3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto consiste en la construcción y operación de un nuevo terminal marítimo el cual tendrá como finalidad recepcionar el ácido sulfúrico desde naves tanqueras de entre 8.000 y 65.000 DWT para posteriormente transportar el ácido sulfúrico, a través de tuberías, hasta el área de almacenamiento, lugar donde posteriormente se despachará a través de camiones a sus diferentes clientes.

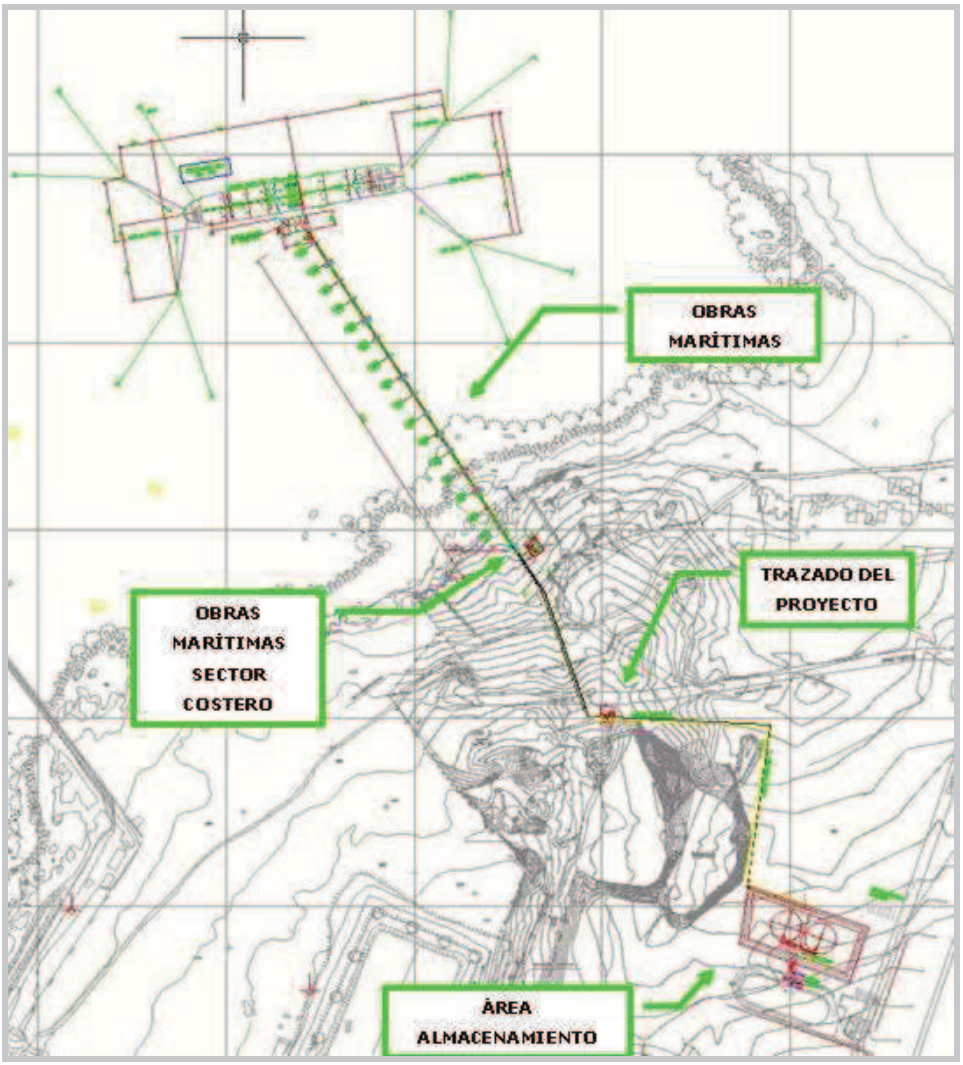
Las principales obras consisten en la construcción de un terminal marítimo ubicado dentro de los limites de la concesión marítima que posee Interacid con sus respectivas obras portuarias y un área ubicada en terreno plano distante al borde costero, destinada a la instalación de obras que permitirán la descarga, transferencia y almacenamiento de ácido sulfúrico en dos estanques de 20.000 ton de capacidad aproximadamente, y su despacho a sus clientes.

