrestre de carga, así como las destinadas al almacenamiento de transferencia de las mercancías operadas, tanto de importación como exportación.

Por todo lo mencionado anteriormente, es que se ha propuesto desarrollar un análisis de riesgo de las operaciones de carga y descarga de material de buque, pero en este caso, el análisis de las operaciones más críticas según la empresa Puerto Ventanas, con el fin de que sirva como una herramienta de seguridad preventiva, para que no ocurran eventos no deseados.

Para realizar el análisis de los riesgos presentes en las actividades seleccionadas, se utilizaron dos metodologías, BOW TIE y ETA; las cuales fueron aplicadas en conjunto para la obtención de resultados más completos.

El método BOW TIE la cual, se ilustra la relación que existe entre el Suceso Tope, que se corresponde con el momento en el que se pierde el control sobre el peligro, junto a las causas y consecuencias asociadas al mismo (1). Por otra parte el método ETA, árbol de sucesos, es una técnica de análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos que permite estudiar procesos secuenciales de hipotéticos accidentes a partir de sucesos iniciales indeseados, verificando así la efectividad de las medidas preventivas (2).

Al aplicar las metodologías a cada tarea crítica, posterior al correspondiente análisis, se procede a dar las recomendaciones pertinentes de cada maniobra. A lo que quiere llegar este análisis es en que los supuestos sucesos no deseados derivados de los riesgos no sucedan en la empresa, y a la vez la información sea sociabilizada de conocimiento por todos los trabajadores que desempeñan labores en el muelle de Puerto Ventanas.

OBJETIVO GENERAL

Analizar los riesgos asociados a las operaciones de carga y descarga de material de buques en la empresa Puerto Ventanas S.A.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar las actividades críticas en las operaciones de carga y descarga de material de buque, para la aplicación de la metodología BOW TIE y ETA.
- Aplicar las metodologías BOW TIE y ETA, en las maniobras más riesgosas seleccionadas por la empresa.
- Proponer recomendaciones de los resultados obtenidos en la aplicación de cada metodología, para mejorar la seguridad en las operaciones analizadas.

ALCANCE

El presente trabajo de título se llevará a cabo en las operaciones de carga y descarga de material de buque, de la empresa Puertos Ventanas S.A (PVSA), en donde el análisis de los riesgos asociados en las actividades, tienen como objetivo el poder aplicar metodologías de análisis de sucesos, seleccionando las tareas críticas del registro de actividades de la empresa.

Para este trabajo es fundamental la participación que existe con los encargados de cada área y sus trabajadores, ya que estos proporcionan información necesaria para lograr obtener, a través de sus conocimientos, el funcionamiento de las actividades realizadas. Es por esto que la investigación se basará en la interacción con la supervisión del trabajo en relación a sus operaciones, junto con la observación directa de las tareas desarrolladas y medidas de seguridad utilizadas por los trabajadores. En la parte de aplicación del árbol de eventos se omitirá el cálculo de la probabilidad de cada suceso, por tema de una alta complejidad para darle un valor a las actividades y se debe contar con presencia de una personada especializada.

Hitos Principales

La elaboración del análisis de riesgos asociados en las operaciones de carga y descarga de material de buque ubicado al interior de los sitios de puerto ventana en la bahía de Quintero, Valparaíso, se realizará en la zona misma de trabajo, con el fin de pretender, con este documento, mejoras en los procesos para evitar accidentes a futuro, es por esto que se necesita observación directa en terreno.

Para el desarrollo del trabajo se requiere la participación de varios integrantes de la empresa, para el apoyo en la recopilación de información, donde se incluyen tanto jefes de áreas, donde se encuentran ingenieros de servicio y supervisores como trabajadores, que aportarán con su experiencia y conocimiento de las distintas operaciones. El aporte también destacado será el de Departamento de Prevención de Riesgos, el cual facilitará la selección de las actividades, apoyando también con sus integrantes surgimientos de dudas y temas de seguridad.

Restricciones

Para la realización del análisis de los riesgos no se incluirán todas las actividades desarrolladas en la zona de carga y descarga, ya que se hará una selección en las maniobras mas críticas y frecuentes en cuanto a información completa y necesaria para el desarrollo del análisis, es por esto que habrá una cantidad de actividades acotadas para la aplicación de metodologías.

Limitaciones

Para la obtención necesaria de información en la empresa y realizar las distintas operaciones en terreno, se dispondrá de rangos de tiempos limitados, ya que el trabajo se realizará durante el desarrollo del último semestre de la carrera, donde se asiste a clases diariamente, es por esto que se dispondrán de tiempos coordinados con la empresa para visita y recopilación de datos de la misma. Debido esto se buscará obtener la máxima información posible cada vez que se recurra a la empresa.

Que se espera

Para obtener el resultado esperado se necesita la cooperación y voluntad de los cargos operantes ya sea ingenieros, supervisores y trabajadores, junto con el departamento de prevención de riesgos, para lograr una buena fuente de información de

las actividades realizadas, así lograr un análisis completo y efectivo de las operaciones de la empresa. Se pretende también que la empresa y sus trabajadores comprendan los errores cometidos y las causas que podrían generar accidentes laborales, pudiendo así ser un aporte a la empresa en ámbito de seguridad, considerándose como apoyo de material e información para los integrantes de PVSA.

Supuestos

El trabajo al terminar el estudio, debería ser considerado como una herramienta y apoyo de información a futuro, en el ámbito de análisis de riesgos, evitando que se desaten accidentes de las actividades analizadas. Con esto la empresa se adjunta un material importante para la seguridad, el cual tiene que ser inculcado en todos los miembros de la empresa desde el Departamento de prevención de Riesgos, como los jefes de áreas, supervisores y sus trabajadores.

FUNDAMENTACIÓN

El trabajo de título, busca ser un aporte en el área de prevención de riesgos en la empresa PVSA. Esta posee un alto prestigio y reconocimiento en el ámbito de la prevención ya que cuenta con certificaciones internacionales integrales ya sea en el área de calidad, seguridad y medio ambiente, respetando las normas ISO 9001:2015, OHSAS 18001:2007 e ISO 14001:2004, respectivamente.

El enfoque de este trabajo es que los miembros de la empresa conozcan los riesgos que están expuestos y más allá, informarlos sobre las causas de los posibles eventos no deseados, a la vez que conozcan también las fallas que cometen en las operaciones y así entregarles las recomendaciones obtenidas.

La evaluación de riesgos no es una técnica inventada con motivo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los métodos de evaluación de riesgos vienen usándose desde hace varias décadas, tanto por obligación legislativa, como por motivos técnicos con el fin de ayudar a los profesionales de la seguridad en la firma de decisiones.

Así, los métodos de evaluación de riesgos han estado unidos al estudio de la fiabilidad de los sistemas, los subsistemas y los componentes, además de al estudio del comportamiento humano, siendo su objetivo fundamental anticiparse a los posibles sucesos no deseados, con el fin de tomar medidas oportunas previamente. (3)

Por tanto, la evaluación de riesgos es el fundamento previo e inexcusable de la planificación preventiva y, puesto que ésta ha de incluir una priorización de las actividades previstas, la evaluación ha de contemplar, necesariamente, algún tipo de medida de los riesgos, que permita su jerarquización (4).

La empresa cuenta con una estructura que se compone de procedimientos de trabajo en las áreas y actividades de los trabajadores, que va depender de los tipos de riesgos a los que se encuentren en cada actividad, ya sea trabajos en caliente, en altura, a bordo de buque, entre otros. Estas herramientas tienen como objetivo presentar la forma de ejecutar la actividad y dar a conocer los riesgos expuestos a los trabajadores, para que adopten las medidas preventivas adecuadas. Aun así estas herramientas no han sido efectivas, puesto que el trabajador no se guía por estos documentos, lo que deriva en algunas ocasiones en accidentes laborales. Estos accidentes son investigados por el Comité Paritario de Higiene y Seguridad de la empresa en colaboración de algún personal del Departamento de prevención, en donde se desarrolla un informe con las causas y acciones correctivas. Dicho informe queda archivado, sin darle mayor énfasis una vez terminado, ni tampoco se transmite la información obtenida a los trabajadores, quedando para ellos como un accidente más ocurrido en la empresa.

Es por esto que este trabajo busca basarse de las actividades reales de los trabajadores en la zona de carga y descarga de material de buque y relacionarlas con el nivel de riesgo según la empresa, ocupándolos como ejemplos, información a analizar y barreras de seguridad para no cometer los errores en las operaciones y lamentar accidentes. Todo para sociabilizar los resultados obtenidos de la aplicación de las metodologías de análisis de riesgos con todos los miembros de la institución, y proponer las recomendaciones pertinentes de los resultados obtenidos de la aplicación de las metodologías, con tal de evitar acciones inseguras de los trabajadores y eventos no deseados que perjudiquen a la empresa y obviamente al trabajador.

METODOLOGÍA

Etapas 1: Selección de las actividades críticas

La primera etapa empieza con la interacción de estudiante y empresa, donde previamente se coordinará con personal del departamento de prevención de riesgos, se presentará como alumno de la universidad Federico Santa María y le comentará sobre el trabajo de título, así poder ver el manejo de información que pueda acceder y las visitas

a realizar la cuáles consistirán en varias de estas a la empresa, donde se llevarán a cabo revisiones de actividades ejercidas por los trabajadores en la zona de carga y descarga de material de buques, junto con inducciones que se realizarán, charlas de seguridad previa a actividades, tener diálogo con trabajadores y sus supervisores sobre sus tareas y riesgos asociados, permisos de trabajos y evaluación de ambientes de trabajo. Se harán visitas a terrenos donde se realizarán observaciones planeadas para identificar los peligros y evaluar de manera progresiva los riesgos asociados a cada actividad. Una vez analizadas todas las actividades la empresa hará una selección a través de los profesionales competentes y experiencia de los trabajadores y apoyo de la herramienta Check list con ítems que deben cumplir para ser seleccionadas de un alto nivel de riesgo, con alta probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado, para la aplicación de las metodologías BOW TIE y ETA.

Etapas 2: Aplicación de las metodologías BOW TIE y ETA

La segunda etapa se llevará a cabo una vez conociendo las actividades seleccionadas en la etapa 1 para la aplicación sucesiva de las metodologías BOW TIE y ETA. Para la aplicación se debe contar con la información necesaria y completa de las operaciones, donde la fuente provendrá del Departamento de prevención como jefes de áreas, supervisores, trabajadores, visitas a terrenos, entre otros.

La recopilación de toda la información es fundamental para detallar las etapas de cada actividad seleccionada y anotarlas de forma secuencial realizadas en el puesto de trabajo, para desglosar los datos en ámbitos de seguridad y así poder aplicar de manera correcta las metodologías.

Primeramente, se procede a aplicar la metodología BOW TIE a la primera actividad seleccionada y el análisis de maniobras ejercidas en la operación, luego se sigue con las otras actividades sucesivas.

Luego de aplicar la metodología BOW TIE se procede a aplicar la otra metodología ETA, donde se realizan las mismas operaciones previas para la aplicación de BOW TIE, seleccionar primero las actividades a desarrollar con el análisis, complementándola con visitas a terreno para obtener una visión más real de lo ocurrido. Una vez recopilada la información se inicia la aplicación de la metodología construyendo el árbol de sucesos de cada actividad.

Etapas 3: Recomendaciones

La última etapa es la relacionada con la sociabilización de los resultados obtenidos, junto con las recomendaciones adecuadas a cada actividad, enfocadas en el análisis de las operaciones que realizan los trabajadores y evitar que se desaten los eventos no deseados.

Para desarrollar esta etapa es fundamental considerar las recomendaciones obtenidas de la aplicación de las metodologías en las actividades seleccionadas, por un lado estarán las recomendaciones en cada operación que arroja la metodología BOW TIE y por otro lado darán otras diferentes en la metodología ETA aplicadas a las actividades correspondientes. Una vez tomadas todas las recomendaciones y los distintos enfoques que dan las dos metodologías, se buscaran las acciones correctivas y soluciones a los problemas.

Otro enfoque para las recomendaciones será en las causas que generan los eventos no deseados, se indagará en los criterios de tareas riesgosas para poder encontrar las fallas que se cometen y gatillan a la ocurrencia de los accidentes.

Todo va dirigido para ser un aporte al ámbito de seguridad de la empresa, y más aún para la seguridad y sensibilización de los trabajadores de conocer sus errores y puedan adoptar medidas que se aportarán en el trabajo.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

En el siguiente punto se darán a conocer los antecedentes de la empresa incluyendo reseña histórica, instalaciones, filosofía, organigrama, política, entre otros.

1.1. PUERTO VENTANAS S.A (PVSA)

Puerto Ventanas S.A. es el principal puerto privado de la región central del país, modernas instalaciones y amplios espacios de acopio, otorgan grandes ventajas, permitiendo hacer de nuestra empresa el mayor puerto granelero de la zona, a la vez, es el principal puerto granelero privado de la zona central del país. Con una trayectoria de 24 años, contamos con una ubicación geográfica privilegiada, por la cercanía a los desarrollos industriales de las ciudades del centro de Chile y el oeste de Argentina.

Su política es ofrecer a sus clientes un servicio integral a la carga de graneles líquidos y sólidos y a la carga general, basado en altos índices de eficiencia, confiabilidad y seguridad con contratos a largo plazo, que les han permitido consolidar un crecimiento sostenido a través de los años en el número de tonelada transferidas.

Puerto Ventanas posee ventajas competitivas con respecto de otros puertos de la zona como:

- Sitios de mayor calado, lo que implican economías en el costo unitario de flete marítimo.
- No existen problemas de embancamiento, dando mayor seguridad.
- Disponibilidad de sitios de atraque.
- Administración privada orientada al cliente: satisfacción de las necesidades de sus clientes mediante prestación de servicios portuarios ágiles y eficientes.

1.2. RESEÑA HISTÓRICA

1966

Junto con la construcción de la unidad N° 1 de la Central Termoeléctrica Ventanas, Chilgener (actual AES Gener S.A.) construye el Muelle Ventanas, el cual inicia su atención a naves y descarga de carbón a partir de este año.

1989

Se inician estudios para un proyecto de ampliación del muelle, con el objeto de tener capacidad para atender naves de mayor envergadura, transformando la idea original en un proyecto de muelle multipropósito.

1991

El 25 de abril se crea Puerto Ventanas S.A. como empresa independiente, filial de Gener S.A., para aumentar el ámbito de operaciones del antiguo Muelle Ventanas. Gener S.A. aportó como activos las instalaciones del muelle de su propiedad.

1993

La desestiba de carbón para la Central se efectúa hasta julio de este año, por el costado norte del antiguo muelle. El rendimiento de descarga a esta fecha es de aproximadamente 300 ton/hora ó 7.200 ton/día.

1994

Tras un proceso de adquisición, Puerto Ventanas S.A. se convierte en propietaria de todas las instalaciones de tierra y mar del Puerto. También este año se inaugura la ampliación del Muelle, incorporando los sitios N° 3 y N° 5.

1995

Se construye una bodega para graneles limpios de 45 mil toneladas, conectada al sitio N° 5, a través de un sistema automatizado de correa que permite lograr rendimientos de 18 mil ton./día.

1996

Empresas Melón comienza la construcción de un domo de almacenamiento de clínker conectado al sitio N° 5, mediante una correa tubular. El domo es inaugurado al año siguiente.

1997

Finaliza la construcción de un terminal de productos químicos de 4 mil toneladas de capacidad.

1999

Se inician descargas pre-operacionales del Terminal de Petróleos, Asfaltos y Combustibles S.A. (PACSA). Este mismo año, de manera estratégica, se compran 47 hectáreas de terrenos aledaños al Puerto.

2000

Se firma un contrato con la ex Compañía Minera Disputada de Las Condes (hoy Anglo American), el que contempla la creación, por parte de Puerto Ventanas S.A., de una bodega para el almacenamiento de concentrado de cobre, la que fue inaugurada en enero del año siguiente. El 2 de mayo se adquieren los activos fijos de Petróleos, Asfaltos y Combustibles S.A., y una participación de un 99.99% de la Sociedad Pacsa Agencia Naves S.A.

2001

En el mes de julio, AES Gener S.A. vende las acciones que poseía de la Sociedad. Las acciones fueron compradas por S.K. Inversiones Portuarias S.A. y otras 11 empresas, quienes firmaron un pacto de accionistas. En octubre se firma un contrato con la compañía suiza Glencore International S.A. para la explotación y ejecución del negocio de bunkering por parte de esta última, ya sea a través del terminal de combustibles o de otros proyectos conjuntos.

2002

Sociedad Asfaltos Cono Sur S.A. ejerce su opción de compra por la sección Asfaltos del Terminal de Asfaltos y Combustibles, tras lo cual Asfaltos Cono Sur S.A. administra el terminal mientras que Puerto Ventanas S.A. se encarga de la transferencia de carga desde el buque hasta los estanques.

2005

El 4 de octubre, el grupo Sigdo Koppers, controlador de Puerto Ventanas S.A., fue inscrito en la Bolsa de Comercio de Santiago. Sigdo Koppers S.A. adquiere el 5,18%

de las acciones de Puerto Ventanas S.A., y SK Inversiones Portuarias aumenta su participación a 43,03%.

2006

El 27 de marzo, Sigdo Koppers S.A. aumentó su porcentaje de participación en Puerto Ventanas S.A. a 6,98%, incrementando la participación conjunta de Sigdo Koppers S.A. y SK Inversiones Portuarias S.A. de 48,21% a 50,01%.

2008

En septiembre se inaugura la Cancha de Acopio de carbón de petróleo para ENAP Refinerías S.A. Durante el período, la Compañía trabaja en la implementación de SAP a nivel corporativo y certifica su Sistema de Gestión de Calidad, bajo la norma ISO 9001:2000.

2009

Puerto Ventanas inicia los estudios de ingeniería para la construcción de una nueva bodega para Anglo American, dotada de las últimas tecnologías ambientales para almacenar 60.000 toneladas de concentrado de cobre. Además, durante el período entran exitosamente en funcionamiento los módulos financiero-contables (FI-CO) del ERP SAP, permitiendo mejorar tanto la calidad como la velocidad de acceso a información crítica del negocio.

2010

A principios de 2010 se inician las operaciones de la Unidad 3 de Gener (Nueva Ventanas). También se firma un contrato por 25 años con Anglo American para almacenar y embarcar el concentrado de cobre proveniente de la expansión de la mina Los Bronces. El convenio incluye la construcción de una bodega con capacidad para acopiar 60.000 toneladas, que contará con las últimas tecnologías ambientales. Se estima que este proyecto estará finalizado durante el año 2011.

2011

Durante el año 2011 se realizó la venta del terminal de combustibles y los minitanqueros por una suma de US\$ MM 29,45. Además se inicia la construcción de la nueva bodega para almacenar concentrado de cobre del cliente Anglo American.

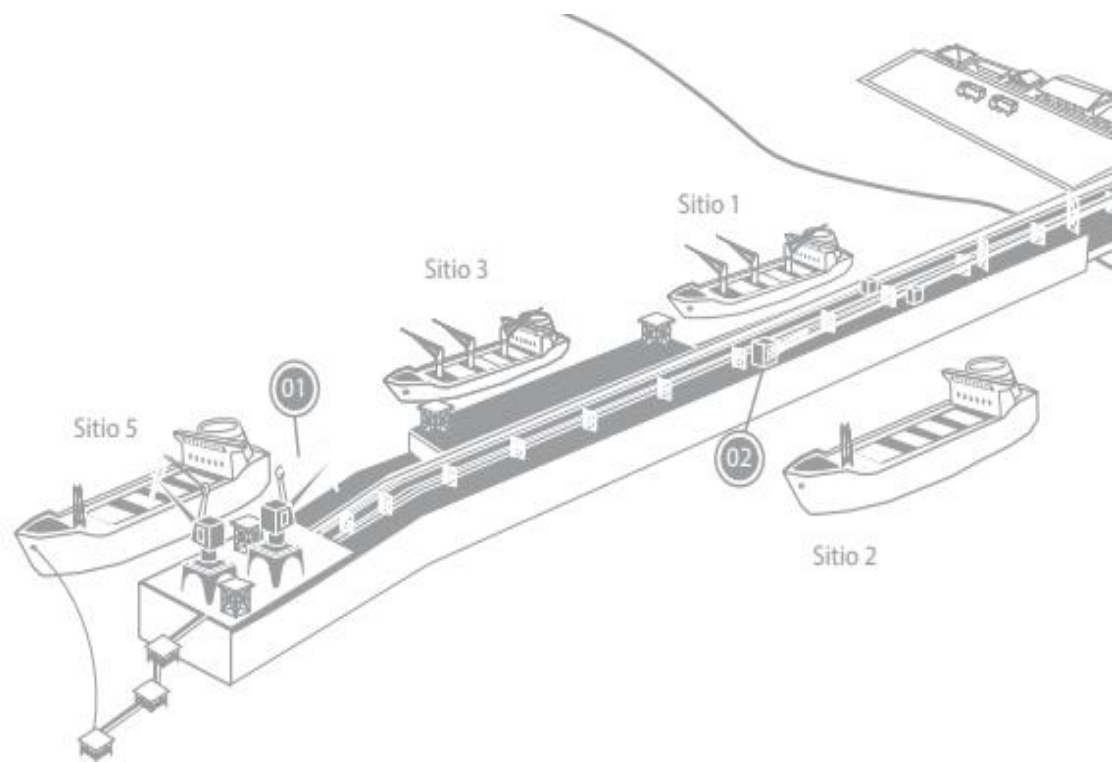
2012

Se terminó de construir y se dio inicio a la operación de la bodega para concentrado de cobre del cliente Anglo American, lo que generó un histórico aumento de movilización de carga. Además se negoció con BancoEstado un crédito de hasta

MMUS\$ 40, con el cual se realizó la reestructuración de pasivos de la Compañía y se destinó recursos para futuras inversiones del año 2013. También se inaugura el Centro Comunitario Puerto Abierto, donde la comunidad de Ventanas encuentra un espacio donde realizar actividades comunitarias y solidarias, entre otras.

