

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores

Plantel Aragón

INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**"Actividades del ejercicio profesional realizadas en la empresa
NYLCO Mexicana S.A. de C.V. durante cinco años"**

Trabajo escrito en la modalidad de informe de ejercicio profesional que para obtener el
título de:

Ingeniero Mecánico Electricista

Presenta:

Juan Moisés Martínez Lugo

No. cuenta: 09921223-8

Asesor: Ing. José Antonio Ávila García



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos.

Es de gran satisfacción haber concluido la educación superior, un logro del que de ninguna manera podría tomar todo el crédito, pues tanto la educación como la vida misma es la suma de esfuerzos, consejos y ayuda de muchas personas.

Primeramente agradezco a mis padres todo lo que han hecho por mí, no es sino hasta que uno alcanza cierta madurez e incluso toma el papel de padre que logra dimensionar el gran esfuerzo que hacen por nosotros, hoy me doy cuenta del sacrificio que hicieron por mis hermanos y por mí y les estoy inmensamente agradecido.

A mi esposa le estoy especialmente agradecido por la confianza que ha depositado en mí como pareja para resolver juntos los retos, la fuerza que me ha brindado en los momentos más difíciles para salir adelante y el amor con el que día a día hemos formado un hogar y creado una familia, le agradezco a mi esposa y a mi hijo por ser el principal motor y motivación para buscar la mejora continua.

A la Universidad Nacional Autónoma de México le estaré por siempre agradecido por brindarme en la educación la mayor de las herramientas de la vida, el conocimiento; alimento intelectual provisto por cada uno de los profesores que conocí a los que agradezco y en especial a los que fueron más que solo profesores volviéndose patrones a seguir como mi asesor.

Agradezco a la empresa NYLCO MEXICANA S.A. DE C.V. por las facilidades para la realización de este documento.

ÍNDICE

INTRODUCCION		<i>i</i>
CAPÍTULO 1	Año 2010 Diseño asistido por AutoCAD e Inventor	1
	1.1 - Actualización de archivo de dibujos en AutoCAD.	2
	1.2 – Elaboración de manual de operación de máquina de rolado de tirafondo	5
	1.3 - Actualización de arrancador para motor de 50HP de máquina de rolado de tirafondo	9
	1.4 - Colocación de fibra cerámica a horno de calentamiento de material para forjado de clavo de vía	11
CAPÍTULO 2	Año 2011 Mantenimiento preventivo a pozo profundo	16
	2.1 - Participación en mantenimiento programado a pozo profundo	17
	2.2 - Participación en la reubicación de cubículos de chatarra	22
CAPÍTULO 3	Año 2012 Construcción de nave No. 4 para producto terminado	25
	3.1. - Participación en construcción de nave 4 y ampliación de nave de materia prima.	26
	3.2 - Compra de grúa viajera para nave 4	33
	3.3. - Mejoras a línea de pintura	36
CAPÍTULO 4	Año 2013 Construcción de cimentación de prensas de forja de tirafondo	42
	4.1 - Cimentación de prensas NOVAEPRESS y BLANCH	43
	4.2 - Selección de prensas mecánicas tipo C de 80, 120 y 160 T y participación en proceso de compra	48
	4.3 - Sistema de aire comprimido	50
CAPÍTULO 5	Año 2014 Construcción de la línea de temple de ancla	54
	5.1 - Sustitución de anterior horno de revenido	55
	5.2 - Elaboración y ejecución de programas de mantenimiento	67
CONCLUSIÓN		68

INTRODUCCIÓN

Informe de ejercicio profesional de mis actividades realizadas dentro de la empresa NYLCO MEXICANA S.A. DE C.V. en donde actualmente me desempeño y he laborado desde el año 2010, en el área de Ingeniería y Mantenimiento, dicha posición me ha permitido aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica, perfeccionarlos y desarrollarlos plenamente. Las funciones encomendadas han sido de tal diversidad que han permitido ahondar en varias áreas que van desde el diseño asistido por computadora, el seguimiento en procesos de manufactura, negociación y compra de equipo industrial hasta la puesta en marcha de hornos de tratamiento térmico y en recientes fechas el diseño de moldes de inyección de plásticos.

NYLCO MEXICANA S.A. DE C.V. es una empresa 100% mexicana localizada en la zona industrial de la colonia Esfuerzo Nacional en el municipio de Ecatepec de Morelos Estado de México, se dedica a la fabricación de accesorios ferroviarios e inició sus operaciones en el año de 1968, es la primera empresa en ofrecer al mercado ferroviario mexicano sistemas de fijación manufacturadas en el país que hasta 1968 era exclusivo de proveedores extranjeros de Estados Unidos y Francia.

La fabricación de los accesorios ferroviarios hasta hace 15 años fue una industria completamente metalmecánica, en donde la transformación de la materia prima se realiza por medio del troquelado, forjado en caliente, templado y revenido para mejorar su resistencia mecánica para finalmente pasar por un proceso de acabado que proteja al producto final de las dificultades del clima, en este caso el acabado se logra con pintura de inmersión horneada.

Fue hasta la década del 2000 que los accesorios ferroviarios en NYLCO no fueron fabricados exclusivamente de acero, se utilizaron además polímeros como el nylon y elastómeros termoplásticos para mejorar algunas características del acero como el peso y la elasticidad, por otro lado, también se agilizó proceso de fabricación y gracias a esto se disminuyó el costo final del producto.

CAPÍTULO 1

Año 2010: Diseño asistido por AutoCAD e Inventor

En este capítulo se describe la aplicación de los programas de Diseño Asistido por Computadora AutoCAD® e Inventor® en la actualización de planos para la fabricación de refacciones, la elaboración de manuales de consulta interna y el catálogo de productos que se ofrece a los clientes.

1.1 - Actualización de archivos en AutoCAD.

El uso del diseño asistido por computadora ha sido desde el principio un conocimiento clave para el desarrollo profesional dentro de esta empresa; al igual que otras del ramo metalmecánico, pues es la manera más fiel de plasmar conceptos e ideas de manera paramétrica, para su posterior maquinado, fabricación, construcción, reparación, etc.

Las primera función realizada dentro de la compañía fue la actualización de planos hechos a mano a un formato digital, en este caso el formato generado por AutoCAD® un programa de Diseño Asistido por Computadora (CAD por sus siglas en ingles), los planos corresponden a una prensa tipo excéntrica marca JUNDIAL de 80 t utilizada hasta el 2012 para retirar rebaba del material proveniente del proceso de forja en caliente, este equipo se retiró debido a su baja capacidad de golpes por minuto (gpm) y al elevado costo de mantenimiento, fue reemplazada por una prensa mecánica tipo “C” de la que se hablará a detalle más adelante.

Las refacciones actualizadas pertenecen al sistema de transmisión y embrague de la prensa y son los dibujos; 1.3.14.312-A de Cuña rotativa, dibujo 1.3.14.302-A Bronce de biela, 1.3.14.303-A, 304-A Bronce de volante mayor y menor, 1.3.14.305-A, 306-A Bronce mayor y menor de cuerpo, 1.3.14.307-A Buje central de engrane, 1.3.14-308-A buje excéntrico, entre otros, actualmente se utilizan cotidianamente los programas AutoCAD® e INVENTOR® tanto para renovar archivos como para elaborar nuevos diseños.

Participación en desarrollo de catálogo de productos generales

En el departamento de ingeniería se elaboró un catálogo general de los accesorios ferroviarios fabricados en la empresa, se recopiló información técnica de las especificaciones de los productos ofrecidos al mercado para concentrar datos importantes como son; el orden de ensamble de los elementos, combinaciones entre productos con las distintas variedades de rieles y durmientes, medidas de control entre rieles en las diferentes configuraciones de vía (curva, tangente y transición) y tolerancias generales de ensamble.

El catálogo tiene como objetivo principal la presentación de los diversos productos a los clientes y así poder competir en procesos de licitación o compras corrientes, sin embargo, cumple además la función de ser material de referencia en campo para usuarios específicos como; técnicos instaladores de vía y departamentos de planeación y desarrollo ferroviario, pues es una de las pocas recopilaciones de la norma expedida por la Asociación Americana de Ingeniería y Mantenimiento Ferroviario (AREMA® por sus siglas en inglés) que existen además de algunos manuales extranjeros.

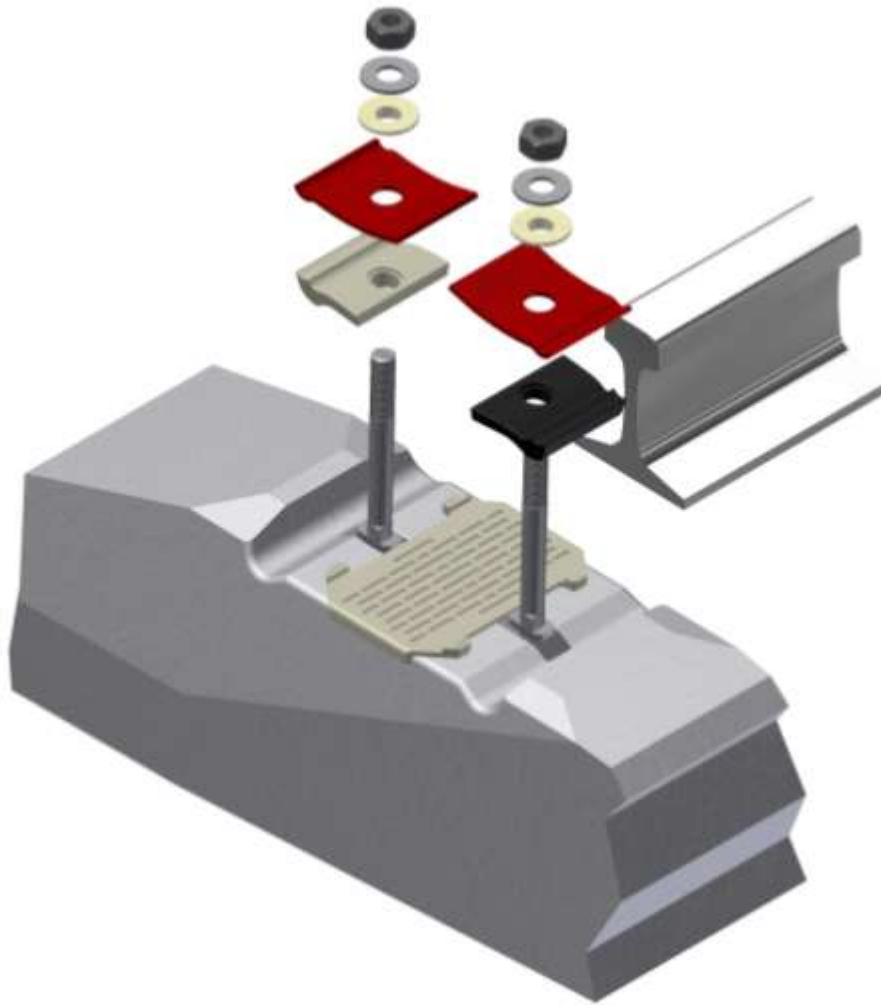


Figura 1.1 - Modelo hecho en Inventor® de explosivo de sujeción elástica GN

Además de modelar los accesorios en el programa CAD también se requirió de fotos de los productos instalados físicamente en vía para utilizarse en secciones de menor detalle cómo; portadas e imágenes de fondo, sin embargo el cuerpo principal del

documento se desarrolló en su totalidad con sólidos tridimensionales hechos en Inventor® de cada uno de los productos, para representarlos con el mayor detalle posible, pues con la ayuda del software se pueden modelar; rotaciones de ensambles, diagramas explosivos, cortes fraccionales (por mitad, cuarto, tercio, etc), acabados realistas en superficies, limpieza de imagen, etc.

Recientemente la gerencia decidió presentar a los clientes algunos videos de pruebas de laboratorio, en donde se demuestra la calidad de sujeción de los accesorios, por otro lado se muestran las pruebas de flexión y fatiga que se hacen para garantizar el número de ciclos y la vida útil ofrecida, y uno más en donde se explica el uso de nuevos producto para impedir la sustracción ilegal de piezas, todas las pruebas están respaldadas en la norma AREMA®. Sin embargo la aplicación de Inventor® en la elaboración del documento sobresale, por que con este se puede representar adecuadamente la mercancía ofrecida, que de otra manera resultaría bastante complicado o inviable.



Figura 1.2.- Ensamble de sujeción elástica GN en vía

1.2 – Elaboración de manual de operación de máquina de rolado de tirafondo

La sujeción de los rieles en los durmientes de madera se realiza mediante una placa de conexión, que disminuye la presión ejercida por el peso de las locomotoras y los vagones durante el tránsito de estos, de tal manera que los durmientes de madera puedan soportarla sin dañarse a corto plazo, estas placas se conocen en el ramo como placas de asiento y son sujetadas por medio de; clavos de vía, anclas y tornillos de cabeza cuadrada y rosca de filetes prolongados, diseñados para soportar un torque elevado y proporcionar un gran agarre, éste elemento se denomina tirafondo y su fabricación se realiza en varios pasos.

Primero se corta un vástago a partir de barra redonda, a continuación en una prensa de fricción se forja en caliente la cabeza cuadrada, y después de que la temperatura baja hasta la ambiental pasa a otra prensa ahora de tipo mecánica en donde se troquela para retirar la rebaba generada en la forja, por último se forma la rosca en un proceso conocido dentro de la empresa como rolado de tirafondo (a consideración del cliente se puede dar además un acabado con esmalte negro).

En esta etapa se forja la cuerda en un proceso de rolado en caliente que consiste en, hacer girar el vástago con la cabeza ya formada y previamente calentado, entre tres roles sincronizados con cuerda hembra en la cara exterior en cada uno (ver Figura 1.4) mientras que simultáneamente, es empujado una distancia determinada de forma manual. Una vez que la cuerda del tirafondo ha sido forjada los roles se abren y el producto terminado cae hacia un transportador.

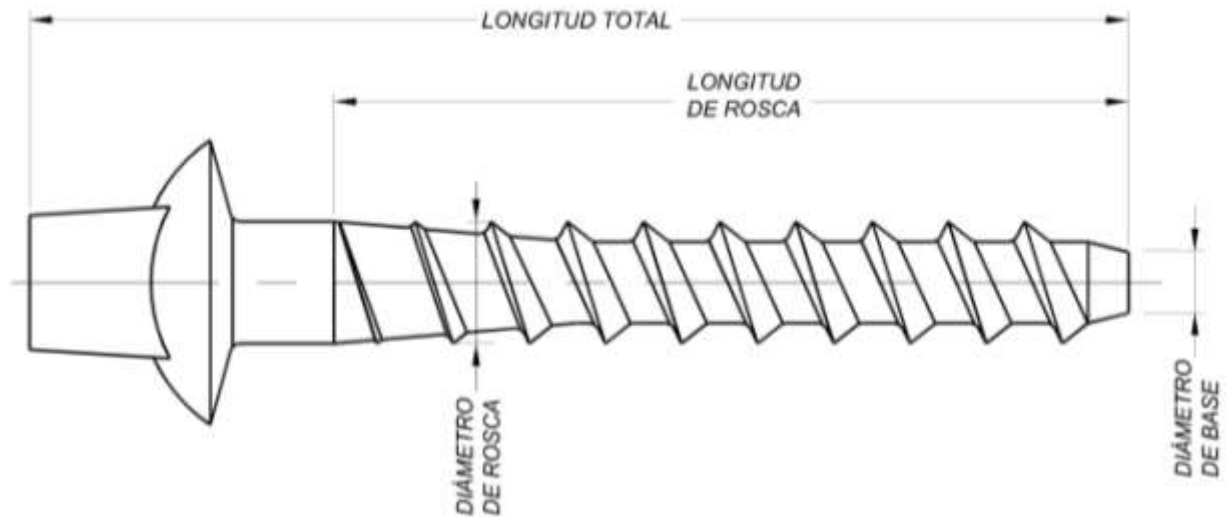


Figura 1.3.- Extracto de manual de operación de máquina de rolado de tirafondo, esquema general de tirafondo.

El rolado de tirafondo se lleva a cabo en una máquina diseñada y fabricada dentro de la empresa especialmente para este fin, y surge por la necesidad de elaborar y comercializar tirafondos para ofrecerlos a los clientes, y precisamente por ser de construcción interna es que no se contaba con un manual oficial de operación que, brindara a los operadores nuevos la información necesaria para el uso adecuado del equipo, antes de la redacción del documento la información solo se transmitía oralmente de los operadores y supervisores de mayor antigüedad hacia los de nuevo ingreso, sin embargo, transmitir la información de viva voz representó a la empresa dos principales desventajas; la primera es que la información era fragmentada y distorsionada por no tener una versión oficial escrita y estar basada solo en aprendizaje empírico. La segunda era que esta información recaía únicamente en un pequeño grupo de personas y existía el riesgo de perderse de manera parcial si alguna de éstas por cualquiera motivo salía de la empresa.

Por éstas razones, se decidió elaborar un manual de operación que enumerara de manera secuencial y precisa, los pasos que cualquier operador con o sin experiencia debe seguir para operar esta máquina y rolar cuerdas que cumplan con las especificaciones de diseño y calidad adecuada.

