

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

1966

**INSTALACIÓN, MANEJO Y MANTENIMIENTO DE  
SISTEMAS HIDRÁULICOS EN LÍNEA DE GALVANIZADO  
CONTINUO.**

HUGO PAOLO CACERES ROSALES

BIBLIOTECA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

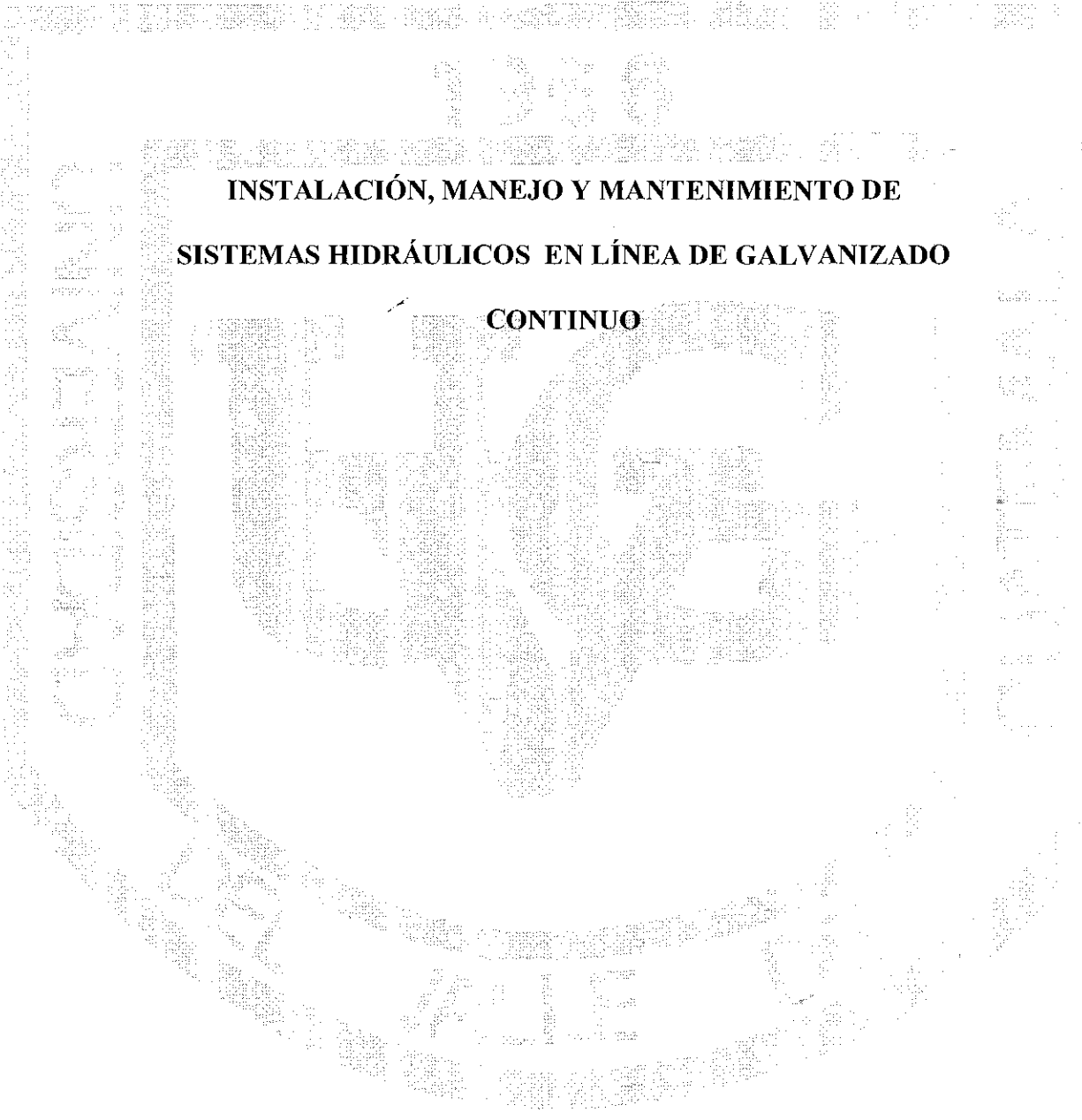
Guatemala

1996

1988

**INSTALACIÓN, MANEJO Y MANTENIMIENTO DE  
SISTEMAS HIDRÁULICOS EN LÍNEA DE GALVANIZADO**

**CONTINUO**



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

**INSTALACIÓN, MANEJO Y MANTENIMIENTO DE  
SISTEMAS HIDRÁULICOS EN LÍNEA DE GALVANIZADO  
CONTINUO.**

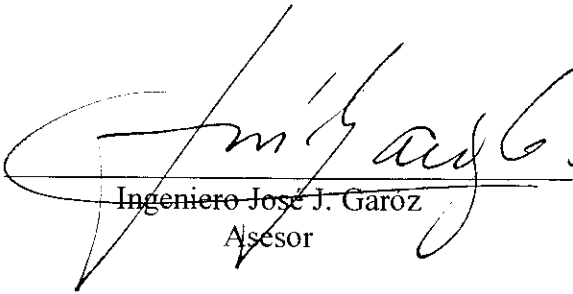
HUGO PAOLO CACERES ROSALES

Trabajo de graduación presentado para optar al grado académico de  
Ingeniero Mecánico

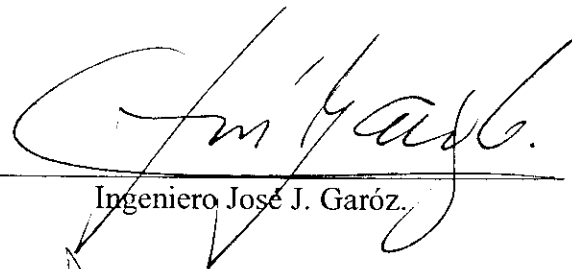
Guatemala

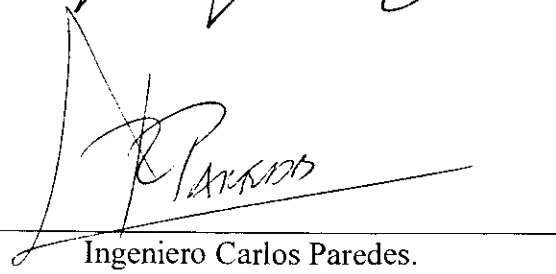
1996

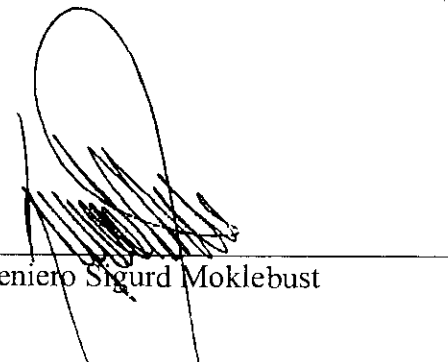
Vo.Bo:

(f)   
Ingeniero José J. Garóz  
Asesor

Tribunal:

(f)   
Ingeniero José J. Garóz.

(f)   
Ingeniero Carlos Paredes.

(f)   
Ingeniero Sigurd Moglebust

Fecha de aprobación: 31 de octubre de 1996.

# CONTENIDO

	Páginas
<b>PREFACIO</b>	VIII
<b>I. INTRODUCCION</b>	1
<b>II. ANTECEDENTES</b>	2
<b>III. OBJETIVOS</b>	4
<b>IV. METODOLOGIA</b>	5
<b>V. DISCUSION</b>	6
<b>A. <u>Descripción de la línea de galvanizado.</u></b>	6
1. <u>Proceso de instalación.</u>	7
2. <u>Descripción de las secciones de la línea.</u>	10
3. <u>Tipos de productos.</u>	13
<b>B. <u>Componentes Hidráulicos de la línea.</u></b>	15
1. <u>Conjunto de Potencia (Power Pack) de Entrada.</u>	17
2. <u>Conjuntos de Potencia (Power Packs) de Torres Acumuladoras.</u>	19
3. <u>Conjunto de Potencia (Power Pack) de Salida.</u>	22
<b>C. <u>Problemas que se dan en el proceso.</u></b>	24
1. <u>Ruido Excesivo.</u>	25
2. <u>Calor Excesivo.</u>	29
3. <u>Flujo Incorrecto.</u>	31
4. <u>Presión inadecuada.</u>	33
5. <u>Operación errónea del sistema.</u>	35
<b>D. <u>Mantenimiento Preventivo.</u></b>	37
1. <u>Cambio de aceite.</u>	40
2. <u>Cambio de filtros.</u>	43
3. <u>Revisión de válvulas.</u>	45
<b>VI. CONCLUSIONES.</b>	48
<b>VII. RECOMENDACIONES.</b>	50
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA.</b>	51

## I. INTRODUCCION

En el siguiente trabajo se realizó un análisis de campo de la instalación y puesta en operación de un sistema hidráulico, en una línea de galvanizado continuo, propiedad de Industria Galvanizadora S.A. (Ingasa), la cual se dedica a la fabricación de lámina galvanizada tanto en hoja como en bobina.

El proyecto de instalación de la planta de galvanizado se empezó en mayo de 1992.

El mismo consistió en la instalación de 168 metros lineales de maquinaria para la elaboración de lámina galvanizada, a través del proceso de inmersión en caliente (hot deep). Esta línea tiene un control de calidad que se realiza a través de un equipo computarizado Valmet-Kolher, el cual a base de rayos Gamma, verifica el espesor y revestimiento uniforme de la capa de zinc. Todo el proceso es computarizado.

El trabajo incluye una descripción detallada de todos los sistemas hidráulicos que intervienen en el proceso, así como de su funcionamiento durante la operación de la producción de lámina, desde su instalación en el año de 1993 hasta su puesta en funcionamiento en febrero de 1994.

La maquinaria y el equipo hidráulico fueron traídos desde Australia, Inglaterra, Nueva Zelanda, Estados Unidos y Alemania. Todo el montaje se realizó con asesoría de ingenieros extranjeros y nacionales, especializados en diferentes áreas del proceso de galvanizado en caliente (hot deep).

Esta línea cuenta con una de las tecnologías más avanzadas e innovadoras del proceso de galvanizado, siendo en su tipo, la más grande y moderna a nivel centroamericano y del Caribe.

Durante este tiempo se presentó una serie de problemas en el funcionamiento de estos equipos por diferentes causas, tanto de tipo técnico como por desperfectos en alguno de los componentes de la maquinaria, lo que provocó que se hiciera un estudio acerca del equipo y de su forma de funcionar.

## II. ANTECEDENTES

La elaboración de este trabajo de graduación está basada en la necesidad de conocer un poco más, acerca de equipos hidráulicos y de su funcionamiento dentro de la industria guatemalteca; así como de los problemas que se dan durante su funcionamiento, y de las posibles soluciones que se pueden ofrecer a estos problemas.

A base de la experiencia adquirida en la empresa de Industria Galvanizadora S.A (INGASA) durante un período de 3 años, se pudo observar una diversidad de problemas y de fallas que se presentaban durante el proceso de galvanizado.