En este contexto, el Proyecto considera la construcción y habilitación de las siguientes obras e instalaciones.

- Obras marítimo costera
  - Estribo
  - Puente de acceso
  - Cabezo o plataforma de operación
  - Sistema de defensa
  - Embarcadero para Lanchas
  - Sistema de Amarre
- Trazado de tuberías de conducción de ácido sulfúrico
- Área de almacenamiento de ácido sulfúrico
- Área de carguío y despacho de camiones
- Estacionamiento de vehículos y camiones
- Instalaciones de servicios generales

En la siguiente figura se muestra la disposición general de las obras del Proyecto. Asimismo, en el Anexo N°B, se acompaña plano de disposición g eneral de las obras del Proyecto.

Figura 3: Disposición general de las obras del Proyecto.



3.1 Definición de las Principales Partes, Acciones y Obras Físicas del Proyecto

A continuación se describen las principales obras e instalaciones asociadas a la etapa de construcción y operación del Proyecto.

3.1.1 Etapa de Construcción.

En general, durante la etapa de construcción se realizarán trabajos en dos áreas principales, la primera correspondiente a las instalaciones terrestres, donde se realizarán excavaciones y movimientos de tierra para el tendido de cañería, área de lamacenamiento, oficinas y

despachos, y la segunda área corresponderá al área de obras marítimas correspondientes a la hinca de pilotes y construcción de muelle mecanizado principalmente.

3.1.1.1 Obras marítimo costera

A continuación se describen las obras e instalaciones que conforman las obras marítimo costera.

a) Estribo: En el punto de arranque del nuevo muelle se construirá un estribo de hormigón armado, el cual será apoyado sobre un macizo rocoso existente, que será revestido previamente por hormigón de nivelación y anclado con espárragos metálicos a la roca.

La ubicación del estribo se encuentra definida por el punto de arranque del puente de acceso, georreferenciado por las siguientes coordenadas UTM.

- N: 7.699.601
- E: 376.285

b) Puente de acceso: El nuevo puente de acceso se inicia desde el estribo hasta llegar al cabezo o plataforma de operación, considerando una longitud de 400m aproximadamente. Esta superestructura estará conformada por 16 galerías metálicas de 24m de luz cada una y una galería de 17 m de largo. Las galerías estarán conformadas de enrejados metálicos de 3 m de ancho interior y 4.2m de altura.

El puente de acceso, se apoyará sobre 11 cepas metálicas aproximadamente, compuestas de 2 pilotes tubulares verticales. Este tipo de cepas, son resistentes a cargas verticales transmitidas por las galerías del puente de acceso, y debido a su arriostramiento[1] obtienen una rigidez adecuada para resistir los esfuerzos horizontales transversales del puente de acceso.

Adicionalmente, el puente de acceso dispondrá de 5 torres compuestas de 4 pilotes tubulares verticales, arriostrados transversal y longitudinalmente con puntales y diagonales compuestos de tubos. Este tipo de torre permite resistir las cargas verticales transmitidas por las galerías del puente de acceso, obteniendo una rigidez adecuada

[1] soporte, apoyadero.

para resistir, tanto los esfuerzos horizontales transversales de la superestructura, como los longitudinales.

El piso de la galería estará formado por un entablonado de madera, de eucaliptus o pino tratado, apoyado sobre un envigado metálico. Este entablonado conformará una calzada de tránsito peatonal de 3 m. de ancho, con un carro de servicio manual.

Dadas las características del nuevo terminal marítimo es posible establecer dos frentes de trabajo diferenciados. Por un lado, parte de las instalaciones del puente de acceso, consistente en una galería sobre pilotes, será construido desde el tramo playa. Por otra parte el resto del puente de acceso, el Cabezo y las Boyas serán construidos desde el tramo mar, mediante una faena marítima.

A continuación se describen las actividades de construcción del puente de acceso en los dos frentes de trabajo mencionados anteriormente.