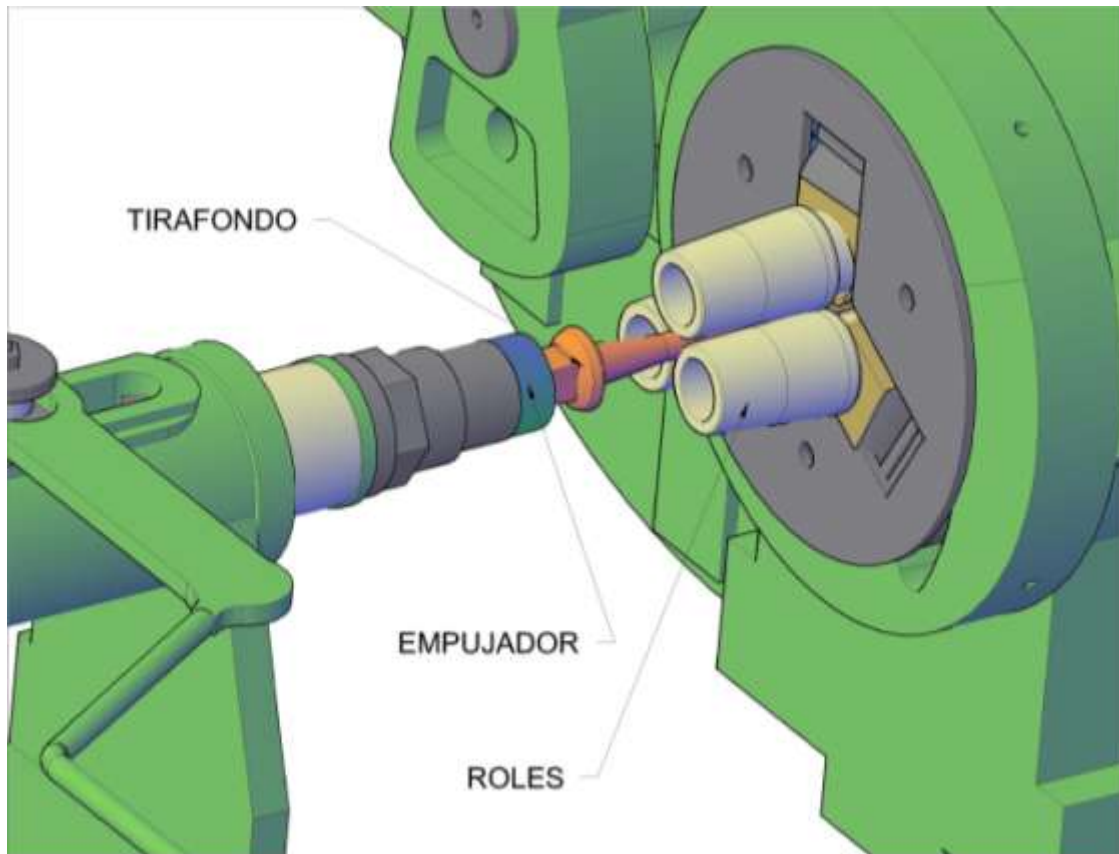


Figura 1.4.- Extracto de manual de operación de máquina de rolado de tirafondo, posición de rolado de rosca.

La labor que se desempeñó en este manual en principio fue la recopilación de información dispersa por el departamento de ingeniería (planos de fabricación de refacciones), el departamento de aseguramiento de calidad, mantenimiento y producción, de este último se recabaron además técnicas de ajuste y medidas críticas, y una vez recopilada se corroboró a pie de máquina enfatizando en los valores de ajuste y secuencia de operación general, después se realizaron pruebas de rolado siguiendo estas indicaciones y se logró controlar las tolerancias.

Después de la corrida de prueba, el departamento de calidad deliberó de manera positiva los resultados dimensionales y los ensayos mecánicos de tensión, torsión y montaje de las piezas del lote de muestra, hasta entonces se procedió a redactar el escrito teniendo como premisa la simplicidad y claridad, para lograr una lectura fácil y sobre todo la comprensión adecuada por parte de cualquier operador, se elaboraron

además diseños en 2D y 3D en AutoCAD® e INVENTOR® respectivamente, a partir de la información recabada en un principio, la mayoría de estos dibujos fueron elaborados a mano y contenían algunos errores en tolerancias que se detectaron al momento de realizar ensambles en los programas de diseño, además se identificaron algunas piezas que se volvieron simplemente obsoletas, todos estos detalles se resolvieron en la actualización.

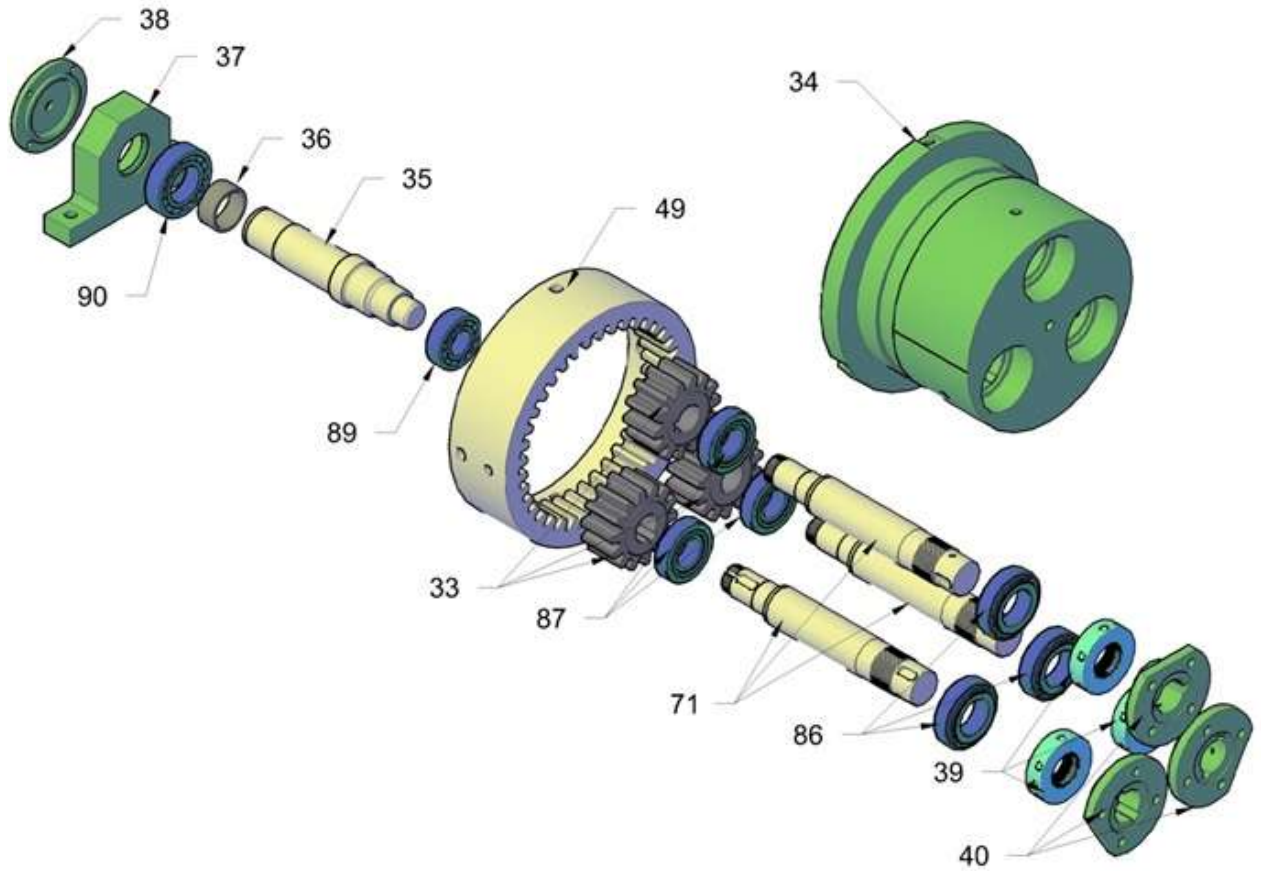


Figura 1.5.- Extracto de manual de operación de máquina de rolado de tirafondo, explosivo del sistema de transmisión de potencia.

Al finalizar el documento se entregó a los supervisores de producción para que a su vez, pudiera ser utilizado en la capacitación de los trabajadores de nuevo ingreso como lo señala el reglamento interno, además, se mantiene a pie de máquina como material de consulta pues es el primer material oficial en donde tanto los operadores como el personal de mantenimiento pueden verificar información que abarca desde el

encendido del horno, hasta, valores específicos como calibración y tolerancias, desglose de piezas y números de dibujo de piezas, números de rodamientos y procedimientos generales, el instructivo contiene los siguientes puntos:

- a) Encendido y apagado de horno
- b) Curva de calentamiento
- c) Método de carga y descarga de horno
- d) Encendido y apagado general de máquina
- e) Montaje y selección de herramienta
- f) Ajuste de los roles
- g) Pruebas de inicio de operación
- h) Verificación
- i) Campaña de trabajo
- j) Lubricación
- k) Problemas frecuentes
- l) Glosario de número de partes

1.3 - Actualización de arrancador para motor de 75HP de máquina de rolado de tirafondo

Para el accionamiento general de la máquina de rolado de tirafondo, se cuenta con un motor de 75 HP a 440V y 1800 rpm, y para la puesta en marcha era utilizado un arrancador antiguo de tipo cebador de alta capacidad que requería de un cambio manual por medio de un selector de palanca de tres posiciones; “**arranque**” para enclavar un juego de cuchillas a un transformador de alto amperaje y hacer girar la máquina el tiempo suficiente para vencer la inercia y alcanzar la velocidad de operación (de diez a doce segundos), “**paro**” como posición neutra para cerrar el paso de corriente al motor durante la transición o el apagado y, “**operación**” en donde las cuchillas se hacían enclavar en un transformador de bajo amperaje para la operación normal del equipo.

Este sistema aunque fue funcional durante muchos años, tenía el problema de generar picos innecesarios de amperaje al inicio de cada turno, por mantener enclavado el transformador de alto amperaje más tiempo del necesario durante el arranque, y tampoco tenía ningún tipo de protección hacia el motor como de sobrecarga, calentamiento o corto circuito.

Por estas causas se decidió cambiar por un arrancador tipo “suave” o de “rampa” de estado sólido marca SIEMENS® modelo SIRIUS 3RW44 de 145A de corriente nominal y 100 HP de potencia que realiza de entre otras funciones el arranque de manera automática y precisa por medio de la programación interna del arrancador, además de tener la ventaja de contar con repuestos de fácil adquisición por ser un equipo reciente.

Para seleccionar la capacidad del arrancador, se tomo en cuenta el consumo medido del motor que alcanza 110A durante el arranque y la carga, y disminuye a 30A cuando la máquina trabaja en vacío (es decir cuando gira sin que su mecanismo sea accionado), y se decidió adquirirlo de 145A tomando como criterio un margen de seguridad del 25%.

Al realizar el arranque y el paro del motor con este tipo de dispositivo se protege al motor y a los platinos o contactores, interruptores y relevadores que integran el circuito, por que se reducen los saltos de corriente que ocurren durante la conmutación entre las conexiones “Delta” y “Estrella” del motor, pues esta conmutación ocurre en relevadores de estado sólido y contactores sellados.

1.4 - Colocación de fibra cerámica a un horno de calentamiento de material para forjado de clavo de vía

Al inicio del proceso de forja del clavo de vía, se utiliza un horno de calentamiento de barras de 5/8" y 6 metros de longitud, en éste se calienta la materia prima hasta 1200°C para forjarla, este equipo cuenta con 6 quemadores de la marca ECLIPSE® modelo THERMJET TJ0075 de 750,000 btu/hr y 6 de la marca NORTH AMERICAN® modelo 4424-3-B de 432,000 btu/hr de capacidad calorífica, y fue fabricado originalmente de ladrillo refractario.

El principal problema de este horno era que por la naturaleza de los bloques refractarios, debía ser encendido hasta 4 horas antes de la operación, para que pudiera alcanzar la temperatura de trabajo, los hornos fabricados de ladrillo además, requieren de un ajuste más preciso en el sistema de calentamiento, específicamente en la servo-válvula que controla el paso de aire para la combustión, esto hace que el riesgo de sobrecalentamiento aumente y tanto el tiempo de precalentamiento como la variación de temperatura se vean reflejados directamente en el consumo del gas.

Con el objetivo de economizar gas y agilizar el tiempo de proceso, se retiraron las paredes y el techo del horno hechos de ladrillo, y se colocó fibra cerámica en su lugar, de esta manera se redujo el tiempo de precalentado hasta la mitad lo que generó un ahorro de gas del 50% durante el precalentado, y se hizo posible la opción de arrancar la línea una vez comenzado el turno, flexibilizando los programas de producción.

La colocación de la fibra cerámica no representa una dificultad elevada, no obstante, fue necesario elaborar un manual para crear un referente dentro de la empresa, para la construcción posterior de otros hornos, el instructivo tuvo el objetivo principal de proveer la información necesaria para elaborar y colocar paquetes de fibra cerámica, de 24" x 12" x 11" a partir de la presentación comercial de 24" x 1" x 300" de largo, es justo enfatizar esta característica, porque la versatilidad de la fibra para formar cualquier geometría y rellenar casi cualquier espacio es tal vez la mayor ventaja contra los ladrillos refractarios, es común encontrar enseres domésticos como calentadores de agua y estufas que utilizan la fibra cerámica como aislante, tiene una baja conductividad

y absorción térmica, aísla el ruido que llegan a generar los quemadores y resiste muy bien los choques térmicos, comprada con los ladrillos que suelen quebrarse cuando se calientan después de varios días de paro, por el choque térmico que sucede durante el calentamiento rápido de la humedad que toman del ambiente.

La fibra cerámica utilizada para los hornos de calentamiento y temple es del tipo HTZ de la marca NUTEC®, esta variedad soporta una temperatura máxima de 1425 °C y 1325 °C en uso continuo, este proveedor también ofrece los tipos HTA (1325 - 1482 °C), HPS (1204 - 1315 °C), RTS (1093 – 1260 °C) y LTS que utilizamos en los hornos de revenido por que la temperatura máxima soportada es de 1000 °C y la de trabajo 900 °C para utilizarse a no más de 500 °C que es la temperatura a la que se revienen los productos que se fabrican dentro de la empresa.

A continuación se explican brevemente los puntos básicos del proceso de anclaje:

- a) Primero se cortan tramos de fibra de 24" x24", se pliegan por mitad y se amarran con fleje plástico hasta formar paquetes de 11" de ancho.

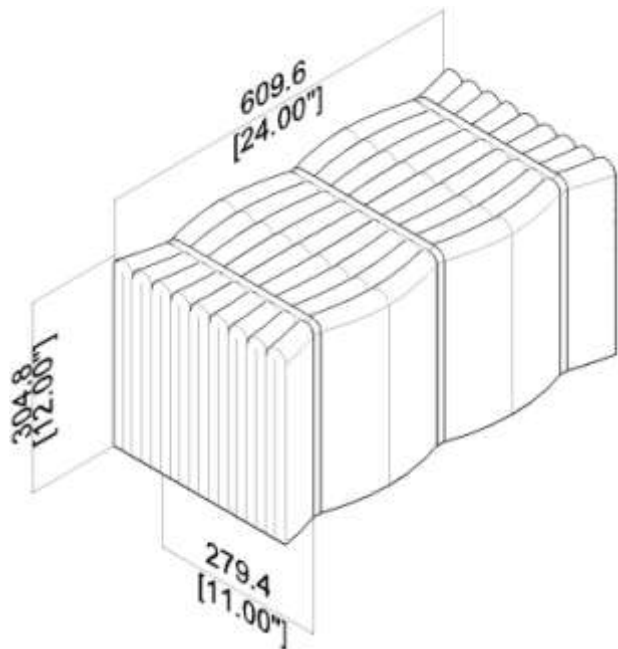


Figura 1.6.- Preparación de paquetes de fibra cerámica.

- b) Para anclar los paquetes se utilizan anclas de barra redonda de acero inoxidable tipo 304 de Ø 5/16", que son soldadas directamente a las paredes

del horno, se utiliza acero inoxidable porque resiste hasta 800 °C de temperatura sin perder sus propiedades mecánicas, en un principio se utilizaron anclas de acero 1045 pero el calor las degradó hasta el grado que los paquetes comenzaron a caer de la bóveda del horno.

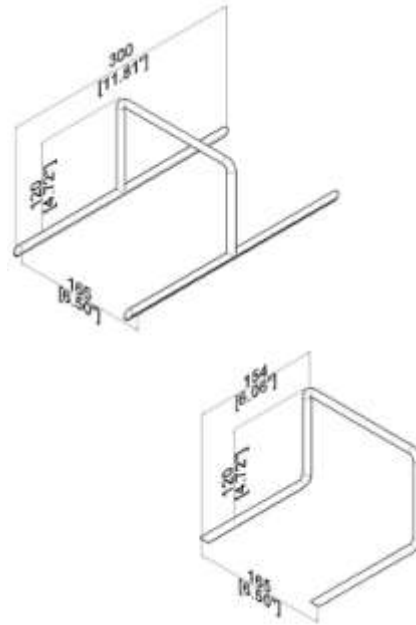


Figura 1.7.- Anclas dobles intermedias y sencillas para los extremos

Para manipular la fibra cerámica es necesario utilizar equipo de seguridad que proteja la cara como; lentes de seguridad, respirador, cubre bocas o careta completa, además se recomienda vestir guantes y ropa que cubran brazos y cuello por completo, pues este material es altamente urticante y nocivo para la salud si es respirado, porque está fabricado a partir de fibra de vidrio .