Como la línea es de carácter continuo, cuando se daba el fallo de uno de los sistemas, el programa central que maneja todo el proceso, hacía que se parara toda la línea. Esto causaba una serie de inconvenientes, ya que la producción tenía que restablecerse lo más pronto posible.

En muchas ocasiones se encontraban soluciones rápidas a los problemas, en otras ocasiones estos problemas eran más serios y necesitaban de más tiempo para su solución. En estos casos era necesario recurrir a la investigación técnica, ya que estos equipos están conformados por varios componentes o elementos, de distinto fabricante.

Esto significaba que había información de cómo funcionaba un elemento en particular, pero no cómo funcionaba todo el equipo en conjunto. Esto hacía la tarea más difícil. Inclusive, en algunas ocasiones fue necesario parar la planta y traer a una persona del extranjero especializada en equipos hidráulicos, ya que lastimosamente en Guatemala no es posible encontrar la asesoría necesaria para el mantenimiento y reparación de cualquier tipo de equipo hidráulico.

También se adquirió una gran experiencia en el montaje de equipos hidráulicos, desde la cimentación de las bases, ensamble, colocación y alineación, como su puesta en funcionamiento.

A todo lo largo del ensamble de la línea, se tuvo un contacto muy estrecho entre los ingenieros extranjeros especializados y el cuerpo de ingenieros mecánicos guatemaltecos encargados del proyecto. Esto permitió que se pudiera adquirir una serie de conocimientos de la tecnología más moderna, en cuanto a hidráulica se refiere. Aunque los principios son los mismos, las aplicaciones son tan específicas y distintas para cada parte de la línea, que esta diversidad facilitó que se diera una relación de trabajo muy agradable, ya que los ingenieros extranjeros resolvían cualquier duda, y daban una serie de opciones para la resolución de diferentes problemas que se pudieran dar.

Asimismo se recibió un entrenamiento acerca de las partes más delicadas del equipo, como por ejemplo: las bombas, que son el corazón de cada sistema hidráulico de esta planta.

Esto fue de gran ayuda ya que facilitó en muchas ocasiones, la reparación de alguna bomba o algún otro elemento que se averiara, transformándonos a lo largo del tiempo en buenos conocedores del ramo respectivo.

También se pudo establecer un buen programa de mantenimiento, ya que al principio esto no era posible debido a que no se contaba con la suficiente experiencia en cuanto al manejo del equipo. Pero a través de todo lo que se pudo aprender, fue posible poner en marcha este programa que contemplaba una revisión y comprobación continua de todos los sistemas de la planta.

### III. OBJETIVOS

En el siguiente trabajo se han desarrollado los siguientes puntos principales:

- La necesidad de dar a conocer a nivel industrial, la nueva tecnología en equipos hidráulicos que se está aplicando en proyectos nacionales, con el apoyo y asesoría de diferentes corporaciones e industrias internacionales.
- Ampliación y aplicación de conocimientos teóricos y prácticos, adquiridos a través de la experimentación de campo. Existía mucha falta de información de carácter teórico, lo que impedía a veces que la resolución de los problemas de la planta se pudieran efectuar de la forma más rápida posible.
- Mediante la experiencia adquirida durante el tiempo que se tuvo contacto con el proyecto de la instalación de la línea de galvanizado, dar a conocer los problemas más comunes que ocurren con el manejo de equipos hidráulicos, y dar una información clara y concisa de cómo resolver y analizar los diferentes tipos de problemas que suceden durante la operación de estos equipos.
- Dar a conocer los avances de la tecnología de maquinaria hidráulica a nivel industrial, ya que en Guatemala la aplicación de esta tecnología tiene un campo muy reducido y los conocimientos acerca del manejo y mantenimiento de dicho equipo son muy limitados .
- Llevar a cabo un buen mantenimiento preventivo del equipo hidráulico, mediante la supervisión continua del funcionamiento de éste, y la comprobación periódica de sus elementos o partes más importantes.

## IV. METODOLOGIA

El trabajo cubre los siguientes puntos:

1. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE GALVANIZADO: Se da una información acerca de los pasos que se dan en la instalación de una línea de galvanizado, desde que se hacen las fundiciones para las losas del piso, colocación y nivelación de toda la maquinaria , instalación de todos los equipos hidráulicos , hasta la puesta en funcionamiento de toda la línea. Se toman en cuenta muchos aspectos muy importantes en lo que respecta a la colocación de todos los sistemas hidráulicos, debido a lo delicado de su instalación y manejo en el proceso.
2. DESCRIPCIÓN DE TODOS LOS COMPONENTES HIDRÁULICOS : se explica cual es la función de cada componente de los sistemas hidráulicos en todo el proceso de galvanizado, así como la distribución de los diferentes equipos en cada etapa de la planta.
3. PROBLEMAS QUE SE DAN DURANTE EL PROCESO: enumeración y descripción de los problemas que se presentan durante el funcionamiento de la línea y las situaciones que estas fallas provocan en la elaboración de la lámina.
4. MANTENIMIENTO: con base en los problemas experimentados, se pudo establecer un programa de mantenimiento preventivo para los equipos, lo que ha disminuido en gran proporción los paros por problemas en los sistemas hidráulicos. Se da una descripción de este mantenimiento en términos generales, indicando cómo se deben enfrentar ciertos problemas.

## V. DISCUSION

### A. Descripción de la línea de galvanizado.

Esta línea de galvanizado funciona con un proceso que fue perfeccionado en 1975 por un grupo de ingenieros malayos y australianos. En el mismo se incorporaron nuevas técnicas como: la continuidad desde el inicio hasta el final del proceso, un recubrimiento más uniforme, etc.

Todo empieza cuando se prepara la lámina para entrar al proceso, se coloca en un desembobinador el cual desenrolla la bobina, luego esta pasa por un lavado alcalino donde se le elimina la capa protectora de aceite que trae de fábrica. Luego pasa por un lavado en caliente, el cual termina de eliminar cualquier traza de aceite que no se hubiera eliminado. Después pasa a través de un secador. En este punto la lámina está lista para ser galvanizada. Por ultimo pasa por el horno, en cuyo interior se encuentra el zinc fundido a una temperatura de 450 °C.

De aquí la lámina pasa a una torre de enfriamiento con el objeto de bajar la temperatura de la lámina, para luego pasar a un recubrimiento con un pasivante, que le da el acabado final para poder pasarla al área de embobinado en donde se prepara para su distribución, para las diferentes áreas del proceso de rolado.

Como la capa de galvanizado es una combinación de aluminio-zinc-hierro le da ciertas características especiales a la lámina que se produce en este tipo de proceso. Una de esas características es la ductilidad que le da el galvanizado a la lámina, lo cual permite que se pueda trabajar con ella en procesos de rolado en frío, de troquelado y formado sin que sufra ningún desprendimiento de la capa protectora.

Este proceso de recubrimiento recibe el nombre de "TIGHT COATING", el cual es único en este tipo de líneas, lo que coloca a la industria que la utiliza, a la vanguardia en el proceso de galvanizado en Centroamérica.

## **1. Proceso de instalación.**

Todo empezó en mayo de 1992. Se empezó la localización del terreno, el cual se encuentra ubicado en el parque Industrial Las Américas, Villa Nueva.

Se procedió a realizar un análisis del suelo para poder determinar sus características, y así poder empezar el proceso de compactación del terreno. Fue necesario en algunas partes del terreno hacer compactaciones de 1.5 metros de profundidad debido a que el terreno era muy accidentado.

El material de relleno que se utilizó fue una combinación de material selecto con arena y un poco de cemento. Al hacer las pruebas de penetración al suelo ya compactado, y comprobar que estas estaban de acuerdo con las especificaciones que pedía el fabricante de la línea, se procedió a trazar los lugares en donde se tenían que fundir los cimientos de las bases de todas las columnas de la estructura de la galera de la línea.

Todo esto se llevó a cabo en un período aproximado 8 meses. Después de esto se inició el levantado de la galera o nave principal de la línea. Esta cuenta con 28 vigas de acero, de cada lado de la galera, las cuales están separadas a una distancia de 6 metros, con una altura de 15 metros.

Cuando se había terminado toda la estructura, se empezó a preparar todo el trazo de lo que sería propiamente toda la cimentación de la línea de galvanizado.

La primera losa se fundió en el mes de mayo de 1993. Las fundiciones se hicieron por secciones, debido a que cuando una sección estaba lista, se procedía a la instalación de los pernos de anclaje en donde iría colocada toda la maquinaria.

Todas las losas estaban ya fundidas a finales de agosto de 1993. En este mes se empezó a colocar la maquinaria. Para su colocación y centrado se utilizó un par de marcos de metal, especialmente diseñados para el centrado de toda la maquinaria a lo largo de toda la línea de centro de toda la fábrica.

Como el proceso es de carácter continuo, la maquinaria debía quedar perfectamente alineada y nivelada ya que si no se lograba ésto, se tendrían problemas muy serios a la hora de poner a funcionar la línea.

Para la nivelación se usaron tornillos niveladores, los cuales iban colocados en la maquinaria, en la parte posterior. Cuando la máquina estaba bien centrada y nivelada, se procedía a agregarle un cemento del tipo GROUT. Este penetraba en cada rincón de la base de la maquinaria, formando una capa lo suficientemente gruesa que servía de colchón a toda la estructura de la maquinaria.

Al estar instalada toda la maquinaria, se empezaron a ensamblar todos los componentes de los equipos de control, de los sistemas hidráulicos y de los sistemas neumáticos. Esto era ya casi la etapa final del proyecto, ya que después de estar armados todos los equipos, sólo correspondía empezar a hacer las pruebas de su funcionamiento.

Primero se probaron los equipos en forma individual, para poder ver si no existía ningún desperfecto en su funcionamiento. Luego se procedió a incorporar equipo por equipo al programa central que controlaría la secuencia continua de todo el proceso.

Todas estas pruebas de sincronización, se empezaron a realizar a mediados del mes de noviembre de 1993. Se presentaron varios problemas en la sincronización del equipo.

Esto aumentó el tiempo de entrega del proyecto, ya que se tenía la intención de inaugurar la línea en el mes de diciembre.

Al final de todo, se logró correr la línea en la tercera semana de enero de 1994. Se efectuaron pruebas en las que se incluían sincronización de la operación de todo el equipo, arranque de los mismos, etc. Hasta llegar al 12 de febrero de 1994, que fue el día en que se inauguró oficialmente la línea más grande de galvanizado de carácter continuo en Centroamérica.

En la fotografía puede apreciarse una panorámica, de la línea de galvanizado continuo, en la última fase de preparación de la línea previo a su inauguración .