- **Puente de Acceso - Tramo Playa:** El primer tramo del muelle lo constituye el arranque del muelle, posicionado sobre la playa y el roquerío existentes. En esta área, contempla dos cepas de apoyo que permiten trabajar como una faena terrestre. Desde aquí se inicia la construcción del estribo y las dos fundaciones de cepas directamente sobre el roquerío existente, sobre el nivel del agua.

- **Puente de Acceso - Tramo Mar:** Este tramo del puente de acceso, se construirá desde el mar mediante balsas y/o jackass equipadas adecuadamente con una grúa oruga y pluma reticulada.

  La balsa o jackass, estará conformada por pontones modulares metálicos, capaces de soportar la grúa de construcción, las guías, los elementos que permitirán apoyar firmemente los pilotes y los otros equipos necesarios para su posicionamiento, fondeo y apoyo.

  Las fundaciones de las torres de apoyo se construirán mediante apoyo de la balsa, mediante bombeo del hormigón submarino.

  Las torres de apoyo y las galerías enrejadas se transportarán previamente al lugar de su colocación, mediante un pontón flotante remolcado por la embarcación de apoyo, para ser posteriormente montarlos en posición por la grúa de la balsa.

Una vez montados los puentes, se procederá a la colocación de los elementos estructurales secundarios, pisos, barandas, instalaciones eléctricas, entre otras.

c) **Cabezo o Plataforma de Operación:** El cabezo del muelle consiste en una plataforma de 30 m. de largo por 15 m. de ancho. La plataforma de operación estará estructurada como una losa de hormigón armado, apoyada sobre pilotes verticales e inclinados.

La infraestructura de apoyo está constituida por pilotes tubulares metálicos verticales e inclinados, tanto transversal como longitudinalmente. Estos pilotes recibirán las cargas de la losa y las transmitirán directamente al suelo de fundación.

La instalación de pilotes, la construcción de la losa de hormigón armado, el montaje de las estructuras metálicas del muelle, del cabezo y las defensas se realizarán mediante el apoyo de equipo flotante.

Sobre el punto de instalación de los pilotes se instalará una plataforma auxiliar formada por tubos metálicos, con una pequeña estructura superior que servirá para fijar las guías durante el proceso de instalación.

Una vez completada la instalación de los pilotes metálicos, se procederá a la colocación de moldajes y enfierraduras, para posteriormente proceder al hormigonado de la losa de hormigón del cabezo.

La instalación de boyas se hará con el sistema tradicional, mediante el apoyo de remolcador y eventualmente del equipamiento flotante.

d) **Sistema de defensa**: A pesar de que la nave operará distanciada de la plataforma de operación en aproximadamente 6 m., ante la eventualidad de que ésta se abata sobre el cabezo, éste estará dotado de 2 defensas de goma troncocónicas, provista de un panel frontal protector de 2 x 3.5 m. de superficie de apoyo, el que se mantendrá en posición mediante cadenas y tensores.

e) **Embarcadero para lanchas**: A un costado del cabezo se dispondrá un embarcadero destinado al embarque y desembarque del personal que se encarga de las amarras y desamarras de la nave desde las boyas, las maniobras de las naves, y en general de personal de mantención.

El puente de acceso podrá operar con lanchas y estará dotado de defensas. El piso será del tipo parrilla metálica, el acceso será mediante una escalera de la misma estructura.

f) **Sistema de Amarre:** El Terminal Marítimo propuesto contará con 4 boyas de amarre. Éstas estarán compuestas en general, de una boya de 40 m^3 de capacidad, 2 ramales de trabajo y un ramal de retenida, además del orinque2. Las anclas serán del tipo Lightweight.

3.1.1.2 Tuberías de conducción de ácido sulfúrico

Las obras en tierra, consistirán en la instalación de una cañería de acero para la transferencia del ácido sulfúrico, en la sección que remonta el borde costero hasta la bomba de reimpulsión.