- c) La colocación de los paquetes de fibra cerámica en el techo del horno se realiza soldando un primer juego de anclas en la parte superior de cualquier pared para poder insertar el paquete inicial.

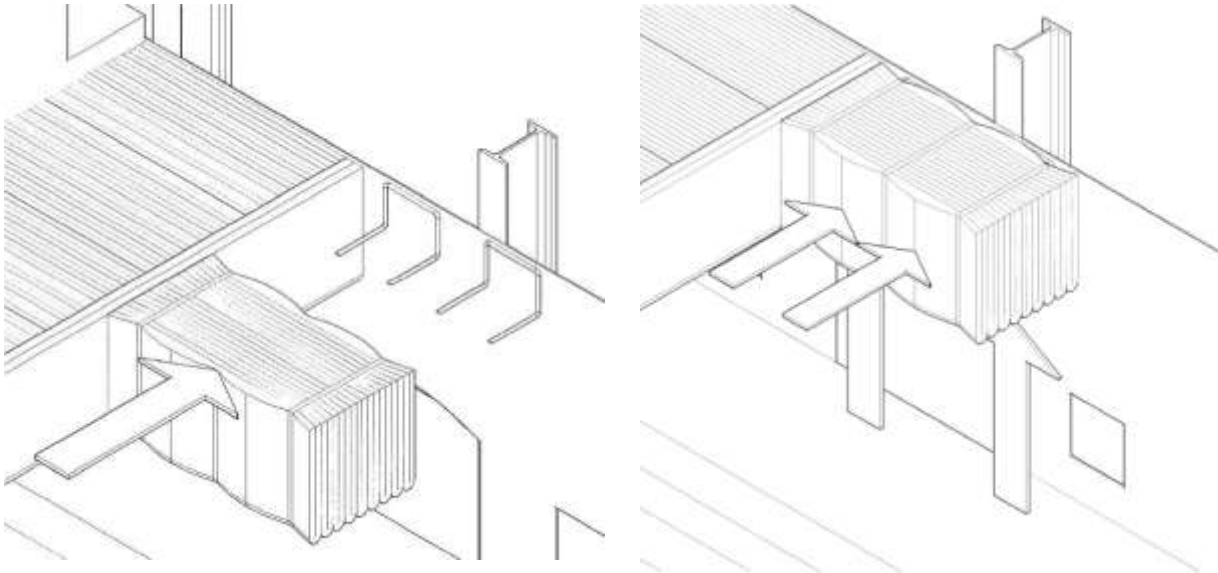


Figura 1.8.- Técnica de colocación de primeros paquetes de fibra cerámica

- d) Una vez que los paquetes han sido clavados en las anclas, se comprimen con equipo hidráulico portátil, se debe hacer en dirección horizontal contra la pared y vertical contra el techo, y antes de liberar la presión se debe fijar el paquete con otro par de anclas soldadas al techo, después coloca otro paquete ensartándolo en las anclas que sujetan el bloque anterior, repitiendo la operación hasta llegar a la orilla.

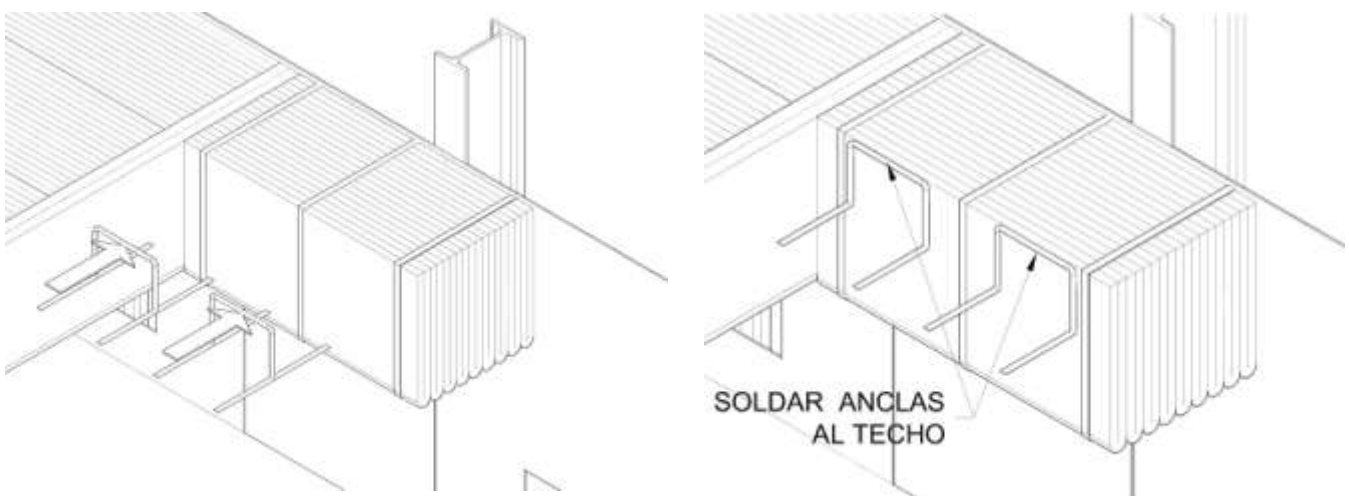


Figura 1.9.- Colocación de paquetes siguientes de fibra cerámica

- e) El último paquete se coloca deslizando al final de la hilera (ver figura 1.10), éste paquete no es anclado como el resto porque se sujeta con los bloques correspondientes a la pared de tal manera que todos los paquetes quedan presionados entre sí.
- f) Para recubrir las paredes, se repite el mismo procedimiento de anclaje y compresión de paquetes utilizado en el techo, y una vez que el interior del horno ha sido cubierto en su totalidad, se retira el fleje plástico utilizado al principio para amarrar los paquetes antes de las pruebas de calentamiento.
- g) Para hacer los orificios correspondientes para los quemadores y la puerta, los paquetes son perforados y cortados con herramienta manual de corte (en este caso se utilizó un serrucho para plafón), opcionalmente se puede aplicar un producto rigidizante en la superficie expuesta de la fibra para aumentar su vida útil.

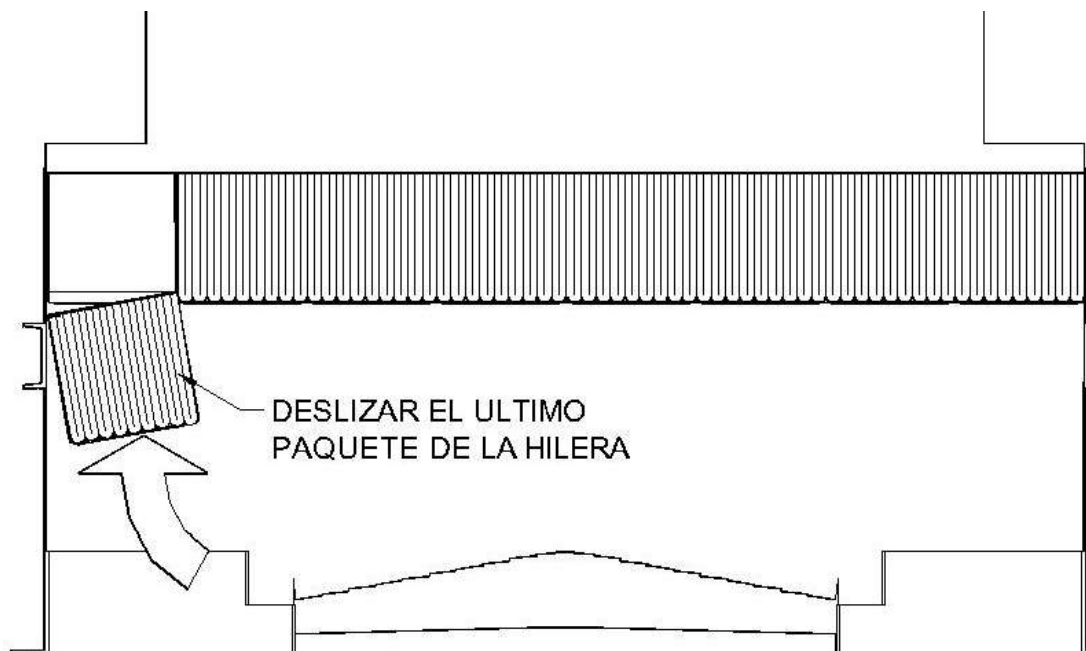


Figura 1.10.- Técnica de colocación de último paquete en la hilera

CAPÍTULO 2

Año 2011: Mantenimiento preventivo a pozo profundo

Este capítulo detalla el proceso de mantenimiento preventivo que se realiza al pozo profundo anualmente, explicando brevemente la gestión que debe realizarse ante la entidad gubernamental correspondiente.

2.1 - Participación en mantenimiento programado a pozo profundo

La empresa cuenta con una concesión otorgada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para la explotación de un pozo de, 120 m de profundidad por Ø 8" de ademe (la tubería de acero que soporta las paredes a lo largo de los 120 m), además un equipo de bombeo con tubería de Ø 4", se requiere de ésta fuente de agua potable porque el proceso de fabricación de la mayoría de los productos aquí elaborados, utilizan agua como refrigerante, además del consumo humano, y aunque se cuenta con un sistema de recirculación de agua para aprovecharla al máximo durante el enfriamiento, la toma municipal no es suficiente para cubrir con el volumen del líquido.

Para mantener al pozo en buenas condiciones se efectúa un mantenimiento preventivo al final de cada año, con el propósito de prevenir pérdidas en el caudal, conservar una calidad aceptable del agua y sobre todo cambiar los elementos de desgaste de la bomba (rodamientos, empaques, carbones, etc.). El procedimiento comprende algunas funciones administrativas como; la cotización del servicio, la gestión de trámites de retiro/colocación de sellos oficiales del medidor de agua, y la programación del tiempo en el que se realizarán las maniobras. Para seleccionar a un proveedor, se realiza una tabla en donde se comparan los servicios ofrecidos por cada uno contra el costo total del proyecto (de manera similar que en las licitaciones gubernamentales), de esta manera se facilita a la gerencia tomar la mejor decisión según sus intereses, una vez elegido el proveedor se programa conjuntamente la fecha de elaboración.

Una vez que el proveedor del servicio ha sido seleccionado, se tramita ante CONAGUA el retiro de sellos oficiales del equipo de medición, por parte de las autoridades correspondientes, y bajo ninguna circunstancia debe hacerlo una persona ajena a la entidad o el titular de la concesión sería multado, una vez retirados, se programa la fecha de trabajo teniendo en cuenta que el mantenimiento dura dos días naturales, por este motivo es necesario almacenar agua suficiente para cubrir el consumo total de la planta, mientras se llevan a cabo los trabajos, se llena previamente la cisterna y tanque elevado que tienen la capacidad conjunta de 150 m³.

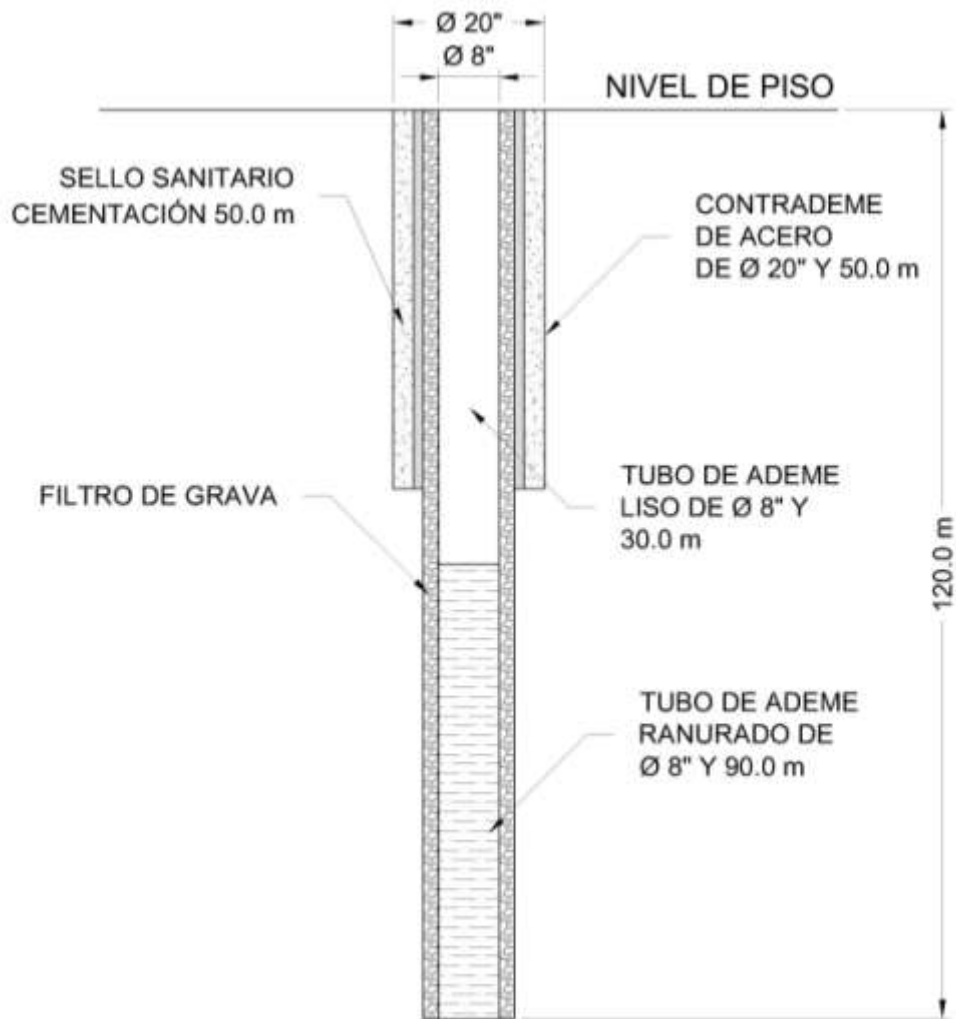


Figura 2.1.- Esquema de pozo profundo.

El primer trámite consiste en la elaboración de una carta dirigida al director de dicha entidad oficial, explicando el motivo por el cual se requiere el retiro de sellos (generalmente se debe a mantenimiento), el documento incluye; datos generales de la compañía, el número de concesión del pozo y el nombre de apoderado legal de la empresa, adjunto al escrito se anexa un formato de CONAGUA con la misma información, pero además se deben incluir copias de; la caratula del título de concesión, la identificación oficial del apoderado legal y el poder legal de la empresa, una vez hecha esta gestión personal oficial se presentará a quitar los sellos en un lapso de 10 a 15 días hábiles.

Una vez retirados los sellos se realizan los trabajos de mantenimiento preventivo, primero se desacopla el equipo de medición de flujo, y con equipo especializado se desmonta la tubería de $\varnothing 4$ " acoplada a la bomba, se retira por secciones de 6 m hasta llegar al extremo en donde está conectado el equipo de bombeo, una vez que todo el equipo se encuentra fuera del pozo, se evalúa la bomba, se cambian las partes de desgaste y de ser necesario también la bomba y/o su motor son reparados, la tubería completa es limpiada y pintada para evitar la corrosión, si alguna sección está dañada o corroída en la sección central del cuerpo o en la cuerda, se reemplaza.

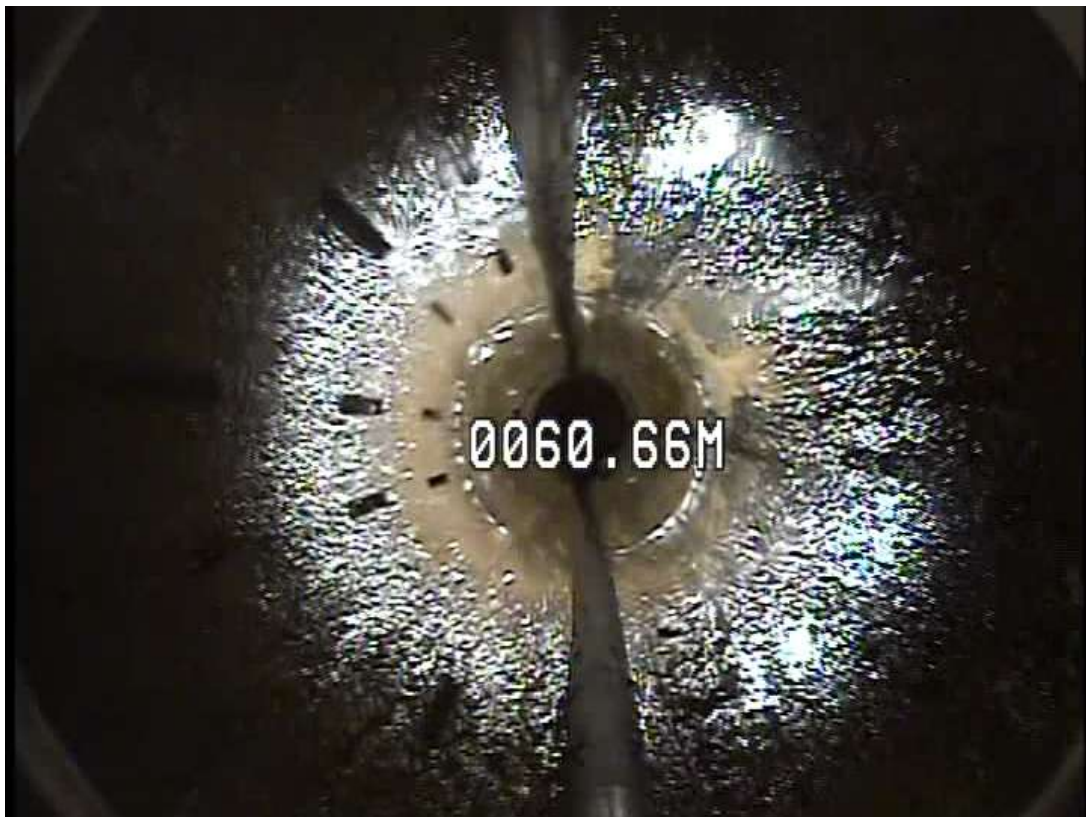


Figura 2.2.- Toma interior de pozo profundo a 60.66 m de profundidad, vista de nivel de agua y tubo ademe ranurado.