## **2. Descripción de las secciones de la línea.**

La línea de galvanizado consta de las siguientes secciones:

1. **SECCION DE ENTRADA:** Aquí se reciben los rollos o bobinas que pesan aproximadamente 5 toneladas. Estas se clasifican por calibres dependiendo de su grosor. Son desempacadas y cargadas a unos coil cars (carritos cargadores), por medio de una grúa aérea con capacidad de 13 toneladas. Los coil cars introducen las bobinas en un mandril, el cual se contrae para recibir a la bobina y luego se expande para poder acomodar la bobina en posición. El mandril es controlado por un sistema hidráulico de alta presión, el cual contrae y retrae tanto el mandril del desembobinador como las partes móviles del mismo. Es en los desembobinadores en donde se controla la tensión de la tira de lámina. Después del desembobinador se encuentra una guillotina hidráulica, la cual elimina cualquier defecto que se encuentre en el inicio de la bobina. Otro componente de esta sección, es la cosedora o stitcher la cual se encarga de engrapar el final de una bobina con el inicio de otra. Es aquí donde se hace la calibración del material que se va a procesar. Si no se hace una buena costura la unión de las bobinas se puede romper, lo que hace que se detenga el proceso.
2. **SECCION DE LIMPIEZA:** Esta sección es una de las más importantes, ya que es aquí en donde se le dan varias fases de limpieza a la lámina. Como esta trae un aceite protector que previene su rápida oxidación, el primer paso de limpieza es el de un lavado alcalino. Existen dos tanques por los cuales pasa en medio la lámina. Estos en su interior contienen dos niveles de barras rociadoras, que inyectan a presión la solución alcalina a ambas caras de la lámina. Esta solución de químicos alcalinos y agua, se encuentra a una temperatura determinada para que pueda hacerse una mejor limpieza de la lámina. Luego pasa por un secador que elimina cualquier indicio de humedad para que se pase a un lavado en ácido. En este tanque se encuentra una

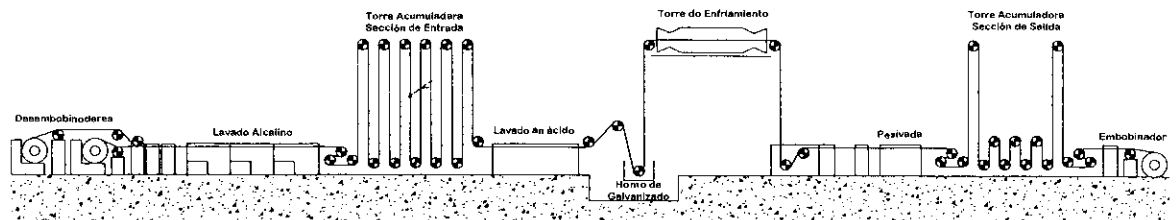
solución de HCL a una concentración determinada, la cual se encarga de eliminar el óxido superficial que pueda traer la lámina. El último nivel se ofrece en el tanque de lavado en frío o Cold Rinse, el cual elimina el ácido que pueda ser arrastrado en la superficie de la lámina. Cada uno de estos tanques, tanto en la entrada como en la salida, cuenta con un par de rodillos exprimidores, los que se encargan de que la lámina pase limpia al tanque siguiente.

3. SECCION DE ACUMULADORES: En todo el proceso existen dos torres acumuladoras, cuya función primordial es la de acumular lámina para poder dar continuidad a la línea, cuando la sección de entrada está parada debido a que se está haciendo el engrape o sticht. Otra de sus funciones, es mantener la tensión a todo lo largo de la línea, ya que si no se mantiene la tensión, no se puede lograr un recubrimiento uniforme de la lámina.
  
4. SECCION DE GALVANIZADO: Es en esta parte de la línea en donde se realiza el proceso de galvanizado. Después de salir del área de limpieza, la lámina está libre de cualquier traza de aceite o grasa. La lámina entra al horno, el que consiste en una paila o pot, que se encuentra rodeada de cámaras de ladrillos refractarios, los cuales reciben la llama que es producida por dos calentadores. En el interior de estas cámaras, se genera un tiro forzado por medio de dos ventiladores de aspas de una aleación de acero muy especial, ya que estos están expuestos a temperaturas de hasta 800 °C. Esta circulación de aire hace que las paredes de la paila se calienten, fundiendo así el zinc que se encuentra en su interior. La tira de lámina al salir del horno pasa inmediatamente por unas cuchillas que están inyectando aire a presión, para lograr que se adhiere una capa uniforme de galvanizado a la lámina. Dependiendo de la separación de estas cuchillas, así será el acabado y presentación de la lámina. Si se requiere de una lámina con un espesor mayor de galvanizado, se ajustan las cuchillas tanto en su elevación como en su separación longitudinal.

5. SECCION DE SECADO Y PASIVADO: Al salir de las cuchillas de aire, la lámina es pasada a la sección de secado, la cual consiste en una torre de enfriamiento con paneles que están soplando aire, es proporcionado por varios ventiladores centrífugos. Después de la torre, se encuentra el tanque de enfriamiento, el cual está lleno de agua fresca que se cambia cada media hora, por medio de un proceso de regeneración catalítica. En esta parte se eliminan las partículas y moléculas de hierro que el agua pueda tener, para que la lámina pueda ser enfriada sin que ésta se contamine con partículas de hierro, ya que afectan al pasivado que es la última etapa de la fabricación de la lámina. El pasivado consiste en el recubrimiento de la lámina con una película de un polímero que forma una capa impermeable entre el zinc y el medio ambiente. Esto retarda la oxidación del zinc, lo que hace que la lámina tenga un tiempo más largo de vida útil. En esta sección se lleva un control de calidad riguroso ya que si no se aplica un buen pasivado, la lámina galvanizada empieza a reaccionar con el medio ambiente, lo cual provoca que el acabado brillante de la lámina se pierda y se opaque.
  
6. SECCION DE SALIDA: La lámina ya galvanizada es reembobinada por la acción de un desembobinador con capacidad para 10 toneladas. El desembobinador está girando a la velocidad a la cual se está corriendo la línea, lo cual permite que se tenga una tensión adecuada en el embobinado del rollo. Esto es necesario, ya que si no se mantiene una tensión uniforme, el rollo tiende a deformarse cuando es sacado del desembobinador. Para sacar las bobinas ya enrolladas, se introduce un carro cargador semejante al de la sección de entrada. Al cargar la bobina éste empieza a salir, acción que es controlada por un sistema hidráulico que está montado en el coil car y que es guiado por un par de rieles. Al salir del área de desembobinado pasa a la pesa en donde se procede a tomar el peso final de la bobina ya galvanizada. De aquí es pasada al departamento de empaque que se encarga de hacer el embalaje para la exportación de la bobina, y si la bobina no va a ser exportada, es pasada a la sección

de almacenaje en donde puede pasar al proceso de rolado, corrugado o troquelado, para finalmente pasar al área de bodega donde es despachada como producto final.

Toda la línea de galvanizado se puede apreciar en el siguiente diagrama donde se muestra cada sección de todo el proceso.



### **3. Tipos de productos.**

Después que la lámina ha pasado por el proceso de galvanizado, está lista para ser transformada en diferentes formas o perfiles, dependiendo de la necesidad de cada cliente.

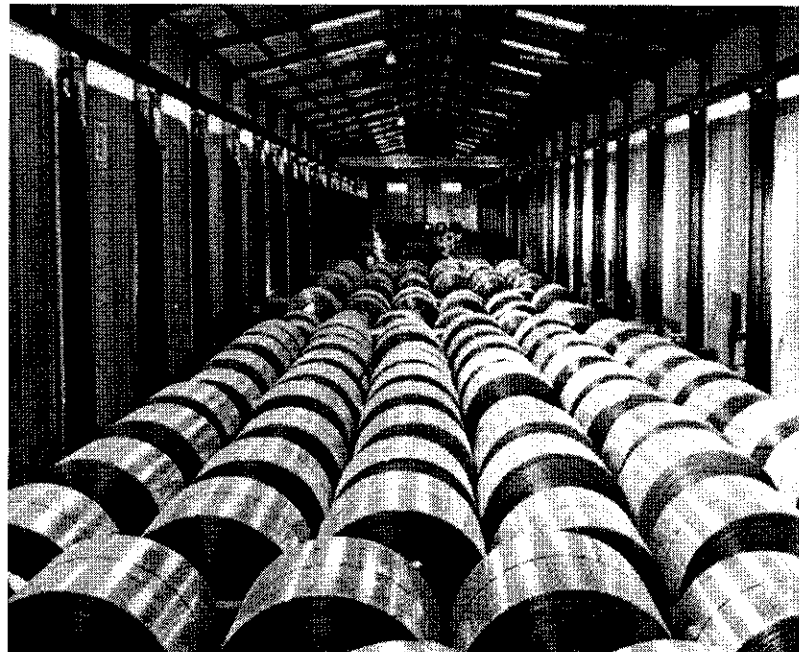
Los usos más comunes son:

1. **LÁMINA ACANALADA:** la lámina que viene del proceso de galvanizado, viene en bobina. Esta es montada en una línea de corte continuo, donde es cortada a largos de 6, 7, 8, 9, 10, 12 y 14 pies. Estos cortes dependen de la demanda que el mercado solicite. Luego de ser cortada es acumulada en paquetes de 500 para ser transportada por medio de una grúa aérea, a la sección de corrugado, en donde hay dos corrugadoras, a las cuales se les está alimentando la lámina de forma manual. Es aquí donde se obtiene la lámina acanalada, la cual cumple con estándares internacionales.
2. **LÁMINA LISA:** esta es cortada en largos de igual longitud que la lámina acanalada. Es utilizada para producir ductos de aire acondicionado, cubetas, tubos, vallas

publicitarias, silos, etc. En general se le puede dar cualquier utilidad, ya que su resistencia a ser doblada la hace muy útil en procesos de troquelado y embutido.

3. LÁMINA EN PERFILES: por su resistencia, la lámina puede ser rolada en frío para darle diferentes formas de perfil. Uno muy utilizado en grandes construcciones, en donde se requiere un techo de gran resistencia y rigidez, es el perfil industrial, el cual ofrece muchas ventajas comparado con el acanalado; su rendimiento es del 10% mayor al de cualquier tipo de acanalado. Otro tipo de perfil es el estructural, el cual es un poco más decorativo y es usado para elaborar cenefas de centros comerciales, paredes decorativas, etc. Un perfil que está empezando a usarse es el de tipo domo, el cual presenta grandes ventajas en la construcción de bodegas, ya que no es necesario colocarle apoyos intermedios.

1. LÁMINA EN BOBINA: los rollos son ingresados a un sistema de control de bodega computarizado, el cual lleva el correlativo de producción, calibre y ubicación, para que cuando un cliente requiera de una cantidad determinada de toneladas, pueda ser atendido en forma inmediata ya que en cuestión de minutos puede tener la información de cuántas bobinas son las que se van a requerir para su pedido y despacho. Actualmente se despachan bobinas a: El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Haití, Perú, Belice y México.



## **B. Componentes Hidráulicos de la línea.**

Todos los equipos hidráulicos están conectados a cuatro diferentes estaciones o power packs ( conjuntos de potencia). En estos están montadas todas las válvulas, filtros, tanques de almacenamiento de aceite, radiador, controladores de flujo, etc.

Cada power pack tiene la función de brindarle toda la alimentación del fluido de trabajo a cada componente del equipo. En este caso, el fluido de trabajo es aceite.

El power pack está conformado de tal forma que se encuentran todos los dispositivos colocados en un solo lugar, por lo que todo es controlado desde el cuarto de control, en donde se encuentra el controlador central, el que se encarga de comprobar toda la secuencia lógica del proceso.