La tubería será dispuesta sobre el muelle, lo que permitirá la inspección ocular y el acceso a ella. El caudal de diseño de esta línea será de 450 ton/hr, lo que implica una velocidad de flujo inferior a 1 m/s. Se considera la instalación de una válvula de retención (tipo on-off) que permitirá impedir la devolución del ácido hacia el manifold, cuando cese la impulsión de ácido desde el barco. Se contará además con un by-pass en el sector de esta válvula.

Como medida de seguridad se ha considerado la instalación juntas de expansión en las instalaciones del Proyecto. Estos corresponden a liras que se instalan en sectores donde la tubería puede sufrir esfuerzos.

En el área de concesión marítima, en aquellas zonas donde sea necesario, se excavará una trinchera donde se construirá una canaleta de hormigón, de aproximadamente 1.5m de profundidad de 0.8m de ancho donde se instalara la tubería de acido y otras líneas de servicio. Esté ira cubierta con losetas de hormigón para su protección, pudiendo ser removidas para actividades de inspección. El tramo de tubería que va a la vista estará dispuesto sobre apoyos de hormigón.

Se instalará un sistema de bombeo que permitirá la conducción de ácido por tubería hasta los estanques de almacenamiento, el cual consiste en lo siguiente:

- Sistema de bombeo asociado a estanque de drenaje (línea de recirculación): para el caso de inspección de válvulas, reparaciones y eventuales filtraciones en la línea se considera la instalación de un estanque de 50 ton de capacidad, que tendrá como

[2] Orinque: Cabo que une y sujeta una boya a una ancla fondeada.

finalidad contener el volumen de hasta 500 m de cañería (segmento entre muelle y casa de bombas) y bombearlo cuando sea pertinente nuevamente a la línea de conducción de ácido hacia los estanques de almacenamiento. Para ello, se utilizará una bomba centrifuga.

Esta línea de descarga (también denominada línea de recirculación/drenaje) será de acero al carbono sin costura. Se habilitará solo un acceso al sistema de bombas para su inspección, operación y mantención.

- Sistema de reimpulsión de ácido: Teniendo en cuenta que la mayoría de los buques que transportan ácido sulfúrico no son capaces de llegar con un caudal apropiado a la cota en donde se ubicarán los estanques de almacenamiento haciendo uso de sus propias bombas, se ha considerado la utilización de bombas del tipo centrifuga de reimpulsión. Para el sistema se utilizarán 2 bombas (1 en operación y otra en stand-by), estas bombas se ubicarán entre la salida del muelle y los estanques de almacenamiento, y tendrán como objetivo principal llegar con el caudal de 450 ton/hr a los estanques y bajar la presión de impulsión del buque, con lo cual la zona entre la nave y las bombas (fundamentalmente los tubos flexibles, utilizados para conectar la nave y el maniflod) trabajarán a una menor presión.

3.1.1.3 Área de almacenamiento de ácido sulfúrico

El ácido será conducido mediante la tubería descrita anteriormente hasta 2 estanques de almacenamiento los cuales serán techados y sellados herméticamente, con excepción de una salida para venteo en su punto más alto y una escotilla ubicada igualmente en el techo, para inspección y medición directa de nivel), del orden 20.000 toneladas de capacidad cada uno. Las dimensiones de cada estanque serán de aproximadamente 16 m de altura y 30 m de diámetro.

Para la fundación de los estanques, el diseño considera una zapata anular de hormigón armado. Estos estanques serán de acero al carbono y se encontraran a 20 msnm. Los espesores del manto serán variables desde 25 mm en el primer anillo, hasta 8 mm en el techo.

Cada estanque será construido soldando planchas a lo largo de su perímetro, instalando andamios para acceder a las siguientes cotas del montaje. Por la importancia que reviste la

operación de soldadura, se llegará a utilizar hasta 30 soldadores altamente calificados, permitiendo así garantizar la seguridad del estanque y cumplir con los plazos predefinidos de terminación.

Los estanques serán habilitados al interior de una piscina o pretil diseñado para contener eventuales derrames, cuyo fondo y costados se recubrirán con una capa de polietileno de alta densidad. El o los pretiles serán capaces de contener el 110 % de las capacidades de los estanques.