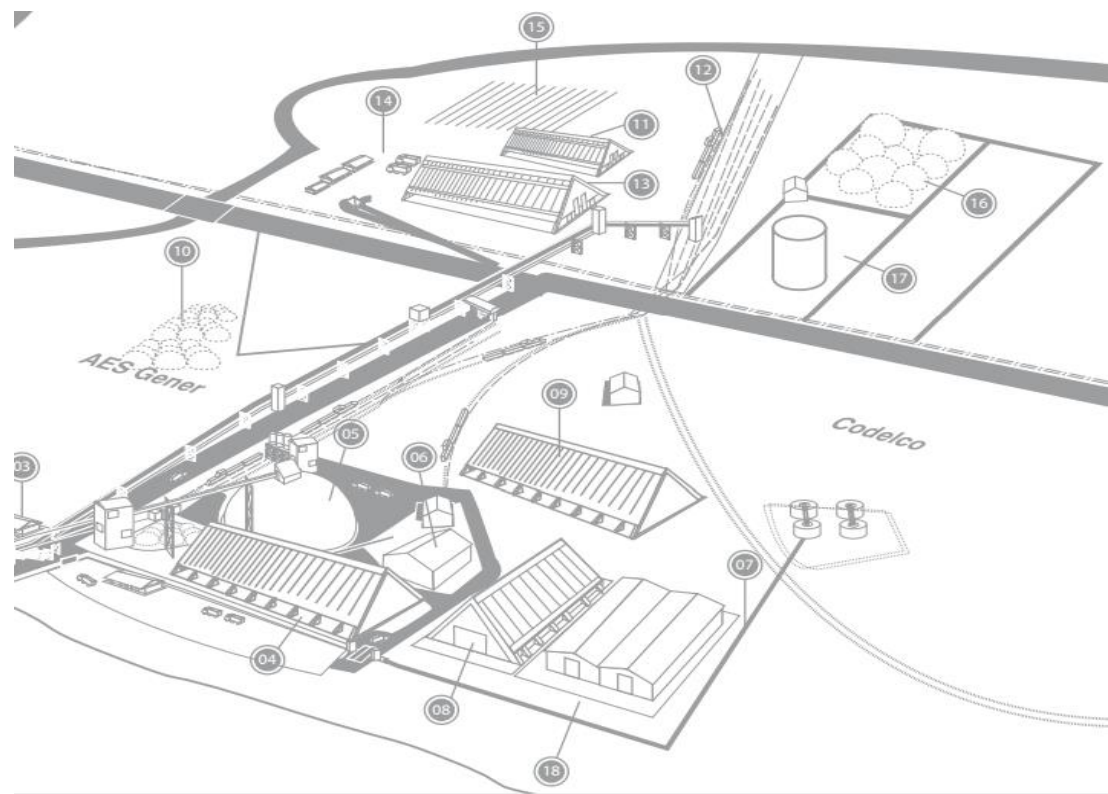
1.3. INSTALACIONES DE PUERTO VENTANAS

Puerto Ventanas S.A. cuenta en la actualidad con cuatro sitios de atraque (Figura 1.1) habilitados, los que permiten la carga y descarga de naves de hasta 70.000 ton. y 14,3 metros de calado. Además, cuenta con instalaciones terrestres necesarias para el transporte, almacenaje y manipulación de la carga movilizada (Figura 1.2). Posee terrenos con una superficie total de 218,1 hectáreas, de las cuales aproximadamente el 84% está disponible para nuevos negocios o ampliación de los negocios actuales.



Fuente: Puerto ventanas S.A

Figura 1-1. Estructura de sitios de atraque en muelle PVSA



Fuente: Puerto ventanas S.A

Figura 1-2. Estructura de instalaciones terrestres de transporte, almacenaje y manipulación de carga

- 1. Dos grúas para descargar graneles sólidos conectados a sistema transportador.
- 2. Grúa de embarque de concentrado de cobre conectada a sistema transportador.
- 3. Oficinas.
- 4. Bodega para concentrado de cobre: 55.000 tons.
- 5. Domo para clínker y cemento: 45.000 tons. Todas las instalaciones para la descarga son de propiedad de Melón S.A.
- 6. Bodega para almacenamiento de concentrados varios: 6.000 tons.
- 7. Aciducto: embarque de ácido sulfúrico (H2SO4).
- 8. Bodega para concentrado de cobre: 30.000 tons.
- 9. Bodega Anglo American para concentrado de cobre: 60.000 tons.
- 10. Cancha para acopio de carbón perteneciente a AES Gener.
- 11. Bodega de granos y cargas generales: 10.000 tons.
- 12. Patio estación maniobras ferroviarias.
- 13. Bodega de granos limpios: 45.000 tons.
- 14. Oficinas de Aduanas y SAG.

- 15. Patio descubierto para carga general: 30.000 m² .
- 16. Cancha de carbón de petróleo (ENAP): 80.000 tons.
- 17. Planta molienda de Melón S.A.
- 18. Patio cubierto: 6.640 m² .

1.4. FILOSOFÍA DE PUERTO VENTANAS

A continuación, se definirán la misión y visión y valores que posee la empresa Puerto Ventanas.

1.4.1. Misión

“Contribuir al progreso sustentable de Chile, entregando a nuestros clientes alta calidad en los servicios portuarios y generando valor y oportunidades de desarrollo a la comunidad, accionistas, proveedores y colaboradores”.

1.4.2. Visión

“La mirada del PVSA nos lleva a las raíces las cuales se mantienen hoy en día.

Se enfoca en ser reconocidos como la mejor empresa portuaria en materia de servicios, y como referentes en la búsqueda continua del desarrollo sustentable; económico, ambiental y social, permitiéndonos crecer de manera sostenible”.

1.4.3. Valores

Seguridad / Respeto / Confianza Responsabilidad / Integridad / Innovación

1.5. ORGANIGRAMA

A continuación, se muestra el organigrama corporativo de la empresa (Figura 1.3), el cuál cuenta con un gobierno corporativo, que vela por la transparencia en la toma de decisiones, un actuar ético y la aplicación de buenas prácticas en los procesos y acciones que la compañía emprende. Promueve la gestión eficaz y eficiente de sus

recursos aportando a la creación de valor para sus accionistas y públicos interesados. El Presidente del Directorio lo es también de la sociedad y de la Junta General de Accionistas, y tiene, además de las obligaciones y atribuciones que le señalen las disposiciones legales y los estatutos, las facultades que le confiera el Directorio.



Fuente: Puerto ventanas S.A

Diagrama 1-1. Organigrama – Organización corporativa de PVSA

1.6. POLITICA INTEGRAL

Puerto Ventanas S.A, es el principal puerto privado de la región central del país, ofreciendo servicios integrales y especializados en la transferencia, almacenamiento, despacho de graneles sólidos, líquidos y cargas fraccionadas.

Estamos comprometidos con la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes, a través de procesos de mejora continua, teniendo como principal recaudo la salud, seguridad del personal, el medio ambiente y el ahorro de la energía, generando un desarrollo sustentable de nuestra actividad e impulsando el desarrollo económico de la región.

Para ello Puerto Ventanas S.A. se compromete a:

- Proveer y mantener ambientes de trabajo adecuados y seguros para su personal, y otras personas que se encuentren en sus instalaciones.

- Velar por el cumplimiento de la normativa nacional e internacional aplicable a las actividades de su negocio y los estándares corporativos, relacionados con seguridad, salud ocupacional, medio ambiente, energía y calidad.
- Implementar todos los recursos necesarios y factibles para asegurar el cumplimiento de los objetivos y metas establecidos según los siguientes principios: la calidad en los servicios, satisfacción de los clientes, gestión de la energía, prevención de la contaminación, accidentes y enfermedades profesionales, así como también, el diseño y compra de productos y servicios eficientes, para la mejora del desempeño energético.
- Mantener disponible información del Sistema Integrado de Gestión, a todo el personal de Puerto Ventanas S.A, para asegurar el cumplimiento de los objetivos y metas, en el marco de un mejoramiento continuo en el desempeño de sus procesos.

1.7. **CERTIFICACIONES**

Puerto Ventanas S.A. ha implementado un Sistema Integrado de Gestión (SIG) mediante el cual gestiona los aspectos relacionados con la calidad, medioambiente, seguridad y salud ocupacional y eficiencia energética en nuestras operaciones. Por medio del SIG, planificamos y gestionamos de manera sistemática los principales aspectos de nuestras operaciones. Verificamos su efectiva implementación mediante auditorías tanto internas como de entidades certificadoras externas. A través del Sistema Integrado de Gestión, anualmente se definen objetivos e indicadores de desempeño para los aspectos claves de nuestra organización, los cuales son validados y permanentemente revisados por el equipo gerencial de Puerto Ventanas S.A.

Las Certificaciones son:

- ISO 9001-2008 de sistemas de gestión de calidad;
- ISO 14001 de sistemas de gestión ambiental;
- OSHAS 18001 sobre seguridad y salud laboral;
- ISO 50001 de eficiencia energética.

1.8. **NEGOCIO PORTUARIO**

Puerto Ventanas S.A. es el principal puerto de la zona central del país especializado en el transporte de graneles.

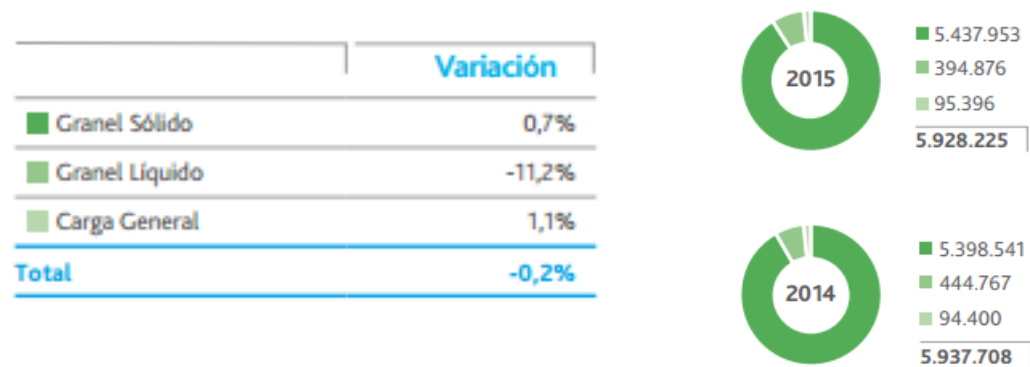
PVSA cuenta con cuatro sitios de atraque con los mayores calados de la zona central del país, con capacidad para recibir y atender naves de entre 12.000 y 70.000 toneladas, lo que permite a sus clientes minimizar el costo unitario de la carga movilizada. Las instalaciones están completamente mecanizadas y hacen posible rendimientos de carga y descarga de más de 18.000 toneladas diarias, además del almacenamiento y logística necesaria para la industria minera y generadoras de energía presentes en la zona central del país. Su oferta se complementa con los servicios de transporte de carga otorgados por la filial Ferrocarril del Pacífico S.A. (FEPASA).

El negocio portuario consiste básicamente en la transferencia de graneles, incluyendo la estiba y desestiba de naves y el almacenamiento de la carga en caso de requerirse.

1.8.1. **Composición de la carga movilizada en toneladas**

Durante el año 2015, Puerto Ventanas S.A. movilizó en total 5.928.225 toneladas a comparación del año 2014 que fueron 5.937.708 (Figura 1.4), de las cuales 60,2% corresponden a descargas y 39,8% a embarques.

Tabla 1-1. Carga movilizada en año 2015 de PVSA



Fuente: Puerto ventanas S.A

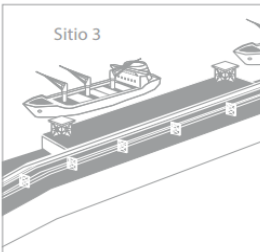
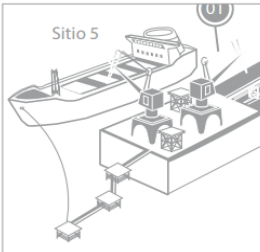
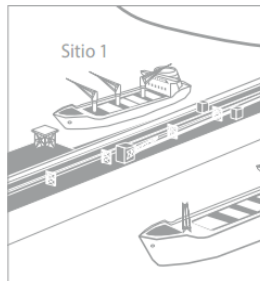
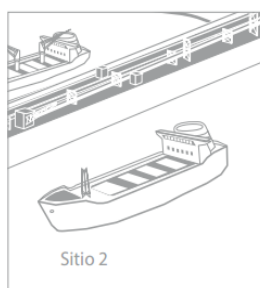
Del total de carga movilizada durante 2015 en los puertos de la Región de Valparaíso, Puerto Ventanas S.A. concentró el 61,3% de los graneles sólidos, el 27,0% de graneles líquidos y un 3,4% de la carga fraccionada.

1.9. LOCALIZACIÓN

Puerto Ventanas se localiza en la bahía de Quintero, en la Quinta Región de Chile, a 32° 47' de Latitud Sur y 71° 33' de Longitud Oeste. Mediante excelentes carreteras lo separa a solo 132 km de Santiago por la nueva autopista Nogales-Puchuncavi, y a 340 km de Mendoza (Argentina).

1.10. EQUIPAMIENTO DE PUERTO

En la actualidad, el puerto cuenta con cuatro sitios de atraque habilitados, los que permiten la carga y descarga de naves de hasta 70.000 toneladas y 14,3 metros de calado. La descripción general de estas instalaciones es en la tabla 1.1

	Sitio Nº 3			
	Calado Máximo 11,70 mts.	Eslora Máxima 200 mts.	Equipamiento Manifold de conexión para el embarque de ácido sulfúrico. Además, posee una caja de válvulas para el embarque o rancho de combustible requerido por las naves, una caja de válvulas para la descarga de insumos combustibles para el Terminal de Asfaltos y Combustibles.	Características operacionales • Apto para carga general y graneles líquidos y sólidos. • Capacidad para atender naves de hasta 45.000 DWT. • Manifold para abastecimiento y descarga de combustible marino. • Calado autorizado: 11,7metros.
	Sitio Nº 5			
	Calado Máximo 14,30 mts.	Eslora Máxima 245 mts.	Equipamiento Dos grúas pantográficas con capacidad de 30 toneladas a 40 metros y rendimientos de descarga de 750 toneladas/hora cada una. Una caja de válvulas para el embarque o rancho de combustible requerido por las naves. Una caja de válvulas para la descarga de insumos combustibles para el Terminal de Asfaltos y Combustibles.	Características operacionales • Calado autorizado: 14,3 metros.
	Sitio Nº 1			
	Calado Máximo 8,00 mts.	Eslora Máxima 125 mts.	Equipamiento Dos cajas de válvulas para el embarque de combustibles marinos a los minitanqueros.	Características operacionales • Apto para graneles líquidos. • Capacidad para atender naves de hasta 12.000 DWT. • Manifold para abastecimiento de combustible marino. • Calado autorizado: 8,00 metros.
	Sitio Nº 2			
	Calado Máximo 9,57 mts.	Eslora Máxima 200 mts.	Equipamiento Manifold de conexión para el embarque de ácido sulfúrico y torre de embarque de concentrados minerales. Una caja de válvulas para el embarque o rancho de combustible, requerido por las naves.	Características operacionales • Apto para graneles sólidos y líquidos. • Capacidad para atender naves de hasta 30.000 DWT. • Manifold para abastecimiento de combustible marino. • Calado autorizado: 9,55 metros.

Fuente: Memoria 2015 Puerto ventanas S.A

Figura 1-3. Sitios de atraque

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍAS UTILIZADAS: ÁRBOL DE EVENTOS
(ETA) – DIAGRAMA DE LAZO (BOW TIE)

2. METODOLOGÍAS UTILIZADAS: ÁRBOL DE EVENTOS (ETA)) – DIAGRAMA DE LAZO (BOW TIE)

En la siguiente sección se mostraran las metodologías a utilizar, de donde provienen, la relación con los análisis de riesgo y su aplicación.

2.1. DIAGRAMA DE LAZO (BOW TIE)

En este capítulo se procederá a entregar información de manera general a que corresponde la gestión de los riesgos y los métodos de análisis de riesgo que den una pequeña base del tema. Luego se proseguirá a describir cada una de las metodologías que se aplicaran en el presente trabajo, ya sea su definición propiamente tal, los elementos que componen las metodologías, el desarrollo que se debe llevar y su aplicación ejemplificada.

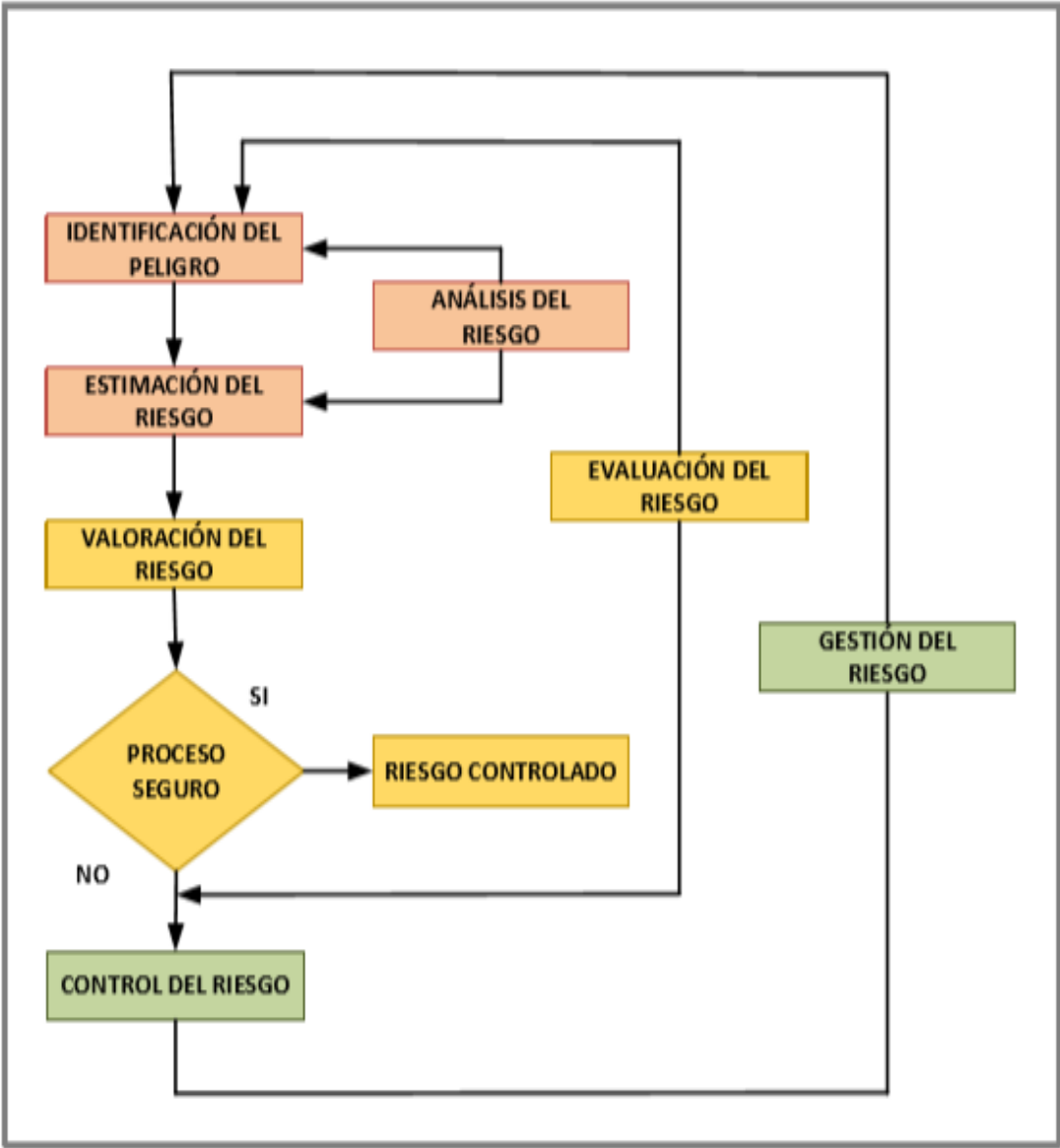
Con lo anteriormente dicho, en primera instancia se ahondará en la metodología del Árbol de eventos o ETA y posteriormente se proseguirá con la metodología BOW TIE.

2.2. ELEMENTOS GENERALES DE LA GESTIÓN DE RIESGOS

La aplicación de las metodologías de análisis de los riesgos laborales, están comprendidas dentro de los elementos que componen la gestión de los riesgos. Es por ello que antes de mencionar los métodos, es de importancia mostrar tales elementos y agregar el conocer un poco en que trata la gestión de los riesgos (5).

En primer lugar conocer el concepto de gestión del riesgo, el cual corresponde a, la aplicación sistemática de las políticas, procedimientos y prácticas de gestión para analizar, valorar y evaluar riesgos. De acuerdo al concepto de gestión, se entiende que es un proceso que por medio de la aplicación de procedimientos, políticas y prácticas relacionadas permitirá la identificación, evaluación, control y seguimientos de los riesgos laborales.

Los elementos a los que se hace alusión en los párrafos anteriores son los que aparecen en el siguiente esquema, y en él se muestra el ciclo que se genera en el desarrollo de la gestión de riesgos (Figura 2-1).



Fuente: Metodología de Evaluación de Riesgos, Servicio de Prevención Universidad de Alcalá

Diagrama 2-1. Elementos de la gestión de los riesgos

2.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE RIESGO

Para llevar a cabo el análisis de los riesgos laborales existen varios métodos que van en ayudas a esto. La aplicación de estos métodos difieres uno del otro, pero comparten ciertas características en las forma de su aplicación si pertenecen al mismo

grupo, puesto que se separan en dos bloques, por un lado están los métodos de análisis de riesgo cualitativo y por el otro los cuantitativos.

Estos métodos permiten determinar tantos factores de riesgos, como estimar las consecuencias, permitiendo adoptar medidas preventivas más adecuada para cada caso, pudiendo complementar estas decisiones con la experiencia, el buen juicio, las buenas prácticas, y por sobre todo las normas

2.3.1. Métodos cualitativos

Se encargan principalmente de identificar y describir los riesgos existentes en una determinada área. Se caracterizan por no recurrir a cálculos numéricos.

Pueden ser métodos comparativos y métodos generalizados. Los métodos de esta clase, identifican todo tipo de peligros, sus causas y efectos. Un análisis cualitativo debe contener unos pasos como los siguientes:

- a) La identificación y definición de peligros y efectos de origen interno y externo.
- b) La clasificación de peligros probables y creíbles.
- c) La determinación y cuantificación de las consecuencias.
- d) La justificación de las medidas necesarias para mejorar la seguridad y limitar las consecuencias.

El método cualitativo se debe aplicar para contar con una identificación de peligros práctica, participativa e inductiva, basada en la creación de entornos simulados o generación de hipótesis en base a experiencias, por lo que el resultado puede tener cierta subjetividad, siendo por otra parte estos métodos de carácter exploratorios, interactivos, reflexivos y orientados al proceso. Además, otra característica de métodos cualitativos es que son del tipo determinista, ya que definen y precisan el qué y el porqué; centran su validez y confiabilidad en un análisis exhaustivo y el consenso intersubjetivo, generando datos valiosos y profundos (6).

Los métodos cualitativos que en general más conocidos son:

- Listas de chequeo o listas de comprobación (Check List).
- P.H.A. o A.P.R. (Análisis Preliminar del Riesgo).
- H.A.Z.O.P. o Análisis del Peligro y Operaciones.
- What If? o ¿Qué pasa si?
- Índice de fuego, explosión y toxicidad MOND.
- Índice de fuego y explosión DOW.

- BOW TIE o Diagrama del lazo (3).

2.3.2. Métodos cuantitativos

Son aquellos en los cuales se le asigna un valor al nivel de riesgo, de forma que se pueda cuantificar y clasificar según su importancia. Se caracterizan por recurrir a una clasificación de las áreas en una instalación basándose en una serie de índices que cuantifican daños.