Básicamente un power pack está conformado de la siguiente forma:

- Motor eléctrico.
- Bomba hidráulica.
- Tanque de almacenamiento de aceite.
- Manifold de válvulas
- Intercambiador o radiador
- Manómetros.

Todo está acoplado de tal manera que los componentes mecánicos se encuentren armados en un rack, en este rack. Encontramos el motor eléctrico que es el que provee la potencia necesaria para hacer que la bomba trabaje. Este trabajo generado por la bomba, hace que el fluido empiece a moverse, lo que crea la presión necesaria para poder mover los diferentes elementos hidráulicos de la línea.

Los dispositivos que controlan todos los movimientos de los cilindros y motores hidráulicos del proceso, son las válvulas. Estas pueden ser comandadas por señales eléctricas o por señales piloto. Estas señales, controlan y coordinan cada movimiento de todo el sistema.

Como se mencionó anteriormente, el fluido de trabajo de estos sistemas es el aceite, el cual cumple cuatro funciones específicas:

- Transmisión de fuerza.
- Disipación de calor (enfriamiento).
- Lubricación de las partes en movimiento.
- Proporciona un sello entre partes.

Para la instalación de los cuatro power packs de la línea, se procedió a ensamblar toda la armazón del rack. Luego se instalaron el motor y la bomba hidráulica con todas sus conexiones. A continuación se armaron todos los conjuntos de válvulas y se colocaron en su lugar correspondiente. Luego se conectaron todas las mangueras flexibles con capacidad para poder resistir presiones mayores de 2500 psi. Estas mangueras poseen un recubrimiento de hule, resistente al ataque de elementos corrosivos, y en su interior están recubiertas por una malla muy delgada de acero, lo que les da la característica de poder resistir altas presiones.

Cuando se de instalaron todos los elementos hidráulicos, mecánicos y eléctricos de todo el power pack, se procedió a hacer un lavado interno del equipo, o flushing. Este consiste en la conexión de un sistema que se encarga de introducir aceite a alta presión en todo el sistema del power pack (conjunto de potencia). Este aceite es de origen mineral y su viscosidad es muy baja, lo que permite que pase limpiando válvulas y mangueras de cualquier residuo de suciedad.

Para hacer la limpieza a flushing de los cuatro power packs, se siguieron los siguientes pasos:

- Remover todos los indicadores de presión, compensadores, válvulas y cilindros.
- Remover todos los filtros del sistema y colocar filtros depuradores especiales para la remoción de partículas minúsculas que se encuentren en el aceite.
- Sellar cualquier tipo de fuga que existiera en el sistema.
- Identificar cada línea del sistema para evitar malas conexiones después del lavado.
- Conectar la máquina para realizar el flushing. Se inyecta el aceite de baja viscosidad a una presión 1.5 veces mayor que la presión de trabajo.
- Al terminar el lavado, sopletear con aire comprimido todos los elementos del sistema para eliminar cualquier resto de aceite y suciedad.
- Reconectar todas las conexiones hacia la bomba, las válvulas y cilindros.
- Llenar el tanque de aceite, con un aceite adecuado según las especificaciones del fabricante, en este caso se usa un aceite de grado ISO 46, el cual tiene una viscosidad de 46 Cst a 40 °C.
- Hacer pruebas de presiones de trabajo en los diferentes puntos de toma de presiones y sincronización de las velocidades de actuación de los cilindros.

Después de realizar todas estas pruebas los equipos ya están listos para poder funcionar.

### **1. Conjunto de Potencia (Power Pack) de Entrada.**

A este power pack están conectados todos los elementos de la sección de entrada. De aquí salen todas las conexiones hacia los cilindros de los desembobinadores, a los motores de tracción de los rodillos tractores.

Los cilindros que accionan el desembobinador son de doble acción, o sea que son cilindros que se extienden y retraen con la aplicación de una presión a cada puerto. Estos cilindros tienen la peculiaridad de que el movimiento de extensión, es más lento que el de retracción, ya que se tiene que llenar un mayor volumen de aceite en la cavidad del cilindro a lo largo de toda la carrera.

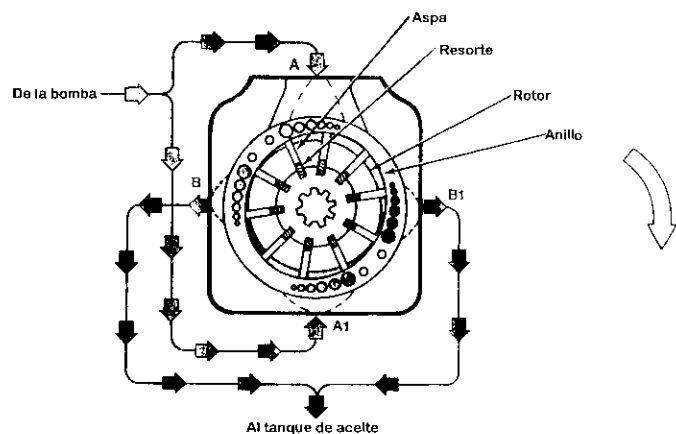
Algunos datos generales del sistema son:

- Motor eléctrico: 15 kw.
- Caudal de la bomba: 70 litros/min.
- Presión de trabajo: 100 Bares (1450 psi).
- Capacidad de aceite: 700 litros.
- Numero de cilindros del sistema: 7 de doble acción .

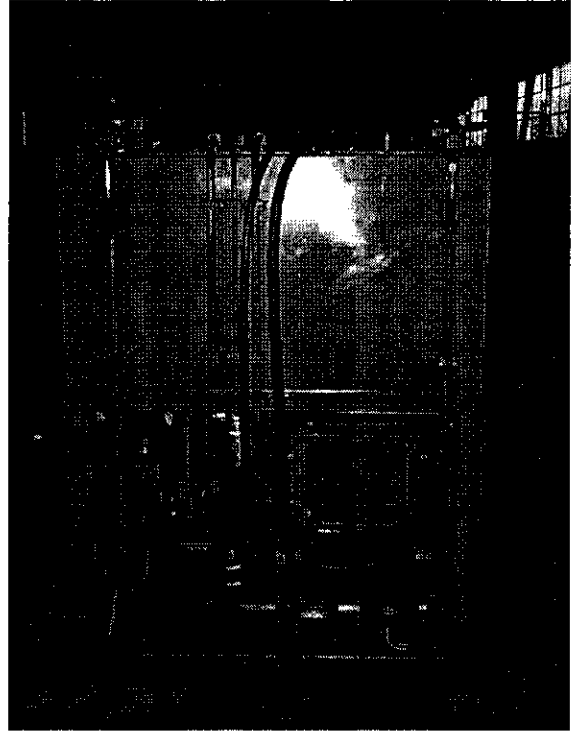
Otro elemento que forma parte de la sección de entrada es el coil car. Este posee en su interior un power pack pequeño, que depende del power pack de la entrada.

Este coil car es movido por un motor LSHT (Low speed, High torque), el cual se necesita para poder mover un gran peso que en este caso es el de una bobina que es aproximadamente de 5 tons.

El diseño de estos motores incluye muy pocas piezas. Son de fácil mantenimiento, del tipo de aspas, en donde el aceite es inyectado a unas cámaras que se encuentran en la carcasa del motor, las cuales son de forma rectangular, unas son de entrada y otras de salida. Como se puede apreciar en el gráfico, cada cámara está separada de la otra en un ángulo de 180 grados, esto provoca una diferencia de presión que es lo que hace que el rotor del motor empiece a girar.



En el power pack de entrada se da el control simultáneo de dos desembobinadores, los cuales operan a una misma velocidad. Cuando uno está funcionando el otro está parado, y se procede a cargar una bobina. Cuando el otro ha terminado de desembobinar, la bobina para y automáticamente entra en funcionamiento el otro.



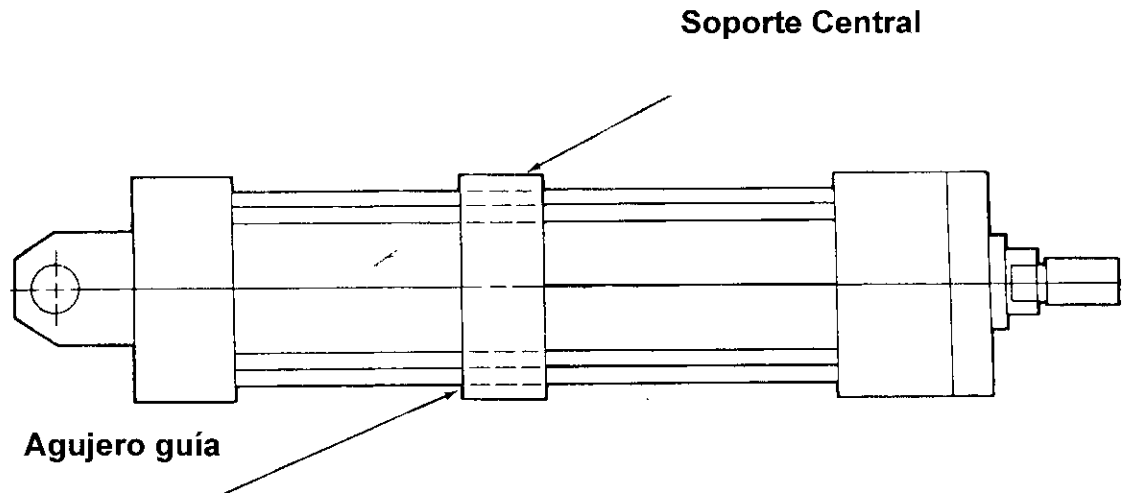
En la siguiente serie de fotografías podemos apreciar algunos componentes del power pack de entrada:

## **2. Conjuntos de Potencia (Power Packs) de Torres Acumuladoras.**

En el proceso existen dos torres acumuladoras, cada una de las cuales tiene su power pack. Estos dos son los únicos que poseen un radiador para enfriar el aceite, ya que funciona continuamente. Desde el power se controlan dos cilindros de doble acción que se encargan de mover la cama superior de la torre y un motor de vena que acciona un rodillo tractor.

Los dos cilindros de la torre tienen características muy especiales: su carrera es de 6.50 metros y los cilindros miden alrededor de 7 metros de alto. Esto hace necesario que se le coloque a cada cilindro un soporte en la parte del centro, al cual se atornillan cuatro barras sólidas de 2 pulgadas de diámetro, que van desde la base hasta la parte superior del cilindro. Estas evitan que el cilindro se pueda deformar o doblar cuando esté trabajando.

En la siguiente figura se puede apreciar el tipo de soporte que se les colocan a los cilindros de las torres:



Los cilindros realizan el trabajo de subir y bajar la cama superior de la torre. Esta cama carga a 6 cilindros de 0.75 metros de diámetro; por estos cilindros pasa la lámina. Los cilindros están conectados a la cama por medio de una cadena doble que pasa a través de un par de sprockets dobles que se encuentran en la parte superior de la torre, los cuales hacen que la cadena se mantenga tensionada.