Mientras tanto en el interior del ademe, se sumerge un equipo de video especializado para dictaminar el estado general de la tubería, principalmente se buscan; fisuras, boquetes, cúmulos de óxido u otras anomalías que supongan riesgo de colapso o, que puedan limitar el caudal, además se verifica el nivel de incrustación de sales en las paredes y se corrobora la profundidad real del pozo (tiende a perderse un

poco cada año por azolve solidificado y otros elementos pesados que caen al fondo y no pueden ser succionados por el equipo), conocer el tamaño real es prioritario porque después del dictamen, se introduce herramienta especializada de la longitud exacta para cepillar la pared interior de la tubería, y si el instrumento fuese más largo y colisionara con el fondo, podría doblarse y/o romperse atorándose dentro del pozo poniendo en riesgo su utilidad.



Figura 2.3.- exterior de pozo profundo, carrete flexible y medidor volumétrico dañado

Después del cepillado, se retira la herramienta y se introduce el equipo de desazolve para extraer los residuos suspendidos y lodos acumulados en el fondo, se aplica además un producto dispersor de arcillas que impide la acumulación excesiva de estos minerales, una vez desazolvado se vuelve a ensamblar la tubería comenzando ahora por la bomba, es importante que el equipo de bombeo quede sumergido entre 6 y 10 m por debajo del nivel de agua, para prevenir daños al motor, porque el nivel de agua tiende a bajar temporalmente al momento del bombeo (éste se conoce como nivel

dinámico) y si el equipo trabaja en vacío, tenderá a calentarse y eventualmente se quemará el embobinado del motor.



Figura 2.4.- Medidor marca AZTECA nuevo con sellos oficiales

Además de los trabajos de rutina en esta ocasión tuvo que ser reemplazado el medidor de agua, debido a fallas en el mecanismo de conteo, el equipo fue sustituido por un medidor volumétrico digital marca AZTECA de \varnothing 4" de tipo propela, con bridas en los extremos y una longitud de 14", el cambio se hizo después de las labores de ensamble al momento conectar el pozo a la línea general, por último se hizo un segundo trámite ante CONAGUA solicitando que volviera a colocar los sellos oficiales, siguiendo la misma secuencia que la primera gestión, de esta manera se dio por concluido satisfactoriamente el mantenimiento anual.

2.2 - Participación en la reubicación de cubículos de chatarra

Dentro de las instalaciones de la empresa se cuenta con un espacio establecido para depositar; el material resultante del proceso de corte y punzonado, la rebaba proveniente del desbarbe y la escoria desprendida durante el calentamiento para el forjado, el temple y revenido, así como todo el material procesado que no cumple con las tolerancias y especificaciones de calidad (es decir la chatarra), este espacio comprendía seis cubículos de 6.0 m de largo por 4.0 m de ancho con 2.5 m de altura total con bardas intermedias de 1.2 m como separadores.

Los cubículos originales fueron construidos en el extremo poniente de la propiedad, separados 3.0 m de la pared conforme el diseño original, sin embargo este espacio entre los cubículos propició el crecimiento de hierba silvestre, la acumulación de basura y además favoreció el abandono de objetos varios.



Figura 2.4.- Limpieza y nivelación de terreno detrás de cubículos de chatarra

Para resolver éstos problemas la dirección solicitó la modificación y optimización del espacio, se elaboró un nuevo diseño de los cubículos basándose en las medidas del diseño anterior de 4.0 m de ancho por 6.0 m de largo sin embargo la altura se aumentó hasta 3.8 m y los separadores hasta 1.5 m para permitir que el montacargas pudiera entrar al fondo de la construcción durante la colocación y retiro de los tambos de chatarra, los montacargas utilizados en esta operación tienen una altura de 2.80 m con las uñas levantadas 0.3 m (lo suficiente para maniobrar con un tambo lleno de chatarra), una longitud total de 3.80 m y 1.20 m de ancho, el espacio extra en la construcción además de optimizar la maniobra sirvió para estibar otros materiales de desperdicio almacenados sin tambos.



Figura 2.5.- Cubículos de chatarra antes de ser demolidos

En la techumbre se utilizó lámina galvanizada ZINTRO tipo 101 colocada sobre una estructura de carga de viga monten de 4” y tubo PTR ligero también de 4”, todos

los elementos que no fueron soldados se fijaron con pijas de cabeza hexagonal y punta de broca para facilitar el ensamble. Tanto el diseño mecánico como la estructura metálica, como el civil fueron realizados en AutoCAD® por la versatilidad del software de trabajar con elementos de diferentes áreas.

Primero se preparó del terreno que consistió en la remoción de hierba y basura además del reacomodo de docenas de rodillo de laminación traídos de una planta laminadora de acero que fue desmantelada y que perteneció al corporativo, una vez limpio el terreno se excavo y nivelo a 0.15 m bajo el nivel de piso, para ser rellenados y compactados con tierra tepetate.



Figura 2.6.- Cubículos de chatarra terminados, selección y organización de materiales

CAPÍTULO 3

Año 2012: Construcción de nave No. 4 para producto terminado

Este capítulo describe el proceso de construcción de una nave industrial para resguardo de producto terminado además de la ampliación de la nave de almacenaje de materia prima, también abarca la compra de una grúa viajera para manejo de materiales y puntualiza algunas mejoras realizadas a la línea de pintura.

3.1. - Participación en construcción de nave No. 4 y ampliación de nave de materia prima.

Nylco Mexicana es una empresa mediana que ha sido administrada correctamente, esto le ha permitido mantenerse en el ramo por casi 50 años, desde entonces ha crecido constantemente en todos los aspectos, este fue el caso al construir la nave industrial No. 4 destinada para la organización y resguardo temporal del producto terminado, así como la expansión de la nave de materias primas para aumentar el volumen de existencias y cubrir pedidos en menos tiempo.

El proyecto de crecimiento de la infraestructura fue una labor de gran magnitud en la que participaron profesionales de diversas áreas; el departamento interno de ingeniería realizó el diseño de la estructura metálica general, determinó el tamaño y tipo de vigas de soporte, montenes, tensores e incluso láminas para techumbre y paredes, por otra lado, un departamento de ingeniería civil externo determinó el trabajo a realizar en la cimentación, basándose en las características del suelo, además del diseño de las tuberías de agua pluvial, drenaje y detalles de la construcción en general, y por último pero no menos importante el departamento de mantenimiento interno se encargó de las instalaciones eléctricas.

Nave de materia prima

El almacén de materia prima inicialmente medía; 53.0 m de largo por 19.0 m de ancho y 9.6 m en la parte más alta de la techumbre, la estructura metálica estaba conformada de 14 columnas de 7.0 m de altura hechas de viga IPS de 18" x 7.5" de 96.7 kg/m de peso, sobre éstas a su vez, descansan cuatro vigas de acero de dimensión y forma especiales hechas a partir de placa A-36 formando dos aguas simétricas al ancho de 19.0 m con 7.5 m en la parte más baja y 9.6 m en la cumbre, sobre estas vigas se colocaron perfiles monten para servir como soporte de la techumbre.

La ampliación de la nave de materia prima consistió en el aumento de dos claros de columnas de 17.7 m para sumar un total de 70.7 m, la viga utilizada fue de iguales

características a la mencionada anteriormente, se excavo 1.0 m de profundidad en el área de piso de carga y 2.0 m en el área correspondiente a la cimentación, se realizó de esta manera por los resultados del estudio de suelo, en donde se recomendó retirar solamente 0.5 m de suelo natural arcilloso y sustituirlo por tezontle ligero.

Se armaron zapatas aligeradas huecas de 2.0 x 2.0 m y 1.5 m de altura para soportar cada columna, se preparó el suelo compactando grava y tepetate al 90 % en capas de 0.2 m, una vez que se recuperó la profundidad se niveló con equipo pesado a 0.15 m por debajo del nivel final, para el piso de concreto y malla electro-soldada.

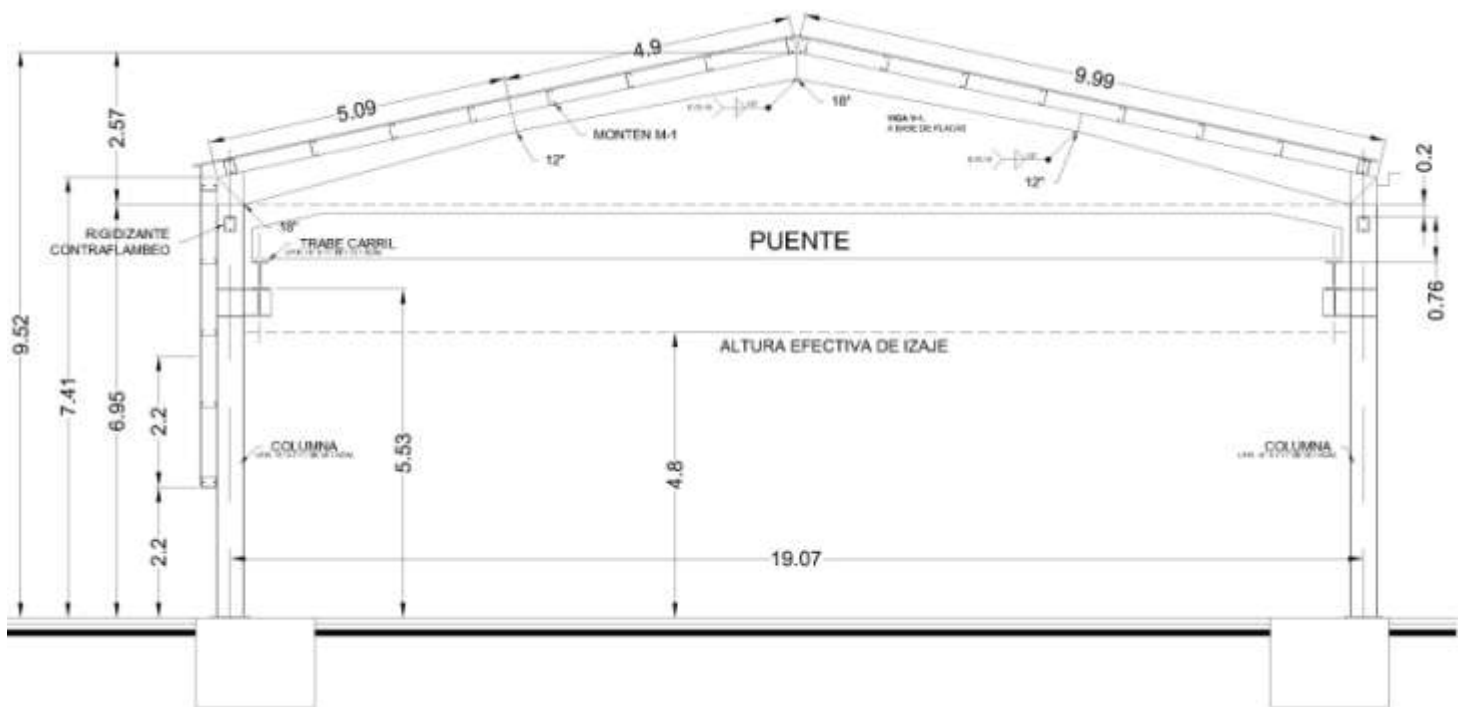


Figura 3.1.- Sección transversal y detalles de nave de materia prima.

Las paredes y techumbre se fabricaron de lámina galvanizada zintro calibre 22 tipo 101 (referente al diseño de canales) y lámina de fibra de vidrio translúcida color blanco del mismo tipo montada sobre monten 10MT12 tanto en techo como en paredes, se utilizó lámina translúcida en un 35% para aprovechar la iluminación natural durante el día, lo detalles de bajadas pluviales y canalones se fabricaron a medida con lámina galvanizada calibre 20.

La nave cuenta con una grúa viajera asignada para el manejo de materiales, ésta se desplaza a lo largo de la construcción y debía hacerlo también en la sección extendida, para éste fin, se colocó cuadrado de 1" de acero A-36 en ambos extremos del puente a 18.0 m entre centros, para servir de riel al equipo de elevación. Por último se colocaron nuevas barras conductoras para el suministro eléctrico de la grúa y se instaló la luminaria correspondiente.



Figura 3.2.- Prueba de grúa en nueva sección de almacén de materia prima.

Nave No. 4 (nave de producto terminado)

La construcción de la nave No. 4 para producto terminado al igual que la anterior, comenzó con la preparación del terreno, se excavó a 1.0 m de profundidad el área de 60.0 m de largo por 18.0 m de ancho adyacente a la nave No. 3, durante la excavación cerca de los registros de agua pluvial se descubrió que las tuberías de la nave No. 3 estaban dañadas, se procedió con el trabajo del suelo y una vez terminada la excavación se cambiaron las tuberías pluviales de PVC de Ø 8" y se retocaron los registros de 0.6 m por 0.6 m.

Cada registro tiene profundidad variable para lograr una pendiente total de 1% con dirección al sur, una vez reparado el drenaje pluvial se procedió a compactar el área completa con capas de 0.2 m de tepetate compactado al 90%.



Figura 3.3.- Tuberías de drenajes pluviales de nave 4 dañados.

Se armaron zapatas de 2.0 m por 2.0 m y 1.5 m de altura al igual que en la nave de materia prima se construyeron de tipo aligerada o hueca, de 0.2 m de piso por 0.1 m de paredes y techo dejando soporte solo en la base de la columna, para la sujeción de las vigas se hundieron anclas de acero 4140-T de \varnothing 1" roscados 0.1 m en un extremo con cuerda \varnothing 1-8UNC.

El área de las zapatas se determinó en función del peso soportado por el tipo de suelo que en este caso es de 5.0 t/m^2 , cada zapata tiene la capacidad de soportar un peso final (el peso mismo del concreto más el acero estructural más la carga de la grúa y la materia prima) de 20 t ó 40 t por eje.

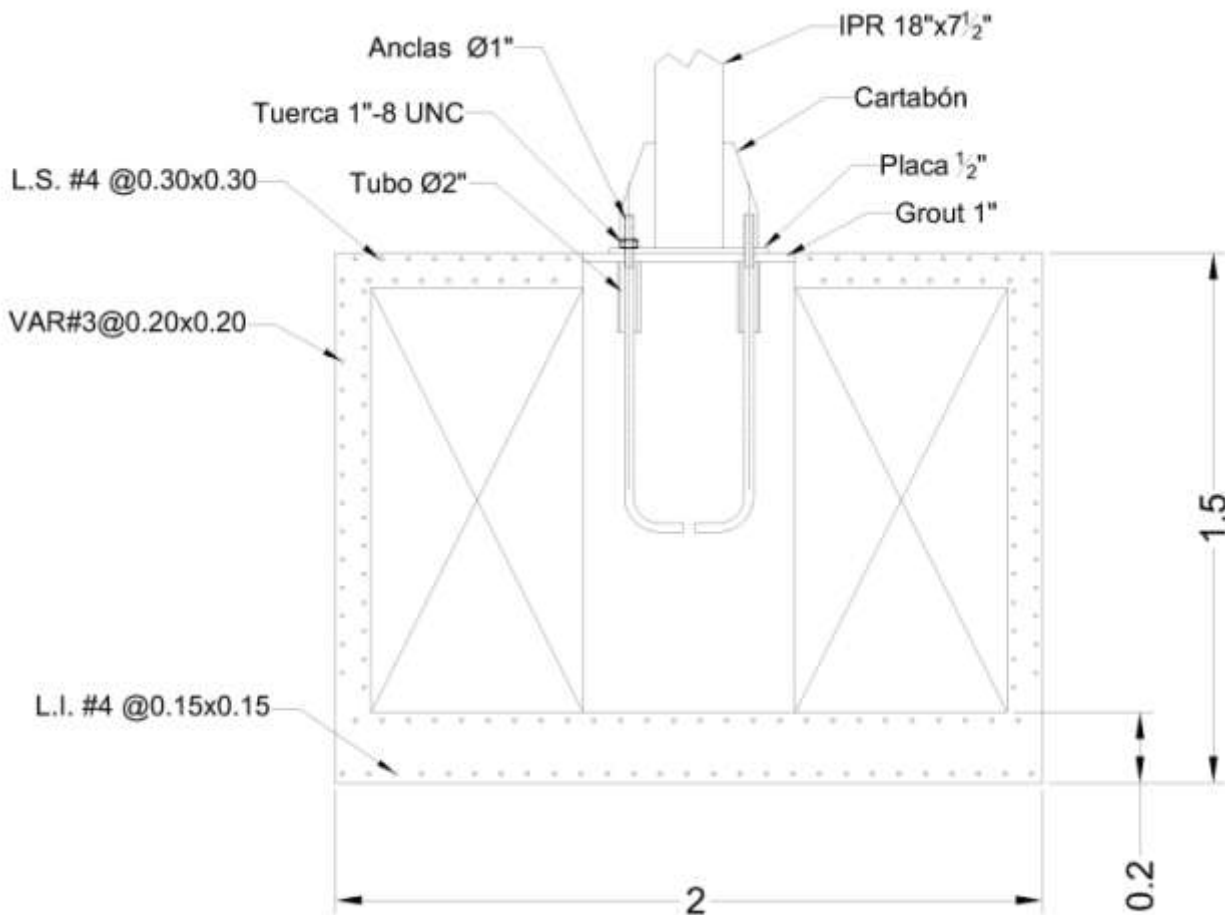


Figura 3.4.- Detalle de zapatas de nave 4.