Este tipo de métodos, responden a la frecuencia de los sucesos, consecuencia de los sucesos y al riesgo resultante. En un análisis cuantitativo se deben presentar ciertos pasos como los que se muestran a continuación:

- a) La identificación y definición de peligros de origen interno y externo.
- b) La determinación de las consecuencias de cada peligro y su clasificación en clases de consecuencia.
- c) La recolección y procesamiento de datos sobre frecuencia de falla.
- d) La determinación y clasificación de la probabilidad de cada peligro.
- e) La suma de la frecuencia de todos los riesgos dentro de alguna clase de consecuencia asignada y clasificar el rango de frecuencias para esa clase de consecuencia.
- f) La clasificación de los peligros de acuerdo con sus clases de consecuencias y rango de frecuencia, a fin de determinar el perfil de riesgo.

Un análisis cuantitativo se debe aplicar para contar con una identificación de peligros objetiva, deductiva, específicamente en forma numérica, generalmente con ayuda de herramientas estadísticas, la cual debe ser representada mediante escenarios planificados y por algún modelo numérico; es confirmatoria y se encuentra orientada al resultado. Este tipo de método es de tipo probabilista, ya que centra su validez y confiabilidad en la estadística, la probabilidad y criterios (6).

Métodos cuantitativos de análisis de riesgos:

- Análisis del árbol de fallas o F.T.A. (Fault Tree Analysis)
- Análisis del árbol de eventos o E.T.A. (Event Tree Analysis)
- Métodos para el cálculo de daño, PROBIT.
- H.R.A. o Análisis de fiabilidad humana (3).

2.4. METODOLOGÍA DEL ÁRBOL DE EVENTOS – ETA

El método de árbol de eventos es una de las metodologías que se han aplicado en el presente trabajo, y la cual es válida para profundizar en el análisis causal de los accidentes, este método también suele llamarse Árbol de Sucesos. Para evitar confusiones en la siguiente lectura, arbitrariamente solo se hablará en términos de Árbol de Eventos y no de sucesos, así como también el término “suceso” será empleado al hablar solo de suceso iniciador, término que será aclarado en el avance de este capítulo. A continuación se detallará en que consiste tal método.

2.4.1. Definición del método de árbol de eventos

Una breve descripción del método de árbol de eventos, consiste en una ilustración gráfica de sucesos potenciales que puedan dar como resultado el fallo específico de un sistema, equipo, suceso o error humano. Complementando la definición dicha anteriormente, se describe el método de ETA, como una sencilla técnica de análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos, que permite estudiar procesos secuenciales de hipotéticos accidentes a partir de sucesos iniciales indeseados, verificando así la efectividad de las medidas preventivas existentes (7).

El diagrama gráfico secuencial que se genera, nace a partir de sucesos “iniciadores” o desencadenantes de incidencia significativa, que permite averiguar lo que puede acontecer de ello y junto con esto comprobar si las medidas preventivas existentes o previstas son suficientes para limitar o minimizar los efectos negativos. El suceso iniciador puede ser cualquier desviación importante, provocada por un fallo de un equipo, error de operación o error humano. Dependiendo de las salvaguardas tecnológicas del sistema, de las circunstancias y de la reacción de los operadores, las consecuencias pueden ser muy diferentes (8).

Las conclusiones de los árboles de eventos son consecuencias de accidentes, es decir, conjunto de eventos cronológicos de fallos o errores que definen un determinado accidente.

2.4.2. Pasos en la aplicación del método de árbol de eventos

Para llevar a cabo la aplicación de la metodología del árbol de eventos, se sugieren algunos pasos a seguir. Los cuales en un comienzo no difieren con la aplicación de otra metodología, puesto que tienen relación con la toma de datos, familiarización con el proceso, identificación de eventos, pasos que van en la misma índole de lo nombrado. Los pasos son los siguientes:

2.4.2.1. Familiarización con el proceso

Etapa previa a la aplicación de cualquier metodología. Una buena práctica antes de iniciar un estudio, es el estar familiarizado con el proceso que se desarrolla en la empresa donde se efectuará el análisis de los riesgos. El estar al tanto de lo que ocurre en la empresa facilita el desarrollar un análisis preliminar de riesgos que permita conocer y controlar la diversidad de situaciones anómalas que puedan acontecer en una instalación o proceso en la empresa. También una buena opción es la de recoger experiencias de instalaciones similares, para tener una mayor visión de los problemas en general. Cuanto más complejo sea el estudio a analizar mayor deberá ser el soporte documental.

2.4.2.2. Toma de datos

En este paso se busca el recoger la mayor cantidad de información en el lugar mismo de ocurrido el accidente, pudiendo reconstruir así las circunstancias anteriores al momento del accidente que permitieron o posibilitaron la materialización del mismo.

Se exige recabar todos los datos sobre tipo de accidente, tiempo, lugar, condiciones del agente material, condiciones materiales del puesto de trabajo, formación experiencia del accidentado, métodos de trabajo, organización de la empresa, en general todos aquellos datos complementarios que sean considerados de interés para describir secuencialmente cómo se desencadenó el accidente.

En la acción que necesariamente debe llevarse a cabo para recabar los datos anteriores hay que tener presentes varios detalles:

- Evitar la búsqueda de responsabilidades. Se buscan causas y no responsables.
- Aceptar solamente hechos probados. Se deben recoger hechos concretos y objetivos y no interpretaciones o juicios de valor.
- Preguntar a las distintas personas que puedan aportar datos (accidentado, testigos presenciales, encargado o mando directo).

- Reconstruir el accidente en el lugar de los hechos. Para la perfecta comprensión de lo que ha pasado, es importante conocer la disposición de los lugares y la organización del espacio de trabajo.
- Recabar información tanto de las condiciones materiales de trabajo (instalaciones, máquinas), como de las organizativas (métodos y procedimientos de trabajo) como del comportamiento humano (cualificación profesional, aptitudes, formación) (9).

2.4.2.3. Identificación de sucesos iniciales de interés

Luego de la toma de datos, se deben identificar los sucesos iniciadores con

Los sucesos iniciadores corresponden a fallos que, de producirse, requieren la respuesta de las barreras de seguridad dispuestas, para evitar efectos negativos de importancia. Cabe distinguir los sucesos iniciadores propiamente dichos, de otros sucesos que son consecuencia de los primeros.

Habiendo identificado los sucesos iniciadores con los cuales trabajar, esto se suma a la información previamente recabada, y con esto es posible continuar con la siguiente etapa, que viene siendo el tratamiento de la información y así se lleva a cabo el análisis de los sucesos iniciadores, de tal modo que se busque el error y se corrija la situación que desencadenó el accidente.

2.4.2.4. Definición de las barreras de seguridad para el control de sucesos y de las circunstancias adversas

Al analizar un caso a tratar, se deben tener presente que barreras de seguridad fallaron y permitieron que se produjera el accidente. Por ello en este punto se habla de las respuestas activas de previsión o dispositivo, a lo que se le denomina barreras de seguridad, las cuales son capaces de interrumpir la secuencia de un suceso iniciador a una consecuencia peligrosa. Estas barreras de seguridad se caracterizan por su respuesta ante los fallos, la cual puede ser de carácter positivo o negativo; o por decirlo de otro modo es considerada de forma binaria, por ejemplo, una válvula de seguridad que deba abrirse para liberar una sobrepresión en un recipiente, tendrá en el análisis una doble opción, la de abrirse o no. Por lo que el desarrollo secuencial del árbol de eventos procederá a construirse.

Dentro de la organización de las barreras de seguridad siempre irán en orden cronológico al orden de su intervención, están las que son primarias y las cuales deben intervenir en primera instancia, ya ocurrido el suceso iniciador. Después en caso de ir

fallando la primera intervención debe entrar en acción la segunda barrera de seguridad, que en caso de ocurrir otro fallo, actuará la siguiente barrera y así de manera secuencial hasta el choque con la última barrera, que es la más próxima al accidente, o por decirlo de otro modo, la última que falla.

Algunos ejemplos de barreras de seguridad son por ejemplo, sistemas automáticos de seguridad, alarmas de aviso y la consiguiente respuesta de los operarios, sistemas de contención para limitar los efectos de un accidente, capacitaciones al personal, procedimientos de trabajo, entre otros.

Otro punto a tocar es el de la definición de las circunstancias adversas, que puedan intervenir en la facilitación de la creación del suceso iniciador o puedan intervenir en el desarrollo secuencial de los eventos, ya que el tener esto en consideración se mejora el análisis y se observan todos los aspectos que intervienen.

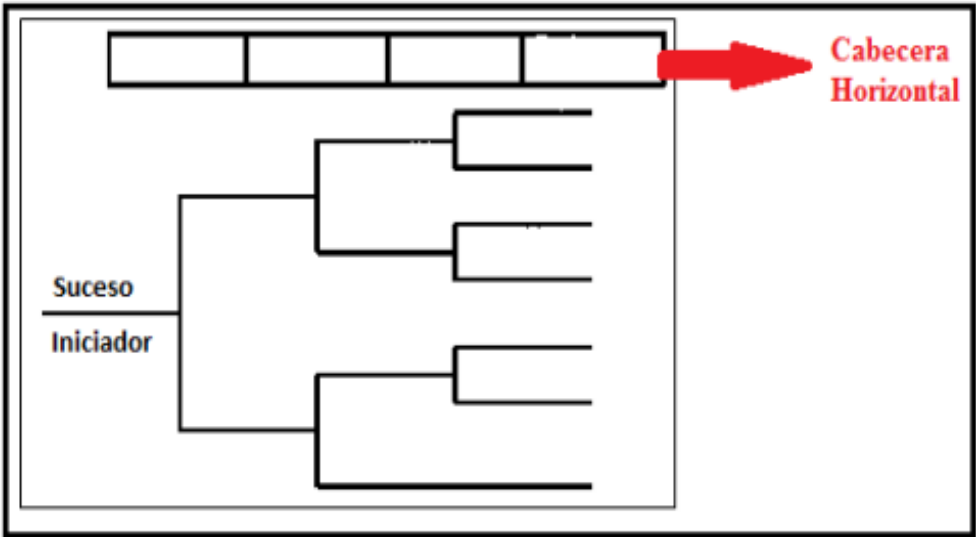
Dentro de esas circunstancias se pueden ser ignición o no ignición de alguna fuga, explosión o deflagración, líquido derramado con o sin contención, si el hecho es ocurrido durante el día o en la noche, las condiciones meteorológicas, entre otras.

2.4.2.5. Construcción de los árboles de eventos

El árbol de eventos lo que busca es evidenciar las relaciones entre los hechos que han contribuido en la producción del accidente. El árbol convencionalmente se construye de izquierda a derecha, partiendo siempre desde el suceso o evento iniciador, que desencadenó la lesión o el daño y siguiendo la progresión cronológica de sucesos.

Partiendo del suceso iniciador, se plantean sistemáticamente dos bifurcaciones: en la parte superior se refleja el éxito o la ocurrencia del suceso condicionante y en la parte inferior se representa el fallo o no ocurrencia del mismo. Luego de esto se comienza a desarrollar el árbol de eventos (10).

Siguiendo con la construcción del árbol de eventos, se incluyen además las barreras de seguridad que se poseen al momento de ocurrido el suceso iniciador y que desemboca en la ocurrencia del accidente. En línea de cabecera horizontal (Figura 2-2) se indican las diferentes barreras de seguridad presentes para prevenir que ocurra el accidente, en el orden cronológico en que actúan.



Fuente: Investigación métodos de análisis de riesgos

Figura 2-1. Cabecera horizontal - Método ETA

Las barreras de seguridad dispuestas en la cabecera horizontal, corresponden en el desarrollo del árbol con los nudos, en los cuales la respuesta afirmativa se traduce en una línea vertical ascendente y la negativa en una línea descendente, para proseguir luego horizontalmente a cada uno de los sucesivos nudos. Algunas ramas pueden ser más desarrolladas que otras, según necesidades. Las secuencias finales del árbol recogerán las diferentes situaciones de éxito o fracaso.

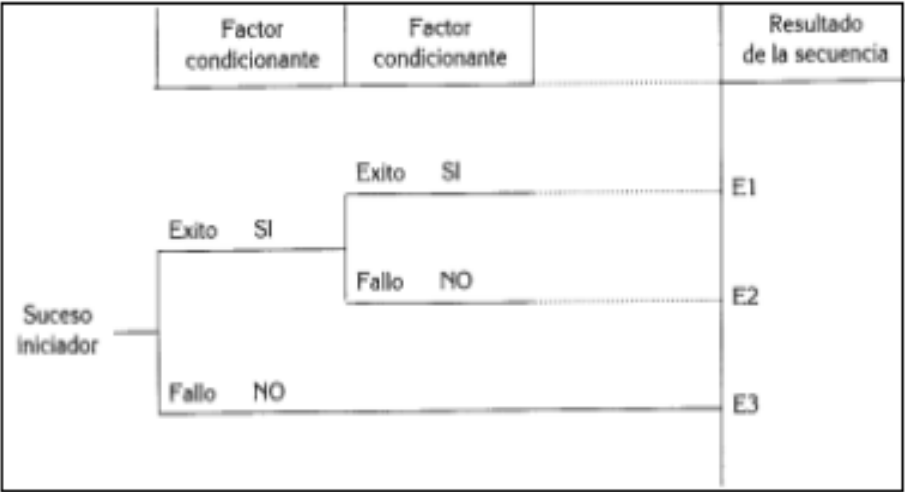
Un ejemplo se presenta en el siguiente esquema (Figura 2-3), donde (Y) vendría siendo el suceso iniciador, así como (X1) y (X2) son las bifurcaciones de éxito y fallo del suceso, como se mencionó anteriormente.



Fuente: Investigación de accidentes: árbol de causas, NTP 274

Figura 2-2. Organización datos - Método ETA

Luego de haber mostrado como se construye un árbol de eventos, se puede observar la disposición de la información final en el método ETA (Figura 2.4), donde se aprecia la apariencia como comúnmente se conoce, con el suceso iniciador como el eje, desde donde surgen las ramas hacia la derecha.



Fuente: GUIA TÉCNICA: Métodos cuantitativos para el análisis de riesgos

Figura 2-3. Árbol de eventos - Método ETA

2.4.2.6. Resultados del desarrollo del árbol de eventos

Al finalizar el desarrollo del árbol de eventos se generan una cantidad de consecuencias según haya sido el desarrollo del árbol. Esto debe estar de acuerdo con las barreras de seguridad que fallaron o no, desde el suceso iniciador.

Dentro de las consecuencias pueden surgir eventos de escasa relevancia los que en un posterior análisis y seguidas recomendaciones, no habría necesidad de desarrollarlos. En tanto a las consecuencias negativas, estas deben ser tratadas, y mejorar de tal manera las condiciones que permitieron que se produjesen los efectos adversos. Muchas consecuencias desarrolladas a través de las diferentes ramas del árbol serán similares, y esto no debe verse como un fallo en la ejecución del árbol de eventos.

Por tanto todas las consecuencias finales, en caso de ser similares se agrupan, son analizadas y de ello se debe obtener las recomendaciones pertinentes, que permitan mejorar las condiciones y evitar sobre todo que ocurra nuevamente el suceso iniciador (11).

2.4.2.7. Estimación de la probabilidad de cada secuencia del árbol de eventos

Este punto será desarrollado a modo de brindar una información mas completa del método de árbol de eventos, ya que en la etapa de aplicación del presente trabajo de titulación, este aspecto no es considerado.

Se trata de que a cada una de las secuencias del árbol le corresponde una determinada probabilidad de acontecimiento. Consecuentemente la suma de las

probabilidades de cada nudo ante las diferentes alternativas valdrá 1,0. Ello será válido tanto para respuesta binaria como múltiple.

Las fuentes de datos de probabilidades pueden ser diversas: registros históricos de incidentes-accidentes, datos de la instalación y de proceso, datos de productos químicos, datos medioambientales y meteorológicos, datos de fiabilidad de componentes, datos de fiabilidad humana y, como no, la opinión de los expertos. En algunos casos, ya sea porque no se disponga de datos precisos o porque es suficiente disponer sólo de una cuantificación orientativa, los datos probabilísticos a emplear tendrán un valor aproximado. El mayor o menor rigor en el dato de probabilidad estará en función de la gravedad de las consecuencias resultantes (7).

2.4.2.8. Verificación de todas las respuestas del sistema

Luego de haber aplicado el método del árbol de eventos o cualquier otra metodología, siempre es conveniente revisar las respuestas obtenidas de la aplicación. Los errores en los resultados pueden deberse a la limitación de datos disponibles, fallas en la aplicación del método en el proceso estudiado o haber omitido importantes ramas del árbol, todo lo anterior pueden llevar a resultados errados. Para evitar que surjan resultados incorrectos es fundamental cubrir adecuadamente esta etapa, la de verificación de los resultados, aplicando el sentido común y contrastando con datos históricos. En caso de que el análisis se ha realizado por un conocedor del proceso pero independiente del grupo de trabajo, es mucho mejor.

2.4.3. Ejemplo del uso del método del árbol de eventos

Suceso Iniciador: Pérdida de agua de refrigeración en proceso químico exotérmico.

Se trata de estudiar las condiciones de seguridad de un reactor químico que dispone de los siguientes sistemas de control térmico frente a procesos exotérmicos:

Un indicador de temperatura visual en el área de trabajo, un indicador de temperatura con alarma al alcanzarse la temperatura T_1 , y finalmente un indicador de la temperatura máxima T_2 asociado a un sistema automático de cierre de la válvula de entrada de materias primas al reactor.

Por motivo de simplificación se han integrado en el árbol algunas funciones de seguridad en una sola. Así, la función B “Detección y actuación del operario” integra tres funciones de seguridad: que el indicador de temperatura funcione correctamente, que

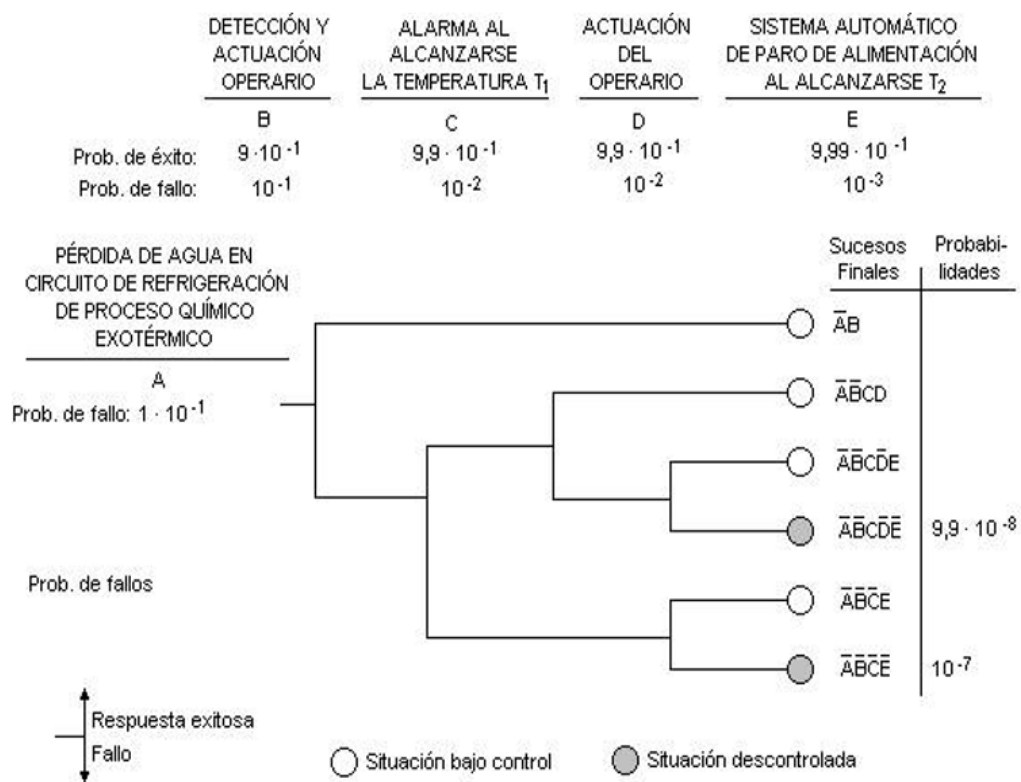
el operario visualice en el momento oportuno la lectura y finalmente que el operario actúe correctamente, tras observar que aquella es superior a la normalmente esperada.

Por tanto, cuando se indica que tal función tiene una probabilidad de fallo de 10^{-1} (muy alta) se entiende que esta representa la adición de las correspondientes probabilidades de los susodichos posibles fallos, ya que con cualquiera de ellos en último término el operario no actuaría, ya sea porque no se entera de lo que acontece o porque omite hacerlo.

Téngase en cuenta que cuando un acontecimiento final requiere la conjunción o simultaneidad de varios fallos, su probabilidad resultante es igual al producto de las probabilidades de cada uno de tale fallos.

En cambio, cuando un acontecimiento indeseado puede tener lugar de varias formas diferentes, su probabilidad de materialización es igual a la suma de las probabilidades de cada una de ellas. Por ello, como fase final del árbol de sucesos, al determinar la probabilidad de una situación descontrolada debemos sumar las probabilidades de cada una de las situaciones finales indeseadas (12).

La resolucipon de este ejercicio de indica en el cuadro siguiente:



u

Fuente: AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS: Guidelines for Hazard Evaluation Procedure

Figura 2-4. Ejemplo – Método Árbol de Eventos

Probabilidad de acontecimiento indeseado ABCDE (fallo A, fallo B, respuesta favorable C, fallo D y fallo E):

$$P(ABCDE) = 1 \cdot 10^{-1} \times 10^{-1} \times 9,9 \cdot 10^{-1} \times 10^{-2} \times 10^{-3} = 9,9 \cdot 10^{-8}$$

Probabilidad de acontecimiento indeseado ABCE (fallo A, fallo B, fallo C, fallo E)

$$P(ABCE) = 1 \cdot 10^{-1} \times 10^{-1} \times 10^{-2} \times 10^{-3} = 10^{-7}$$

Probabilidad de reaccipon descontrolada = ABCDE + ABCE

$$P = 9,9 \cdot 10^{-8} + 10^{-7} = 2 \cdot 10^{-7}$$

Se trata de una posibilidad remota, por lo que los sistemas de seguridad existentes se consideran suficientes.

2.5. METODOLOGÍA DEL DIAGRAMA DE LAZO - BOW TIE

Siguiendo con el desarrollo del presente estudio, se prosigue a definir el segundo método aplicado, el cual corresponde al diagrama del lazo o BOW TIE, donde se definirá como tal, se mostrará el cómo desarrollarla, y complementando la información se indicará la historia de su creación y un ejemplo de aplicación. Cabe destacar que esta metodología es usada para la evaluación de riesgos, gerencia de riesgos y comunicación de riesgos, lo cual se considera muy importante. Está diseñado para dar una mejor descripción de la situación y de los riesgos presentes.

El método BOW TIE sirve para demostrar cómo los requerimientos del sistema de gestión de riesgos están relacionados en consonancia con el control y gestión de los peligros y riesgos, describiendo las relaciones entre los peligros, amenazas, barreras de seguridad, controles, consecuencias, medidas de recuperación y tareas críticas de seguridad. En el diagrama de lazo se ilustra la relación que existe entre el Evento Top (Actividad Crítica), el cual trata de una actividad de riesgo, en la cual si se pierde el control del evento, genera las causas y consecuencias asociadas al mismo, las que se ilustran como ramificaciones del centro (13).