La tensión en la torre es muy importante, ya que según el calibre de lámina que se esté pasando, así será la tensión. Esta es controlada por un sistema de compensación, el cual está conectado a cuatro válvulas compensadoras que se encuentran colocadas en el puerto de cada cilindro. Estas válvulas distribuyen la presión según se los indique el controlador central que es en donde se programa la tensión adecuada.

Si no se mantiene una tensión adecuada la lámina se puede enrollar o romper. Por esta razón es que el equipo de power pack se mantiene trabajando las 24 horas del día.

Datos generales de cada power pack de las torres acumuladoras:

	TORRE DE ENTRADA	TORRE DE SALIDA
• Motor:	15 kw	30kw
• Caudal de la bomba:	70 litros/min.	70 litros/min.
• Caudal de la bomba del radiador:	34 litros/min.	34 litros/min.
• Capacidad del tanque de aceite:	540 litros	1150 litros
• Presión de trabajo:	105 Bares (1522 psi)	120 Bares (1740 psi)

Como se puede apreciar, el motor del power pack de la torre de salida tiene el doble de potencia que el de entrada. Esto se debe a que en la sección de salida se tiene que dar un mayor control a la tensión, ya que el embobinador no es capaz, por sí sólo, de establecer la tensión necesaria para el enrollado de la bobina.

Por tanto la torre acumuladora tiende a compensar la tensión, controlando en un 60 % la tensión de la sección de salida.

Los cilindros tienen en el puerto de entrada del aceite, una válvula que se denomina de peso inducido, la cual empieza a actuar cuando se le aplica una presión de 50 Bares (725 psi). Esta presión es creada por la tensión que se genera en la torre, y es la mínima con la que se puede trabajar. Si se dan presiones menores a esta los cilindros no trabajan, ya que la válvula no permite el ingreso del aceite al cilindro. La válvula es controlada por un controlador que está detectando los diferentes cambios de la tensión en la torre, cuya señal es enviada a la válvula, la cual se activa o desactiva según sea el caso.

Otro factor muy importante es el enfriamiento del aceite. En el mismo rack se encuentra una bomba hidráulica que se encarga de recircular el aceite a través del radiador, en el cual un ventilador está soplando aire para lograr que el aceite se enfríe, ya que la temperatura a la que el aceite debe estar trabajando es de aproximadamente 65 °C.

En las siguientes fotografías podemos apreciar los power packs de las torres:



### **3. Conjunto de Potencia (Power Pack) de Salida.**

Desde este power pack se controlan todos los movimientos y funciones del desembobinador , guillotina y rodillos tractores de la mesa de salida.

Su funcionamiento es similar al del power pack de entrada, siendo la única diferencia que este power pack contiene un cilindro adicional, el cual se encarga de mover el desembobinador hacia adelante y hacia atrás. Este movimiento es necesario, ya que a la bobina se le tiene que enrollar en forma dentada, para que ésta no se deforme a la hora de estar enrollando, ya que de lo contrario, empieza a formar un borde alto que provoca deformaciones en la lámina.

Datos generales del power pack:

- Motor eléctrico: 30 kw.
- Caudal de la bomba: 100 litros/min.
- Presión de trabajo: 100 Bares (1450 psi).
- Capacidad del tanque de aceite: 850 litros.

También hay un power pack en el coil car de salida igual al de la entrada. Posee un motor LSHT ( Low speed, High torque) , el que se encarga de accionar el coil car para sacar las bobinas del desembobinador cuando ya están listas para ser empacadas, roladas o cortadas.

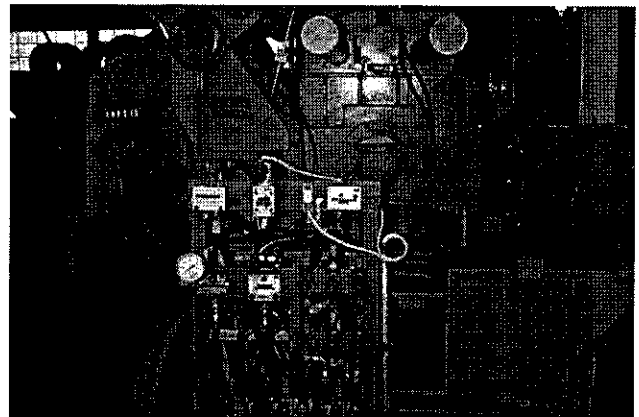
La presión de trabajo es de 125 Bares (1810 psi), puesto que es necesario levantar pesos mayores de 5 tons.

En las siguientes fotografías se pueden apreciar detalles del power pack de salida:



**Conjunto de  
Potencia Principal**

**Manifold de  
válvulas**



### **C. Problemas que se dan en el proceso.**

Cuando se trabaja con muchos sistemas hidráulicos en conjunto, puede darse gran diversidad de problemas. La mejor forma de prevenirlos es mediante el conocimiento de cómo es que funcionan los sistemas ya que cada componente tiene una función o propósito diferente en el sistema en el cual está actuando.

Debe hacerse un análisis detenido de sus características de construcción, existiendo partes en las cuales se necesita un conocimiento de electrónica, forma de operación, etc.

En la mayor parte de los casos, los problemas se presentan sin previo aviso. Esto hace necesario que se deban conocer las capacidades del sistema, o sea qué es capaz de hacer y los límites de operación, como por ejemplo: máxima velocidad, máximo par de torsión, máxima presión permisible, presión de trabajo.

Si se llegan a conocer e identificar bien estos factores, es posible detectar con más fiabilidad y certeza, los posibles defectos o daños que se puedan dar durante la operación de los sistemas.

Para evitar complicaciones en el proceso de identificación y corrección de fallos o problemas en el proceso del funcionamiento de un sistema hidráulico, deben seguirse los siguientes pasos:

- Comprobar que cada componente del sistema sea compatible con el equipo. Por ejemplo que una bomba sea la adecuada para el sistema con el que se va a trabajar.
- Comprobar planos del sistema hidráulico para poder apreciar las recomendaciones que da el fabricante del equipo, tales como tipo de mangueras, tipo de acoples o fittings, presiones específicas de trabajo, etc.
- Comprobar que todos los elementos o dispositivos del sistema, se encuentren en la posición adecuada según planos.
- Saber la ubicación de puntos de toma de presiones de prueba, ya que esto facilita de gran manera, poder seguir un fallo si se da una pérdida o aumento de presión.

Realmente el reconocimiento de un problema a tiempo en un sistema hidráulico, surge con el tiempo a través de las experiencias adquiridas en problemas pasados. Al principio es un poco difícil poder detectar los problemas, pero conforme pasa el tiempo uno se acostumbra a hacer y seguir la secuencia lógica del funcionamiento del sistema. Esto en muchos casos tiende a ahorrar tiempo y esfuerzos.

Los problemas que se mencionan a continuación fueron experimentados a lo largo de un período de 3 años, durante el cual se aprendió a identificar y solucionar esta serie de situaciones.

### **1. Ruido Excesivo.**

El ruido es un problema muy común en estas aplicaciones y lo podemos definir como el producto no deseado de fuerzas fluctuantes en un sistema. Estas fluctuaciones producen vibraciones que al chocar con algún objeto producen ruido.

El ruido puede ser transmitido en un sistema hidráulico por tres factores:

- Aire
- Fluido
- Estructura física del sistema

En el aire la transmisión del ruido es muy frecuente, ya que este se encarga de esparcir las ondas generadas por las vibraciones.

Por lo general el ruido se genera en la bomba, la cual puede ser de pistón, de engranaje o de aspas. Debido a que en el interior de ésta se generan fricciones entre varios objetos, éstas tienden a producir vibraciones que producen ondas de presión, las cuales se distribuyen a lo largo del fluido, lo que provoca las fluctuaciones que dan origen al ruido. Este se acrecienta cuando las vibraciones u ondas chocan contra la estructura de la bomba.

Para evitar estas molestias hay que evitar el problema desde el inicio, seleccionando una bomba adecuada, que pueda cubrir un amplio rango de velocidades y presiones de trabajo, que disminuyan el ruido.

Otro factor de ruido es el desbalance que puede ser provocado por el mal acople o alineamiento entre el motor y la bomba hidráulica. Este desajuste cuando la bomba está trabajando, provoca una serie de vibraciones las cuales con el tiempo llegan a dañar los sellos de las bombas. Para poder corregir ésto, es necesario verificar que el alineamiento del acople entre la bomba y el motor, sea lo más exacto posible, tanto lineal como angularmente.

Existe una serie de métodos para poder alinear acoples, de los cuales el más usado es el método de los indicadores de carátula. Este consiste en el montaje de dos relojes de carátula, de los cuales uno sirve para medir las diferencias radiales y otro para medir las diferencias axiales.

Actualmente existen equipos que realizan esas mediciones con sistemas que usan un rayo láser. Este sistema es bastante exacto, es muy versátil, pero el costo del equipo es muy elevado.

Cuando existen diferencias entre la cara radial y la axial es necesario hacer ciertas correcciones en la base del motor y de la bomba. Por ejemplo si el acople del motor se encuentra unas milésimas de pulgada más abajo que el acople de la bomba, es necesario ponerle unas laminitas o shims para poder nivelar los dos acoples.

Otro factor, es la vibración excesiva de la bomba. Para solucionar este problema, es necesario aislar la bomba y el motor de la base de la estructura, lo cual se logra mediante la colocación de aisladores o cargadores de vibración que son por lo general unos cilindros o cuadrados de caucho o hule, los que tienen ciertas características especiales, como el de amortiguar y absorber todo tipo de vibraciones.

Una característica muy especial de estos aisladores o cargadores es que su frecuencia natural tiene que ser la mitad de la frecuencia rotacional de la bomba. Esta característica depende del tipo de caucho o hule de que estén fabricados los aisladores.

Los aisladores se clasifican por su capacidad de carga. Para poder seleccionarlos de una forma adecuada, es necesario saber el peso de cada componente ( bomba, motor ). Con está información se puede saber cuánto peso se va a distribuir en cada cargador. Cuando se seleccionan los cargadores, el peso que soportán no tiene que ser mayor del 60% del peso estático que es capaz de soportar el cargador.

En la siguiente tabla podemos apreciar los diferentes tipos más comunes de cargadores y su capacidad estática:

TIPO DE PESO	MÁXIMO PESO ESTÁTICO (LBS)
<b>LIVIANO</b>	60-260
<b>MEDIANO</b>	300-700
<b>PESADO</b>	700-1500
<b>EXTRA PESADO</b>	1500-4400

Otro elemento que se puede usar para evitar el ruido provocado por la vibración, es el uso de mangueras de hule en vez de tubería de acero. Estas reducen la cantidad de vibraciones que se genera en el sistema. En tramos muy largos se recomienda, en donde existan dobleces, utilizar codos de 90 grados de tubería de acero seguidos de mangueras de hule.

En las siguientes tablas se muestra un resumen de los problemas más comunes que causan ruido en un sistema hidráulico y la forma de remediarlos:

## RUIDO DE LA BOMBA

AFECTADA POR	SOLUCIÓN
Cavitación	Lavado o cambio de filtros sucios. Limpieza del venteo del tanque de aceite. Comprobar la temperatura del aceite.
Aire en el fluido	Apretar conexiones flojas. Rellenar nivel de aceite si es necesario. Sangrar todo el sistema. Revisar sello de la Bomba
Desalineamiento	Alinear la unidad. Revisar sellos, cojinetes y si es necesario cambiarlos.
Traqueteo interno	Alinear la unidad. Revisar y cambiar sellos y cojinetes.