Justo antes de asentar las vigas sobre las zapatas se aplicó una capa de concreto de nivelación GROUT de 1" de espesor, este tipo de concreto tiene la particularidad de

tener una contracción y compactación casi nula al momento de solidificarse, por lo que se utiliza para nivelar este tipo de estructuras, además de prensas mecánicas e hidráulicas en donde es importante conservar la vertical en el eje de golpeo para evitar tener componentes de fuerza en el eje horizontal y con ello el desgaste prematuro.



Figura 3.5.- Nave No. 4 y Ampliación de nave de materia prima terminadas.

Esta edificación es de 59.6 m de longitud y 17.6 m de ancho, al igual que la nave de materia prima tiene techo a dos aguas teniendo 7.5 m de altura en la parte baja y 10.0 m en la cumbre, la estructura se compone de 8 pares de columnas hechas de viga IPR 18" x 7.5" y 96.7 kg/m sobre las cuales descansan 4 vigas de 4.6 m cada una formando dos secciones principales de 9.2 m cada una. Sobre las vigas de techumbre se colocó monten 10MT12 distribuido a 1.3 m para soportar laminas galvanizadas tipo

101 ZINTRO calibre 22 intercaladas con láminas de fibra de vidrio translucidas al 35% así mismo en las paredes solo dejando los accesos libres.

La gerencia determinó que esta nave contara con una grúa viajera de 5 t de capacidad, para su montaje fue necesaria la preparación de ménsulas proyectadas a 0.5 m hacia el interior a partir de cada columna a una altura de 5.5 m en donde además descansarían vigas IPR de 18" x 11" y 76 lb/ft a lo largo de toda la construcción y cuadrado de acero A-36 de 1-1/2" para servir de riel a dicho equipo de carga.

Por último se realizó la instalación de 14 lámparas repartidas en pares entre cada claro de columnas, dichas luminarias son de pantalla de acrílico translucido de Ø 20" con focos de 400 W a 220 V de tipo aditivos metálicos, se colocaron tomas de 220 V y 110 V al centro y a los extremos de la edificación con fines de servicio, además de la instalación eléctrica se tuvo que fabricar también una puerta corrediza de 4.5 m de ancho por 5.0 m de alto en el acceso oeste para evitar la acumulación excesiva de polvo en el producto terminado.

3.2 - Compra de grúa viajera para nave No. 4

Se adquirió una segunda grúa viajera para facilitar el movimiento del producto terminado en la nave No. 4, durante el proceso de adquisición se elaboró un comparativo de costos contra características básicas y se eligió a HAWI® para llevar a cabo el proyecto, la capacidad de la grúa se determinó en base al peso máximo de las tarimas de producto por embarcar, y además se contempló la posibilidad de mover materia prima a futuro por lo que tuvo que aumentar hasta igualarse al equipo existente.

El equipo de elevación es de 5000 kg de capacidad nominal y es de un solo puente tipo cajón (esto se refiere a que la viga principal de carga es hueca), construida en estructura como mecanismos, bajo la norma No. 70 de la Asociación Americana de Fabricantes de Grúas o CMAA® por sus siglas en inglés. La grúa completa se desplaza a una velocidad longitudinal de 28.9 m/min, 14.3 m/min de velocidad transversal y 4 m/min en el levantamiento de carga.

El polipasto principal de elevación cuenta con un motor de 7.5 HP a 440 V para izar la carga, un motor de 0.75 HP para mover transversalmente al anterior y dos más de igual potencia para el recorrido longitudinal del puente. Como medidas de protección al sistema de carga, se tiene instalado un seguro de accionamiento mecánico en el cable de acero que sujeta al gancho, éste detiene la carrera ascendente de la carga en caso de sobrepasar la altura máxima de levantamiento mediante un interruptor de límite para evitar daños al cable y/o elementos del polipasto, en el caso de la carrera transversal se instalaron topes en el cuerpo del puente para prevenir que el polipasto colisione con las vigas longitudinales que soportan el puente de la grúa, de igual manera se cuenta con las mismas restricciones a los extremos del riel para el caso del movimiento longitudinal.

Para la alimentación eléctrica se instaló una línea de 440 V en el extremo suroeste de la nave No. 4, y se conectaron guías tomacorriente de acero de 50 A de capacidad de la marca CONDUCTIX® sobre la viga lateral IPR de 18" x 11" y 76 lb/ft, a lo largo del recorrido total del equipo. El montaje del puente sobre las vigas guía se realizó con una grúa telescópica, se verificó la medida entre centros de los rieles y se

comparó contra la medida entre centros de las ruedas de la grúa asegurando una tolerancia máxima de ± 2 mm par el acoplamiento correcto de las ruedas, por último se insertaron las zapatas de alimentación eléctrica dentro de las guías conductoras, y se comprobó el desplazamiento del equipo en todos sus ejes.



Figura 3.6.- Inspección final de grúa de 5 t en instalaciones de HAWI®, antes del trasporte e instalación.

El control comúnmente suministrado con estos equipos es una botonera colgante, pero en este caso se decidió adquirir un control inalámbrico de la marca CONDUCTIX® modelo K2 de 100 m de alcance, con la finalidad de reducir el gasto hecho en el cable control debido a la frecuencia de reemplazo. El cable se sustituye continuamente debido al daño que sufre durante el manejo de materiales, éste es continuamente prensado entre los atados de solera hasta que gradualmente uno o varios polos del

cable son trozados, inhabilitando funciones del equipo, de tal manera que basta con que un par de polos sean dañados para que deba cambiarse por completo.



Figura 3.7.- Grúa montada en nave No. 4 de producto terminado

La botonera colgante también requiere mantenimiento eléctrico continuo por que las terminales de los botones suelen aflojarse por el movimiento continuo a pesar de que el cable multi-polo cuenta con dos cables auxiliares de acero para soportar el peso total del control y del cable mismo. Por otro lado la carcasa de la botonera es dañada constantemente por el uso rudo durante la operación, a menudo choca contra los atados, mesas de alimentación a máquina y otras plataformas por que se balancea libremente, en cambio, el control inalámbrico se manipula con mayor cuidado por que cuelga siempre al cuello del operador.

3.3. - Mejoras a línea de pintura

El último paso dentro del proceso de varios productos que se fabrican en la empresa, es la aplicación de pintura de inmersión resistente a la intemperie, este baño de pintura se realiza mediante un sistema en donde las piezas, son colocadas en bastidores y trasladadas con polipastos a lo largo de un riel guía, posteriormente éstos son sumergidos en una serie de tinas secuenciadas; se empieza con la limpieza del metal en una solución acida, después es enjuagado y la superficie es sellada, inmediatamente es sumergido en pintura líquida para finalmente pasar a un horno de secado. Los productos son posteriormente sujetos con fleje en paquetes de distintas cantidades según sea el caso y el requerimiento del cliente, a continuación son depositados en costales de rafia y a su vez colocados en costales de yute para su embarque.

Compra de máquinas flejadoras y cambio de fleje

Para la operación de empaquetado se utilizaron por muchos años dos máquinas de flejado de la marca SIGNODE® que se mantuvieron sin problemas hasta que fueron descontinuadas, entonces las refacciones comenzaron a escasear hasta que simplemente no las hubo, se fabricaron algunas piezas y otras un poco más genéricas como bandas y rodamientos se lograron sustituir, un pequeño lote se consiguió con un distribuidor en Monterrey, sin embargo para este punto el costo operativo se elevó considerablemente, fue entonces que se decidió renovar los equipos.

Para reemplazarlos se probó una máquina flejadora ligera de la marca DYNARIC® modelo DF30 con capacidad de trabajar con fleje de espesores de 5 mm a 15.5 mm y con una velocidad variable de 25 a 30 ciclos/min, se realizaron las pruebas de amarre, tensión y pegado, se entregaron pruebas a calidad y finalmente se decidió hacer un embarque, una vez comprobado el equipo, se cambiaron todos los equipos.



Figura 3.8.- Flejadoras DYNARIC® al final de la línea de pintura.

Además del cambio de las máquinas se realizó un análisis de precio, se comparó el fleje de la marca CLUBAPROINT® de 1/2" de calibre 0.033" con un costo de 0.29 pesos/m contra un fleje nuevo de marca DYNARIC® de 3/8" calibre 0.022" y un costo de 0.19 pesos/m, y concluyó en un ahorro de 0.1 pesos/m a favor del producto nuevo. En vista que los resultados fueron favorables, se propuso a la gerencia comprar un lote de prueba, para trabajarlo durante un embarque completo y al final se decidió cambiarlo definitivamente.

TABLA 3.1 – Resumen de comparativo de rendimiento de fleje.

	Medida	Calibre	Terminado	Longitud de bobina (m)	Precio (pesos/m)
CLUBAPROINT	1/2"	0.033"	Moletado	1,009	0.29
DYNARIC INC	3/8"	0.022"	Moletado	3,931	0.19

Actualmente ha mejorado el tiempo de ejecución durante el empaque, porque las máquinas proporcionan una cantidad de ciclos/min mayor, y además se ha requerido dedicar menos tiempo de mantenimiento correctivo, ya que se han elaborado planes de mantenimiento preventivo respaldado en las refacciones adecuadas disponibles en almacén.

Implementación de barra conductoras en línea de pintura

Para alimentar los polipastos antes mencionados se utilizaba un sistema tipo FESTOON que a grosso modo se trata de cable plano multi-polo colgante soportado en carretillas que da seguimiento al polipasto desplegando el cable a lo largo del riel guía según se requiera, es muy buen sistema sin embargo requiere de mantenimiento constante porque el cable plano tiende a trozarse por el continuo movimiento de doblado – desdoblado, incrementando este efecto por el calor de las tinas y al igual que el caso del cable multi-polo de las botoneras colgantes es necesario cambiarlo todo el cable aunque se hayan dañado solo algunos polos.

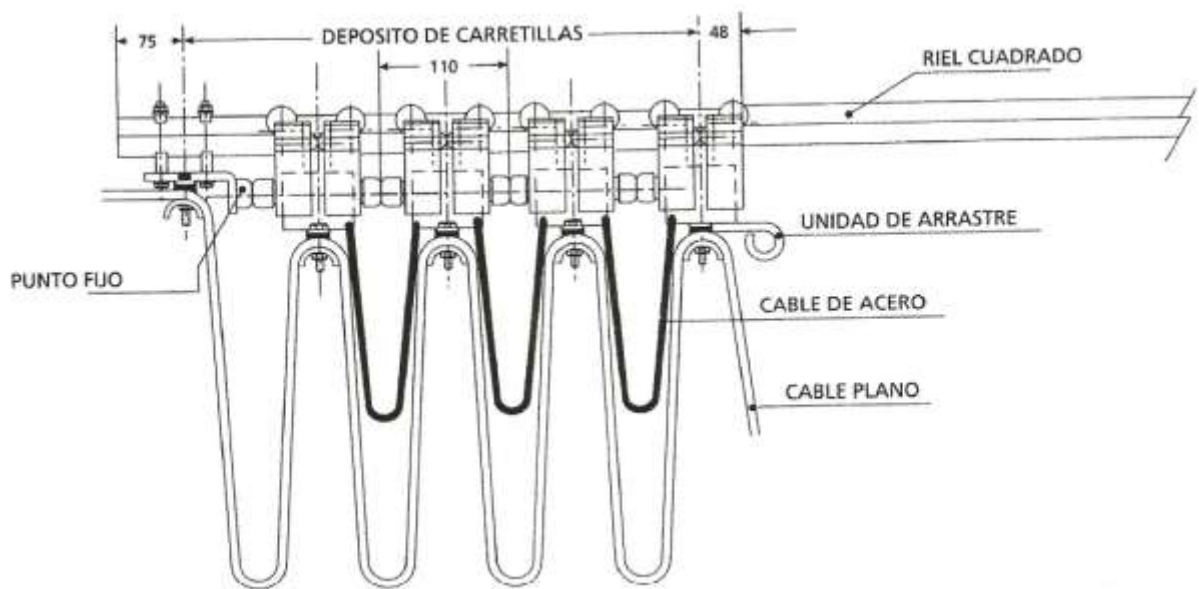


Figura 3.9.- Sistema de alimentación FESTOON (unidades mm)

A partir del conocimiento adquirido en la compra e instalación de la grúa viajera de la nave No. 4, se propuso cambiar el sistema festón por un sistema de barras conductoras de la marca CONDUCTIX® modelo SAFE-LEC 2 de 50 A, para electrificar

los polipastos, este sistema tiene como ventaja principal una gran vida útil de las barras conductoras, además de que el sistema de alimentación como tal se simplifica, pues se requiere de menos piezas para energizar el circuito y una sola línea es suficiente para alimentar varios equipos.

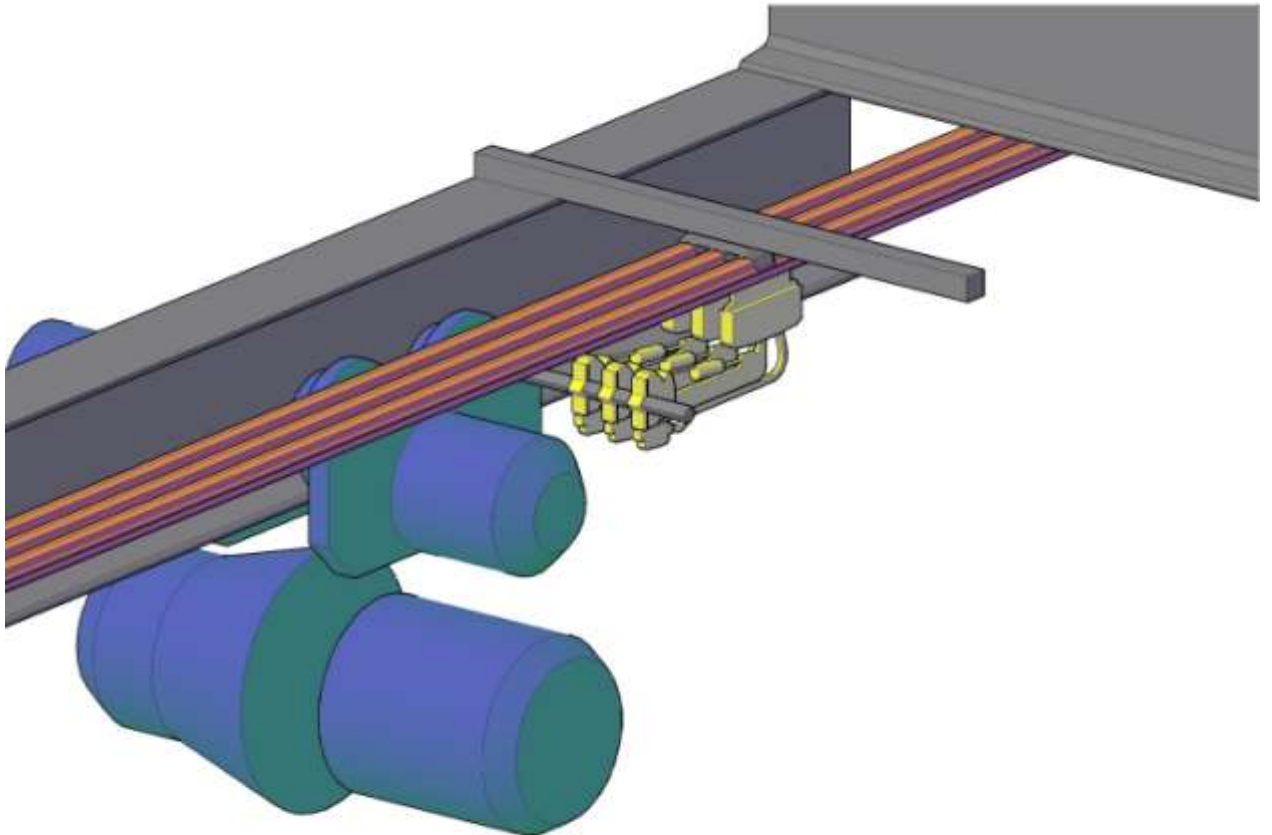


Figura 3.10.- Representación general de sistema de alimentación por barras conductoras.

La seguridad del proceso de pintura también mejoró, porque se evitó tener cable colgante expuesto al calor de las tinas, pues el sistema de barras conductoras se encuentra a 4.0 m de altura alejado de las fuentes de calor, lo suficiente para no ser afectado, por otro lado la simplicidad del sistema facilita el cambio, reducción o aumento del número de polipastos, por consiguiente el riesgo del personal de mantenimiento se redujo, así como el costo de este.