A su vez, los estanques, la cañería y la estructura estarán recubiertos con anticorrosivos epóxido y Esmalte Epóxido brillante.

El despacho del ácido se efectuará en camiones, los que serán cargados directamente desde cada estanque de almacenamiento haciendo uso de dos bombas de 120 ton/hr de capacidad y dos brazos de carga.

El área de carguío poseerá un pequeño desnivel que permitirá canalizar eventuales derrames hacia un sistema de recolección, el cual enviará el acido hacia el estanque dispuesto para tal efecto.

Del mismo modo, se considera la habilitación de un sistema de acople rápido a la válvula de descarga del camión, lo que permitirá vaciar un camión al estanque de recepción, si se presenta algún inconveniente en el proceso de carga.

3.1.1.4 Abastecimientos de insumos

Durante la etapa de construcción, los insumos requeridos corresponderán fundamentalmente a los utilizados por las maquinarias, vehículos de transporte y los utilizados directa o indirectamente en la ejecución de las distintas obras, tales como: combustibles (petróleo y bencina), lubricantes (aceites y grasas), agua potable, energía, maderas, barras de acero, geotextil, hormigón, entre otros.

Los insumos tales como cilindros a presión, como gases para soldar y oxigeno, se almacenarán en forma separada, en posición vertical y con la señalización reglamentaria en un recinto ventilado, protegido de la radiación solar.

Las sustancias como pintura, diluyentes, lubricantes, se almacenarán en una bodega de sustancias peligrosas, construida de acuerdo a las exigencias establecidas en el Decreto

Supremo N° 78 que regula las condiciones básicas de seguridad para el almacenamiento de sustancias peligrosas.

3.1.1.5 Instalaciones de Faena

Se contempla la habilitación de un área destinadas a la instalación de faenas, cuyo objetivo será albergar las instalaciones requeridas para la instalación de faena e infraestructura requerida para comedor, oficinas, área de abastecimiento de energía, servicios higiénicos, zona de estacionamientos, bodega de almacenamiento de insumos y materiales, entre otras.

A continuación, se describen las principales dependencias del área destinada a instalación de faenas:

a) **Oficinas**: Se habilitará un área de servicio modular con container, destinada para oficina, baños, comedores. Estas dependencias corresponderán a sistema de módulos metálicos, tipo contenedor, autosoportantes.

b) **Servicios sanitarios**: Los servicios sanitarios, serán implementados de acuerdo a lo señalado en el D.S. N°594 de 1999 del MINSAL, "Cond iciones Sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo".

   Los efluentes líquidos generados, correspondientes a aguas servidas, serán conducidos y manejados en una planta de tratamiento de aguas servidas modular de 32,5m³/día de capacidad que será habilitada.

   Por su parte, los efluentes de las aguas servidas tratados serán utilizados en la humectación de caminos y/o utilizados para labores de mantención, dichos efluentes tendrán calidades similares a los indicados en la Norma Chilena 1.333 Of 78, para agua de riego.

c) **Comedor:** Se implementará un comedor, aislado de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación ambiental, el cual se mantendrá siempre limpio y dotado con mesas y sillas con cubierta lavable, de acuerdo a lo señalado en el D.S. N°594 de 1999 del MINSAL.

d) **Bodega de insumos, equipos y estructuras:** Se considera la habilitación de un área para el almacenamiento temporal de materiales e insumos de construcción como equipos, cables, maderas, entre otros. Cabe señalar, que el almacenamiento de los

materiales de la construcción será realizado por medio de procedimientos de trabajo seguros.

e) **Estacionamientos:** El sector de instalación de faenas considera la habilitación de estacionamientos para los vehículos livianos que trabajen en el sector o que eventualmente puedan requerir permanecer en la zona destinada a la instalación de faenas.

f) **Área de abastecimiento de energía:** Se considera un área destinada para la generación de energía en base a equipo diesel que será utilizado para el alumbrado exterior e interior de las dependencias del área de servicios. Para esto efectos se considera la utilización de un grupo electrógeno de 40 KVA y 135 KVA de capacidad, respectivamente.