A rasgos generales en la ilustración de la metodología en el centro del diagrama se indica el Evento Top, en el sector izquierdo del “corbatín” van reflejadas las amenazas que conducen al suceso iniciador y en la parte derecha se muestran las consecuencias derivadas del evento central. Una vista general de como se ve el diagrama de lazo, aparece en la Figura 2.6. En la imagen no aparecen los detalles del desarrollo de

la metodología, sino que la figura tiene el fin de servir como un apronte al diseño del diagrama.

La metodología de la pajarita ha sido cada vez más utilizada en diferentes ámbitos de actividad industrial desde principios de los años ochenta, principalmente para

Garantizar que los principales riesgos son Adecuadamente identificados y controlados (14). Los diagramas de lazo se combinan las posibles causas y consecuencias de un accidente potencial. El lado izquierdo Representa el árbol de fallas, que une el accidente posibles causas, mientras que el lado derecho representa el árbol de eventos, vinculando el accidente Con posibles consecuencias (15)



Fuente: Análisis de riesgos – Metodología Bow Tie, Wilfredo Fernandez

Figura 2-5. Modelo de análisis BOW TIE

2.5.1. Historia del Bow Tie

Se dice que los primeros diagramas de Bow Tie "reales" aparecieron en las (Industria Química) notas del curso de una conferencia sobre HAZAN (Análisis de Peligros) en la Universidad de Queensland, Australia (1979), aun así el cómo y cuándo el método encontraron su origen exacto, no está completamente claro.

El incidente catastrófico en la plataforma Piper Alpha en 1988, despertó a la industria de petróleo y gas. Después de que el informe de Lord Cullen, quien llegó a la conclusión que había muy poco conocimiento de los peligros y los riesgos que forman parte de las operaciones. El impulso se elevó a obtener mayor conocimiento en la

causalidad de los acontecimientos y condiciones que parecen independientes, y así desarrollar una sistemática/forma de asegurar el control sobre estos peligros.

A principios de los años noventa la Royal Dutch/Shell Group adoptó el método Bow Tie como estándar de la compañía para el análisis y gestión de riesgos. Shell facilitó una amplia investigación en la aplicación del método de Bow Tie y desarrolló una regla estricta establecida para la definición de todas las partes, sobre la base de sus ideas de la mejor práctica. La principal motivación de Shell fue la necesidad de seguridad de los controles de riesgo adecuados y que funcionasen en forma consistente, a lo largo de todas sus operaciones en todo el mundo.

Después de Shell, el método Bow Tie rápidamente ganó el apoyo de toda la industria, los diagramas Bow Tie parecían ser una herramienta visual adecuada para mantener una visión general de las prácticas de gestión de riesgos, en lugar de sustituir cualquiera de los sistemas de uso común.

En la última década, el método Bow Tie expandió su aplicación fuera de la industria del petróleo y gas; empleándose en áreas como la aviación, minería, química y la atención de la salud, por nombrar algunos (16).

2.5.2. Definiciones usadas en la metodología BOW TIE

Un BowTie es un diagrama que visualiza el riesgo que se está enfrentando en un solo cuadro, fácil de entender. El diagrama tiene la forma de una corbata, creando una clara diferenciación entre la gestión de riesgos proactiva y reactiva. El poder de un diagrama BowTie es que te da una visión general de múltiples escenarios plausibles, en una sola imagen. En resumen, proporciona una explicación visual simple de un riesgo que sería mucho más difícil de explicar de otra manera.

Para entender el desarrollo del diagrama del lazo es conveniente conocer algunas definiciones que faciliten el entendimiento de la metodología (17).

- Evento no deseado: cualquier acontecimiento que interrumpa la marcha normal del trabajo, hecho que puede dar lugar a muerte, enfermedad, lesión u otro problema; acontecimiento que puede generar daño a las personas o propiedades.
- Evento Top: este es el momento en que se pierde el control sobre el Peligro. Todavía no hay daño o impacto negativo, pero es inminente. Esto significa que el evento top se elige justo antes de que los eventos comiencen causando daño real. Sin embargo, es una opción, ¿cuál es el momento exacto en que se pierde el control? Esta es en gran medida una elección subjetiva y pragmática.

A menudo, el evento superior se reformula después de que el resto del Bow Tie está terminado

- Peligro: el inicio de cualquier Bowtie es el Peligro. La idea de un peligro es encontrar las cosas que son parte de su organización y podría tener un impacto negativo si el control sobre ese aspecto se pierde. Un ejemplo se ilustra en la Figura 2.7.

En el caso del trabajo de título la definición de peligro no se referirá al concepto con el que comúnmente se conoce, sino que en el análisis BOW TIE a realizar se trata de la energía involucrada en el evento no deseado, como por ejemplo, energía calórica, potencial, mecánica, cinética, eléctrica, entre otras.



Fuente: CGE Risk Management Solutions – Metodología Bow Tie

Figura 2-6. Ejemplo modelo Evento Top y Peligros.

- Amenaza: este término está referido a toda acción o condición que favorece y facilita que ocurra el evento top, un ejemplo de esto es la no realización de una inspección programada o las que se muestran a continuación (Figura 2.8).



Fuente: CGE Risk Management Solutions – Metodología Bow Tie

Figura 2-7. Ejemplo modelo Amenazas

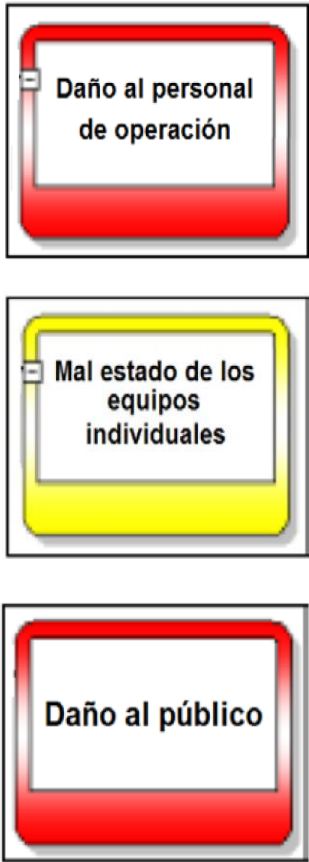
- Barreras: se refiere a las barreras de seguridad dispuestas para impedir que sucedan eventos no deseados, las cuales se encuentran normadas dentro de cada empresa y estas deben ser utilizadas al momento de realizar cualquier actividad que implique riesgo. Un ejemplo es como se ve en la ilustración (Figura 2.9).



Fuente: CGE Risk Management Solutions – Metodología Bow Tie

Figura 2-8. Ejemplo modelo Barreras

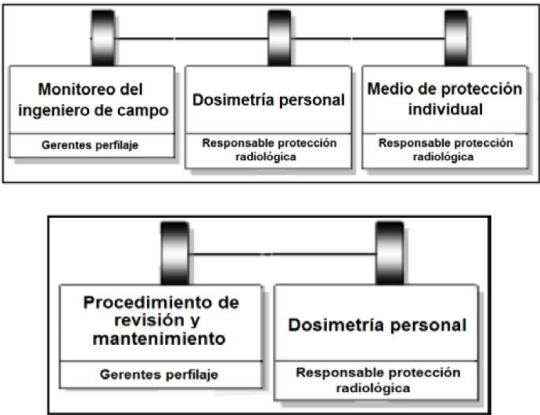
- Consecuencias: se refieren a los efectos que se producen directamente por la consecuencia principal y el suceso iniciador, se habla de los efectos generados en las personas, materiales o a la infraestructura. Asi como se refleja en el ejemplo (Figura 2.10).
- Consecuencia Principal: trata del resultado general que ocasiona el suceso iniciador, y que alude al tipo de accidente producido, por ejemplo un aprisionamiento, golpe por, caída a nivel y distinto nivel, entre otros.



Fuente: CGE Risk Management Solutions – Metodología Bow Tie

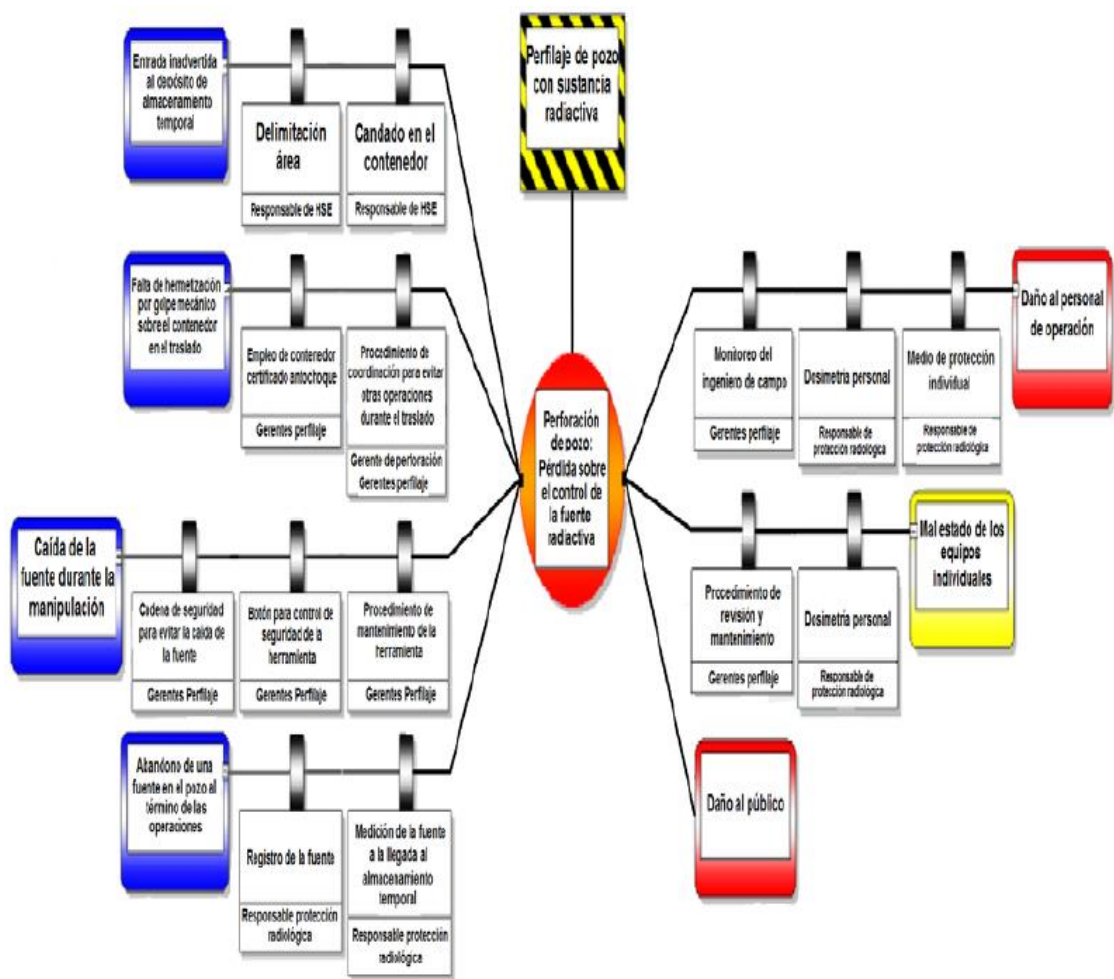
Figura 2-9. Ejemplo modelo Consecuencias

- Medidas de Recuperación: son las medidas que luego de haber ocurrido el evento no deseado, éstas buscan evitar que vuelvan a ocurrir errores que culminen en un suceso iniciador, por lo tanto son medidas de mejoras a la gestión de seguridad, como se muestran en el ejemplo (Figura 2.11).



Fuente: CGE Risk Management Solutions – Metodología Bow Tie

Figura 2-10. Ejemplo modelo medidas de recuperación



Fuente: CGE Risk Management Solutions – Metodología Bow Tie

Diagrama 2-2. Ejemplo modelo Bow Tie

Luego de haber nombrados cada uno de los ejemplos que componen la metodología Bow Tie, se procede a construir el árbol, el cual queda montado como se muestra en la figura 2.11.

2.5.3. Definición de la metodología BOW TIE

Una definición de la metodología BOW TIE, corresponde a una representación gráfica de la relación entre los eventos, causas, controles y consecuencias de un evento dado. Se ilustran en el diagrama los controles existentes para una actividad en particular, de manera de facilitar la identificación de fallas. Identifica también las mejoras o la implementación de nuevos controles.

El método de análisis de riesgos BOW TIE es una forma esquemática y simple de describir y analizar la ruta de un riesgo, desde las causas hasta las consecuencias. Esta metodología analiza las causas que produjeron el evento no deseado, así como también las consecuencias de este, por tales motivos es que puede ser considerado una

combinación del método del árbol de fallos junto con el método del árbol de eventos, puesto que el primero se fija en las causas y el segundo en las consecuencias. Aunque una característica del BOW TIE es el enfoque que tiene, ya que se fija en las barreras de seguridad, las cuales están entre las causas y los riesgos, y el riesgo y sus consecuencias (18).

Cabe mencionar que esta metodología presenta un enfoque preventivo y orientado al mejoramiento de los controles para mostrar los componentes fundamentales de un sistema de gestión de seguridad examinando los controles que pueden fallar e identificando los componentes críticos del sistema que previenen esas fallas (19).

2.5.4. Fases presentes en la metodología BOW TIE

En la aplicación de esta metodología de evaluación de riesgos, basándose en un análisis general, posible a aplicar a cualquier caso se pueden contemplar cuatro fases, las cuales serán nombradas a continuación.

Este punto hace referencia a la toma de información antes de aplicar el diagrama del lazo. Se escogen las actividades a las que se les pondrá atención y se basará el estudio. Se desarrolla un análisis preliminar de la empresa en cuanto a su situación en términos de seguridad.

1) Reunir toda la información acerca de las actividades críticas a analizar, llevando el paso a paso de cada actividad.

Se trata de recabar la información de la actividad que se analizará, comprendiendo la secuencia y los pasos que llevan al desarrollo de la actividad. Esto con el fin de entender la actividad y enfocar el análisis a los puntos débiles.

2) Construir el diagrama BOW TIE para cada actividad crítica, sobre la base de la experiencia y las estadísticas sectoriales disponibles, identificando un árbol de fallos y estimando las posibles consecuencias.

En esta parte ya se comienza con la construcción del diagrama de lazo, se desarrolla cada actividad crítica, dando cuenta de las causas y las consecuencias que desencadena, todo esto de acuerdo a la forma en que se describirán los pasos en los siguientes puntos del presente trabajo.

3) Utilizar matrices de riesgo probabilidad/consecuencias basadas en escenarios de referencia para definir prioridades.

El uso de las matrices permite establecer prioridades a desarrollar en el análisis de los riesgos, dando una mayor importancia a los casos y situaciones que requieran de un trato urgente, evitando así que se generen sucesos no deseados que deriven en consecuencias indeseadas.

4) Identificar las barreras de seguridad presentes en el desarrollo de la actividad crítica, que podrían detener la progresión de causas evitando el suceso iniciador.

En este punto se trata de verificar las condiciones de seguridad que facilitan la ocurrencia del suceso iniciador, lo cual permite evaluar las debilidades y fortalezas del sistema de control del riesgo y realizar propuestas de mejora (20).

2.5.5. Uso que se le da a la metodología BOW TIE

El análisis efectuado por la metodología BOW TIE es utilizado con la finalidad de exponer un riesgo, mostrando en el diagrama un rango de posibles causas y consecuencias derivadas del evento top. Es usado para analizar rutas claras de fallo, aunque independiente de si esta ruta lleva a fallo o no, es igualmente de útil, por tal motivo se hace conveniente su uso. El método BOW TIE se usa también cuando el enfoque del análisis de los riesgos es el asegurar que existe una barrera de control para cada ruta de fallo.

2.5.6. Entradas y salidas en el diagrama del lazo - BOW TIE

Para realizar un análisis de los riesgos por medio de la metodología BOW TIE, existe un proceso en el cual se está enfocando el estudio, y por tal motivo se tendrán datos que entran y salen en el diagrama, puesto que de las causas conocidas vinculadas al evento top, se obtendrán medidas de mitigación a las consecuencias.

Cuando se habla de entradas, estas se refieren a toda la información del caso a analizar, todo lo recabado respecto a lo que originó el evento top y las fallas en el proceso. Tiene relación con toda información sobre las causas, amenazas y consecuencias derivadas del suceso iniciador y de los riesgos analizados, así como también las barreras de seguridad y controles presentes o debiesen de haber estado dispuestas para prevenir, mitigar o de algún modo estimular accidentes.

En tanto la salida en general es la esquematización del diagrama del lazo, allí se muestran las rutas principales hacia el riesgo y las barreras de seguridad colocadas para prevenir o mitigar las consecuencias derivadas del evento top, con el fin de evitar que se

vuelvan a cometer errores en el proceso que se generen fallos indeseados. Por lo que básicamente se trata de mostrar la respuesta ante las entradas y lo que desencadenan.

2.5.7. Proceso de desarrollo del diagrama de lazo - BOW TIE a ocupar en estudio

Previo a la construcción del diagrama se debe contar con la información recabada y correctamente listada para hacer uso de ella. En el desarrollo del diagrama del lazo – BOW TIE, todo se centra en el actividad crítica, probable de errores y fallos en el proceso, que desemboca en consecuencias indeseables, suceso central al que se le denomina Evento Top (Figura 2.13) y que se ilustra en el centro del diagrama como el nudo central del “corbatín”, por medio de un círculo. Es por ello que se debe identificar el riesgo en particular para el análisis y se representa.



Fuente: Bow Tie aplicado – Análisis WRACK, TRANEX Ltda. División Los Bronces

Figura 2-11. Evento top - BOW TIE

Las alas del corbatín en el BOW TIE están dadas por una combinación de un árbol de causas en la parte izquierda del evento top, y por un árbol de consecuencias al lado derecho. En el sector izquierdo, el cual corresponde al árbol de fallos, está vinculado suceso iniciador, en tanto en el sector derecho se ubican los diferentes tipos de daños no solo para la salud, sino que también con el medio ambiente, equipos o reputación (20).

En el desarrollo del BOW TIE, de acuerdo al modelo que se utilizará en el presente trabajo se genera una barra horizontal (Figura 2.14), la cual actúa como un encabezado de las consiguientes columnas que conforman el corbatín. Por una parte en el lado izquierdo aparecen indicados el peligro, las amenazas y las barreras de seguridad, en la parte derecha surgen las medidas de recuperación, las consecuencias y la consecuencia principal; y en conjunto con lo nombrado anteriormente en el centro de la barra se alude al evento top.

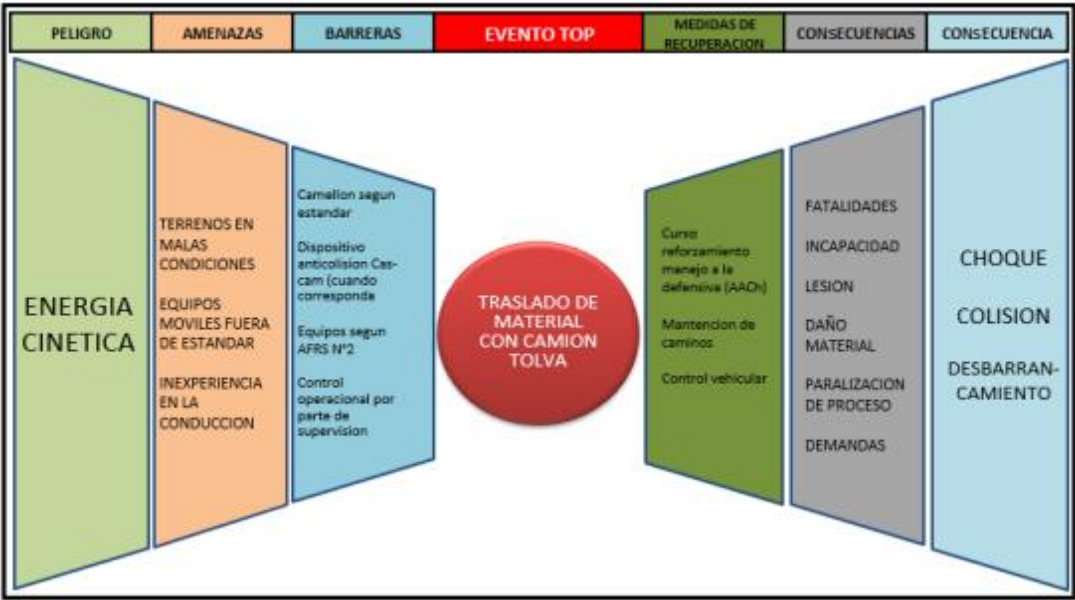


Fuente: Bow Tie aplicado – Análisis WRACK, TRANEX Ltda. División Los Bronces

Figura 2-12. Barra encabezado - BOW TIE

El paso siguiente corresponde a manipular la información recabada y tratarla de acuerdo al encabezado, rellinando de ese modo las columnas del diagrama y dándole forma al corbatín. Una recomendación es comenzar desde el lado izquierdo y posteriormente seguir con el lado derecho, ya que se vuelve más sencilla la aplicación de la metodología.

Se analiza cada ítem de la barra de encabezado, todo en relación al evento top, partiendo por el peligro, dando cuenta que energía estuvo involucrada en el accidente (eléctrica, cinética, mecánica, potencial). Se prosigue con las amenazas, las cuales corresponden a todo lo que favoreció a que ocurriese el accidente, como pueden ser las fallas humanas. En cuanto a las barreras de seguridad, se analiza cuáles son las dispuestas para que no ocurra el accidente y porque motivos fallan en su actuar. Con eso se termina el sector izquierdo del diagrama, y se prosigue con el sector derecho. Partiendo con la consecuencia principal la cual se encuentra a la derecha del sector, que trata lo que genero el suceso iniciador (caídas, choque, golpes, aprisionamientos). Al conocer la consecuencia principal se sigue con las consecuencias derivadas del ítem anterior, donde se detallan en mayor medida los efectos generados en todos los aspectos. Y finalizando, se continua con las medidas de recuperación, medidas que se deben adoptar para mejorar las condiciones de seguridad y eviten que se genere un nuevo accidente del mismo tipo; con todo esto se completa la metodología BOW TIE (Diagrama 2-3).