Figura 3.11.- Línea de pintura con sistema de barra conductora implementado

Implementación de bomba de solvente

Como última mejora en la línea de pintura se implementó un sistema de bombeo de solvente hacia la tina de pintura, éste químico tiene la finalidad de adelgazar la pintura para controlar su viscosidad y que la inmersión del producto se realice adecuadamente, este proceso se considera de alto riesgo dentro de la empresa, por la naturaleza inflamable del líquido y porque en la línea de pintura se encuentran instalados quemadores atmosféricos para calentar la solución que limpia al metal y para hornear la pintura.

Hasta entonces el vaciado de solvente en la tina de pintura se realizó con pequeños recipientes a prueba de fuego, sin embargo se mantenían cerca de los operadores generando una condición insegura.



Figura 3.12.- Bomba para solvente a prueba de explosión.

Para mejorar las condiciones de seguridad se adquirió una bomba certificada para trabajar con sustancias inflamables, y a prueba de explosión, el equipo adquirido es de la marca FILL-RITE® modelo FR610G de 15 GPM de capacidad que trabaja con un motor de 1/4HP a 110V, se instaló a la tina con tubería de 1/2" cedula 40 y se acopló al equipo de bombeo mediante una manguera flexible resistente al solvente y protegida con malla de acero, la bomba se conectó directamente al tambó mediante una tuerca unión de 2-1/2" - NPT, con la implementación de este equipo el vaciado del solvente a la tina de pintura se realiza con un mínimo de riesgo, en un menor tiempo y con menor esfuerzo de los usuarios.

CAPÍTULO 4

Año 2013: Construcción de cimentación de prensas de forja de tirafondo

En este capítulo se desarrolla el proceso de construcción de la cimentación de dos prensas de tipo platos de fricción, describiendo el proceso de construcción y cálculo de volumen, además se describen los parámetros para selección de una válvula direccional hidráulica y el proceso de compra de dos prensas mecánicas

4.1 - Cimentación de prensas NOVAEPRESS y BLANCH

Dentro de la línea de producción de los tirafondos y pernos de anclaje para la fijación ferroviaria, se encuentra el proceso de forja en caliente en el que se da forma a la cabeza de los tornillos, para este fin se utilizan dos prensas de 160 t de fuerza en el golpe ambas máquinas de tipo platos de fricción. Debido a una redistribución de maquinaria fue necesario cambiar los dos equipos de posición para mejorar el flujo de material durante la producción, sin embargo antes de realizar la maniobra fue necesario diseñar la cimentación de estas prensas pues no se disponía de un diseño previo.

Durante el diseño de la nueva cimentación se tomo en cuenta el peso en seco de la maquinaria y se respetó una relación 1.5:1 contra la obra civil, es decir, la construcción terminada tuvo un peso 0.5 veces mayor que la máquina, para garantizar la estabilidad del equipo en el momento del golpe, específicamente por la fuerza tangencial generada en el giro del volante.

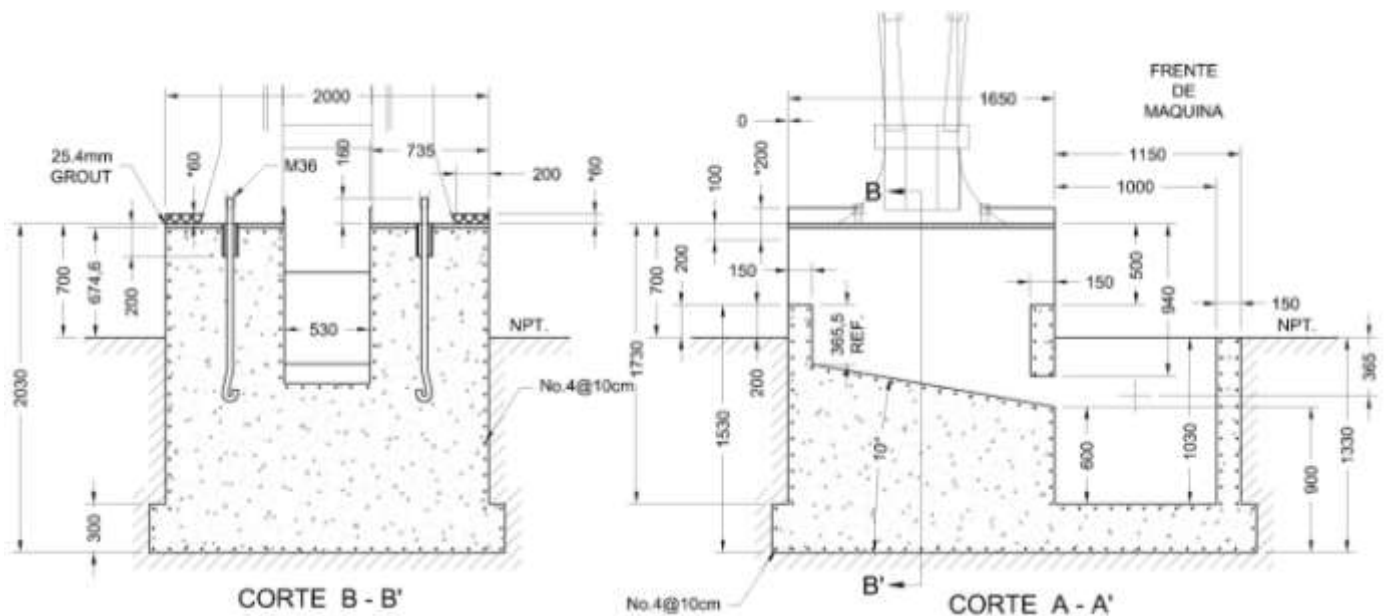


Figura 4.1.- Extracto de plano de cimentación de prensa de fricción NOVAEPRESS de 160 t (acotaciones en mm).

Por otro lado se planeó que la cimentación sobresaliera 0.7 m del nivel de piso terminado, para crear una pendiente suficiente entre la herramienta de forja y el contenedor de descarga, con la finalidad de deslizar el producto una vez forjado, sobre una tolva hacia una tina durante el desalajo del material, impulsado únicamente por la gravedad, de esta manera se pudo prescindir de un operador, pues esta operación originalmente se ejecutaba por dos personas; el operador encargado de alimentar el material incandescente a la máquina y accionar su mecanismo, y un ayudante general encargado de retirar el material forjado desde la herramienta de forja para disponerlo en el contenedor.



Figura 4.2.- Prensa NOVAEPRESS de 160ton y tolva de caída hacia contenedor.

Para lograr que la operación se llevara a cabo de esta manera, además del diseño elevado, fue necesario hacer un chaflán en la punta del botador de material, para que

durante el desalojo éste se direccionara hacia la rampa de caída. También fue necesario implementar un sistema hidráulico en el mecanismo de botado, porque la prensa NOVAEPRESS originalmente utilizaba un botador accionado mecánicamente por el movimiento del carnero en carrera ascendente, además de la opción de utilizar un cilindro neumático, sin embargo, ninguno de estas opciones resultaba viable, pues el primero debía ser sincronizado con la carrera y el neumático no genera la suficiente fuerza para desalojar el producto.

El sistema hidráulico consta de una unidad de potencia de la marca VICKERS® con un depósito para aceite de 80 L, un motor trifásico de 7.5 HP a 440V acoplado directamente a una bomba de paletas con un caudal de 6 gal/min, la potencia es controlada por una electro-válvula diferencial tipo 0 para alimentar un pistón hidráulico de Ø 4" y 8.5" de carrera. Todo el sistema fue calculado para trabajar a 1000 psi como presión nominal, sin embargo se puede generar hasta 2000 psi durante periodos cortos o "picos", como por ejemplo cuando el material se atasca en la herramienta y por fracciones de segundo se requiere de mayor presión.

Es importante señalar que en el mercado existe una gran variedad de electro-válvulas, sin embargo para este proyecto se eligió una tipo "0" en base a su configuración, ya que en posición neutral todos los puertos quedan comunicados, es decir, las terminales A, B y la potencia P generada por la bomba, son direccionadas al tanque T, cuando la válvula no está energizada, por otro lado, cuando es accionada en la posición "a", la presión P alimenta al puerto A y el aceite residual dentro del pistón es desplazado al tanque T, y cuando trabaja en posición "b" la presión P se dirige hacia el puerto B y el residuo de A va hacia el deposito.

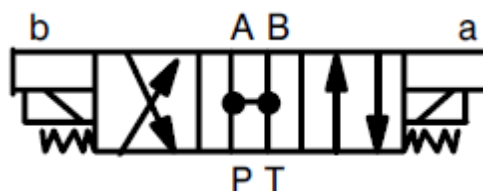


Figura 4.3.- Esquema de válvula tipo "0"

Al inicio la unidad hidráulica fue provista con una válvula tipo "8", con un funcionamiento similar a la tipo "0" pero con la diferencia de que en la posición central, mantenía presurizados los puertos A y B mientras que la presión era dirigida al tanque T, el inconveniente con esta configuración es que cuando el material a forjar, se atascaba en la herramienta, el tiempo de accionamiento del sistema era desfasado hasta el punto en que este lapso, no era suficiente para que el cilindro completara la carrera de regreso. Este retraso a su vez ocasionó que el botador recibiera de lleno el golpe del carnero, pues el cilindro permanecía presurizado mientras que el material a forjar se apoyara solo en la varilla de botado, provocando que ésta se doblara y/o rompiera.

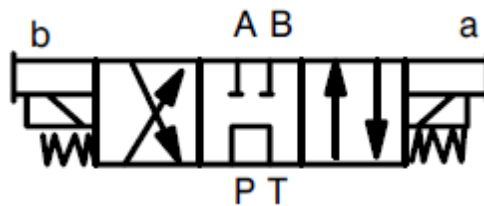


Figura 4.4.- Esquema de válvula tipo "8"

En cambio con la válvula tipo "0" se evitó el daño porque todos los puertos permanecen comunicados en posición neutra, entonces la fuerza descendente del carro de la prensa empuja al botador en lugar de doblarlo y/o romperlo, de regreso a la posición inicial, desplazando el aceite residual al tanque.

Dos semanas posteriores a la entrega del equipo de potencia, y una vez que el equipo trabajó durante varios turnos completos, los empaques del cilindro se holgaron y el vástago del embolo acoplado al botador comenzó a girar por la acción repetitiva, este giro generó una condición insegura de trabajo, porque el elemento rotaba gradualmente hasta alcanzar los 180°, desalojando el material recién forjado e incandescente en dirección del operador. Como primera opción para solucionar el problema, se buscó en el mercado un cilindro que contara con guía en el émbolo o en el vástago para que este no tuviera oportunidad de virar, sin embargo para las aplicaciones hidráulicas no existe esta opción solo en cilindros neumáticos que incluso cuentan con vástagos cuadrados.



Figura 4.5.- Cilindro hidráulico con sistema de guía en prensa BLANCH

Para corregir el problema de giro, se diseñó y fabricó un sistema de guía montado directamente sobre la tapa superior del cilindro hidráulico, éste consiste en un collar con una espiga saliente, montado en el vástago móvil que a su vez hace pasar por en medio de una horquilla fija montada en el cuerpo principal del pistón a lo largo de la carrera efectiva, así de esta manera el movimiento del botador estaría restringido.

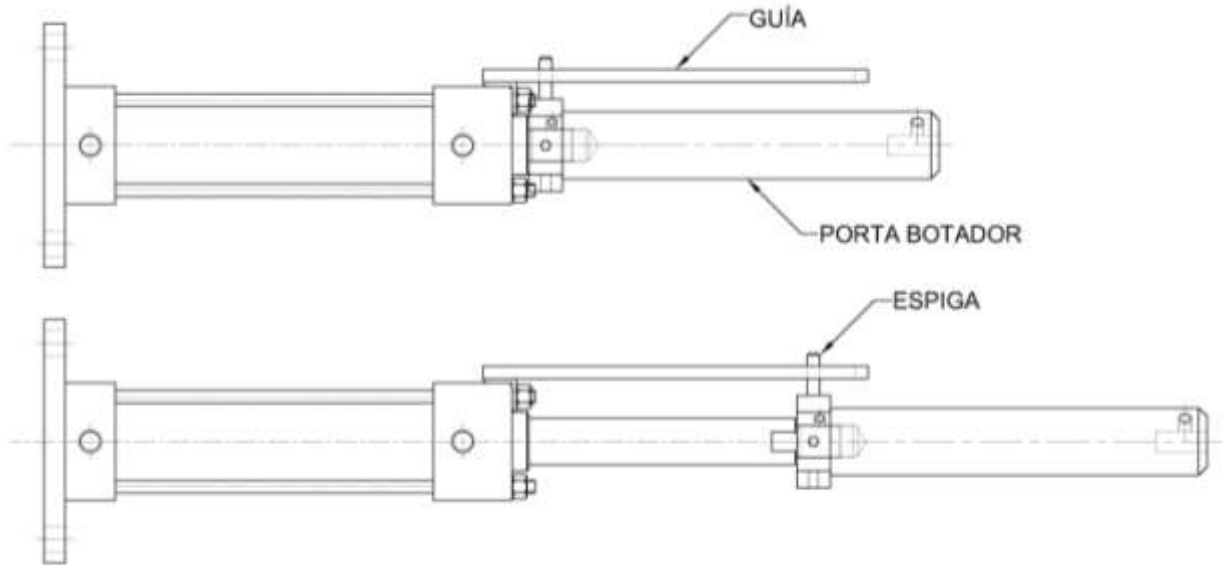


Figura 4.6.- Esquema general de cilindro hidráulico guiado.

4.2 - Selección de prensas mecánicas tipo C de 80, 120 y 160 t y participación en proceso de compra

La adquisición de maquinaria y equipo de la empresa, está a cargo del departamento de ingeniería, ya que es necesario realizar un estudio de características y costos, que faciliten a la gerencia la decisión adecuada. Durante el periodo que abarca este escrito se han comprado distintas prensas mecánicas tipo C, de capacidades que van desde las 80 t para el proceso de desbarbe de tirafondo, hasta las 160 t para el proceso de corte de solera de 1/2" de espesor, que utilizan las anclas como materia prima, las características básicas que se deben considerar en los equipos son:

- La potencia de trabajo; Ésta debe ser 20% superior a la potencia necesaria para realizar el trabajo para prevenir posibles daños a la maquinaria.
- La carrera útil; Muy frecuentemente los equipos se adquieren para reemplazar a los ya existentes, por lo que se debe verificar la carrera de trabajo de la prensa nueva, para no modificar el diseño original de los troqueles o hacerlo lo mínimo posible.
- Las dimensiones de la mesa de trabajo: Al igual que la anterior se debe verificar para que las mismas platinas de los troqueles y herramientas, puedan reutilizarse, modificándose mínimamente.

- Los ciclos por minuto: Este valor es de gran importancia porque afecta directamente el volumen de producción, y por consiguiente en el margen de utilidad y ganancia que proporciona la maquinaria nueva, en este caso práctico, en la mayoría de las adquisiciones se logró mejorar el rendimiento.

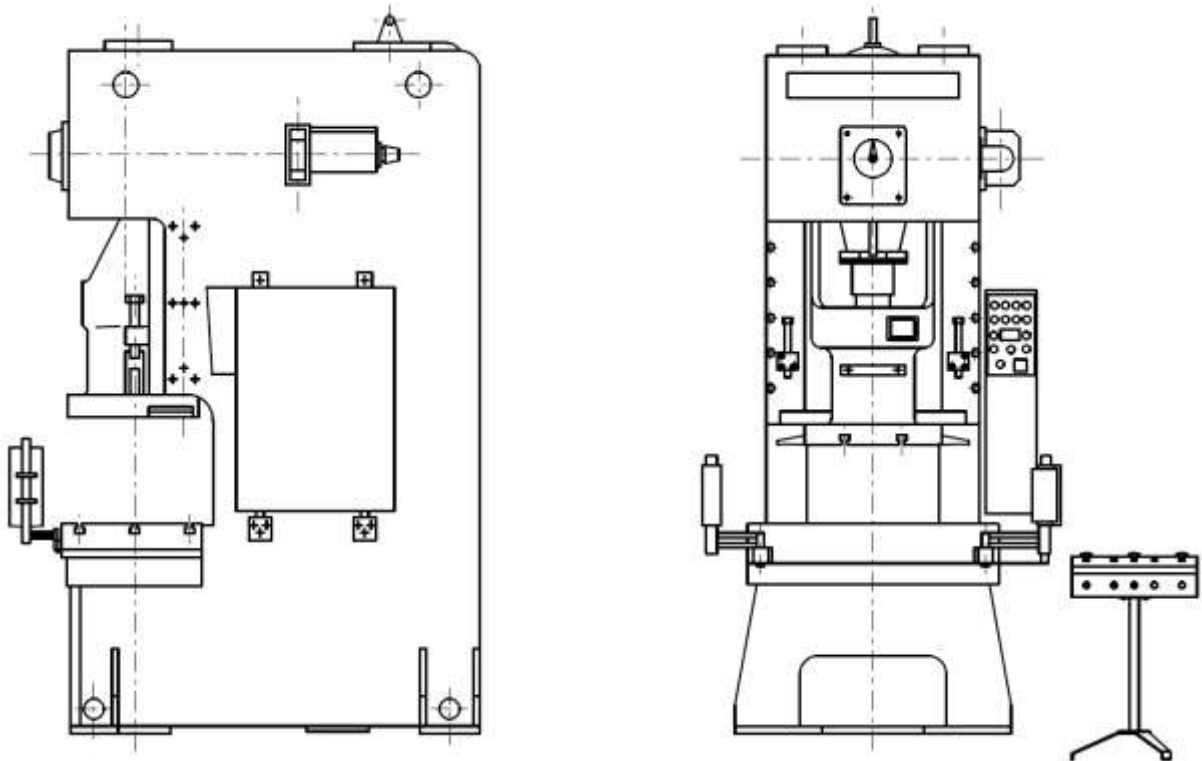


Figura 4.7.- Esquema básico de una prensa mecánica tipo C.