g) **Área de abastecimiento de agua potable:** Para el abastecimiento de agua potable se considera la habilitación de un estanque de agua potable instalado sobre losa prefabricada de hormigón y sobre nivel de terreno, y que contará con un sistema hidropack para asegurar la presión en los distintos artefactos.

h) **Área de almacenamiento temporal de residuos domésticos, industriales no peligrosos y peligrosos:** Para el adecuado manejo de los residuos generados durante las etapas de construcción del Proyecto, se considera la habilitación de un sector especial para el acopio transitorio de éstos, el cual se ubicará en un área aledaña a la instalación de faenas. Esta área permitirá almacenar temporalmente residuos peligrosos, residuos domésticos y asimilables y un área para el acopio temporal de residuos industriales sólidos no peligrosos que no puedan ser reciclados y/o reutilizados.

3.1.2 Etapa de Operación

A continuación, se detallan las principales actividades asociadas a la etapa de operación del Proyecto.

a) Recepción del Ácido

La recepción de ácido desde el barco se efectuará haciendo uso del muelle, donde se conectará el manifold de los estanques del buque con la cañería de conducción hacia los estanques de almacenamiento en tierra.

El desembarque de ácido sulfúrico desde los barcos contempla las siguientes acciones:

- Atraque del barco en el muelle**:** Esta operación se llevará a cabo mediante la ayuda de equipo especializado que proporciona la agencia que atenderá a la nave.

- Conexión del flexible al maniflod del buque: Una vez verificada la resistencia del flexible y si las condiciones climáticas lo permiten, se autoriza su conexión al maniflod del buque y a la tubería de conducción del ácido sulfúrico. El flexible es soportado por la grúa del barco mediante eslingas de tela y soportes especialmente diseñados para estos efectos. Esta faena la realiza personal especializado de Interacid con el equipo de protección adecuado.

- Bombeo de acido desde el buque: Una vez que se verifica una unión segura y se abren las válvulas de conexión a los estanques, se inicia el proceso de bombeo desde el buque. Si el buque no tiene la suficiente capacidad de bombeo para vencer las pérdidas de carga y la diferencia de cota con los estanques, se utilizarán las bombas impulsoras. El objetivo es minimizar el tiempo de descarga, manteniendo una presión uniforme y baja en la línea entre buque y el manifold del muelle.

  El ácido que fluye por la tubería estanca pasa por las bombas de impulsión y se dirige directamente a los estanques de almacenamiento.

- Desconexión del flexible: Al finalizar el bombeo, la tubería queda cargada con ácido por lo que se hace necesario descargar el acido en todo el tramo comprendido entre el manifold y la primera válvula de corte ubicada en el cabezo. Para tal propósito se considera un estanque auxiliar, con capacidad para recibir todo el acido que queda entre la conexión al buque y válvula de corte. Este acido será posteriormente bombeado a la línea de conducción de los estanques principales.

  Una vez descargado el tramo, se desconecta la unión del costado del buque, instalando de inmediato un dispositivo para evitar que el ácido remanente en las paredes del tubo pueda salir. Luego la grúa descarga el flexible sobre el muelle.

- Zarpe del buque**:** Una vez que se verifica que el flexible ha sido descargado sobre el puerto, el buque puede iniciar sus maniobras de zarpe.

b) Conducción de Ácido a Estanques de Almacenamiento

La cañería de conducción del ácido hacia los estanques de almacenamiento será aproximadamente de 650 m de longitud aproximadamente, disponiéndose enterrada donde las condiciones del terreno lo ameriten y superficial hasta el área donde se ubicarán los estanques de almacenamiento.

La tubería será superficial en la mayor parte del trazado, de modo de facilitar la inspección de su funcionamiento.

c) Estanques de Almacenamiento de Ácido Sulfúrico

El Proyecto utilizará dos (2) estanques de acero, ubicándose sobre la cota 20 msnm, al Nororiente de las actuales instalaciones que posee Interacid.