## RUIDO EN EL MOTOR

AFECTADA POR	SOLUCIÓN
Desalineamiento del Acople	Alinear la unidad. Revisar sellos y cojinetes y si es necesario cambiarlos.
Acople dañado	Revisar engrase del acople. Revisar el acople. Cambiar el acople por uno nuevo.

## RUIDO EN VÁLVULA DE ALIVIO

AFECTADA POR	SOLUCIÓN
Ajuste muy bajo de la válvula	Revisar presiones de trabajo. Ajuste de manómetros.
Válvula de alivio no cierra	Desarmar válvula Revisar que se de un buen asentamiento del elemento del asiento de la válvula.

## **2. Calor Excesivo.**

El calor es generado por excesiva fricción de los componentes o partes que se encuentran en constante movimiento. Por ejemplo en los motores de los coil cars que son LSHT ( low speed, high torque), por la relación de torque-velocidad se tiene un contacto continuo entre el rotor y la carcasa del motor. Esto provoca mucha fricción, lo que hace que el aceite se caliente a veces a tal grado que los sellos internos tienden a expandirse, perdiéndose la función del sello y ocasionando fugas de aceite.

En una ocasión se presentó un problema en el power pack de salida. Por algún error alguien había dejado una válvula de la alimentación de aceite a la bomba un poco cerrada. Cuando la bomba empezó a trabajar no había la suficiente cantidad de aceite para lubricarla en su interior. La temperatura del aceite empezó a elevarse, el sistema estuvo trabajando aproximadamente así por dos días. Una persona se percató de que la temperatura estaba arriba de lo normal, y no reportó nada. Como la bomba se sobrecalentó uno de los sellos se cristalizó por el excesivo calor; lo cual provocó una fuga pequeña. En un momento determinado, uno de los cojinetes del eje de la bomba se quedó pegado, lo que ocasionó que el motor eléctrico se disparara, parando todo el proceso.

Se verificó en el cuarto de control en donde se había dado el fallo, e indicaba que era en el power pack de salida. Se procedió a comprobar y se pudo notar que había una gran mancha de aceite en uno de los canales donde se encontraba un grupo de mangueras. Como se pudo apreciar que la fuga era en el eje de la bomba, se decidió cambiarlo. Cuando se desarmó la bomba, el aceite que se encontraba en su interior estaba oxidado. Se pudo advertir que el eje no rotaba, y cuando se examinaron los cojinetes, se pudo apreciar el daño que había en uno de ellos. Por estas razones, se pudo determinar que lo que había ocurrido es que la bomba no tenía suficiente aceite para su lubricación interna por la restricción de haber tenido un poco cerrada la válvula de acceso del aceite a la

bomba. Este problema se hubiera podido evitar, si la persona que observó la temperatura hubiera avisado al departamento de mantenimiento.

Después de este incidente se estableció un control más adecuado de los controles de temperatura a la que tiene que trabajar cada power pack, y se incluyó una serie de pasos con los que al operador le tomaría aproximadamente 5 minutos en inspeccionar todo el power pack y poder determinar si había algún tipo de problema en el sistema.

A continuación se ofrece una descripción de los problemas más comunes que se dan durante la operación de los sistemas en la línea de galvanizado y de la forma posible de solucionarlos:

### BOMBA CALIENTE

AFECTADA POR	SOLUCIÓN
Fluido Caliente	Cambio de aceite y de filtro. Ajuste de presión.
Bomba Cavitando	Cambio de aceite Revisión de la bomba, sellos, etc.
Válvula alivio caliente	Revisar presión. Revisión del funcionamiento de los componentes. Cambio de la válvula.
Sobrecarga	Revisar límites de peso de trabajo. Revisión de cojinetes y sellos y cambiarlos si es necesario
Calor Excesivo	Revisar la Bomba. Desarmar la bomba y observar sus componentes y cambiarlos si es necesario.

### MOTOR CALIENTE

AFECTADO POR	SOLUCIÓN
Fluido caliente	Revisar presiones de trabajo y corregir.
Sobrecarga	Revisar cojinetes, amperajes de trabajo. Si el amperaje no es el adecuado revisar el motor y cambiar si es necesario.

## VÁLVULA DE ALIVIO CALIENTE

AFFECTADA POR	SOLUCIÓN
Ajuste incorrecto	Revisar presión y corregir
Traqueteo interno	Revisar y reemplazar partes dañadas.

## ACEITE CALIENTE

AFFECTADO POR	SOLUCIÓN
Presión muy alta	Revisar y corregir.
Bajo flujo	Cambiar filtros. Revisar la viscosidad y cambiar aceite si es necesario
Viscosidad incorrecta	Cambiar aceite

### 3. Flujo Incorrecto.

Un problema muy común que se da para que exista un flujo incorrecto es la conexión equivocada de partes del sistema hidráulico como: mangueras, filtros, lubricadores, etc.

Para evitar este problema, antes de desarmar el componente del sistema en el cual se va a trabajar hay que proceder a marcar cada manguera y cada puerto para no tener confusiones a la hora de su conexión.

En ciertas partes de la línea fué necesaria la colocación de válvulas de retención, debido al problema de que cuando un sistema estaba trabajando y por alguna razón se paraba el sistema, al dejar de trabajar la bomba, se creaba una contra - presión que generaba un flujo en sentido contrario, lo que provocaba un golpeteo en la bomba cuando este chocaba con ella.

Por ejemplo, una vez se estaba pasando en la línea de galvanizado el calibre más grueso que puede procesar la línea. De repente se cortó la energía eléctrica y todos los sistemas se detuvieron. Se pudo observar en la torre acumuladora de la entrada, que la cama superior estaba empezando a bajar y ésto no tiene que suceder. Se fue a inspeccionar de

inmediato el power pack y se pudo notar que la bomba estaba girando en sentido contrario. Se activó un sistema de bloqueo manual el cual hizo que la cama se detuviera, y se pudo notar que el peso de la lámina era muy grande, lo que provocó que cuando la bomba se paró, la cama bajara. Esto se debió a que los depósitos de los cilindros se vaciaron por la fuerza que estaba ejerciendo la lámina. Se consultó el problema al fabricante de la línea, ya que era muy raro, y después de analizarlo se llegó a la conclusión de poner válvulas de retención en las líneas de los cilindros de las torres. Se hicieron pruebas después y el problema quedó solucionado.

En la siguiente serie de tablas se describen los problemas más comunes y sus posibles soluciones:

### SIN FLUJO

AFFECTADO POR	SOLUCIÓN
Bomba no recibe fluido	Revisar líneas tapadas Revisar filtros y cambiar si es necesario Sangrar y revisar fugas.
Control direccional en posición equivocada	Revisar operación manual. Revisar circuito eléctrico de los controles Revisar válvulas selenoides Revisión de la presión piloto de la bomba.
Paso de flujo a través de la válvula de alivio	Ajuste de la presión Revisar el asiento y ajustar.
Bomba mal ensamblada	Revisar partes ensambladas y cambiarlas si es necesario.
Rotación equivocada	Cambiar conexiones.

### FLUJO BAJO

AFFECTADO POR	SOLUCIÓN
Mal ajuste de flujo	Ajustar según especificaciones.

Fuga externa	Apretar y sangrar.
Válvula de control no cierra	Reemplazarla
Revoluciones del motor incorrectas	Revisar conexiones eléctricas Cambiar el motor y revisarlo

### FLUJO EXCESIVO

APECTADO POR	SOLUCIÓN
Flujo muy alto	Ajustar según especificaciones.
Revoluciones del motor muy Altas	Revisar y ajustar conexiones eléctricas. Cambiar el motor y revisarlo
Tamaño de la bomba Incorrecto	Cambiar por una bomba adecuada.

#### **4. Presión inadecuada.**

Como sabemos, la presión no es más que la fuerza que se genera por resistencia al flujo de un fluido. Esta fuerza que se opone al flujo, es el peso del objeto o cosa sobre la cual se está actuando sobre un área determinada.

Cuando en alguna sección del proceso se ofrece algún desajuste en las presiones de trabajo, se pueden dar una serie de problemas de diferente índole, el más frecuente de los cuales es que el peso que se desea levantar, no puede ser levantado por el sistema.

Por ejemplo, cuando se estaban haciendo las pruebas de cada sistema hidráulico, en el coil car de entrada se colocó una bobina de 7 toneladas. El sistema está diseñado para levantar un máximo de 12 toneladas. Cuando se accionó el sistema y la bobina no se levantaba, se escuchó que la bomba estaba trabajando pero en forma forzada.

Se destapó el coil car y se colocó un manómetro para poder medir la presión de trabajo. Se pudo observar que la presión fijada, era para un máximo de 6 toneladas. Se ajustó la

presión hasta 120 Bares ( 1740 psi ), y cuando se activó otra vez el sistema la bobina se levantó sin ningún problema.

A continuación se enuncia una serie de problemas que se dan en los sistemas hidráulicos de la línea de galvanizado y sus posibles soluciones:

### SIN PRESIÓN

AFFECTADA POR	SOLUCIÓN
Bomba no recibe fluido	Reemplazar filtros. Limpiar tubería sucia. Revisar el cargador de la bomba Limpiar y revisar tanque del aceite.
Bomba no funciona	Ajustar acople entre bomba y motor. Revisar y cambiar bomba. Revisar cojinetes, sellos, etc; y cambiarlos si es necesario.
Bomba gira en sentido contrario	Cambiar conexiones.
Paso de flujo a través de la válvula de alivio	Ajustar sellos y asientos Ajustar presiones.
Control direccional actúa en dirección opuesta	Ajuste de los controles manuales Revisión del circuito electrónico. Revisión de las válvulas selenoides.

### PRESIÓN BAJA

AFFECTADA POR	SOLUCIÓN
Reducción de presión	Ajustar reguladores de presión.
Válvula dañada	Desarmar y comprobar partes internas. Cambiar partes dañadas.
Bomba o cilindro dañado	Desarmar y revisar partes internas. Cambiar partes dañadas.

## PRESIÓN ERRÓNEA

AFECTADA POR	SOLUCIÓN
Aire en el fluido	Apretar conexiones flojas. Rellenar el nivel del tanque de aceite y purgar el aire del sistema.
Fluido contaminado	Revisar la calidad del aceite. Hacerle análisis de partículas Cambiar el aceite si está contaminado. Limpiar el tanque de aceite si es necesario.
Bomba y cilindros no funcionan	Revisar conexiones. Cambiar mangueras. Cambiar bomba o cilindro.

## PRESIÓN EXCESIVA

AFECTADA POR	SOLUCIÓN
No accionan los reductores de presión	Ajustar presión de trabajo. Cambiar reductores.
Golpeteo al final de la carrera de los cilindros	Ajustar presión. Cambiar cilindro.

### **5. Operación errónea del sistema.**

Los sistemas que se encuentran en operación constante, sin un control adecuado tienden a funcionar en forma anómala.