Además de verificar el cumplimiento las características anteriores, y como punto adicional para mejorar las condiciones de seguridad de los operadores, se implementó un sistema de paro de seguridad conocido como; “cortinas de luz infrarroja”, a grosso modo, se trata de un sistema en el que se forma un circuito de luz infrarroja entre dos barras, emisora y receptora respectivamente, delimitando un área específica de trabajo durante la acción de riesgo de la prensa (en este caso la carrera descendente), de tal manera que, si cualquier objeto interrumpe el haz de luz durante la acción de corte, el sistema envía una señal hacia un PLC (Controlador Lógico Programable por sus siglas en inglés), y éste a su vez hacia el relevador que controla al embrague del motor principal, para que el ciclo se interrumpa.

En otras palabras, si el operador mantiene alguna de sus extremidades u objeto cerca del área de corte durante el ciclo, la prensa simplemente no embragará y por ende no realizará ningún movimiento asegurando la integridad física del usuario.



Figura 4.8.- Prensa mecánica tipo C 80 t para desbarbe de material, con sistema de seguridad instalado.

4.3 - Sistema de aire comprimido

Cambio de tanques de almacenaje

Dentro de las instalaciones se requiere el uso de aire comprimido para todos los procesos ya sea para accionar un cilindro, hacer trabajar un embrague o soplar escoria de las herramientas de forja, para este fin se contaba con un sistema conformado por dos compresores de 50 HP y dos tanques de almacenamiento de 500 L cada uno, sin

embargo fue necesario reemplazar éstos últimos porque la norma oficial mexicana NOM-020-STPS-2011 exige dar de baja todos los recipientes sujetos a presión que hayan acumulado 15 años de uso.

Para reemplazar los tanques de aire comprimido se eligió un depósito de 960 L de capacidad, se decidió reducir la cantidad de tanques para que los trámites ante protección civil y la Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS) también disminuyeran, ya que se exige que cada recipiente sujeto a presión, cuente con un permiso y una bitácora en donde se registren trabajos de servicio e incidentes, estos documentos son revisados periódicamente durante visitas de inspección.



Figura 4.8.- Tanque único de aire comprimido de 960 L y compresor "A".

Las ventajas de reducir el número de recipientes a presión dentro de la empresa, se ha reflejado en la disminución del costo de operación, primeramente, se hizo el gasto

de adquisición por un tanque, por otro lado, solo se debe pagar un permiso y se debe llevar a cabo una bitácora, además se requiere de menos accesorios como manómetros y válvulas, por ende el mantenimiento disminuye. Se decidió disminuir la capacidad total de 1000 L a 960 L para evitar entrar en el siguiente nivel de riesgo según la norma antes mencionada, esta medida repercute directamente en el costo anual de licencia de funcionamiento de la empresa.

Cálculo de consumo de aire comprimido

Una vez que se reemplazaron los recipientes a presión, se realizó un análisis de consumo de aire comprimido con la finalidad de justificar el uso simultáneo de ambos compresores, los equipos de compresión son de la marca GARDER DENVER® modelo EAH99C de 50 HP de tipo tornillo y pueden generar 100 psi de presión con un caudal de hasta 229 PCM (pies cúbicos por minuto) cada uno, es decir, ambos equipos entregan 458 PCM a nivel del mar ó 353 PCM al nivel de la ciudad de México.

Para calcular el gasto de aire de toda la planta fue necesario realizar un inventario de todos los elementos neumáticos línea por línea, clasificándolos en tres grupos principales; los freno-embragues de las prensas, los pistones neumáticos y las tomas de aire abiertas a la atmosfera. El cálculo del gasto de los pistones se realiza en función del volumen desplazado y de los ciclos por minuto que este desempeña, además se multiplica por 1 si es de acción simple y o por 2 si es doble (\emptyset cilindro x carrera x ciclos/minuto x tipo de acción), mientras que para el cálculo del gasto de los freno/embrague de las prensas la formula es:

$$Q = (1.5)(V)(p)(f)$$

En donde Q es el gasto en L/min, V el volumen del embrague en L (este dato es tomado del manual de operación suministrado con las prensas), p la presión de trabajo en bars, y f la frecuencia de trabajo por minuto, todo multiplicado por un coeficiente de pérdida de 1.5.

Para el caso de las tomas de aire abiertas a la atmosfera, utilizadas para enfriamiento de herramienta de forja, desalojo de cascarilla y para sopletear, se

tomaron valores de una tabla proporcionada por GARNER DENVER. Para determinar el gasto solo es necesario identificar el diámetro de la toma y la presión del aire, los valores de consumo en éstas últimas resultaron mayores que los freno/embrague y los pistones neumáticos, por esta causa se decidió disminuir el diámetro a todas las tomas abiertas a la atmosfera, así como enfatizar la reparación de fugas de aire.

TABLA 4.1 - Tabla de gastos de aire comprimido

Concepto	Consumo ACFM	Numero tomas	Factor utilización	Consumo ACFM
Cilindros neumáticos y embragues	281.9		0.9	253.7
Tomas de Aire Diámetro 1/4, 40 psi Prueba de intemperie	55.5	1	0.3	13.9
Tomas de Aire Diámetro 1/4, 80 psi				
Laboratorio	98.9	1	0.02	1.6
Grapa	98.9	1	0.02	1.6
Pintura	98.9	1	0.02	1.6
Clavo	98.9	1	0.02	1.6
Tomas de Aire Diámetro 1/8, 80 psi				
Taller Mecánico	26.8	1	0.2	4.5
Tirafondo	26.8	2	0.02	0.9
Ancla	26.8	1	0.1	2.7
Desbarbe tirafondo	26.8	1	0.3	6.7
Línea clip	26.8	3	0.1	6.7
Grapa línea 1	26.8	1	0.3	6.7
Grapa línea 2	26.8	1	0.3	6.7
			TOTAL =	309.0

La suma total del consumo de aire comprimido en la planta fue de 309 PCM al 100% de funcionamiento, contra 353 PCM de capacidad de ambos compresores, esto significa que si el total de los elementos neumáticos, de todas las líneas trabajaran simultáneamente se estaría utilizando el 87% de la capacidad total, por lo que se solo se justifica el uso combinado de ambos compresores en ese escenario, sin embargo se recomienda la compra de un tercer compresor para respaldar a los dos existentes en caso de falla de alguno de ellos.

CAPÍTULO 5

Año 2014: Construcción de la línea de temple de ancla

En esta sección se describirá el proceso llevado a cabo para remodelar la línea de temple y revenido de ancla y grapas, este equipo consta de una tina de temple por inmersión de 10,000 L de capacidad, dos transportadores de malla metálica para desalojo y traslado de materiales y por último un horno de revenido.

5.1 - Sustitución de horno de revenido

El proceso de fabricación de los accesorios ferroviarios a excepción de los tirafondos y pernos requiere de tratamiento térmico, en este caso se realiza un templeado por inmersión en aceite con un revenido posterior por circulación forzada de aire caliente en horno, el procedimiento tiene como finalidad aumentar la dureza del producto y lograr propiedades elásticas al momento en que son montados en vía, para llevar a cabo ambos procesos dentro de la empresa, se disponía de una tina de temple a la salida de la máquina de forjado de ancla y del horno de calentamiento para el temple de grapas.

Dicha tina está situada 2.0 m por debajo del nivel del piso terminado para desplazar el material únicamente por gravedad, después de la inmersión el material era transportado fuera de la tina hacia una serie de canastillas, que a su vez, se transportaban hacia un horno de revenido de 10.0 m de longitud útil, construido en su totalidad de ladrillo refractario con un sistema de combustión atmosférica de gas natural.

En el sistema de combustión atmosférica el oxígeno necesario para mezclarlo con el gas natural, es tomado directamente del ambiente a presión de 1 atmósfera (de ahí su nombre), este método tiene como principal ventaja la simplicidad de operación y ajuste, pues solo es necesario regular la cantidad de gas para controlar el calor generado, además, de que se requieren menos elementos para hacer funcionar al equipo y por ende menos mantenimiento, sin embargo, la eficiencia es baja comparado con sistemas avanzados de admisión forzada de aire, en los que la relación calor generado y consumo de combustible se reduce, y además éstos son controlados por sistemas automatizados que compensan los cambios de temperatura instantáneamente, reflejándose directamente en la calidad de los productos procesados. Esta serie de factores llevaron a la dirección a tomar la decisión de renovar la línea completa de temple de ancla, reemplazando; la tina de temple, el transportador de salida, e implementando un sistema de lavado de piezas en un transportador horizontal.

Desmantelamiento de línea obsoleta de temple.

Con la finalidad de reducir tiempos muertos de producción, se planeó fabricar la tina nueva y sus transportadores en otra nave para después solo moverlos a su posición correspondiente, por otro lado el horno de revenido fue construido de manera paralela al actual, en este caso no pudo ser construido muy lejos de su posición final ya que la maniobra de reubicación habría sido muy complicada debido a su peso de más de 10 t y a su longitud de 12 m.

Una vez construidos los equipos nuevos se procedió a desmantelar el horno de revenido obsoleto, así como la campana y chimeneas de extracción de humos, se retiró el equipo que fue posible mover con los recursos internos, es decir; dos montacargas de 2.7 t de capacidad, para el equipo más pesado como el casco de temple original fue necesario contratar una grúa, pues su peso era próximo a 8 t.

Después de retirar la tina de temple obsoleta se demolió la plancha de concreto que servía como base, se preparó el terreno extrayendo el fango y rellenando con tepetate, éste fue compactado y nivelado para colocar piso nuevo. El nuevo equipo mide 4.2 m de largo por 1.8 m de ancho y 2.1 m de alto, está fabricada de placa de acero comercial de 1/4" de espesor, y cuenta con dos compuertas, una al costado oriente al nivel del eje del transportador de salida y otra en la cara norte, ambas para brindar servicio en caso de atasco o desalojo rutinario de escoria, además de una brida para tubería de Ø 8" para conectar un sistema de recirculación de aceite con la finalidad de controlar y homogenizar la temperatura del fluido, pues este factor es precisamente el que afectaba el producto con el arreglo anterior, finalmente se soldaron boquillas a 0.5 m del piso de la tina para instalar los termopares del sistema de control de temperatura.



Figura 5.1.- Preparación de piso de fosa de tina de temple para equipo nuevo.

El sistema de control de temperatura funciona bajo el mismo principio que un termostato en un calentador de agua casero, solo que en este caso no se controla la fuente de calor sino el sistema de enfriamiento, es decir, se sondea la temperatura con un termopar tipo J (con un rango de trabajo de -190°C a 760°C), la medición es interpretada por un controlador de flama similar a los utilizados en los hornos, en este caso de la marca PARTLOW modelo 1400+, éste dispositivo está calibrado de tal manera que cuando el aceite de temple sobrepasa los 65°C , hace funcionar un sistema de bombeo de 15 HP conectado a un intercambiador de calor de flujo cruzado agua-aceite, a su vez el agua del intercambiador de calor es enfriada por una torre de enfriamiento, por otro lado, cuando la temperatura baja hasta los 60°C el control, desactiva al equipo de bombeo.

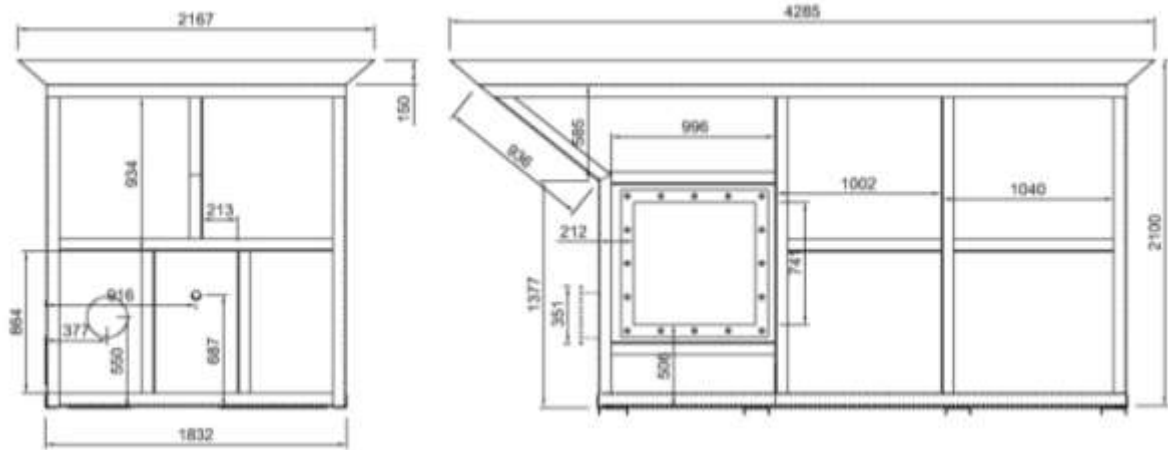


Figura 5.2.- Extracto de plano de fabricación de tina de temple (mm)

Instalación de transportador de salida.

Con la tina de aceite en posición, conectada y nivelada se introdujo dentro de ésta el transportador de salida, tiene una longitud de 7.5 m y 1.6 m de ancho, 4.4 m de altura y un ángulo de salida de 34°, la estructura de carga principal fue fabricada de viga IPR de 6" x 20 lb/ft, además de ángulo de 4" como guías para cadena especial paso 6" con malla de acero al carbón, el sistema motriz está compuesto por un moto-reductor marca ROSSI® de 0.75 HP de potencia a 440 V y 1720 rpm de entrada y 1 rpm de salida, es decir, relación 1:1720 y 85000 lb-in de torque, se estableció esta velocidad de salida para que la velocidad lineal final del transportador fuera de 0.5 m/min y de esta manera no sobrepasar la capacidad del horno de revenido de 1000 kg/hr.

Para calcular la velocidad lineal se utilizó la fórmula:

$$v = wr$$

En donde;

w = velocidad angular (rad/seg)

r = radio de giro (m/seg)

Sin embargo como se tiene que $w = 1 \text{ rpm} = 0.10 \text{ rad/seg}$ y la velocidad lineal deseada $v = a 0.5 \text{ m/min} = 0.008 \text{ m/seg}$, de la formula se despeja r resultando:

$$r = v/w$$

De tal manera que: $r = (0.008 \text{ m/seg})/(0.10 \text{ rad/seg}) = 0.08 \text{ m}$ ó $\text{Ø}=0.16\text{m}$, por lo tanto se consideró utilizar catarinas con diámetro de trabajo de 0.16 m para lograr la velocidad necesaria, o en su defecto conservar la relación de reducción.



Figura 5.3.- Transportador de salida instalado en tina e intercambiador de calor.

La transmisión de potencia se realiza mediante cadena paso 100 estándar y catarinas 100B13 (13 dientes paso 100 con mamelón en un solo lado) en la flecha motriz y 100B19 (19 dientes paso 100 con mamelón) en la flecha conducida, en el elemento de potencia se implemento además un sistema de perno al corte, en el que el

mamelón con el cuñero es separado del cuerpo principal y el disco dentado resultante es acoplado únicamente con dos tornillos, diseñado para que el esfuerzo cortante sea igual o un poco mayor al requerido para mover el sistema completo, todo con la finalidad de romperse cuando se exceda la carga límite, desconectando la transmisión inmediatamente y así proteger la banda, cadena, reductor y/o cualquier otro elemento que pueda ser dañado durante un atasco o sobrecarga, se decidió utilizar este tipo de protección mecánica por el bajo costo en comparación a un equipo de seguridad electrónico.

Instalación de transportador horizontal de lavado.

Durante la planeación inicial se tenía considerado implementar un sistema de lavado de piezas, en el que se haría pasar el material por cortinas de agua mientras se desplazaba sobre un transportador horizontal, para limpiar los residuos de aceite de temple de las piezas en proceso, con la única finalidad de reducir al máximo la emanación de humos desprendidos por la combustión del aceite al momento de ingresar al horno de revenido, sin embargo durante el periodo de prueba pudo comprobarse que a causa de la longitud y baja velocidad del transportador gran parte del aceite escurría por gravedad y el humo desprendido era técnicamente nulo.

Por lo anterior el sistema de lavado como tal, fue suspendió y en su lugar solo fue necesario modificar mínimamente el transportador, colocando lámina galvanizada a manera de charola recolectora de aceite y escoria residual del producto.

El transportador horizontal tiene una longitud de 8.4 m y 1.4 m de ancho, la altura al centro de la banda es de 1.9 m y utiliza malla de acero al carbón montada en cadena paso 6", se decidió utilizar los mismos elementos de transmisión como catarinas, malla, cadena y moto-reductor con la finalidad de tener completa compatibilidad, para tener un menor inventario de refacciones. El equipo fue fabricado principalmente de viga IPR de 6" x 20 lb/ft para las columnas de carga mientras que para las guías se utilizó canal 4" x 5.4 lb/ft y ángulo de 4" x 3/8", las flechas utilizadas como eje de la banda se fabricaron de acero 4140-T de Ø 3", y para soportar el ensamble se utilizaron chumaceras marca DODGE® modelo SCM 3" de uso rudo para piso y chumaceras modelo SCM 2-15/16".