Los estanques tendrán un diámetro del orden 30 m y una altura aproximada de 15 m. La capacidad de almacenamiento de los estanques será del orden de 20.000 toneladas.

d) Carguío y despacho de camiones

El despacho de ácido se realizará en camiones, tal como ocurre en la actualidad, es decir, el sistema podrá operar las 24 horas del día. Estos camiones serán cargados directamente desde cada estanque de almacenamiento preferentemente en forma gravitacional mediante brazos de carga.

La operación de carga de los camiones con ácido sulfúrico se realizará en cualquiera de los 2 sitios dispuestos para ello. El carguío y despacho de camiones con ácido sulfúrico requiere de varias actividades, las cuales se describen a continuación:

- Estacionamiento del camión bajo el sitio de carga.
- Apertura de la escotilla del camión, revisión y cierre de su válvula de descarga.
- Remoción del balde ubicado en el extremo inferior del brazo de carga.
- Conexión del tubo de descarga al estanque del camión
- Carga del acido sulfúrico. Esta operación la realiza un operador ubicado en una pasarela sobre el camión mediante la apertura y cierre de una válvula.
- Al finalizar la carga del camión, se cierra la válvula de conexión, se instala el balde en el extremo, se gira el brazo de carga y se cierra, asegurando la escotilla del camión.

- Una vez que se asegura que el tubo se encuentra en posición segura, se autoriza al camión a desplazarse al área, donde se colocan sellos numerados en cada escotilla y válvula de descarga.
- Los camiones una vez cargados, sellados y revisado, de tal manera que no tengan perdidas en su válvula de descarga, son pesados en una romana que permite certificar el peso total y peso por ejes, dado así cumplimiento a las normas pertinentes del Ministerio de Obras Públicas.

  Los camiones son despachos a sus puntos de entrega con guía de despacho y certificado de peso.

e) Inspección y limpieza de estanques de almacenamiento

Se inspeccionarán interiormente los estanques cada 5 años. En tal actividad se controlará el estado de la pared interior, soldaduras y espesores en distintos puntos de control, verificando así que el desgaste natural por la interacción del acido y el fierro se mantenga en rangos previstos.

Se estima que los residuos peligrosos generados de esta actividad sean del orden de 5 ton por estanque cada cinco años. Estos residuos, serán dispuestos en un sitio de disposición final debidamente autorizado.

f) Instalaciones Generales

Para la ejecución de todas las operaciones del Terminal Marítimo, se contempla la habilitación de un área administrativa, la cual estará conformada por oficinas, patios interiores, comedor, servicios higiénicos, bodegas de insumos, bodegas de sustancias peligrosas, área de acopio transitorio de residuos y un área destinada a la operación de la planta de tratamiento de aguas servidas.

3.1.3 Etapa de Cierre del Proyecto

El abandono de las operaciones del nuevo Terminal Marítimo de Patache, estarán asociadas a las condiciones propias del mercado, puesto que el comportamiento de éste puede generar la necesidad de alguna modificación de sus estructuras para mejoras tecnológicas o bien el cierre definitivo para esta actividad, pudiendo ser utilizadas las instalaciones portuarias para otros fines.

En caso de cierre de las instalaciones, se contempla la remoción de las instalaciones, desmantelamiento y traslado materiales generados en el lugar. Su destino final será su reutilización o bien vendidos como chatarra.

Por su parte las estructuras de fierro de las instalaciones terrestres, se desmantelarán por piezas para posteriormente venderlas como chatarra y/o disponerlas a un sitio de disposición final autorizado.

Los hormigones de fundición no serán removidos del área, eventualmente podrían ser tapados con material granular.

Las tuberías de conducción de ácido sulfúrico una vez vaciados totalmente mediante la inyección de aire a presión, y cuyo eventual remanente será recepcionado en los estanque serán cortados y desmanteladas.

Se retirarán además los machones de concreto que protegen el ducto de ácido en la parte que asciende por el acantilado hasta la planicie.

La zanja que se genere en el suelo, producto del retiro del ducto que va enterrado, será rellenada y compactada con suelo natural.