Fuente: Bow Tie aplicado – Análisis WRACK, TRANEX Ltda. División Los Bronces

Diagrama 2-3. Diagrama n° 1 - BOW TIE

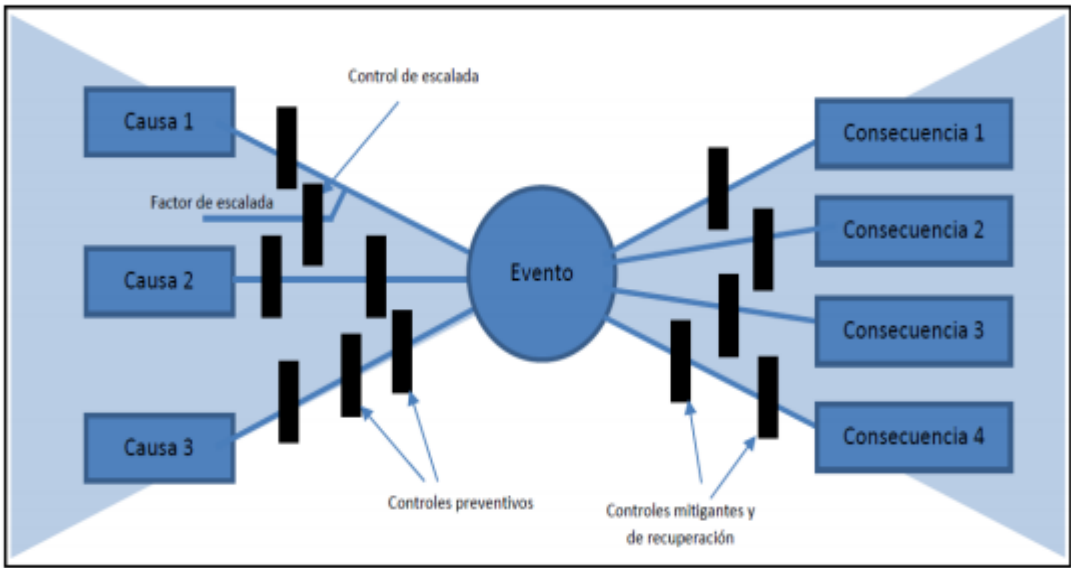
Para agregar a la información dada de la construcción del diagrama del lazo, cabe mencionar que la representación de la metodología puede darse de otra manera, que se mostrará seguido de este párrafo, y que de ese modo la información entregada sea más completa. Para la construcción del diagrama se deben seguir ciertos pasos, estos permiten llevar a cabo el desarrollo adecuado de la metodología.

Antes de describir los pasos a seguir se debe aclarar un término en particular, este es ESCALADA, cuyo significado corresponde a Un factor, a una situación que debilita la medida de control. La secuencia de pasos es la siguiente:

- Se identifica una actividad de riesgo en particular para el análisis y es representado como el nudo central del corbatín.
- Se listan las causas del evento considerando las fuentes del riesgo.
- Se identifica el mecanismo por el cual la fuente del riesgo conduce al evento.
- Se dibujan líneas entre cada causa y el evento formando el lado izquierdo del corbatín. Estos son los factores que pueden conducir a una escalada, así pueden ser identificados e incluidos en el diagrama.
- Las barreras dispuestas para prevenir cada causa que lleva a una consecuencia indeseada, pueden mostrarse como barras verticales que cruzan la línea. Donde hubo factores que puedan causar una escalada, las barreras ante la escalada también pueden representarse. El enfoque puede usarse para consecuencias positivas donde las barras reflejan “controles” que estimulan la generación del evento.

- Al lado derecho del corbatín se identifican las diferentes consecuencias potenciales del riesgo y se dibujan líneas irradiadas desde el evento top hacia cada potencial consecuencia.
- Las barreras para las consecuencias son dibujadas como barras que atraviesan las líneas radiales. El enfoque puede ser usado para consecuencias positivas donde las barras reflejan “controles” que soportan la generación de consecuencias.
- Las funciones de gestión que apoyan los controles puede mostrarse debajo del corbatín y enlazados al control respectivo (18).

Los pasos mencionados para la representación de diagrama de lazo BOW TIE (Figura 2.16), permiten la construcción de un diagrama un tanto diferente pero que en cumple la misma función, ya que en ambas representaciones el evento top es el eje central, y las alas del corbatín las constituyen las causas y consecuencias.



Fuente: Norma internacional IEC/ISO 31010:2009 Gestión de riesgos – Técnicas de evaluación de riesgos

Diagrama 2-4. Diagrama nº 2 - BOW TIE

2.5.8. Bowtie para la inspección basada en el riesgo

La metodología Bowtie es un método de evaluación de riesgos que puede utilizarse para analizar y demostrar relaciones causales en escenarios de alto riesgo. El método toma su nombre de la forma del diagrama que usted crea, que parece un bowtie de los hombres. (21)

Bowtie saca la complejidad de metodologías como árboles de fallas y árboles de eventos y utiliza barreras en su lugar, lo que lo convierte en una excelente herramienta para la comunicación de riesgos y las inspecciones basadas en el riesgo.

En la actualidad, la metodología Bowtie ya es utilizada por las autoridades de inspección de varios países en varios sectores para desarrollar estrategias y planes de inspección eficaces basados en el riesgo. Estas autoridades incluyen la Autoridad de Seguridad Petrolera Noruega (PSA), la Autoridad de Aviación Civil del Reino Unido (CAA) (22) y la Supervisión Nacional de Minas (SSM). (23)

La metodología de evaluación de riesgos accidentales para las industrias (ARAMIS) también sugiere el uso de la metodología bowtie para identificar el riesgo bajo la directiva Seveso II. (24)

La metodología Bowtie puede ser valiosa en varias etapas del Ciclo Regulatorio de Aplicación, como el Control de Cumplimiento, la Promoción del Cumplimiento y la Revisión de la Evaluación. (25)

Los diagramas de Bowtie proporcionan un vínculo directo entre los escenarios de riesgo y los resultados de la inspección. Por lo tanto, Bowtie da una indicación de la gravedad del incumplimiento en los resultados de la inspección. Por ejemplo, múltiples incumplimientos en un único escenario posible deben ser calificados como más severos que varios incumplimientos en diferentes escenarios.

Durante 2013, las Autoridades de Seguridad del Petróleo de Noruega (PSA) aclararán las relaciones entre las evaluaciones de riesgos, las estrategias de barrera y el funcionamiento de las barreras, y velarán por que se supervise el funcionamiento de la barrera a lo largo de la vida productiva de las instalaciones. (26)

2.5.9. Fortalezas y debilidades de la metodología BOW TIE

La ejecución del método del diagrama de lazo BOW TIE, trae consigo fortalezas y debilidades, esto ya que ninguna metodología es perfecta, ni puede enfocar su análisis de forma completa, puesto que siempre quedara algo que resolver. De esta forma se tiene:

• Fortalezas

Su diseño y presentación es simple de entender y brinda una representación gráfica clara del problema a analizar, ya que todo se basa en el evento top, el eje central. Centra la atención en los controles los cuales hacen referencia a las barreras de seguridad y medidas de recuperación, las cuales se colocan tanto para la prevención como para la mitigación. Puede usarse para consecuencias deseables, además de que su uso no

requiere un alto nivel experto, aunque esto no quiere decir que se deba tener una preparación para realizar un análisis.

Los diagramas de la pajarita deben ser exhibidos en carteles en la sala de control para permitir que el personal de la planta en todo para comprender la importancia de su papel en la prevención de accidentes, y donde su trabajo encaja en la panorama general.

"Entender por qué y cómo se debe hacer algo en la barrera facilita la apreciación de la barrera función y su fracaso". (27)

Participación de la mano de obra y propiedad, los beneficios de la metodología son de aplicar el enfoque e involucrar a la fuerza laboral en el desarrollo de los diagramas. El personal operativo suele tener conocimientos limitados sobre el caso de seguridad, pero un alto nivel de la experiencia de su aplicación práctica y de cualquier incidente relacionado. Cuando las personas se sienten involucradas y la acción se toma en base a lo que dicen, tienden a "comprar" al proceso y tomar posesión. (28)

• Debilidades

Al ser una metodología de carácter cualitativo, en caso de analizar situaciones complejas, podría simplificar estas si es que requieren particularmente de cuantificación. No puede representar dónde ocurren múltiples causas de manera simultánea que originan distintas consecuencias.

Los diagramas de lazo proporcionan una clara representación gráfica cualitativa de la lógica del fallo del sistema y el papel de las diferentes capas de protección (barreras) en su lugar. "Sin embargo, el método evita cualquier cálculo explícito de riesgo. Por lo tanto, los diagramas de barrera podrían utilizarse en circunstancias en las que es justificada, pero no sería adecuada en situaciones de método semicuantitativo o enfoque". (29)

La metodología Bow Tie también tiende a simplificar en exceso los desafíos subyacentes Instalaciones complejas. Por ejemplo, tiende a ocultar las dependencias y no es capaz de modelar adecuadamente interrelaciones entre varios controles de riesgo.

Además, en común con la mayoría de las otras técnicas de manejo de riesgos, la aplicación exitosa de la metodología depende de la experiencia del personal involucrado.

2.5.10. Beneficios de uso de la metodología BOW TIE

La metodología BOW TIE aporta consigo ciertas ventajas, las cuales centran la gestión de seguridad en el evento top y las consecuencias. Permitiendo identificar brechas y problemas que son olvidados o insuficientemente gestionados. Estableciendo un vínculo directo entre los controles y los elementos del sistema de gestión. Dentro de los beneficios que aporta la metodología se encuentran:

- Documenta el análisis de riesgos de forma sistemática de manera que durante el control de los peligros resulte más fácil su entendimiento por el personal involucrado.
- Permite documentar todas las áreas donde el déficit ha sido identificado y las acciones correctivas son necesarias, asignándose las responsabilidades para ello.
- Está alineado con la ejecución de auditorías de sistemas de gestión.
- Facilita un mejoramiento continuo en el proceso de gestión de riesgos.
- Promueve visibilidad y atención de los peligros, riesgos y gestión de riesgos.
- Considera todos los aspectos de la gestión de riesgos. El enfoque estructurado de la metodología conlleva a una evaluación de todas las causas iniciales y en qué medida están siendo controladas y cuán bien la organización está preparada ante cualquier eventualidad; identificando los problemas que son olvidados por otras técnicas.
- Bajo el enfoque de una herramienta de gestión permite un monitoreo en el día a día.

Las personas que trabajan en ambientes de riesgos deberían estar conscientes de los riesgos presentes, manteniendo de ese modo un entendimiento exacto de su papel en él. Esto sólo puede ser llevado a cabo bajo la suficiente comunicación de riesgo ajustada a las capacidades de aquella parte del personal al cual se dirige, llevando al establecimiento de una cultura de seguridad operacional.

**CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A LAS
OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE MATERIAL DE BUQUE**

3. ANÁLISIS DE RIESGOS ASOCIADOS A LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE MATERIAL DE BUQUE

Lo que se dará a conocer en este capítulo tiene relación con la aplicación de las metodologías mencionadas en el capítulo anterior, por un parte el árbol de eventos – ETA y por otra, diagrama de lazo BOW TIE. Se analizarán los riesgos asociados a las operaciones de carga y descarga de material de buque, riesgos presentes en las Tareas seleccionadas por la empresa Puerto Ventanas. En primera instancia se analizarán las maniobras más riesgosas de cada actividad en conjunto con profesionales, trabajadores y visitas a terreno del estudiante, en donde los riesgos evaluados podrían desencadenar un posible accidente descrito posteriormente. En segunda se realizará un desglose de las actividades lo que permitirá una compresión mayor de los riesgos, elementos y personal involucrado. En tercera instancia, corresponde la aplicación de las metodologías ETA y BOW TIE, para efectuar el análisis de los riesgos en base a las actividades más riesgosas ya seleccionadas. Para finalizar se mostrarán las recomendaciones pertinentes para cada actividad con el fin de sociabilizar los resultados obtenidos con los miembros de la empresa y brindar una mejor seguridad a los trabajadores y la empresa.

3.1 ACTIVIDADES SELECCIONADAS POR EMPRESA PARA LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS

Para el análisis de los riesgos en las operaciones de carga y descarga de material de buque, se desarrolló un proceso previo de selección por parte de la empresa Puerto Ventanas con la ayuda de sus profesionales. Existen numerosas actividades dentro de las instalaciones de Puerto Ventanas, pero basándose en el área de muelle existen alrededor 15 (quince) maniobras, donde la mayoría se encuentra controlada en relación a los peligros identificados.

Para la selección de las actividades más críticas se confeccionó un Check List, donde se aplicaron una serie de ítems y criterios según la empresa, los cuales tenían el fin de acotar la lista de tareas y escoger las maniobras más riesgosas la cual consistió en darle al estudiante cuatro actividades más riesgosas.

En el Check List (Tabla 3..) se formularon cuatro (4) preguntas en donde se debió verificar si la actividad cumplía o no con estas. Los criterios fueron elaborados con profesionales en Prevención de Riesgos con el fin de obtener las tareas más críticas. El primero se refiere a si la maniobra presenta maniobras de carga en suspensión, como el

izaje, ya que posee bastantes riesgos expuestos para el trabajador. El segundo tiene relación con el contacto de sustancias peligrosas por parte del trabajador, por las consecuencias que se pueden obtener al generar contacto con un de ellas en la piel. El tercero tiene que ver con las maniobras simultáneas en la misma zona de trabajo, donde se potencian los riesgos y la probabilidad de un incidente y el último está relacionado con la interacción hombre – equipo, donde existen controles críticos a evaluar.

Tabla 3-1. Selección de actividades críticas – Check List

LOGO EMPRESA		Check List Selección de actividades críticas	Folio	
Elaborado por			Fecha	
Aplicó			Registro	
Nº	Ítems		SI	NO
1.	La maniobra presenta carga en suspensión			
2.	El trabajador tiene contacto con sustancias peligrosas			
3.	La tarea presenta maniobras simultáneas en misma zona de trabajo			
4.	Existe interacción hombre-equipo			

Fuente: Aplicación de metodologías en terreno

Con la aplicación del Check list se dispuso de cuatro actividades críticas (4), de las cuales se deben obtener, a través de lo visto en terreno como la ayuda de los profesionales en el Departamento de Prevención, las maniobras más propensas a desencadenar en un accidente, así realizar el análisis de los riesgos con las metodologías BOW TIE y ETA. De las actividades seleccionas correspondan a:

- Embarque de ácido sulfúrico.
- Desembarque de clinker.
- Embarque de Graneles por Batea.
- Embarque y desembarque de combustibles.

3.1.1. Embarque de ácido sulfúrico

La Tarea se realiza en los sitios del muelle, donde a través de válvulas y flexibles se embarca el material desde Codelco Ventanas hasta la nave, el paso a paso se describe en el procedimiento operacional (Anexo B), el accidente más propenso a ocurrir determinado es realizando la actividad de conexión y desconexión de flexibles desde la cámara hacia el buque, ubicada en el muelle.

3.1.2. Desembarque de clinker

El procedimiento operacional se basa en la descarga de maxi-sacos de las bodegas del buque operativo, a través de grúas de los buques son dispuestas en la loza del muelle, para luego ser maniobradas por las grúas horquillas y dejar la carga almacenada en bodegas. La descripción se encuentra en los anexos (Anexo C). El accidente más propenso que podría ocurrir es en la maniobra de descenso de maxi-sacos a losa de muelle.

3.1.3. Embarque de Graneles por Batea

La maniobra se realiza en conjunto con el traslado de material por parte de camiones en bateas, luego el material es embarcado a los buques a través del enganche de dichas bateas a los ganchos de la grúa. La descripción está descrito en el procedimiento operacional (Anexo D), en donde determina que el accidente más propenso a ocurrir es realizando el enganche de bateas.

3.1.4. Embarque y desembarque de combustibles

La actividad se opera desde el manifold del buque hacia las cámaras de combustibles en la losa de muelle donde se realiza la descarga del producto a través de los flexibles conectados. Todo se obtiene del procedimiento operacional (Anexo E), se selecciona que la actividad más propensa en desencadenar un accidente es realizando la maniobra de conexión y desconexión de flexibles en embarque de hidrocarburos.

De las actividades descritas, se derivan maniobras críticas que podrían desencadenarse en un accidente, la cuales serán analizadas por las metodologías de análisis de riesgos; Árbol de Eventos ETA y Diagrama de Lazo Bow Tie, son las siguientes:

- Conexión y desconexión de flexibles en embarque de ácido sulfúrico.
- Descenso de maxi-sacos a losa de muelle.
- Enganche y desenganche de bateas.
- Conexión y desconexión de flexibles en embarque de hidrocarburos.

3.2. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DE LAS ACTIVIDADES SELECCIONADAS

Para desarrollar el análisis de los riesgos en las operaciones de carga y descarga de material de buque, se obtuvieron de la selección de las tareas, cuatro actividades a las cuales se les efectuará el análisis de riesgos por medio de las metodologías BOW TIE y ETA. Además de la aplicación de las metodologías nombradas anteriormente, se complementará la información brindada con el desglose de las actividades.

3.2.1. Conexión y desconexión de flexibles en embarque de ácido sulfúrico

Esta actividad se realiza en el sitio dos del muelle, en donde consta de maniobras de acople de flexibles al manifold (incorporado en la cámara de ácido) y el manifold de la nave, a través del apernado de flanges de las líneas, para contar con un conducto de transporte del material. La sustancia proviene de la empresa Codelco Ventanas para ser embarcado en el buque correspondiente, el cual es atracado en el sitio señalado con elementos de amarre que corresponden a espías y springs. Los elementos mencionados van enganchados a las bitas del muelle para un correcto atraque e inmovilizar lo mayor posible la nave. Los puntos a mostrar serán la descripción del posible accidente, el desglose de la actividad y por último las metodologías ETA y BOW TIE, para el análisis de los riesgos.

- Descripción de posible accidente

Personal se encuentra desconectando los flexibles de la cámara de ácido, ubicada en el muelle, después de haber finalizado la descarga hacia el buque. Cuando en el momento de estar desconectando el acople manual con el manifold se origina un movimiento brusco del buque, generando un corte de espías, el cuál emite una tensión en los flexibles desatando el desacople de estos. Producto de la maniobra se libera una presión de transferencia con ácido, lo que conlleva a un contacto directo con el

trabajador operador, que aun estando con equipo de protección personal especial, ingresa ácido al interior del cuerpo al no estar correctamente sellado, ocasionándole heridas de quemadura.

El trabajador fue sacado de la cámara por rescatistas y se incorpora a una ducha de agua para diluir el ácido y se le aplica neutralizante para neutralizar el pH.

- Desglose de la Actividad

Se procede a mostrar es desglose de la actividad de conexión y desconexión de flexibles en embarque de ácido sulfúrico (Tabla 3.2) en sucesivas sub-actividades, información tratada con los miembros del departamento de prevención y supervisores, junto con la verificación en terreno. La tabla servirá para comprender aún más la información dada, para efectuar un análisis más fiable.

- ETA (Árbol de eventos) – Conexión y desconexión de flexibles

Se construye el árbol de eventos (figura 3.1), analizando la maniobra basando el árbol en un posible accidente relacionado con los riesgos presentes en la actividad observados en terreno y complementados con el análisis en conjunto con personal del Departamento de Prevención de Riesgos.

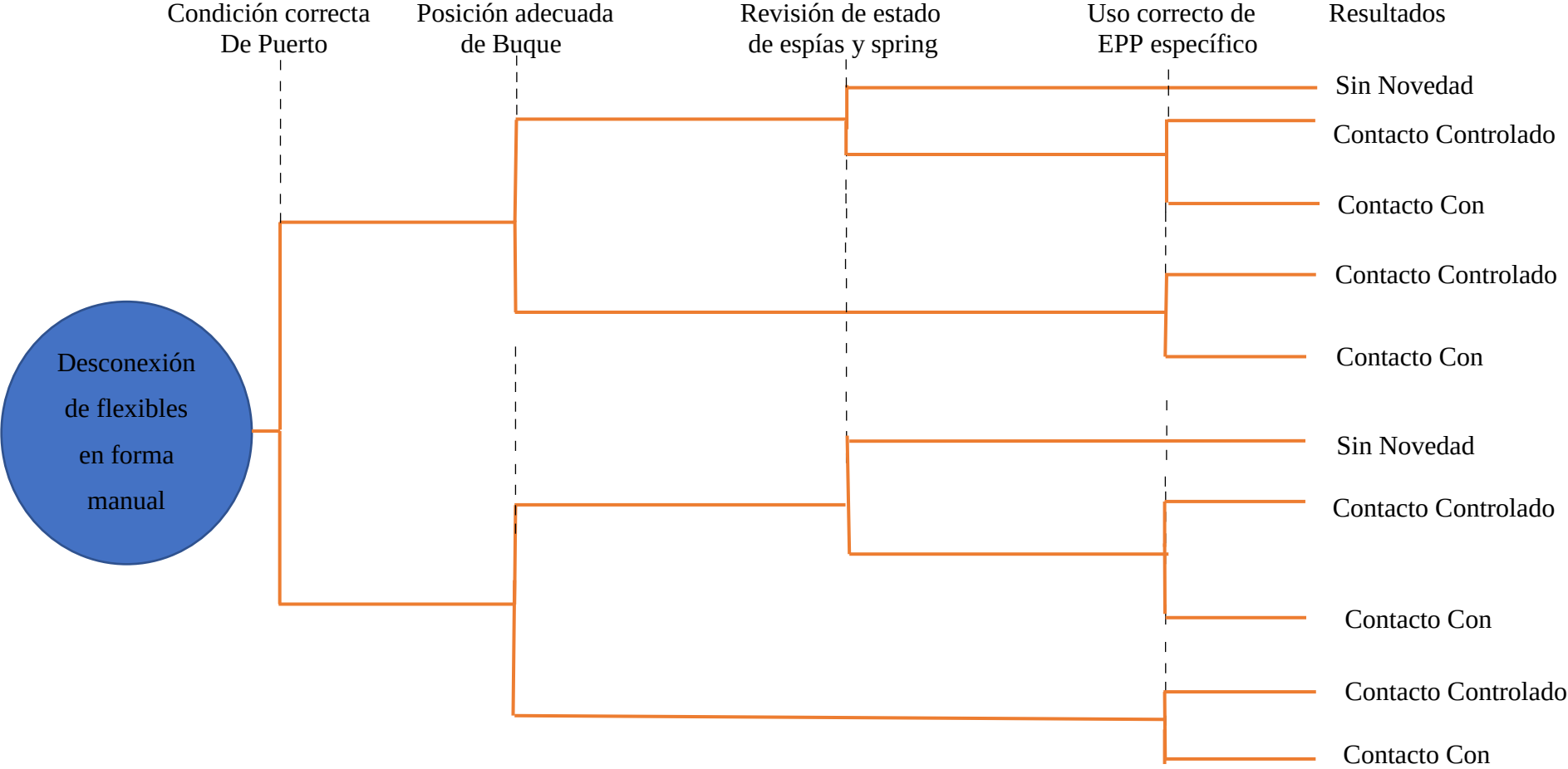
- BOW TIE (Diagrama de Lazo) – Conexión y desconexión de flexibles

La metodología BOW TIE (figura 3.2), se analiza con un posible accidente de los riesgos analizados. Se analiza la información para el desarrollo del diagrama de lazo, complementándolo con lo visto en terreno.