Figura 5.4.- Transportador horizontal de lavado con charola recolectora de aceite.

Fabricación e instalación de horno de revenido.

El horno de revenido fue construido en base a un horno existente en otra empresa que forma parte del corporativo, con la principal diferencia que en lugar de ser construido con ladrillo refractario, se utilizó fibra cerámica y que la longitud total se duplico para ajustarse al tonelaje requerido por hora, los planos fueron facilitados de forma impresa por lo que además se utilizó software CAD, primero para digitalizarlo y poder manipularlo para generar el plano definitivo.

Después del diseño y como primer paso para la fabricación, se utilizó un diagrama de Gantt como herramienta de planeación, que abarcó el proyecto completo, desde la compra del material estándar como catarinas, cadena de transmisión de potencia, chumaceras de grafito, tornillería etc., hasta la administración de tiempos de fabricación

de elementos especiales que tuvieron que ser maquinados, tales como flechas, rodillos y ventiladores, ya por último fueron considerados los tiempos de compra de materia prima común, como placa negra, ángulo, solera, canal, viga y material refractario.

Se enfatizó la gestión en la compra de materiales con tiempo de entrega extenso, como las chumaceras de grafito y la banda de acero inoxidable que lleva el horno al interior, pues en promedio tardan 16 semanas en ser entregadas, además del maquinado de los rodillos que aunque no tienen un diseño complejo, la cantidad de estos dificultó la entrega, en total se usaron 40 rodillos de 1.5 m de largo y 0.063 m de diámetro, y dos más de 1.5 m de largo y 1 m de diámetro. Por otro lado la adquisición del sistema de combustión tuvo que ser coordinada con un proveedor externo, el sistema a grosso modo está compuesto de; 4 quemadores de gas natural, 2 termopares tipo K, 2 módulos de control de flama, 4 sensores de flama, 4 válvulas solenoides para controlar el flujo de gas, y un turbo-soplador como fuente de aire para la combustión.

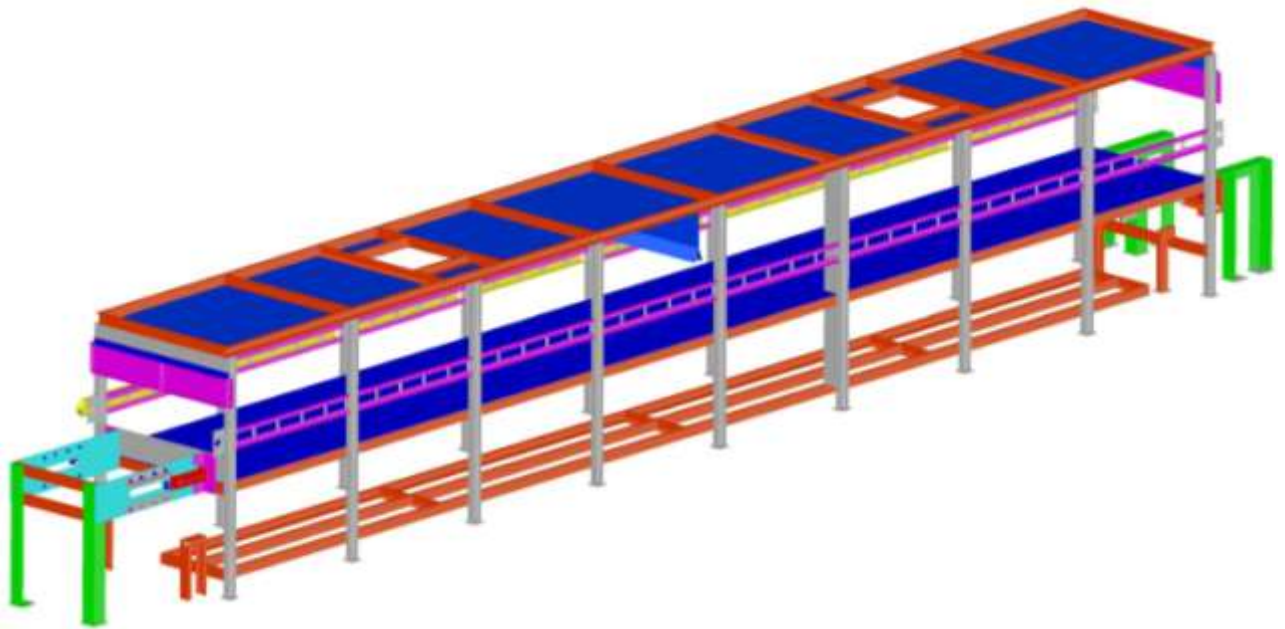


Figura 5.5.- Estructura metálica de horno de revenido de 12m.

Después de que el material ferretero fue recibido en su totalidad, se procedió a fabricar la estructura metálica del cuerpo del horno, éste tiene 13.6 m de longitud, con módulos para los rodillos motriz y conducido de 0.9 m y 1.5 m en la entrada y salida

respectivamente, sumando un total de 16.0 m de punta a punta, y 1.7 m en la parte más ancha con una altura total de 2.4 m, la altura al eje de la banda es 1.5 m, el cuerpo principal fue elaborado con postes de viga IPR ligera de 4", sujetos con canal C de 4" por la mitad, para soportar placa de 5/16" de espesor utilizada como piso de la bóveda y en el techo, en el caso de la cama de rodillo se utilizó ángulo de 2" x 1/4" en donde se colocaron las chumaceras tipo pared de grafito. Se utilizaron este tipo de chumaceras para evitar que el calor conducido del cuerpo del horno hacia los rodillos, afectara el funcionamiento de chumaceras convencionales, pues el calor provocaría la dilatación de la espiga de la flecha y ocasionaría atascos constantes.

Para los módulos y base del moto-reductor se utilizó ángulo de 6" x 1/2" y canal de 4", en el caso del soporte para el rodillo conducido fue utilizada además placa de 3/8" en la que se monto un sistema de guía correspondiente a la tensión de la banda, las paredes fueron hechas de placa de 1/8" para poder recibir la fibra cerámica, siguiendo el mismo procedimiento descrito en el capítulo 1, en el caso del techo se optó por placa de 1/4" de espesor, para soportar los ventiladores del sistema de combustión encargados de la circulación forzada del aire caliente para el revenido.

En el sistema de transmisión para respetar la compatibilidad antes mencionada se colocó un moto-reductor marca ROSSI® de características similares al utilizado en el transportador de salida, pero en este caso se utilizaron catarinas 50B15 en cada rodillo del soporte de la banda, y una catarina 100C58 como piñon en el rodillo motriz, fue necesario además utilizar un sistema de reducción entre catarinas (ver Tabla 5.1) para lograr un tiempo total de recorrido de 58.9 min desde que el materia entra al horno y hasta que cae al contenedor de salida.

Al finalizar la colocación de la transmisión, se instaló una banda metálica de acero inoxidable tipo 304 elegido de ésta calidad, para que la temperatura de trabajo del horno (500°C) no disminuya su resistencia mecánica pues éste acero soporta hasta 900°C en trabajo continuo, antes de comenzar a perder sus propiedades. Dicha banda es de tipo B30-24-12-12 esto significa que en 1pie² habrá 30 alambres calibre 12 tejidos horizontalmente y 24 de calibre 12 tejidos verticalmente, el ancho de la malla es de

35.5" y además cuenta proyecciones de 3.5" a manera de contención para que el material vaciado a granel, no caiga por los extremos.

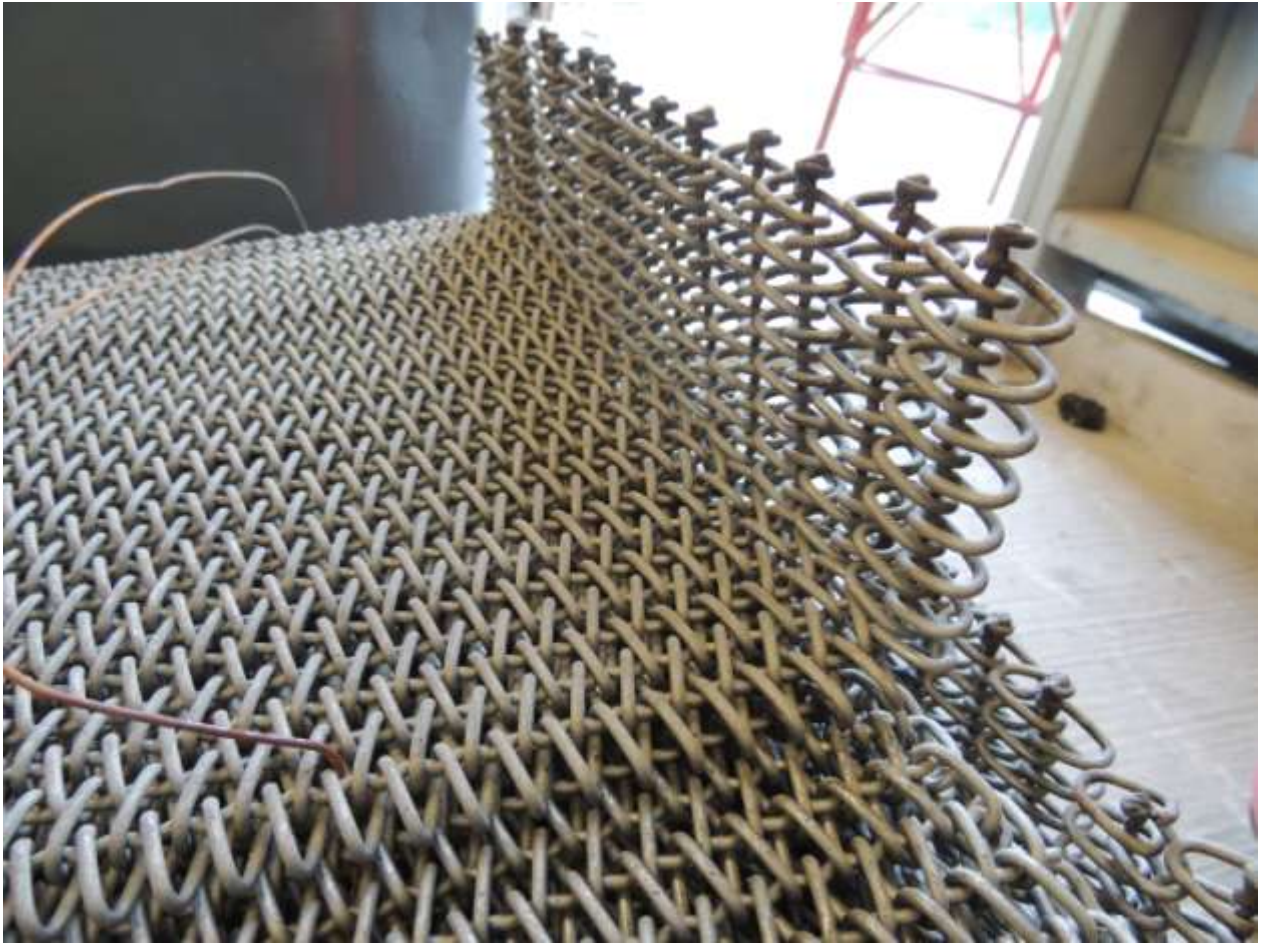


Figura 5.6.- Banda metálica acero inoxidable 314 de horno de revenido.

Para montar la banda sobre los rodillos a lo largo del horno, fue necesario utilizar un malacate para introducir la malla jalándola por el extremo de la descarga, fue necesario el uso de esta herramienta pues aunque el tejido de alambre es abierto, el peso total de la banda es 1 t lo que imposibilita su libre maniobra, después de ser completamente introducida por el lado de la descarga, se cuidadosamente se tejió el inicio y el fin formando una banda sin fin. Ya que la todos los elementos fueron colocados incluido el sistema de aislamiento térmico de fibra cerámica, se dio paso al personal externo para que instalara el sistema de combustión.

Tabla 5.1 Detalle de sistema de transmisión de cama de rodillos y rodillo motriz.

Condiciones requeridas	
Longitud útil de horno (pulgadas)	540
Tiempo requerido (minutos)	60
Ø rodillo motriz (pulgadas)	29
Velocidad rodillo motriz (rpm)	0.099
Ø rodillo de mando y seguidores(pulgadas)	2.500
Velocidad rodillo motriz (rpm)	1.146
Condiciones entregadas	
No. Dientes de catarina de salida de reductor	12
No. Dientes de catarina de entrada a flecha intermedia	36
Velocidad entrada flecha intermedia (rpm)	0.486
No. Dientes de catarina de salida flecha intermedia	12
No. Dientes catarina salida rodillo motriz	58
Velocidad rodillo motriz (rpm)	0.101
No. Dientes catarina salida flecha intermedia para rodillo de mando	36
No. Dientes catarina entrada rodillo de mando	15
Velocidad rodillo motriz de cama (rpm)	1.167
Tiempo final rodillo motriz (min)	58.93
Tiempo final cama rodillos (min)	58.93

Finalmente todos los elementos fueron puestos en posición, y se probaron por separado los diferentes sistemas del horno como, la transmisión de la cama de rodillos, la combustión, los controles de temperatura, así como la línea de temple en general, durante los primeros arranques se presentaron problemas menores con la alineación de la banda metálica del horno de revenido y atascos de material en el transportador de salida, que se resolvieron en forma y tiempo, por otro lado la línea completa cumple proporcionando los 1000 kg/hr de producción tanto de ancla como de grapa y refuerzo.



Figura 5.7.- Línea de temple y revenido de ancla a la izquierda y línea de temple y revenido de grapa a la derecha.

5.2 - Elaboración y ejecución de programas de mantenimiento

Para el departamento de mantenimiento se elaboran los programas de correspondientes a los periodos de semana santa y fin de año en donde se aprovecha como en muchas otras empresas del periodo vacacional para poder detener líneas de producción y realizar mantenimiento preventivo, además de implementar equipo y/o herramienta de prueba.

Para determinar a qué máquinas y que componentes debe darse mantenimiento se toma en cuenta algunos factores como; horas-turnos trabajados en línea, tiempos de reemplazo de piezas recomendados por el fabricante, reportes de fallas por parte de los operadores y supervisores de producción, revisión y medición de partes móviles de desgaste como bujes, chumaceras de bronce y correderas de nylon u otros materiales dúctiles.

Antes de comenzar con los trabajos y una vez identificadas los equipos a los que se aplicará mantenimiento se debe reportar y solicitar las refacciones y consumibles necesarios, además de fabricar o recuperar las piezas únicas de la máquina, en este paso se recurre al uso de la metrología para hacer levantamientos físicos y del software CAD para la elaboración de planos para talleres metal-mecánicos, además de pasar a la base de datos del departamento de ingeniería, una vez que se cuenta con los elementos necesarios para el mantenimiento se coordina su ejecución con los mecánicos y supervisa para asegurar el correcto cumplimiento.

Para que la futura operación de los diversos equipos se lleve a cabo sin contratiempos, además se diseñó e implementó un programa de lubricación, ya que suele minimizarse la importancia de esta actividad cuando es de prioridad mayor, pues de esta dependerán buena parte de los mantenimientos correctivos y por ende tiene relación directa con la disminución de costos de fabricación, dicho programa es de duración mensual y está basado mayormente en las tablas de lubricación provistas por el fabricante, abarca los equipos clave desde la línea de corte hasta los extractores de la línea de pintura, se decidió además incluir la revisión de graseras, bandas, tuberías, filtro lubricador regulador de aire y hasta la revisión de extintores.

CONCLUSIÓN

Con lo anterior finaliza el informe del ejercicio profesional realizado dentro de la empresa NYLCO MEXICANA S.A. DE C.V., comprendido desde el año 2010 hasta el año 2015, durante este periodo he aplicado los conocimientos adquiridos de las áreas de manufactura, materiales, administración, física, diseño mecánico y diseño asistido por computadora, además de ahondar en materia de hidráulica y neumática, todas conformadas dentro la carrera Ingeniería Mecánica Eléctrica.

Por otro lado, los ingenieros con los que he laborado me han dado la oportunidad de aprender de su experiencia, y me han instruido para reconocer la información clave para la aplicación de la teoría, durante la resolución de problemas, sobre todo en los de carácter imprevisto, además de enseñarme aspectos poco abordados durante la carrera como lo es el manejo de personal, tanto subordinado como de rango superior, incluso a los proveedores y clientes, complementando el conocimiento profesional.

El departamento de ingeniería en esta empresa, ha requerido de un perfil dinámico que se acople a distintas necesidades enfocadas siempre a la mejora continua, los proyectos desarrollados en este lapso aunque similares en fundamentos, han sido como se pudo apreciar durante este escrito, completamente distintos entre sí, por lo que se exige además que se revisen distintas áreas de aplicación de la ingeniería y que se explote el lado investigador y autodidacta del ingeniero mecánico.

Los proyectos antes mencionados han logrado el objetivo de brindar mejora continua a la empresa, algunos de estos requieren ahora de un seguimiento constante para asegurar que su desempeño no decaiga, sobre todo en el aspecto de mantenimiento, la labor de diseño debe extenderse hasta ésta última área y proveer al departamento encargado de la información para mantener equipos e instalaciones, esta información comúnmente se compone de manuales, hojas de lubricación, calendarios de recambio de refacciones y diagramas explosivos (si son requeridos).