Uno de los casos más comunes, es cuando un cilindro empieza a extenderse o a retraerse más lentamente que el otro. La posible causa es que la válvula que gobierna este cilindro esté sucia y que tenga obstruido algún paso de aceite.

Esto se puede solucionar teniendo un buen control de la calidad del aceite.

Un caso muy particular ocurrió cuando se estaba probando el power pack de la salida. Todo estaba trabajando en perfectas condiciones. De repente uno de los cilindros del mandril del embobinador no trabajó. Como se estaban haciendo pruebas de ajuste, se pudo observar que en el ramal que conducía el aceite hacia ese cilindro la presión disminuyó. Era algo muy raro en un equipo que relativamente estaba nuevo.

Se desarmó la válvula y se pudo encontrar que tenía un pedazo de trapo atrapado en uno de los muelles. Posiblemente cuando se estaban conectando las mangueras algún trabajador dejó ir el pedazo de trapo sin darse cuenta, y cuando el sistema empezó a trabajar lo arrastró hasta la válvula, en donde se atascó trabando la válvula y bloqueando su funcionamiento.

Por eso hay que tener mucho cuidado cuando se están haciendo las conexiones de un sistema hidráulico. Se debe comprobar el tanque de almacenamiento de aceite antes de sellarlo. Si está totalmente limpio, sopletar las mangueras con aire comprimido antes de conectarlas a las válvulas y a los cilindros. Esto nos asegura que el sistema está totalmente limpio de suciedad.

En las siguientes tablas se mencionan algunos de los problemas más comunes que se dan en el proceso de galvanizado:

### SIN MOVIMIENTO

AFECTADO POR	SOLUCIÓN
Desajuste entre los controladores de secuencia	Reemplazar el controlador.
No hay señal hacia el amplificador	Revisar conexiones eléctricas. Cambiar el amplificador. Reparar el amplificador.
Servo válvula inoperante	Revisar válvula y cambiarla si es necesario.

Servo amplificador inoperante	Ajustar conexiones eléctricas. Cambiar el servo amplificador.
-------------------------------	--

### MOVIMIENTO LENTO

AFFECTADO POR	SOLUCIÓN
Alta viscosidad del aceite	Revisar temperaturas de trabajo. Cambiar el aceite.
Presión insuficiente	Limpiar válvulas Limpiar filtros, mangueras, etc.
No hay lubricación	Revisar puntos de lubricación y lubricar si es necesario.
Válvulas pegadas	Revisar y ajustar Revisar condiciones en las que se encuentra el aceite.

### MOVIMIENTO EXCESIVO

AFFECTADO POR	SOLUCIÓN
Flujo excesivo	Revisar y ajustar válvulas de control de flujo. Cambiar válvulas si es necesario.
No funcionan los dispositivos de retroalimentación	Revisar los dispositivos y cambiarlos si no tiene solución el problema.
Malfuncionamiento del servo-Amplificador	Revisar y ajustar señales. Cambiar el servo amplificador.

#### **D. Mantenimiento Preventivo.**

El mantenimiento adecuado de un equipo, alarga el tiempo de su vida útil. En toda empresa es necesario que se haga un plan de mantenimiento adecuado a las

condiciones del funcionamiento del equipo. Esto es muy importante ya que del mantenimiento que se le de, dependerá su vida de servicio.

Para establecer un buen programa de mantenimiento hay que seguir los siguientes pasos:

- Hacer un análisis de cuál es la función de cada equipo, las condiciones en que opera y las partes que son más importantes en el proceso.
- Revisar el sistema en forma general para buscar posibles defectos e identificarlos.
- Elaborar un programa en el cual se describa equipo, localización dentro del proceso, trabajos a realizar, precauciones a tener en cuenta.
- Hacer una revisión de la existencia de repuestos, y revisar que exista suficiente cantidad de ellos. Esto es indispensable en los componentes eléctricos y mecánicos como: tarjetas electrónicas, servo-válvulas, solenoides, cilindros, etc.

En el caso de la línea de galvanizado, se creó un programa de mantenimiento mayor que se realiza cada 6 meses y otro menor que se realiza cada mes. En el mantenimiento menor se revisan todos los equipos en busca de posibles defectos o fallas de operación. Este se realiza de manera rápida y si existe algún problema se apunta y se discute en una sesión para determinar cuándo se le va a asignar el tiempo necesario para poder arreglarlo.

En el mantenimiento mayor que se realiza cada 6 meses, se procede a desarmar todos los equipos hidráulicos. La duración de este mantenimiento es de tres semanas. La planta suspende sus funciones en su totalidad. Todos los trabajos que se realizan en este paro, se han analizado en los meses anteriores.

La planeación del mantenimiento se empieza a realizar un par de meses antes que se de el paro y es obligación de cada uno de los ingenieros de proceso reportar los posibles trabajos para que éstos sean tratados y discutidos en la sesión que se efectúa cada semana.

Los programas del mantenimiento anterior, se analizan para poder observar en qué condiciones se dejó el equipo en la última reparación. Se anotan los trabajos que se realizaron en el paro, tales como cambio de elementos.

A veces durante el mantenimiento, aparecen pequeños trabajos que no se habían tomado en cuenta en las sesiones. Esto en ocasiones tiende a retrasar un poco las actividades programadas.

Cuando se llega a la finalización del mantenimiento, se hace una inspección general de todo el equipo antes de poder dar el visto bueno. En esta inspección se revisan los siguientes aspectos:

- Comprobar si todas las reparaciones que estaban estipuladas en el programa se realizaron.
- Observar que todos los componentes se encuentren en su lugar.
- Verificar con planos en mano que todas las conexiones hidráulicas y eléctricas, se encuentren en perfectas condiciones. Que los acoples estén bien apretados, que no existan fugas, que no existan conexiones eléctricas flojas o mal identificadas para poder llevar un control más adecuado.
- Comprobación de los niveles de aceite tanto de la bomba como del tanque de almacenamiento.
- Arrancar el sistema.
- Comprobar las presiones de trabajo en los distintos puntos de prueba.
- Si existe algún problema, arreglarlo de la manera más rápida posible.

- Entregar el equipo al departamento de operaciones, para que lo ponga en funcionamiento definitivo cuando se decida arrancar la línea.

El procedimiento anterior se realiza en cada uno de los power packs, lo cual nos asegura que el equipo que se está entregando, está en perfectas condiciones para el arranque de la línea.

### **1. Cambio de aceite.**

Durante un largo tiempo de observación se ha podido establecer que aproximadamente un 70% de las fallas en un sistema hidráulico se deben a la mala condición del aceite.

La mayor parte de las veces el aceite se contamina con partículas que son producto en su mayoría, del desgaste interior de las piezas del sistema. Este desgaste se debe en parte al uso que se le da al equipo y a la calidad del lubricante que se usa en el sistema.

Para poder determinar si un aceite está en buenas condiciones, se puede recurrir a varias pruebas o análisis, que sirven para poder determinar si el aceite está contaminado con partículas o si sus componentes químicos están degradados. Antes de que estas pruebas se realicen, deben analizarse los siguientes factores:

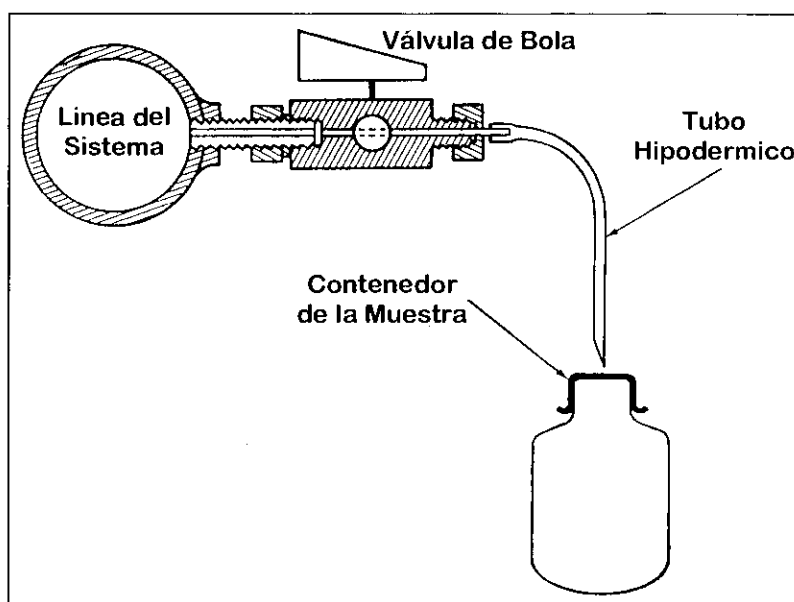
- Que el lugar en donde se va a tomar la muestra esté completamente limpio.
- Elegir el método de toma de muestras y análisis de estas mismas que se van a utilizar.
- Conocer el equipo en que se va a analizar la muestra, para poder determinar la exactitud de los resultados.

Un factor muy importante que se debe tomar en cuenta es la limpieza del lugar y la forma en que se van a tomar las muestras, ya que si éstas no se toman bien, los resultados del análisis no reflejarán la condición real en que se encuentra el aceite.

Entre los diferentes métodos que existen para la toma de muestras en el análisis de detección de partículas en el aceite, el método de toma que se usa en la línea de galvanizado es el de muestreo en línea. Este consiste en la toma de muestras directamente de la zona en donde se realiza el bombeo del aceite. Esta muestra se obtiene a través de una válvula de bola que está conectada directamente al sistema. A esta válvula se le acopla un tubo hipodérmico, el cual se introduce en un bote que está sellado para evitar la entrada de agentes extraños a la muestra.

Como se puede apreciar en el diagrama, para obtener la muestra se procede de la siguiente manera:

- Se abre la válvula y se deja que salga líquido durante un tiempo para poder drenar un poco de aceite. Esto se hace para lavar cualquier suciedad o partículas de polvo que se encuentren en el interior de la válvula.
- Se introduce el tubo al recipiente de muestras y se llena en un 70% para dejar un espacio para poder agitarlo.
- Se etiqueta la muestra, y en ella se anotan: la fecha, temperatura del aceite, hora en que fue tomada la muestra, marca y grado del aceite, nombre del equipo del cual fue tomada.



Cuando se obtienen los resultados se analizan. El fabricante recomienda que no existan más de 250 ppm de partículas en el aceite. Si se excede este valor, hay que cambiar el aceite.

Para poder cambiar el aceite, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Que los recipientes en que se encuentre el aceite estén perfectamente sellados y bien identificados con la clase de producto que contienen.
- Limpiar los recipientes antes de utilizarlos, para evitar que cualquier suciedad pueda entrar al sistema.
- Que el equipo que se va a usar para trasegar el aceite, tenga un filtro con un enrejillado de 5 micrones como máximo.

El ultimo paso hay que tomarlo muy en cuenta ya que entre más fino es este filtro, mejor será el filtrado del aceite antes de entrar al sistema. Esto nos asegura que el aceite que se está cambiando, está libre de cualquier tipo de partículas.

El aceite que se usa en los sistemas hidráulicos de la línea de galvanizado es de grado 46 (viscosidad ISO), así se brinda una gran protección en cuanto a la prevención del desgaste de piezas internas, con baja tendencia a formar barnices y depósitos.