Tabla 3-2. Desglose de la actividad - Conexión y desconexión de flexibles en embarque de ácido sulfúrico

Planificación Naviera	Preparación área y equipos	Conexión de flexibles	Embarque de ácido	Desconexión de flexibles
1. Asignar Sitio de ataque. 2. ETB (tiempo estimado de ataque). 3. Atracar buque. 4. Colocación de espías. 5. Fiscalización de nave. 6. Realizar charlas de cinco (5) minutos.	1. Preparar Sitio a ocupar. 2. Trasladar Manifold y flexibles. 3. Chequear EPP. 4. Segregar y señalar área de trabajo. 5. Disponer de elementos específicos, ducha de agua, neutralizantes y paños resistente al ácido.	1. Designar personal capacitado para maniobra. 2. Equipar a personal. 3. Conectar Manifold a cámara de sitio. 4. Conectar flexibles a Manifold de sitio y de nave.	1. Coordinar con empresa Codelco y comando nave el inicio de embarque. 2. Iniciar el embarque de ácido llenando líneas desde Codelco a Válvulas finales de sitio de Puerto. 3. Monitorear el flujo y presión de línea. 4. Monitorear condición de mar.	1. Se pronunciará el término de embarque por parte de Codelco. 2. Cerrar Válvulas de sitio y válvulas del Manifold de nave. 3. Vaciar flexibles, a través, de bomba neumática. 4. Desconectar los flexibles del Manifold de nave y cámara de sitio.

Fuente: Aplicación de metodologías en terreno



Fuente: Aplicación de metodologías en terreno

Figura 3-1. ETA - Conexión y desconexión de flexibles en embarque de ácido sulfúrico.

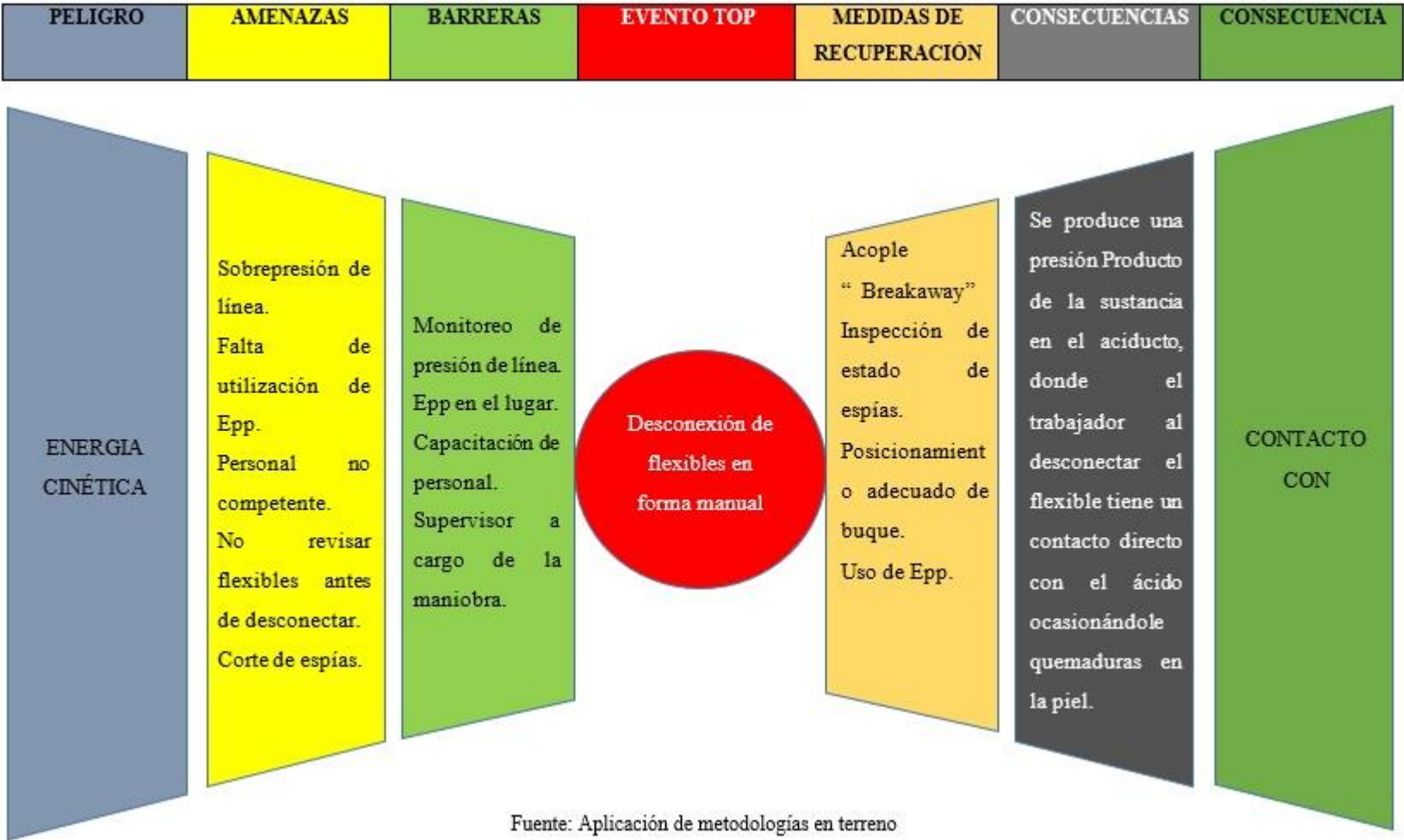


Figura 3-2. Bow Tie - Conexión y desconexión de flexibles en embarque de ácido sulfúrico

3.2.2. Descenso de maxi-sacos a losa de muelle

Esta maniobra se realiza en el sitio 3 del muelle, y se basa en desembarcar Clinker, que es la materia prima para fabricar cemento, el cual viene almacenado en maxi-sacos dentro de las bodegas del buque. A través de la grúa pluma de la nave se descende la carga hacia la losa del muelle, para que posteriormente una vez en tierra sea maniobrada por la grúa horquilla. Estas dos maniobras se realizan en la misma zona de trabajo, en donde el operador engancha la carga en las uña de la horquilla para luego disponerla en los camiones y así estos llevarla a las bodegas de almacenaje. Los puntos a mostrar posteriormente serán la descripción del posible accidente, el desglose de la actividad y por último las metodologías ETA y BOW TIE, para el análisis de los riesgos.

Descripción del posible accidente

Trabajador se encuentra con su cuadrilla en la losa de muelle esperando la carga de maxi-saco transportada por grúa de la nave desde el buque, para realizar la actividad de desenganche de orejas del maxi-saco y dejarla en tierra, donde posteriormente se realiza la maniobra de toma de carga, a través de grúa horquilla y ser destinada a los camiones de transporte para su almacenamiento. Se realizaba la desestiba de la carga de la grúa, donde es guiada por un operador señalero, esta se deja en tierra e inmediatamente ingresa la grúa horquilla para tomar la carga, es en ese momento donde el operador realiza un viraje brusco con la máquina en la losa de muelle en donde no se percata del trabajador encargado de desenganchar los maxi-sacos impactándolo directamente y originando un atropello al eventual.

- Desglose de la Actividad

La maniobra de descenso de carga y enganche de maxi-sacos tiene varias etapas que aparecen en el mapeo de la actividad (tabla 3.3), donde esta herramienta ayudará a comprender de mejor forma las sub-actividades que conlleva la maniobra, así favorecer en el análisis de riesgos.

- ETA (Árbol de eventos) – Descenso de carga suspendida de maxi-sacos

Se elabora el árbol de eventos (figura 3.3), de acuerdo a los datos de los procedimientos de trabajo y las causas del posible accidente, sumando también la

información observada en terreno y el análisis en conjunto con personal del Departamento de Prevención de Riesgos.

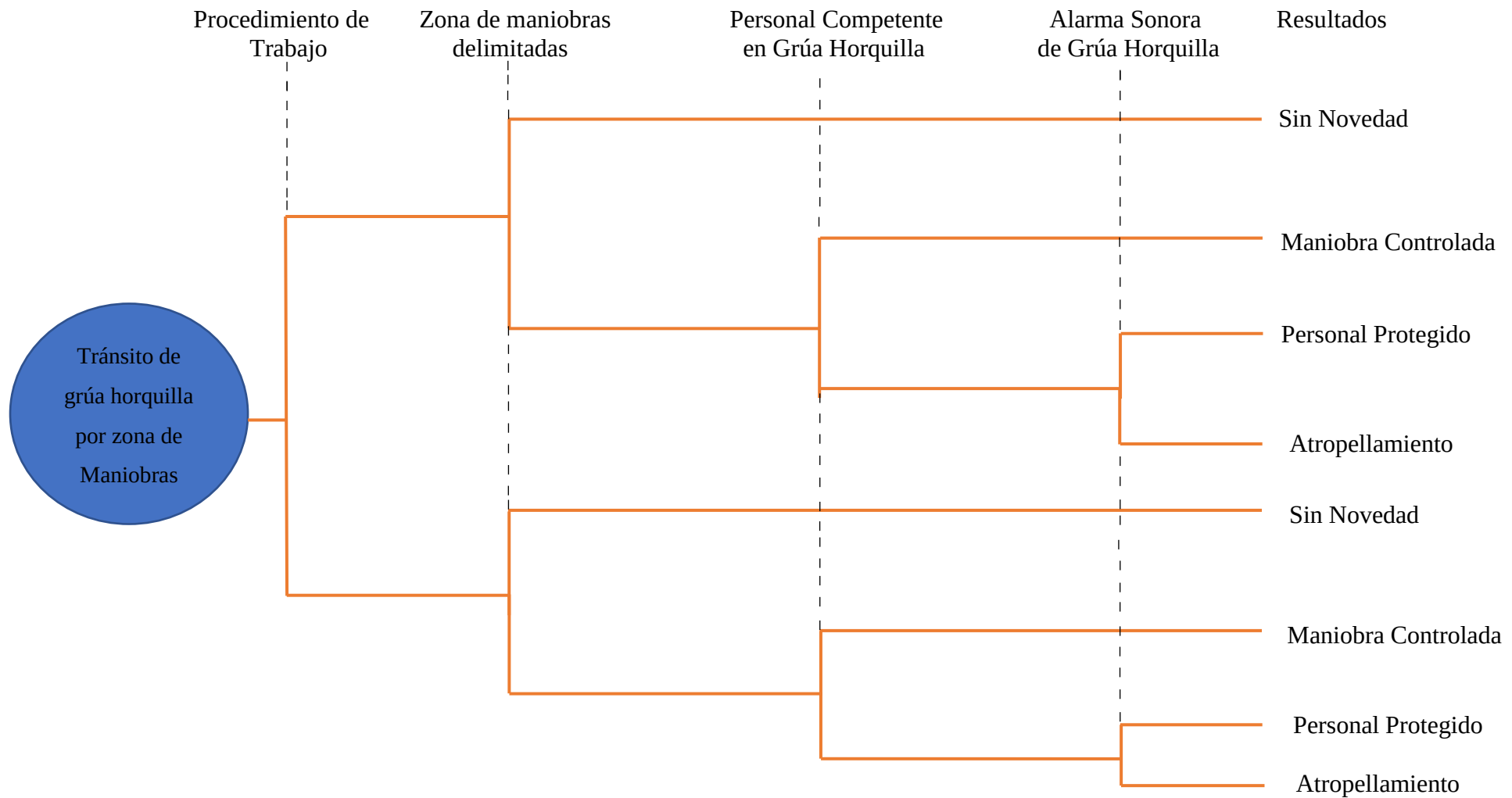
- BOW TIE (Diagrama de Lazos) – Descenso de carga suspendida de maxi-sacos

El BOW TIE (Figura 3.4) se realiza con la misma información de los riesgos presentes en el análisis ya sea por los profesionales como los vistos en terreno de la maniobra, con el fin de aplicarlo a la metodología y obtener las conclusiones pertinentes.

Tabla 3-3. Desglose de la actividad - Descenso de carga suspendida de maxi-sacos

Coordinar Maniobra	Estiba de la carga	Izaje de carga	Bajada de carga	Desestiba de carga
1. Realizar charla para coordinación de trabajos. 2. Asignar personal para cada maniobra 3. Designar grúas para la actividad. 4. Cambiar gancho a la pluma de grúa para acople de maxi-saco.	1. Ingresar personal a bodega de buque. 2. Comunicar a operador grúa por radio donde se realiza la estiba. 3. Enganchar los maxi-saco a gancho de pluma. 4. Ordenar y distribuir carga a transportar.	1. Comunicar por radio a operador grúa que mueva la pluma. 2. Dar señas a operador de izar la carga 3. Salir del lugar bajo la carga en suspensión. 4. Trasladar la carga hacia la losa de muelle por medio de la grúa nave.	1. Mantener distancia de la carga mientras se encuentra elevada. 2. Sujetar la carga cuando esta se encuentre a 1 metro del suelo. 3. Dar señas a operador grúa de manipular carga suspendida. 4. Quitar ganchos de las orejas de los maxi-sacos, una vez en tierra. 5. Dar señas al operador para que mueva.	1. Tomar carga con grúa horquilla. 2. Subir carga a rampla de camión. 3. Dirigir carga a bodega de almacenamiento.

Fuente: Aplicación de metodologías en terreno



Fuente: Aplicación de metodologías en terreno

Figura 3-3. ETA - Descenso de carga suspendida de maxi-sacos



Figura 3-4. Bow Tie - Descenso de carga suspendida de maxi-sacos

3.2.3. Enganche y desenganche de bateas

Esta actividad se realiza en el sitio 3 del muelle, y la ejecutan para embarcar producto, generalmente petcoque (coque de petróleo), material derivado del petróleo usado como combustible, hacia el buque. El material es sacado de las canchas de almacenaje a través de las bateas encarpadas en las tolvas de camiones, las cuales son dirigidas e ingresadas hasta la loza de muelle para descargar dicho material. Posteriormente con la ayuda de los trabajadores sobre una plataforma móvil se enganchan las argollas de la batea a los ganchos de la pluma de la grúa y embarcar el material al interior de las bodegas.

Los puntos a mostrar a continuación serán la descripción del posible accidente, el desglose de la actividad y por último las metodologías ETA y BOW TIE, para realizar el respectivo análisis de riesgos.

- Descripción del posibles accidente

Trabajadores se ubicaban en la loza de muelle, sitio 3, realizando labores que los compete en la actividad de embarque de graneles por bateas. En la maniobra de enganche de argollones de la batea por medio de la plataforma móvil, se conectan las cadenas y se enganchan las argollas dando así la señal para el operador grúa de subir la carga, pero un movimiento mal ejercido por el operador provoca un izaje de carga brusca impactando la plataforma móvil, la cual ocasiona caídas a distinto nivel de los trabajadores.

- Desglose de la Actividad

Se lleva a cabo el mapeo de la actividad en la (Tabla 3.4) con el fin de desglosar en subactividades la maniobra de enganche y desenganche de bateas, esto ayudará a una mejor comprensión de la actividad y un análisis más profundo de los riesgos asociados para que posteriormente se apliquen las metodologías y obtener los resultados.

- ETA (Árbol de eventos) - Enganche y desenganche de bateas

La construcción del árbol de eventos (figura 3.5), se recaba de la información de los riesgos asociados analizados de la maniobra de enganche y desenganche de bateas.

Incluye también la información observada en terreno y la experiencia de los trabajadores involucrados.

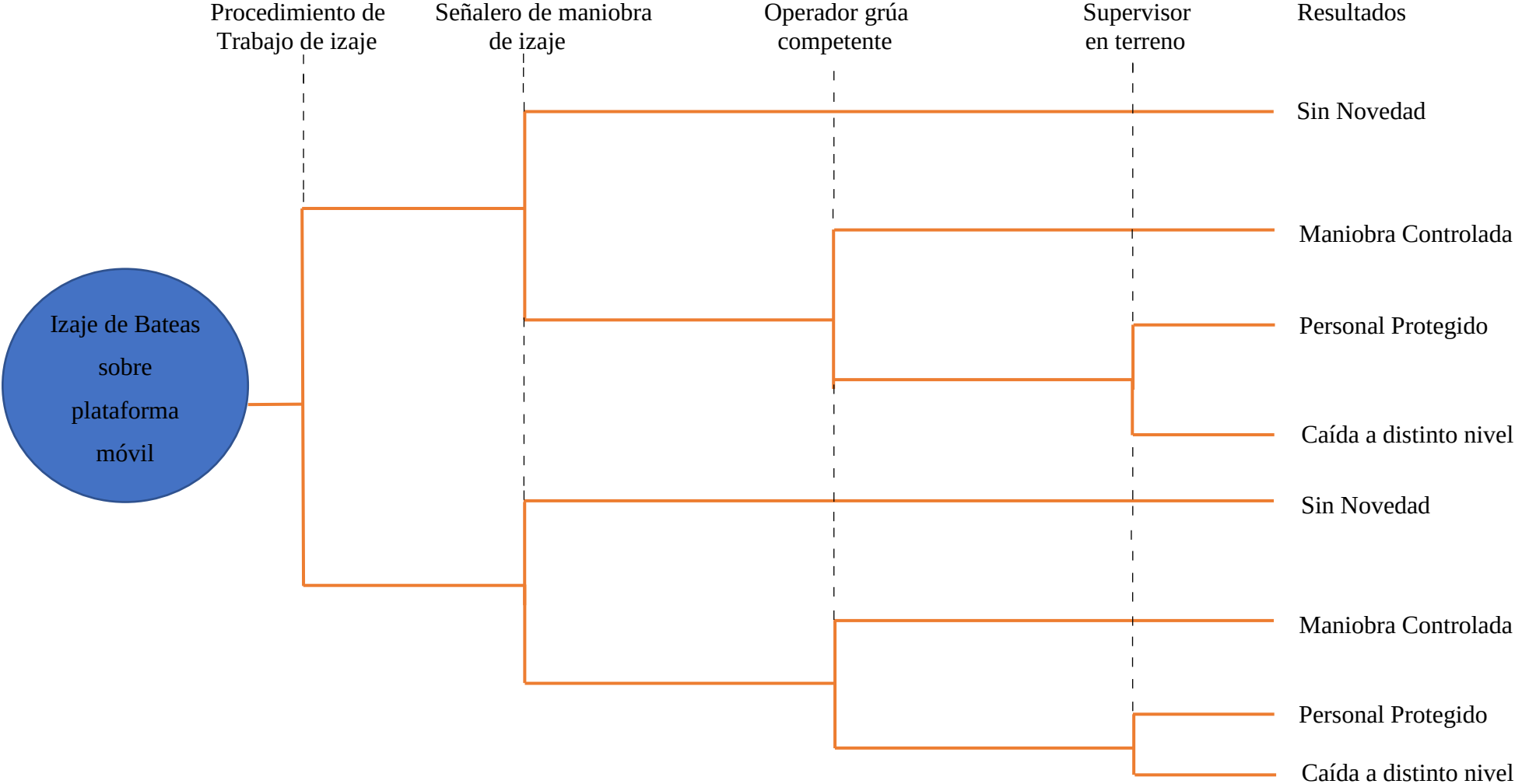
- BOW TIE (Diagrama de Lazos) – Enganche y desenganche de bateas

El BOW TIE (Figura 3.6) se desarrolla con los datos observados en terreno y los riesgos asociados a la tarea, con esta información se aplica la metodología con el fin de saber que podría ocasionar el suceso, sus consecuencias y como evitarlo.

Tabla 3-4. Desglose de la actividad - Enganche y desenganche de bateas

Coordinar Maniobra	Enganche de bateas	Embarque de producto	Desenganche de bateas
1. El coordinador de sitio pondrá un cono frente al camión para evitar que ingrese hasta que sea autorizado. 2. Retirar ticket de pesaje de camión para anotar el registro de cargas. 3. Realizar charla de los riesgos asociados a la maniobra.	1. Ingresar personal de encarpa para retirar carpa de batea. 2. Señalero hace ingresar el camión a zona de embarque. 3. Ingresar plataforma móvil para alcanzar altura superior de batea y realizar la conexión. 4. Realizar el enganche de batea desde sus grilletes a las cadenas de la pluma, que posee un gancho.	1. Señalero debe indicar realizar maniobra de izaje. 2. Cargar una batea vacía al camión para volver al circuito. 3. Embarcar material a buque. 4. Operador grúa devuelve batea ya descargada a losa de muelle.	1. Ingresar nuevamente la plataforma móvil para el desenganche. 2. Retirar los ganchos de la batea para desconectarla de la grúa. 3. Se monta la batea a rampla de camión, a través de grúa horquilla.

Fuente: Aplicación de metodologías en terreno



Fuente: Aplicación de metodologías en terreno

Figura 3-5. ETA - Enganche y desenganche de bateas



Figura 3-6. Bow Tie - Enganche y desenganche de bateas

3.2.4. Conexión y desconexión de flexibles en desembarque de hidrocarburos

Esta maniobra se realiza en sitio de muelle, a través, de flexibles maniobrados por la grúa de la nave, los cuales van apernados a la cámara del sitio de Puerto y en el manifold del buque. Se inicia la descarga e impulsión del producto y monitorean desde la sala de control el proceso de línea en sistema. Después de realizar la descarga realizan el desacople de flexibles de forma manual, verificando que no quede sustancia en su interior, aplicando un soplado de aire.

- Descripción del posible accidente

Se efectuaba la descarga de combustible en la cámara 5 del sitio de muelle, se realizaba ya el desacople de los flexibles desde el manifold de la nave y la cámara de sitio, posteriormente entró el operador del cargador multipropósito para transportar dichos flexibles, pero no se percataron que quedaba combustible al interior de las líneas lo que ocasionó un derrame de la sustancia en la loza de muelle y en el mar.

- Desglose de la Actividad

La actividad de desembarque de combustible se compone de varios subprocesos que se describen en la tabla de mapeo a continuación (Tabla 3.5), se hace describen también de cada sub-actividad, para poder aportar en un correcto análisis e ir comprendiendo progresivamente como se efectúa la maniobra.

- ETA (Árbol de eventos) – Conexión y desconexión de flexibles en desembarque de hidrocarburos

Se grafica, a raíz del suceso que desata el posible accidente, el árbol de eventos (figura 3.7), de acuerdo a la información analizada de la actividad y el planteo del posible accidente. Con esto se construye el árbol incluyendo la información obtenida en terreno y la participación de los profesionales.

- Bow Tie (Diagrama de Lazos) - Conexión y desconexión de flexibles en desembarque de hidrocarburos

El BOW TIE (Figura 3.8), se ilustra con la recopilación de datos obtenidos de los riesgos presentes en la maniobra, encontrados en el procedimiento de trabajo, mas la

ayuda de la experiencia de los prevencionistas, supervisores y trabajadores presentes en terreno, además de lo observado en terreno. Con esta información se desarrolla la metodología para obtener los resultados y dar las correspondientes recomendaciones posteriormente.

Tabla 3-5. Desglose de la actividad - Conexión y desconexión de flexibles en desembarque de hidrocarburos

Planificación Naviera	Preparación área y equipos	Acople de flexibles	Descarga de Combustible	Desacople de flexibles
1. Asignar Sitio de atraque. 2. ETB (tiempo estimado de atraque). 3. Atracar buque. 4. Colocación de espías. 5. Fiscalización de nave. 6. Realizar charlas de cinco (5) minutos.	1. Preparar Sitio a ocupar. 2. Trasladar Manifold y flexibles a través de grúa nave. 3. Chequear EPP. 4. Segregar y señalar área de trabajo. 5. Ingresar camiones para recepcionar el combustible. 6. Calentamiento de línea a través de tracer eléctricos.	1. Chequeo de válvulas cerradas. 2. Equipar a personal. 3. Retiro de flage de flexible en buque. 4. Conectar Manifold a cámara de sitio. 5. Conectar flexibles a Manifold de sitio y de nave. 6. Apretar pernos en forma de cruz. 7. Sujetar flexible con montura para evitar aprisionamiento de este por movimiento de nave.	1. Comprobar que no haya filtraciones. 2. Iniciar descarga de combustible. 3. Abertura de Manifold de nave para llenado de la línea e impulsión inicial. 4. Monitorear flujo y presión de línea.	1. Vaciado de los flexibles por soplado. 2. Reubicar el flexible. 3. Retirar los pernos. 4. Retirar las empaquetaduras y flanges en flexible nave. 5. Retirar flexibles a través de grúas. Avisar a terminal de maniobra terminada.

Fuente: Aplicación de metodologías en terreno

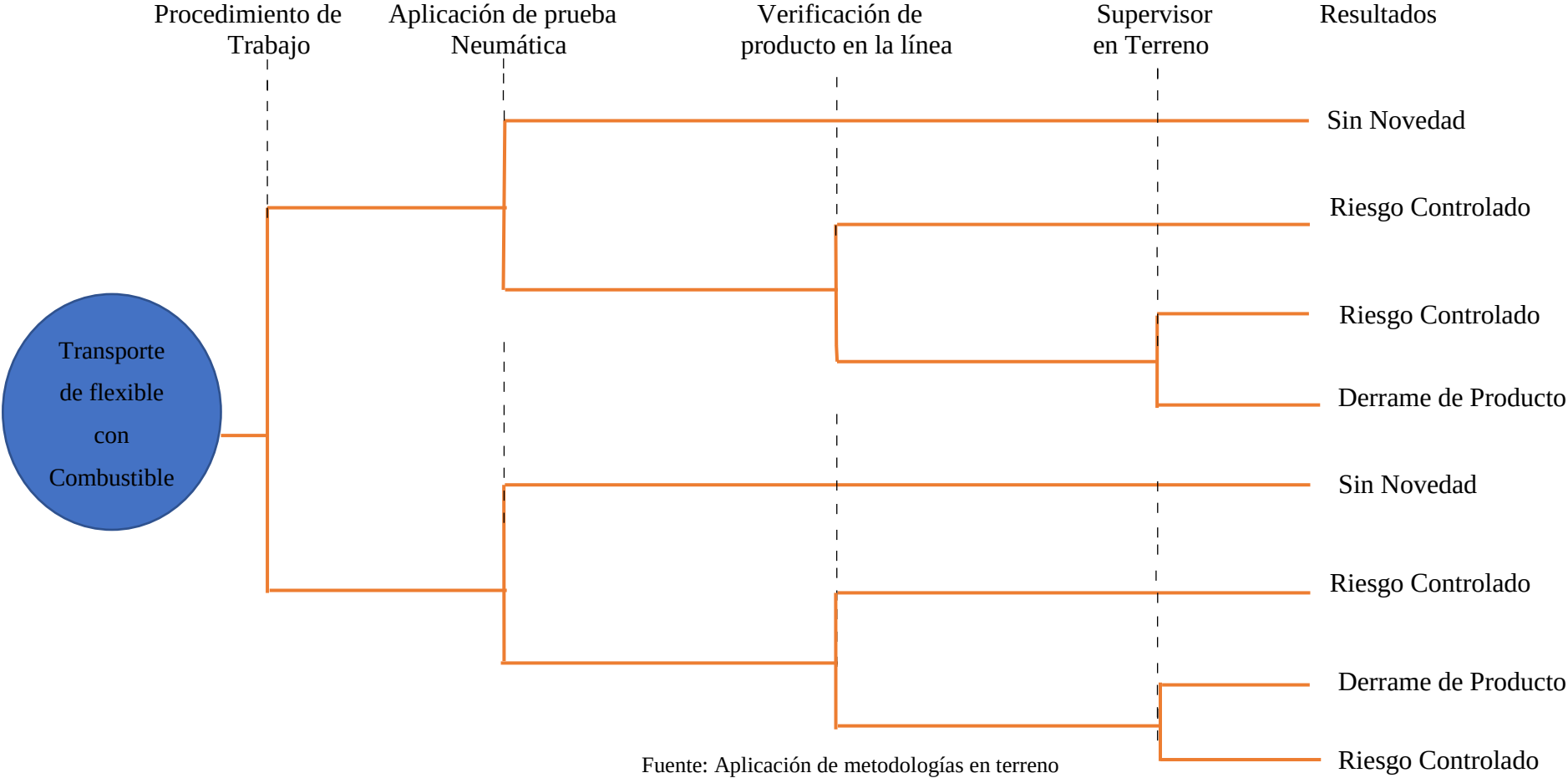


Figura 3-7. ETA - Conexión y desconexión de flexibles en desembarque de hidrocarburos



Figura 3-8. Bow Tie - Conexión y desconexión de flexibles en desembarque de hidrocarburos

3.3. OPORTUNIDAD DE MEJORA

Las actividades que fueron seleccionadas anteriormente para evaluarlas, a través, de los métodos de análisis de riesgos BOW TIE y ETA, los cuales fueron aplicados arrojando conclusiones de las que como parte final del capítulo de aplicación, se le efectuarán las respectivas recomendaciones de cada actividad, dirigidos a la mejora de las situaciones descritas en cada posible accidente con el fin de evitar que ocurra en un futuro y adoptar estas medidas de formas preventivas.

Toda oportunidad de mejora a cada una de las actividades aplicadas a las metodologías, estará en el orden de la norma OHSAS 18.001, en su cláusula 4.3.1. Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles, ya que para la reducción de los riesgos se considera el siguiente orden:

- a) Eliminación.
- b) Sustitución.
- c) Controles de Ingeniería.
- d) Señalización y/o Controles Administrativos.
- e) Equipos de Protección Personal.

A continuación, se procederán a dar a conocer las recomendaciones dispuestas para cada actividad analizada

3.3.1. Conexión y desconexión de flexibles en embarque de ácido sulfúrico

La actividad de conexión y desconexión de flexibles conlleva una serie de riesgos asociados, los cuales fueron analizados a través de las metodologías vistas en el punto anterior. En el proceso del método, interactúan desde las condiciones climáticas, estado de sitio, hasta la operación de conexión y desconexión de flexibles

.La operación inicia con el atraque de buque y posicionamiento de este para poder realizar un correcto embarque, donde se involucra la actividad de los trabajadores con la instalación de espías a las bitas de muelle, posteriormente ingresan los flexibles a través del cargador frontal multipropósito al sitio destinado y preparación de la pipa para acople de flexibles, luego estos los acoplan desde la cámara hacia la nave. Se inicia la descarga del material desde la instalaciones de la empresa Codelco, donde abren las válvulas iniciales, finalizando con el desacople de líneas una vez terminada la descarga.

Fuente: Puerto Ventanas S.A



Fuente: Puerto ventanas S.A

Figura 3-9. Oportunidad de mejora - Instalación de Manifold en cámara de ácido



Fuente: Puerto ventanas S.A

Figura 3-10. Oportunidad de mejora - Traslado de flexibles a cámara de ácido

De acuerdo a las conclusiones de las metodologías de análisis de riesgos, surgen las oportunidades de mejora que deben adoptarse según los resultados obtenidos de la

Aplicación, donde podría desencadenar un evento no deseado más propenso según los riesgos analizados, que es el contacto con el ácido sulfúrico, así para mejorar la seguridad de la maniobra.

- Como primera oportunidad de mejora es implementar un control de ingeniería que corresponde al sistema de acople de flexibles, este acople es el “Breakaway”, el cual corresponde a un componente de seguridad. Estos sistemas evitan uno de los principales focos de riesgo del proceso de carga de fluidos: la carga de tracción sobreporecionada no deseada en el conducto de carga, como se

produciría, por ejemplo por la deriva de los buques. Las cargas de tracción de este tipo pueden dañar mecánicamente los puntos de conexión y los propios conductos de carga, o incluso destruirlos, provocando así una salida incontrolada de los fluidos a cargar con los consiguientes riesgos para las personas y el medio ambiente, están equipados con dos funciones para evitar estos riesgos:

1. Un mecanismo de separación definido que reacciona a la suficiente distancia del límite de carga y que separa el conducto entre la unidad móvil y el sistema de carga.

2. Un dispositivo automático de cierre espontáneo para ambos puntos de separación, para evitar la salida de los medios. Con este sistema se evita un desacople inesperado, manteniendo un control de la maniobra, protegiendo al trabajador de un contacto con el ácido sulfúrico, ya sea en la loza de muelle como de forma directa, protegiendo también el medio ambiente eludiendo los derrames en el mar.

- Como segundo control administrativo, realizar inspección a las espías, las cuales son ocupadas para el atraque de buque. Es importante tener un control sobre el estado de estos equipos, ya que son los que mantienen la posición del buque para las distintas operaciones que se realizan en los sitios de muelle. Hay que tener presente que el corte de una de ellas pueden liberar una energía considerable que al llegar al contacto con el trabajador le puede provocar lesiones graves, incluso causar la muerte. Otro daño que podría provocar en la tarea de embarque de ácido, sería que si una de ellas se corta, el buque tiende a tener un movimiento brusco, ya que una parte de su estructura esta desatracado, en donde se podría producir un desacople de flexible, ocasionando un esparcimiento del producto en la losa de muelle y mar.
- Todos los trabajadores que estén involucrado en la actividad deben contar con los Elementos de protección Personal, en la maniobra se trabaja con alta presión de fluidos, por lo cual se debe estar protegido con traje especial para contacto con el ácido, cubriendo sobre todo el rostro al momento de estar desacoplando los flexibles del manifold. Se debe además agregar el enhuinchado de tela adhesiva sobre el traje en las extremidades del cuerpo con el fin de evitar el traspaso de sustancia.

3.3.2. Descenso de carga suspendida de maxi-sacos

La actividad de descenso de maxi-sacos desde bodega de buque arrastra una suma de riesgos, ya que trabajan al interior de la nave, donde la bodega tiene una

profundidad considerable desde la cubierta del buque hasta la carga. Trasladan el material con la grúa nave a la losa de muelle, en donde los trabajadores están esperando dicha carga para poder maniobrar el enganche de las orejas y ser dispuestas en las uñas de la grúa horquilla, aquí se aprecia carga suspendida en la misma área de enganche.



Fuente: Puerto ventanas S.A

Figura 3-11. Oportunidad de mejora - Desenganche de maxi-sacos de grúa nave



Fuente: Puerto ventanas S.A

Figura 3-12. Oportunidad de mejora - enganche de orejas de maxi-sacos a uñas de grúa horquilla.

Se analiza con las metodologías de análisis de riesgos y se otorgan las siguientes oportunidades de mejora de los resultados obtenidos con el fin de aportar a la seguridad de la maniobra y evitar un posible accidente que según el resultado sería atropellamiento de trabajador con grúa horquilla.

- Como primera mejora y control administrativo se obtiene del reclutamiento de personal para el cargo de operador grúa horquilla, el cual debe estar capacitado para operarla con su licencia al día y la experiencia necesaria para la tarea, capacitándolo a través del tiempo para adquirir nuevos conocimientos de manejo defensivo, así se trabajaría con gente competente en el área y ofrecería confiabilidad al momento de operar.
- Siguiendo con las oportunidades se recomienda como Señalética, delimitar el área de trabajo, separando por sectores las dos maniobras presentes, a través de señaléticas con barreras duras en la actividad, que es el descenso de carga y el enganche de la misma en la horquilla. Con esto se evita tener incidentes de atropello, ya que el trabajador no estará pendiente de recibir la carga y a la vez estar atento al traslado de la grúa horquilla. Se mantendría un control de los riesgos de aplastamiento y atropellamiento manteniendo un correcto orden y distribución de las tareas.
- Otro control administrativo es mantener en la grúa horquilla una alarma sonora al momento de transitar por el área de enganche, así el trabajador poder percatarse del vehículo en movimiento. Con esto se tendría un control del riesgo de atropellamiento que es el más propenso a ocurrir en la tarea arrojado por las metodologías.

3.3.3. Enganche y desenganche de bateas

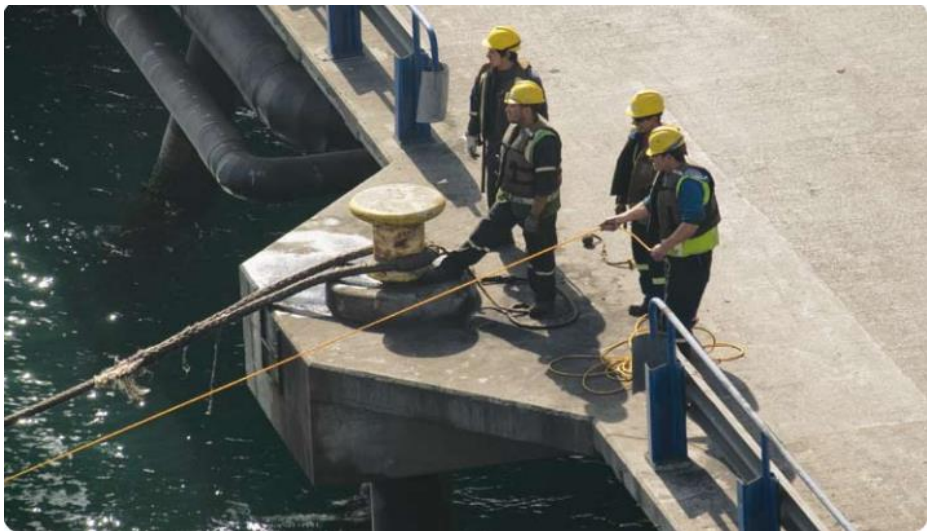
La tarea es puntual del embarque de material petcocke, en esta maniobra trabajan con la grúa nave, camiones de carga y grúa horquilla quienes operan en conjunto. El camión trae el material en bateas desde las bodegas de apilamiento, para luego ser maniobradas en la losa de muelle por grúa horquilla. La operación crítica viene en el enganche de bateas al gancho de la grúa, el cual lo realizan los trabajadores, que a través de una plataforma móvil quedan a la altura de las argollas para acoplarlas a un gancho adaptado en la pluma. Una vez terminado el enganche la grúa alza la batea cargada y los trabajadores deben retirar la plataforma. En esa interacción existe el riesgo más crítico donde el operador grúa tiene la responsabilidad de realizar una buena maniobra para no golpear la plataforma con la carga estibada, donde podría producirse

una caída a distinto nivel de los trabajadores originándoles lesiones graves incluso la muerte.



Fuente: Puerto ventanas S.A

Figura 3-13. Enganche de bateas a grúa nave



Fuente: Puerto ventanas S.A

Figura 3-14. Trabajadores enganchando espías a bita

Con la información recabada del análisis de riesgos con las metodologías se obtienen oportunidades de mejora para la maniobra, todo para poder adoptar las medidas

preventivas, así evitar la ocurrencia del posible accidente asociado a los riesgos presentes.

- Como primera recomendación viene con la modificación y mejor implementación del procedimiento de trabajo específico para el enganche de bateas como Control Administrativo. Este debe incluir el paso a paso de la actividad y acoplarse al procedimiento de embarque de graneles por batea. Debe especificar los tiempos de las tareas, una de ellas es el enganche de las bateas en la plataforma móvil, donde una vez terminada esperar un rango de tiempo para darles a los trabajadores un lapso adecuado, así poder descender de la plataforma y moverla a un lugar fuera de la zona de carga en suspensión. Con esto ya no se expondría los trabajadores a la maniobra del operador grúa y este solamente se preocuparía de estibar la carga sin correr el riesgo de golpear la plataforma. Este procedimiento se debe difundir por el supervisor hacia todo el personal involucrado en la operación.
- Como segunda recomendación de Control Administrativo es la presencia de un señalero capacitado en la tarea de embarque de material con la grúa de la nave. Este interactúa directamente con el operador para darles las señales adecuadas en la maniobra y guiarlo en todo el proceso para una correcta estiba de la carga. Con esto se mantendría una labor más ordenada y segura para los trabajadores presentes y le aporta al operador grúa otro ángulo de vista en la operación.
- Para evitar que el personal de trabajo se mantenga atento y sin distracciones en el desarrollo de su trabajo, se recomienda capacitar a los trabajadores con el código I.S.P.S, que entrega conceptos básicos sobre el Código Internacional para la protección de los buques y las instalaciones Portuarias. Re instruir al personal sobre los protocolos de seguridad que se establecen en conformidad a lo dispuesto en el código ISPS. De esta manera disminuirían las distracciones en la ejecución de enganche de maxi-sacos y estaría atento a las condiciones de trabajo. Este Control Administrativo, tiene como fin enfocar a los trabajadores en las labores que los competen y evitar maniobras riesgosas, como lo fue en el posible accidente analizado donde parte de la culpa fue del trabajador a no estar atento del tránsito de la grúa horquilla.

3.3.4. Conexión y desconexión de flexibles en desembarque de hidrocarburos

Los pasos a seguir en la maniobra de conexión y desconexión de flexibles es muy parecida a la del embarque de ácido sulfúrico, la diferencia está en que en la zona de muelle de hidrocarburos se descarga material del buque hacia las cámaras de

combustibles. Aquí se produce una impulsión desde en manifold de la nave hacia el lugar de descarga, a través de flexibles por donde transita el combustible. La tarea riesgosa y es por el cuál se produciría un accidente es en el desacople de dichas líneas, ya que lo más probable es que en su interior quede resto de combustible que sería descargado. La acción que detonaría el riesgo de derrame, es al momento de trasladar los flexibles desacoplados de la zona de descarga una vez finalizada la tarea, sin realizar las correctas pruebas de expulsión de producto, originando derrames en losa de muelle como en el mar, generando a la vez contacto con algunos de los trabajadores presentes en la maniobra.



Fuente: Puerto ventanas S.A

Figura 3-15. Trabajadores montando barreras de contención en caso de derrame de hidrocarburo



Fuente: Puerto ventanas S.A

Figura 3-16. Trabajares manipulando válvulas para paso del producto

Con los resultados obtenidos del análisis de riesgos de dicha tarea, surgen oportunidades de mejora para mantener la seguridad en la maniobra y principalmente en los trabajadores, evitar así el posible accidente que podría ocurrir, descrito en el punto anterior que consiste en un derrame de combustible.

- La recomendación en primera instancia es un control de ingeniería, que consta de realizar una prueba neumática a la línea que transporta el combustible, aplicando aire, aproximadamente una presión de 7 bares, con el fin de realizar el soplado que corresponde. Así asegurarse de no dejar producto al interior del flexible y poder ser manipulado por trabajadores y grúas sin ningún riesgo de contacto o derrame.
- La segunda oportunidad de mejora viene con un control administrativo que basa en la verificación del producto una vez realizada la prueba neumática, para estar seguros de que no disponga de material y ser transportados los flexibles con toda confianza libre de derrames. Esta prueba se realiza una vez desmontado el flexible de la línea de aire, tomando una punta del conducto con el cargador multipropósito y levantar en forma perpendicular al suelo, mientras que el otro extremo se mantenga en la losa de muelle dentro de una piscina que almacene el producto en caso de contenerlo.
- La última recomendación es un control administrativo y corresponde al cargo de operador de la maquinaria cargador frontal multipropósito, el cual tendrá que contar con todos sus cursos aprobados y respectiva licencia, tener las competencias necesarias y realizarle capacitaciones de los riesgos expuestos en maniobras de izaje, interacción con productos peligrosos y manejo a la defensiva.

CONCLUSIÓN

En el trabajo de título se desarrolló un análisis de los riesgos en las operaciones de carga y descarga de material de buque, donde el análisis que se realizó fue a las actividades más críticas, por lo que el trabajo fue acotado a maniobras más propensas a desencadenarse en algún suceso no deseado en la empresa, además del claro uso de las metodologías de análisis de riesgo, BOW TIE y ETA. Es de suma importancia agregar que se combinaron las experiencias de los trabajadores y líneas de mando en la empresa, con los riesgos más significativos en cada tarea, suponiendo posibles hechos y fallas que podrían haber sucedido si no se toma control sobre ellas. Todo esto fue llevado a los métodos de análisis de riesgos, que permitieron un estudio concreto de las situaciones en juego. Esto también complementa a la comprensión y lectura fácil que puede hacerse del resultado de las metodologías y poder prevenir los posibles accidentes, lo que favorece a la generación de recomendaciones y modificaciones que deben producirse en la gestión preventiva de la empresa.

En la etapa de Selección de las actividades críticas, se obtuvieron cuatro maniobras riesgosas de las aproximadamente 15 maniobras, de las cuales fueron ignoradas once por razones que no cumplían con los requisitos de los ítems requeridos. Con estas elecciones se desarrolló la mayor parte del presente trabajo. Esta selección fue posible por el cumplimiento de las condiciones dadas en la Check list elaborada con el fin de fijar criterios y obtener las actividades correspondientes. Como las tareas cumplieron con los ítems de contener cargas suspendidas en las operaciones, contacto con sustancias peligrosas, contar con más de una maniobra en la misma zona de trabajo y tener interacción hombre – equipo; por estos motivos fue factible el trabajo de selección de maniobras, ya que estas contaron con los requisitos según la empresa, para realizar un análisis completo de los riesgos propensos a desarrollar un accidente en las operaciones de carga y descarga de material de buque.

En la etapa de aplicación de las metodologías BOW TIE y ETA, se llevó a cabo por una parte conocer cada una de las actividades a evaluar, esto se realizó a través de la observación y aprendizaje en terreno y en conjunto con la línea de mando de cada labor en el muelle. Lo que permitió en el desarrollo del desglose de cada actividad, donde se pudo apreciar cada sub-actividad y el paso a paso. Todo lo mencionado se suma el objetivo central de esta etapa que es la aplicación de las metodologías de análisis de riesgos, en la cual se aplicó el método de Árbol de Eventos y Diagrama de lazo, donde se utilizó el suceso iniciador como centro y en segunda instancia el método de Diagrama de Lazo, el centro correspondió a la actividad crítica. De las actividades analizadas se

obtuvo que la mayoría de los riesgos se debe a las operaciones con izajes de cargas con grúa nave, también la falta de señaléticas y segregación de las tareas, a la vez por posible fallas humanas que podrían generar un accidente, como lo es la falta de competencia laboral, falta de concentración, falta de procedimientos, imprudencias y mal uso o falta de EPP.

De la etapa de Recomendaciones, se procedió a generar para cada actividad ya sometida a las metodologías, las oportunidades de mejora y sugerencias pertinentes, en donde fueron en el orden de la jerarquía de control de riesgos presentes en la norma OHSAS 18.001. De los resultados derivados de los métodos BOW TIE y ETA, se obtuvieron las recomendaciones, además de los procedimientos operacionales de cada actividad, por lo que en esta etapa se buscó mejorar cada aspecto detectado, complementado con lo visto en terreno. En su totalidad fueron Controles administrativos, por la razón de los posibles accidentes derivados que fue por falla en su mayoría humanas, por no contar con preparación previa, no revisar una vez realizada la tarea y la falta de seguimiento de procedimientos, le siguen los controles de ingeniería, luego la señalización y los Elementos de Protección Personal.