Sus características principales son:

Color:	Almendra obscuro
Gravedad API:	29.3
Flash Point °F:	425
Índice de Viscosidad:	105
Tiempo de emulsión:	15 min. a 130 °F (55 °C)

Como los servicios mayores del equipo se realizan cada 6 meses, es éste el período que se toma como referencia para hacer el cambio de aceite aunque el fabricante recomendó que el cambio se hiciera cada año. Se pudo establecer que por factores ambientales, el aceite tiende a degradarse más rápido, aunque se tenga un control muy rígido en cuanto a la forma de operar el sistema se refiere. La vida del lubricante depende de muchas variables como: temperatura, presión, rango de bombeo, contaminación, efecto catalítico de los metales; dependiendo de las cantidades que se encuentren disueltas en el aceite de estos elementos, así será necesario el cambio del aceite.

Existen tres factores claves que afectan directamente la vida útil de un aceite, siendo estos:

- Oxidación o incremento de la viscosidad.
- Incremento de la acidez.
- Formación de lodos y barnices.

Como se mencionó, la oxidación del aceite determina cuánto tiempo más puede ser útil el aceite. La primera evidencia de la oxidación es el cambio de color u oscurecimiento del producto. Se ha podido observar que el aceite después de un largo tiempo de uso se empieza a degradar, y esta degradación significa la formación de lodos y barnices que se van acumulando conforme va pasando el tiempo, formando depósitos que tapan mangueras y válvulas.

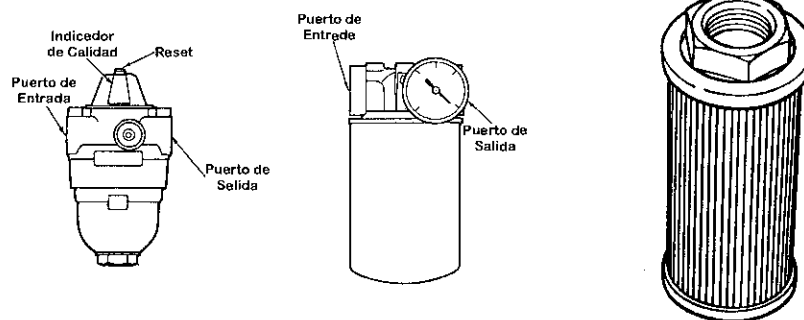
Por esta razón, se le agregan aditivos especiales, que evitan en gran parte la fricción que se genera con el contacto de superficies. Esto mejora notablemente las características del aceite y permite que se pueda trabajar con él hasta presiones de 3500 psi a velocidades mayores de 1200 r.p.m.

## **2. Cambio de filtros.**

El cambio de filtros está ligado directamente con el cambio del aceite.

En muchas empresas para ahorrar un poco de dinero, lo que se hace es que los filtros se lavan con solventes y después se soplean con aire comprimido. Esta practica es incorrecta, ya que si el filtro está tapado es necesario reemplazarlo. En la línea se usan 3 tipos fundamentales de filtros:

- De Taza figura 1.
- De Cartucho figura 2.
- De Tornillo figura 3.



De estas 3 clases de filtros el más usado es el de taza. Es muy versátil ya que tiene un indicador con tres colores, los cuales señalan si es o no necesario cambiarlo. Estos filtros están colocados en las torres acumuladoras. Se cambian aproximadamente una vez cada 3 o 4 meses. En la mayor parte de las veces, se tapan con una pequeña capa de lodo que se forma cuando existe condensación de agua en el sistema.

Otra forma muy útil para verificar si un filtro está en buenas condiciones, es ver la diferencia de presión que existe en el flujo cuando pasa a través del filtro. Si la caída de presión es menor de 6 psi el filtro se encuentra en buen estado y si la caída de presión es mayor de 15 psi se considera que el filtro está tapado.

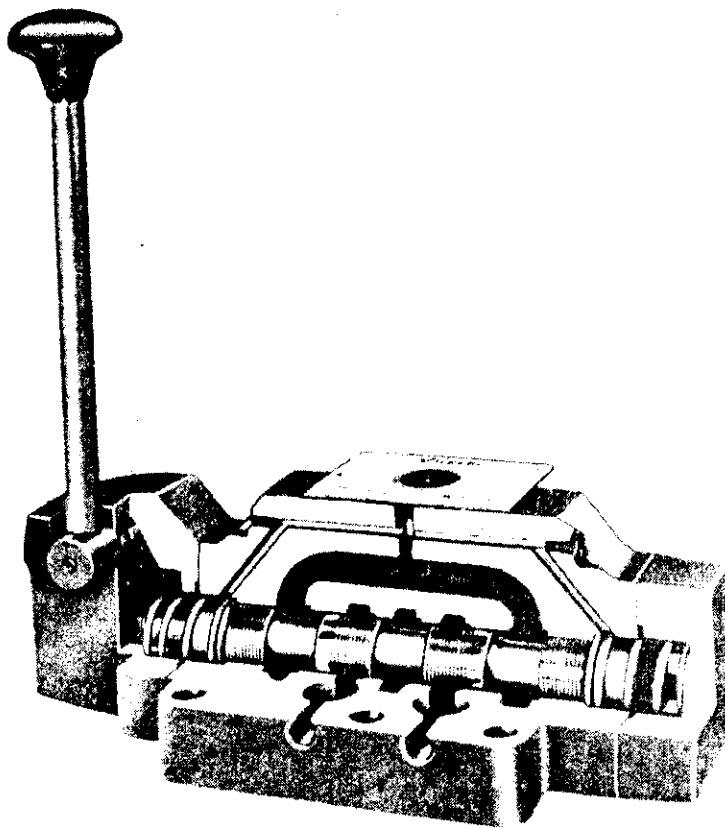
### **3. Revisión de válvulas.**

Las válvulas constituyen uno de los elementos más importantes de todo el sistema. El óptimo funcionamiento de todo el equipo, se debe en su mayor parte al buen estado en que se encuentren las válvulas.

Básicamente en la planta se usan dos tipos de válvulas hidráulicas:

- Manuales.
- Automáticas.

Entre las manuales encontramos válvulas que activan los cilindros para bajar los rodillos tractores de la sección de salida, estas válvulas actúan con una palanca o manivela y son:



Entre las automáticas encontramos básicamente dos tipos:

- Las de solenoides que actúan con una señal eléctrica.
- Las de piloto que actúan con una presión de referencia.

Se ha podido determinar que ciertos contaminantes causan diferentes tipos de problemas en las válvulas. Entre estos contaminantes podemos mencionar los siguientes:

<b>CONTAMINANTE</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>PROVOCADO POR</b>
Lodos	Obstrucción en los pasos de las válvulas.	Descomposición del aceite.
Partículas Metálicas	Obstrucción y Rayaduras en el interior de las válvulas.	Fricción entre partes que están en movimiento.
Partículas de Sellos	Obstrucción en los pasos de las válvulas.	Deterioro de sellos.
Arena o partículas de tierra	Abrasión y obstrucción en las válvulas.	Ambiente contaminado por saturación de polvo.
Partículas de pintura	Obstrucción en los pasos de las válvulas.	Desprendimiento de pintura de interior del tanque de almacenamiento.

Como se sabe, en el mantenimiento de las válvulas se debe actuar con precaución y antes de proceder a desarmar, deben seguirse los siguientes pasos:

- Saber qué tipo de válvula es la que se va a desarmar .
- Tener a mano el catálogo del fabricante.
- Tener cuidado al desarmar, para no dañar el émbolo del interior de la válvula.

El elemento con el cual hay que tener mayor cuidado a la hora de cambiarlo es el O-ring. Estos pueden estar fabricados de Cloropreno, Nitrilo, Silicone o de Fluoro-Elastómeros. Cuando se cambia un O-ring hay que estar seguro de que es compatible con el fluido en que va a estar trabajando, ya que hay ciertas clases de O-ring que se desintegran cuando entran en contacto con algún fluido a base de derivados del petróleo.

## VI. CONCLUSIONES.

- Los tanques de almacenamiento de aceite deben tener tapaderas que sean de dimensiones adecuadas, para que una persona pueda entrar a inspeccionar o limpiar un tanque sin ningun problema. Debe tener además drenajes para su adecuada limpieza en puntos accesibles.
- En los sistemas hidráulicos, suceden dos tipos de contaminación:
  - Contaminación por medio de partículas que se generan en el interior del equipo debido al desgaste de las piezas internas del sistema.
  - Contaminación generada en el exterior o por el medio ambiente en donde se encuentran los equipos. Este tipo de contaminación, por lo general causa la oxidación del lubricante, provocando la formación de depósitos o lodos, los cual ocasionan daño a las válvulas.
- Antes de arrancar o poner en funcionamiento un equipo que ha estado en mantenimiento, hay que revisar los niveles de aceite, tanto de la bomba como del tanque, y comprobar que todas las conexiones estén bien colocadas y en su lugar.
- Llevar un control continuo del estado de los filtros y válvulas por medio de la implementación de un programa de revisión quincenal.
- Antes de desarmar un equipo hidráulico, proceder de la siguiente manera:
  - Aislar totalmente el sistema de cualquier peso sobre el cual esté actuando.
  - Depresionar el sistema.
  - Desconectar todas las conexiones que brindan la corriente eléctrica al sistema.
  - Hacer una revisión general para establecer en qué condiciones fue encontrado el sistema.

- Cuando se haga cambio de aceite, verificar si el que se va a usar, es el adecuado para no tener mezcla de dos tipos diferentes, ya que ésto daña los equipos.
- El buen funcionamiento de los equipos, depende mucho de la supervisión continua por parte de los supervisores de proceso y de la forma en que son operados estos equipos.
- Para que los equipos puedan tener una vida útil prolongada, es necesario revisar los períodos de lubricación que se registran en el programa de mantenimiento, de manera tal que se puedan seguir las recomendaciones del fabricante.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

- Tecnificar debidamente al personal de mantenimiento de la planta, en cuanto al manejo y forma de reparar los diferentes equipos hidráulicos de la línea de galvanizado.
- Estudiar la factibilidad de crear un programa de entrenamiento para el cuerpo de ingenieros encargados del proceso, para que puedan identificar con facilidad cualquier tipo de problema que se de en la línea.
- Crear o elaborar un folleto ilustrativo en donde se indique al personal de planta la forma en que se deben operar los equipos y las precauciones que se deben tomar a la hora de ponerlos en operación.
- Llevar un control más estricto de la revisión de los equipos cuando están desarmados. Identificar bien cada pieza, para que cuando se estén armando de nuevo, no exista ningún problema.

## VIII. BIBLIOGRAFIA.

- Vickers Inc. Industrial Hydraulics. Rochester Hills, Michigan. USA. Third edition  
1992.
- Parker Co. Hydraulic Fluids. U.S. patent 2,410,332  
1993.
- Texas Lubricants. Lubricants Catalog. Houston, Texas. USA. 10Th. Edition  
1990.
- Verson International Inc. Tight Coat Galvanizing Lines. Sydney, Australia.  
1993. second edition