De lo que se puede destacar, para el análisis de los riesgos a través de las metodologías utilizadas en el trabajo, es que no genera gran dificultad a quien efectúa el análisis, lo que favorece a la comprensión de los métodos, llevándose a cabo un análisis efectivo y cumple con el objetivo, aunque se puede inducir al error si se toma de manera ligera su aplicación. A la vez sumado a lo mencionado cabe destacar que las metodologías aplicadas son fáciles de entender para quienes lean el presente trabajo. Se obtienen también buenos resultados al combinar ambas metodologías, ya que El Diagrama de lazos contiene dentro de su análisis el Árbol de Sucesos, que corresponde el lado derecho después del evento top.

Si bien el análisis de los riesgos efectuado en el presente trabajo, trajo consigo la muestra de sumadas fallas en su gestión preventiva, donde la empresa Puerto Ventanas siempre busca la mejora continua en temas de seguridad. La mayor debilidad detectada está en la falta de procedimientos, verificación de elementos y equipos a utilizar, segregación y separación de las tareas y por último la falta de elementos de protección personal específicos en maniobras críticas. La parte positiva observada es el compromiso de los supervisores y altos mandos con la prevención de los riesgos. Por lo que se hace más fácil mejorar en la seguridad laboral, planteándose así un buen comienzo para la empresa, tomando conciencia preventiva a través de los posibles accidentes planteados, evitando así la ocurrencia de estos a futuro, manteniendo unas maniobras más controladas y seguras al momento de operar. Transformándose en un empresa prestigiosa para los clientes con el fin de mejorar los riesgos actuales.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Alfonso Pallares. C. Perez Reyes. Y. Sarabia Molina.** Aplicación del método del Bow Tie para la evaluación de seguridad en la práctica de perfilaje de pozos. [En línea] www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/020/45022942.pdf.
2. **Martínez, German.** Análisis y Evaluación de Riesgo de Túneles Carreteros en Explotación. [En línea] 2007. www.scielo.cl/pdf/ric/v22n2/art04.pdf.
3. **Romero, Juan Carlos Rubio.** Métodos de Evaluacion de Riesgos Laborales. [En línea] 2004. http://books.google.cl/books?id=RmCXvUEqNh0C&pg=PR5&hl=es&source=gb_s_selected_page&cad=2#v=onepage&q&f=false.
4. **García, Antonio Fernandez.** Manual de evaluacion de riesgos laborales. [En línea] 2004. [www.uhu.es>manual_evaluación](http://www.uhu.es/manual_evaluación).
5. **EL PORTAL DE LOS EXPERTOS EN PREVENCION DE RIESGOS EN CHILE.** Gestion de Riesgos Laborales. [En línea] 2002. <http://www.sigweb.cl/biblioteca/GestionRiesgos.pdf>.
6. **DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN - GOBIERNO DE MEXICO.** Requisitos de seguridad para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de terminales de almacenamiento de gas natural licuado que incluyen sistemas, equipos e instalaciones de recepción, conducción, vaporización y entrega de gas natural. [En línea] 2012. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5258287&fecha=09/07/2012.
7. **Bestratén, Manuel.** NTP 328, Análisis De Riesgos Mediante Árbol de Sucesos. [En línea] http://www.icao.int/SAM/Documents/2014-ADSAFASS/ntp_328.pdf.
8. **GUIAR - GRUPO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN ANALÍTICA DE RIESGOS.** Metodos Generalizados De Análisis De Riesgos. [En línea] http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/An_riesgo/Met_gen.htm.

9. **Adanuy, Tomás Piqué.** Investigación De Accidentes: Arbol De Causas. [En línea] http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_274.pdf.
10. **Dirección General De Protección Civil de España.** Guía Técnica - Métodos Cuantitativos para el análisis de riesgos. [En línea] http://www.mapfre.com/documentacion/publico/il8n/catalogo_imagenes/imagen.cmd?path=1053952&posicion=3.
11. **LEES, FRANK P.** *Loss Prevention in the Process Industries*. 1980.
12. **ENGINEERS, AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL.** *Guidelines for Hazard Evaluation Procedure*. New York : s.n., 1985.
13. **Alfonso Pallares, C. Perez Reyes.** APLICACIÓN DEL MÉTODO DE BOE TIE PARA LA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD EN LA PRACTICA DE PERFILAJE DE POZOS. [En línea] 2013. http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/020/45020942.pdf.
14. **Hurst, Steve Lewis and Sheryl.** *Bow tie: an Elegant Solution?* 2005.
15. **Wardman, Diego Lisbona y Mike.** *Feasibility of Storybuilder Software Tool for Major Hazards Intelligence, prepared by the Health*. 2010.
16. **SOLUTIONS, CGE RISK MANAGEMENT.** Risk Assessment The History of Bowtie. [En línea] <http://www.cgerisk.com>.
17. —. Risk Assessment The Bow tie Method. [En línea] <http://www.cgerisk.com/knowledge-base/risk-assessment/thebowtiemethod>.
18. **Norma internacional IEC/ISO 31010/2009.** TÉCNICA BOW TIE PARA ANÁLISIS DE RIESGOS. [En línea] 2009. http://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/Analisis_Bow_Tie.pdf.
19. **Yurell, Claudia Gómez.** BOW TIE: UNA HERRAMIENTA PARA LA COMUNICACIÓN DE RIESGO. [En línea] 2013. <http://ccia.cujae.edu.cu/index.php/siia/siia2012/paper/view/2657>.

20. **Boix, Pere.** BUENA PRACTICA PROFESIONAL EN EVALUACION DE RIESGOS LABORALES. [En línea] 2010.
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentación/PUBLICACIONES%20PROFESIONALES/CISAL%20INSHT.pdf>.
21. **Bowtiexp.** CGE Risk Management Solution. 2013.
22. **Solutions, CGE Risk Management.** Civil Aviation Authority develops BowTies for 'Significant Seven' Safety Issues. 2012.
23. Analyzing barriers at the Dutch State Supervision of Mines. 2012.
24. **H.Andersen, J.Casal, A.Dandrieuxet, et. Al.** ARAMIS: User guide. The European Commission. Community Research. 2004.
25. **Delvosalle, C., Fiévez, C., Pipart, A., Londiche, H., and Debray, B.** ARAMIS Project: Effect of safety Systems on the Definition of Reference Accident Scenarios in SEVESO Establishments. The European Commission. Community Research. 2004.
26. Petroleum Safety Authorities. Barriers.
27. **Trbojevic, Vladimir M.** *Optimising Hazard Management by Workforce Engagement and Supervision.* 2008.
28. **Kris, Steve Lewis and.** *Lessons Learned from Real World Application of the Bow tie Method.* 2010.
29. **Executive, Amey VECTRA Ltd for the health and Safety.** Layers of Protection Analysis in the COMAH Context, Andrew Franks.

ANEXOS

ANEXO A: GLOSARIO

- Accidente de Trabajo: Toda lesión que sufra una persona a causa o con ocasión del trabajo y que produzca incapacidad o muerte.
- Acción insegura: Son aquellas que realizan las personas o que dejan de hacer y que puedan generar un accidente.
- Acción subestandar: es una desviación en el comportamiento respecto a la ejecución de un procedimiento de trabajo escrito y aceptado por todos.
- Condición insegura: Son aquellas condiciones físicas y materiales presentes en cualquier instalación que puedan originar un accidente para las personas.
- Batea: Estructura metálica de 1.8mts de alto por 8 mts de largo donde se depositará el producto a granel.
- Piña: Elemento utilizado para el enganche de la batea a la rampla.
- Contaminación: Es el deterioro del ambiente como consecuencia de la presencia de sustancias perjudicales o del aumento exagerado de algunas sustancias que forman parte del medio.
- Residuo Peligroso: Desecho que tiene propiedades que presentan riesgos para la salud.
- Riesgo: Combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso o exposición peligrosa y la severidad del daño o deterioro de la salud que puede causar el suceso o exposición.
- Medio ambiente: entorno en el cual opera una organización, incluyendo aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y su interrelación.
- Izaje: Es elevar o bajar una carga, a través de un dispositivo o equipo que lo permita, en forma segura y controlada.

- Faena: Obra o trabajo a realizar.
- Identificación de peligro: Proceso mediante el cual se reconoce que existe un peligro y se definen sus características.
- Organización: Compañía, corporación, firma, empresa, institución o asociación o parte de las anteriores, esté constituida o no, sea pública o privada, que tenga sus propias funciones y administración.
- Peligro: Fuente o situación potencial de daño en términos de lesiones o efectos negativos para la salud de las personas, daños a la propiedad, daños en el entorno del lugar de trabajo o una combinación de éstos.

ANEXO B: EXTRACTO DE PROCEDIMIENTO OPERACIONAL:
EMBARQUE DE ÁCIDO SULFÚRICO

	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO DE CALIDAD, MEDIO AMBIENTE, SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	
	PROCEDIMIENTO OPERACIONAL: EMBARQUE DE ACIDO SULFURICO EN SITIO VEN-3	
CÓDIGO: PO-001-OM	VERSIÓN: 05	VIGENCIA DESDE: Septiembre 2015

4.6 INICIO DE FAENA

4.6.1 Introducción

Para la realización segura del embarque de ácido sulfúrico, se hace necesario mantener un control ordenado y permanente en todas las etapas de la faena de carguío, lo que requiere del correcto alineamiento de todo el sistema involucrado durante la entrega del producto, indicando y verificando la correcta posición de cada una de las válvulas, y funcionamiento de bombas y equipos auxiliares envueltos en el proceso. Razón por la cual se hace necesario definir un procedimiento tendiente a evitar lesiones a las personas y daños a los equipos que tienen que ver con el embarque.

Para el embarque seguro de ácido sulfúrico, se deberá chequear cada una de las etapas descritas en el presente procedimiento, siguiendo un orden secuencial de registro de acuerdo a lo que se solicita en las distintas planillas y "Check List Embarque de ácido por sitio 3" (Paso a Paso). R1-PO-001-OM. Embarque de ácido por sitio 3, el cual lo llevará a cabo el Supervisor de faena.

4.6.2 Descripción General del Proceso de Embarque

- Se deberá realizar las actividades previas al embarque de acuerdo al presente procedimiento, tanto chequeos previos, prueba de elementos de seguridad y equipos, tal como se menciona en el punto 4.6.3
- Ingeniero de Operaciones en reunión de recepción, coordinará con Codelco y Comando Nave, la operación de embarque. Una vez discutidos y acordados los parámetros generales (cantidad a embarcar, flujo presión y cambio de estanque) de la operación, coordinará con el Supervisor a Cargo de la Operación el inicio del embarque de Ácido Sulfúrico. Paralelamente el Supervisor a Cargo de la Operación deberá supervisar y chequear paso a paso el cumplimiento del Presente PTS.
- Una vez coordinado con Comando Nave, el Ingeniero de Operaciones informará la autorización para conectar los flexibles al Manifold de recepción de la Nave. Para lo anterior contará con el apoyo de la tripulación y grúa nave, además de cargador multipropósito y personal de muelle, para el movimiento y posicionamiento final de los flexibles.
- Terminada la conexión y estando todas las partes debidamente informadas y coordinadas, se procede a llenar línea desde Codelco hasta nuestra válvula final.
- Codelco informa sobre el término del llenado de línea. Al mismo tiempo, el Supervisor a cargo de las Operaciones, junto a los Electromecánicos u Operador Grúa, verifican nuevamente que no existan anomalías en el sistema, indicando el resultado de su inspección al Ingeniero de Operaciones.
- Confirmada la correcta alineación entre Codelco, Muelle y Nave, Comando Nave informa apertura de sus válvulas finales, quedando en espera solamente la apertura de válvulas finales de Muelle, las que terminan de habilitar completamente el circuito.
- El inicio del embarque por gravedad se define cuando se abren las válvulas finales ubicadas en el sitio N° 3. La normalización de los parámetros operacionales y del sistema se consiguen cuando la nave, de acuerdo a sus requerimientos, confirma la puesta en servicio de la 1era y luego la 2da bomba, que componen el sistema de impulsión de Codelco.
 - Durante el embarque, hora a hora se chequearan los parámetros operativos, dejando registro de estos en la planilla R3-PO-001-OM de Control de Flujo y presión de Línea de ácido.



ANEXO C: EXTRACTO DE PROCEDIMIENTO OPERACIONAL:
DESCARGA DE MAXISACOS

	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO DE CALIDAD, MEDIO AMBIENTE, SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	
	PROCEDIMIENTO OPERACIONAL: DESCARGA DE MAXISACOS A TRAVÉS DE LOS SITIO PVSA-3 Y PVSA-5	
CÓDIGO: PO-016-OM	VERSIÓN: 01	VIGENCIA DESDE: Agosto 2015

4.3.2 En losa de Muelle

1. Para el trabajo en la losa del muelle se ubicará el supervisor del sitio. Su función será de velar que todas las actividades de descarga de maxisacos con producto se realice de acuerdo al presente procedimiento de trabajo seguro.
2. Se asignará, por bodega, una cuadrilla de 3 trabajadores de una empresa colaboradora, por cada bodega de nave que esté trabajando, quienes tendrán como misión soltar los maxisacos con producto que vienen desde el interior de las bodegas de la nave y engancharlos a las grúas horquilla que los trasladarán a los camiones rampa ubicados en el sitio. La actividad deberá estar descrita en el Procedimiento de trabajo seguro que la empresa colaboradora, presente para su validación por el DPR PVSA.-
3. Los integrantes de la cuadrilla de trabajadores Externos que desengancharán los maxisacos con carga, deberán tener principal cuidado con:
 - Uso, en todo momento, del equipo de protección personal definido para el trabajo al interior de la bodega. Se debe poner especial énfasis en el uso de la protección respiratoria, definida como estándar PVSA para esta actividad, mascarilla de medio rostro con filtros **3M 7093C** o **3M 60923**
 - Protegerse en zonas seguras cuando existan maxisacos o maniobras suspendidas en altura, evitando en todo momento el circular bajo éstas.
 - Procurar mantener siempre limpia su área de trabajo.
 - Estar muy atentos al movimiento de las grúas horquillas, a su alrededor.

- Se deberá mantener en todo momento personal necesario, a fin de observar, vigilar y realizar el aseo correspondiente en el muelle y/o cualquier otro sector necesario de limpiar.
- Se deberá mantener constante vigilancia en los elementos de contención de producto. Para el caso de las manteletas, se deberá evitar la acumulación de producto en ella. De existir producto acumulado se deberá coordinar las correspondientes faenas de limpieza de las manteletas, las cuales deberán ser realizadas con supervisión directa.
- Si se deben realizar labores de aseo, ya sea en cubierta de buque o losa del muelle, se deberán realizar privilegiando siempre el resguardo de las personas, el uso de los equipos de protección personal necesarios y procurando que estas faenas siempre sean instruidas por personal de supervisión de Puerto Ventanas S.A., y nunca se realicen por iniciativa propia.
- Esta estrictamente prohibido fumar, consumir alimentos y escuchar música con audífonos en la loza del muelle. Para estos casos deberá dirigirse a los lugares previamente asignados para estos casos.

4.4 Actividades Posteriores a la Descarga.

- a. Una vez finalizada la descarga del buque, el supervisor de cubierta deberá disponer el retiro de Manteletas y Mallas Rachell desde la nave.
- b. Se deberá disponer del personal necesario para orientarse a realizar, lo más pronto posible, las labores de aseo en el sitio de descarga, no dejando acopios sin disponer en sacos o big bag.
- c. El supervisor de cubierta deberá de verificar que las radios VHF entregadas a los wincheros sean devueltas al supervisor del sitio.

ANEXO D: EXTRACTO DE PROCEDIMIENTO OPERACIONAL:
EMBARQUE DE GRANELES POR BATEAS

	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO DE CALIDAD, MEDIO AMBIENTE, SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	
	PROCEDIMIENTO OPERACIONAL:	
	EMBARQUE DE GRANELES POR BATEAS SITIO 3	
CÓDIGO: PO-007-OM	VERSIÓN: 05	VIGENCIA DESDE: Octubre 2015

- correspondiente. Simultáneamente el Ingeniero de Operaciones chequeará la condición de viento a través de la página. (Condición Mayor o igual a 18 nudos, la operación se debe detener)
- b. Al final de cada Turno es una obligación registrar en la bitácora de operaciones del área, toda la información relevante que el siguiente turno debe conocer cómo, cambios en la operación normal, consideraciones de seguridad para la prevención de accidentes, etc.
 - c. Obligatoriamente se debe utilizar siempre los EPP establecidos en los puntos 4.7 del presente procedimiento.

4.1 DESCRIPCIÓN Y RESUMEN DE LA OPERACIÓN

Las tolvas (recipientes metálicos diseñados para contener el producto a embarcar), deben ser cargadas con el producto mediante cargadores frontales y encapadas en el sector determinado por el jefe de área, como carecen de sistema de propulsión propia, estas deben ser transportadas mediante camión de al menos 30 toneladas hasta el Muelle, dicho camión estará equipado con herramientas (Piñas) y equipos necesarios para un traslado seguro a sitio número 3 de Puerto Ventanas. Una vez hecho el ingreso al sitio, debe proceder a ubicarse en lugar destinado para el desencarpe, luego de esto, el camión se ubicará al costado norte del sitio, lugar destinado para la postura de las maniobras (elementos que permiten realizar el izaje de las tolvas), concluyendo en la operación de carguío del producto en bodegas de la nave.

1. El Coordinador de sitio instalará un cono frente al camión para evitar que este se mueva sin autorización del personal que opera en el sitio.
2. El Coordinador retirará el ticket de pesaje del camión para el llenado de registro en formato TVC y así poder llevar control exacto de la información de embarque (tonelaje embarcado y tiempos de utilización del sitio).
3. El Operador PC deberá recibir el ticket de pesaje del camión e ingresarlo, a fin de mantener la información actualizada en todo momento.
4. El personal de desencarpe de camiones retirará la carpa de la batea para embarcarla.
5. El Coordinador de sitio solo retirará el cono y autorizará el paso del camión solo cuando el personal de desencarpe se lo indique y se asegure que todo dicho personal se encuentra fuera de la zona de paso de este. Esto con el fin de evitar cualquier tipo de accidente.
6. El Señalero detendrá el camión cuando se encuentre en la posición correcta para el embarque de la batea.
7. Una vez detenido el camión y que la maniobra de la grúa no presente riesgo alguno para el personal, cuatro (4) enganchadores, dos (2) por cada banda de la batea, accederán a los puntos de conexión por intermedio de plataformas diseñadas para esta tarea.
8. La batea será conectada desde sus grilletes a las dos (2) cadenas que poseen gancho de ojo con seguro y las dos (2) que poseen argolones, se conectarán al otro extremo de la batea donde se encuentran dos (2) medio-cáncamos.
9. Una vez que todo el personal de enganche se encuentre fuera de la línea de fuego, el Señalero procederá a dar instrucción al operador grúa para el izaje de esta.
10. Posteriormente se le cargará una batea vacía al camión para seguir con el circuito.
11. Una vez que la batea recién embarcada se encuentre en la losa, dos (2) enganchadores desconectarán la batea de la grúa con apoyo de escala chica diseñada para esta tarea.
12. Este proceso se deberá repetir hasta el remate final de la nave.



ANEXO E: EXTRACTO DE PROCEDIMIENTO OPERACIONAL:
DESEMBARQUE Y EMBARQUE DE COMBUSTIBLES

	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO DE CALIDAD, MEDIO AMBIENTE, SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	
	PROCEDIMIENTO OPERACIONAL:	
	DESEMBARQUE Y EMBARQUE DE COMBUSTIBLES	
CÓDIGO: PO-009-OM	VERSIÓN: 03	VIGENCIA DESDE: Julio 2013

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

La actividad de descarga de combustible, requiere de la participación de personal técnico idóneo tanto para la ejecución de las actividades propias de la operación como para la correcta ejecución de las medidas de control establecidas en este procedimiento, evitando con esta pérdidas materiales, incidentes y accidentes del personal que participa. La operación de descarga puede ser indistintamente vía línea a estanques de PMCT o directa a camión, participando en este último caso solo personal calificado de la empresa recibidora de asfalto el cual trae e instala los equipos necesarios para una correcta operación vía camión.

- a. Previo al comienzo de cada turno el supervisor a cargo, deberá reunir al personal eventual asignado al sitio y darles la charla de 5 minutos. Instancia en la cual se pueden abordar temas como condiciones de la operación, autocuidado, identificar posibles riesgos asociados a las actividades a desarrollar, correcto uso EPP, otros. Dejando registro de charla impartida, donde se especifique a los participantes y los temas tocados.
- b. Al final de cada Turno es obligación registrar en la bitácora de operaciones del área, toda la información relevante que el siguiente turno debe conocer cómo, cambios en la operación normal, consideraciones de seguridad para la prevención de accidentes, etc. Al final de cada Turno es una obligación registrar en la bitácora de operaciones del área, toda la información relevante que el siguiente turno debe conocer cómo, cambios en la operación normal, consideraciones de seguridad para la prevención de accidentes, etc.
- c. Obligatoriamente se debe utilizar siempre los EPP establecidos en los puntos 4.7 del presente procedimiento.

4.1 Actividades iniciales:

- Se deberá verificar la comunicación radial entre PMCT y personal de operaciones, tanto en losa de muelle como en sala de bombas y sala de control PMCT. Las radios a utilizar en este tipo de faenas debe ser de tipo intrínsecas en el canal 2.
- Se deben tener dispuestos antes del atraque de la nave, los elementos de protección personal adicionales y control de incendios necesarios, como los materiales y equipos a utilizar, de esta manera se optimizan los tiempos y se organiza el trabajo.
- Para una descarga de combustible previo al atraque de la nave se deberá realizar la conexión de los flexibles en la cámara designada para la descarga, de ser necesario y previa coordinación con sala de control se iniciara el proceso de calentamiento de línea, para ello se coordinara con la sala de control y se alineara el sistema. El calentamiento se realizará por medio de los tracer eléctricos de la caja 2 ubicada en el sitio 1 y el sistema ferromagnético del área 1.

Acople de Flexible:

- Chequeo de Válvulas cerradas. (libre de fugas)
- Para las maniobras menores de movimiento de flexibles se deberá contar con cargador frontal multipropósito.

- Se traslada flexible hacia la nave por medio de la grúa nave y guiada desde la nave con un cabo.
- El flexible al trasladarlo y durante la maniobra de acople, carga y desacople, es soportado sobre una montura, para evitar daños del mismo.
- Antes de realizar las maniobras de acople en nave o losa de muelle, el personal que participa directamente deberá hacer uso de los equipos de protección adicional, chaqueta de soldador, colete, polainas, pantalón, careta facial, guantes de soldador puño largo.
- Retiro de flange del flexible en buque.
- Acople de flexible en nave.
- Apriete de pernos. El apriete de pernos se realiza en forma de cruz.
- La sujeción del flexible a través de la montura y realizada por la grúa de la nave, siempre debe quedar sobre la losa del muelle, con objeto de que el seno que se forma en el flexible este siempre al lado del muelle y no hacia la nave, evitando así que el flexible quede presionado entre nave y muelle, por los movimientos de la nave.
- Se debe comprobar la condición segura, sin filtraciones, se da inicio a la descarga.
- Abertura de manifold nave para el llenado de la línea e impulsión inicial a cargo de Bbs. Nave.