



T
621.859
ch 512

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Mecánica

" CONSTRUCCION DE UNA CADENA TRANSPORTADORA REDLER T101
(MALTERIA) PARA LA COMPAÑIA DE CERVEZAS NACIONALES PLANTA
PASCUALES".

INFORME TECNICO

Previo a la obtención del Título de :

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

GRIMALDI CHAVEZ PAZMIRO

GUAYAQUIL - ECUADOR

1989

AGRADECIMIENTO

Al ING. ERNESTO MARTINEZ
Director de Informe Técnico,
por su valiosa y desinteresada ayuda en la
elaboración del presente
Informe Técnico.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Quienes siempre me bendicen
Y me han dado todo sin pedirme nada,
dedico este trabajo que es fruto
del amor y cariño de ellos,
que siempre me brindan.

A MI HERMANA

A quien la quiero mucho, le digo
"Nunca es tarde, para alcanzar una meta"
le ofrezco este ejemplo, de optimismo
por hallar paz y tranquilidad
en el estudio, y en nosotros mismos.

A MI ESPOSA

Que siempre le entrego mi corazón, amor y cariño
por su mirada, sonrisa y dulce compañía
ahora, le entrego este gran sacrificio
y que con su comprensión
tengo una gran satisfacción.

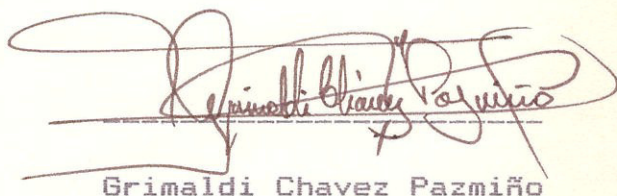
A MIS HIJOS

Por quienes ruego un cúmulo de bendiciones
ahora me toca darles todo sin pedirles nada
que sirva de ejemplo y orgullo,
porque yo como padre
entregaré lo mejor para ellos.

DECLARACION EXPRESA

" La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Informe, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).



Grimaldi Chavez Pazmiño



Ing. Nelson Cevallos
DECANO



Ing. Ernesto Martínez
DIRECTOR INFORME



Ing. Manuel Helguero
MIEMBRO TRIBUNAL

costos, pero no fue factible.

RESUMEN

El presente informe trata sobre la construcción de una cadena transportadora de cebada Redler T101, bajo el análisis de los problemas ocasionados por fallas en el proceso de funcionamiento del transportador, siendo estos, económicos y operacionales ya que existía discontinuidad en el proceso general de producción, ya que generaba cambios operacionales en cada una de las etapas de preparación de la cebada germinada (remojo, germinación, tostado y transportación).

Por fallas de funcionamiento de la cadena transportadora Redler T101 (generalmente ruptura), la cebada en algunos casos críticos, tenía que permanecer en los saladines, bodega donde la cebada es germinada o madurada artificialmente a base de cambios de temperatura, descontinuando el proceso de producción, ocasionando pérdidas considerables. Por lo tanto se procedió a construir una nueva cadena de transportación de cebada.

Los componentes originales de la cadena transportadora T101 eran de Acero al carbono negro (A36), los pines y bocines eran las partes más afectadas por el uso y la corrosión, en la nueva construcción de la cadena se previno lo anterior y se seleccionó el material y el tratamiento térmico para lograr una mayor resistencia al desgaste, sin disminuir su tenacidad. Otra alternativa era construirlos de acero inoxidable, pero analizando

3.3. Análisis del tratamiento térmico selec-	
cionado	
3.4. Acoplamiento de la cadena transportadora	
4. MONTAJE DE NUEVA CADENA TRANSPORTADORA T101	
4.1. Cronograma de montaje	
4.2. Reemplazo de cadena en etapas	
4.3. Mejoras para un rápido montaje	

RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

INDICE DE FIGURAS

- Fig. 1. 1. Esquema de fabricación.
- Fig. 2. 1. Cadena de transportador Redler.
- Fig. 2. 2. Pines.
- Fig. 2. 3. Bocines.
- Fig. 2. 4. Bocín deslizante.
- Fig. 2. 5. Eslabón de cadena.
- Fig. 2. 6. Eslabones de arrastre.
- Fig. 2. 7. Eslabones deslizantes.
- Fig. 2. 8. Suela y platina.
- Fig. 2. 9. a. Metalizado
b. Revestimiento metálico por llama
c. Arco de plasma
- Fig. 3. 1. a. Punzones de los pines en los eslabones de arrastre.
- Fig. 3. 1. b. Punzones de los bocines en los eslabones de acople.
- Fig. 4. 1. Diagrama de Gantt.
- Fig. 4. 2. Pines pasantes.

ANTECEDENTES

La principal materia prima para la elaboración de la cerveza, es la CEBADA GERMINADA, conocida como MALTA, la misma que tiene las siguientes etapas de preparación:

- Almacenaje y aireación
- Remojo
- Germinación o maduración
- Tostado
- Transportación
- Separación del germen.



BIBLIOTECA

La recepción de la cebada, para su almacenaje y aireación se la realiza con un transportador de canastilla, en silos.

Alrededor de 70 toneladas son enviadas a los tanques de remojo, las mismas que después de 24 horas son enviadas a la bodega de los saladines, donde se programa su germinación artificial a base de cambios de temperatura. En los saladines, el exceso de agua se elimina o filtra, y la etapa de germinación se inicia roceando agua fría, durante unas 120 hrs, luego de este tiempo el grano de cebada ha germinado y de éste se ha desprendido una pelusa o raicilla.

La etapa de tostado, comienza con el envío de aire caliente durante 22 hrs.

Esta Malta es movilizada por medio del transportador

Redler T101 a la etapa de separación del germen, donde por medio de molinos con tamices cilíndricos se termina de separar la raicilla.

El proceso de transportación de cebada, se interrumpía frecuentemente debido a la ruptura de la cadena, ésta falla no se debía únicamente a su uso sino también a un acelerado desarrollo de la corrosión, siendo el agua y la humedad la causa principal para su deterioro general, la ruptura es un problema de envergadura porque genera graves consecuencias como son cambios en las fases de operación, discontinuación en el proceso general de producción, etc.

La Empresa de Cervezas Nacionales Planta Pascuales, iba adquiriendo pérdidas económicas considerables debido a lo antes mencionado, y necesitaba soluciones inmediatas, entre las que se plantearon tenemos:

- Importar una nueva cadena
- Construir localmente una nueva cadena
- Supervisar el funcionamiento de la cadena con el debido mantenimiento correctivo requerido.

Lo importante era evitar las pérdidas económicas, por lo que se decidió por la alternativa de la construcción local, realizándola rápidamente sin dejar a un lado la calidad técnica ingenieril.

CAPITULO I

ANALISIS DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS

Los procesos para la elaboración de la cerveza son:

- Preparación de la cebada
- Cocimiento
- Enfriamiento
- Fermentación
- Embotellamiento



BIBLIOTECA

Preparación de la cebada.— El proceso de preparación de la cebada consiste en, artificialmente hacer madurar la cebada, conocida como cebada germinada, este proceso se lo lleva a cabo en un área conocida como "maltería". La cebada cruda se la almacena en silos de 1000 m³ con aireación, de donde se la envía a unos tanques de agua, absorbiendo humedad durante 22 horas, esta etapa se la conoce como remojo; después de esto llega a los saladines, donde se trata de homogenizar la cebada, aquí se rocea agua helada a 4°C durante 120 horas, simultáneamente se va filtrando el agua, esta etapa se la conoce como germinación (grano de cebada con pelusa o raicilla); en estos mismos saladines se realiza la etapa de tostado, con transferencia de aire caliente a 130°C (vapor de

agua), de esta manera la cebada adquiere una temperatura de 80°C; la cebada una vez germinada es movilizada por medio de la cadena transportadora de cebada Redler T101 hacia unos cilindros con tamices que separan la raicilla o germen; obteniendo la malta, para ser procesada junto con otros ingredientes en la sección de cocimiento. En maltería estas etapas están bien diferenciadas y seccionadas de la siguiente manera:

- Almacenaje y aireación
- Remojo
- Germinación
- Tostado
- Transportación
- Separación del germen

Cocimiento.- En esta sección existen 5 etapas realizadas en tanques de acero inoxidable; los ingredientes como arroz, yuca, azúcar, lúpulo y agua son utilizados directamente a la llegada de la malta. A continuación describimos las etapas de cocimiento:

- Mezclado de materias primas
- Homogenización de la materia prima
- Cocción y aumento de malta
- Filtrado y adición de lúpulo
- Cocimiento final. Obtención de mosto.



BIBLIOTECA

Enfriamiento.- Este proceso tiene 3 etapas muy bien diferenciadas, como son:

- Recepción de mosto
- Enfriamiento a 25°C
- Filtrado

Fermentación.- El proceso de fermentación se lo realiza en unos tanques de 35 m de altura y 18 m de diámetro, por cuyo alrededor pasan unos serpentines de enfriamiento que utilizan como refrigerante el amoníaco; con cambios de temperatura y tiempo determinados, ocurren las etapas de fermentación, las mismas que son:

- 5°C durante 48 hrs. Asentamiento de levadura.
- 10°C durante 96 hrs. Desprendimiento de CO₂.

Los tanques tienen tres secciones de serpentines, que están a diferentes temperaturas, para homogenizar la temperatura interna del mosto, generalmente está controlado con sistemas electrónicos que varían la temperatura de los serpentines de amoníaco, por ejemplo en la parte superior del tanque, está a 5°C; en la sección media a 10°C y en la sección inferior a 15°C; debajo de este serpentín está el cono donde se deposita la levadura a 0°C. Cuando ha desprendido todo su alcance de CO₂, prácticamente, ya ha sido fermentado el mosto o cerveza y está lista para ser embotellada.

Embotellamiento.- Este proceso es una fábrica aparte, tiene también su papel importante de producción ya que es la sección final lista para la venta. Así mismo tiene sus etapas, a saber:

- Desencajonadora
- Lavado de botellas
- Control de limpieza
- Llenadora de cerveza
- Control de nivel de envase
- Taponadora
- Etiquetadora

1.2. PROBLEMAS POR FALLAS DE LA CADENA TRANSPORTADORA DE CEBADA T101.

La cadena transportadora de cebada T101 fallaba por ruptura, esto ocurría porque sus componentes principalmente pines y bocines, se encontraban completamente deteriorados.

El agua había ingresado en el sistema de transportación, por la losa que separa el agua filtrada en los saladines y por los bocatomas de los mismos, pues muchas de ellas habían perdido la hermeticidad.

Todas estas causas fueron acelerando el deterioro de la cadena, por efectos de corrosión, llegando hasta su ruptura. Consecuentemente era un problema muy serio y de gran envergadura; ya que las pérdidas

económicas, iban siendo considerables, aumentaron los gastos de operación y la paralización de la elaboración de mosto era notoria, por lo siguiente:

- Almacenamiento suspendido
- Mayor tiempo en la etapa de remojo
- Bodega de los saladines, convertidos en almacenaje transitorio
- Descontinuación de las fases operativas
- Cambios o paradas de programación del envío de aguas frías
- Aumento del tiempo en la etapa de germinación de la cebada
- Considerable desperdicio de materia prima ya elaborada o preparada (Malta)
- Gastos de operación, por cambios en el proceso
- Cambios del programa de producción
- Cambios de programas operativos, en los subsiguientes procesos al de preparación de cebada, como son el cocimiento y fermentación.
- Descontinuación de los procesos para la elaboración de cerveza.

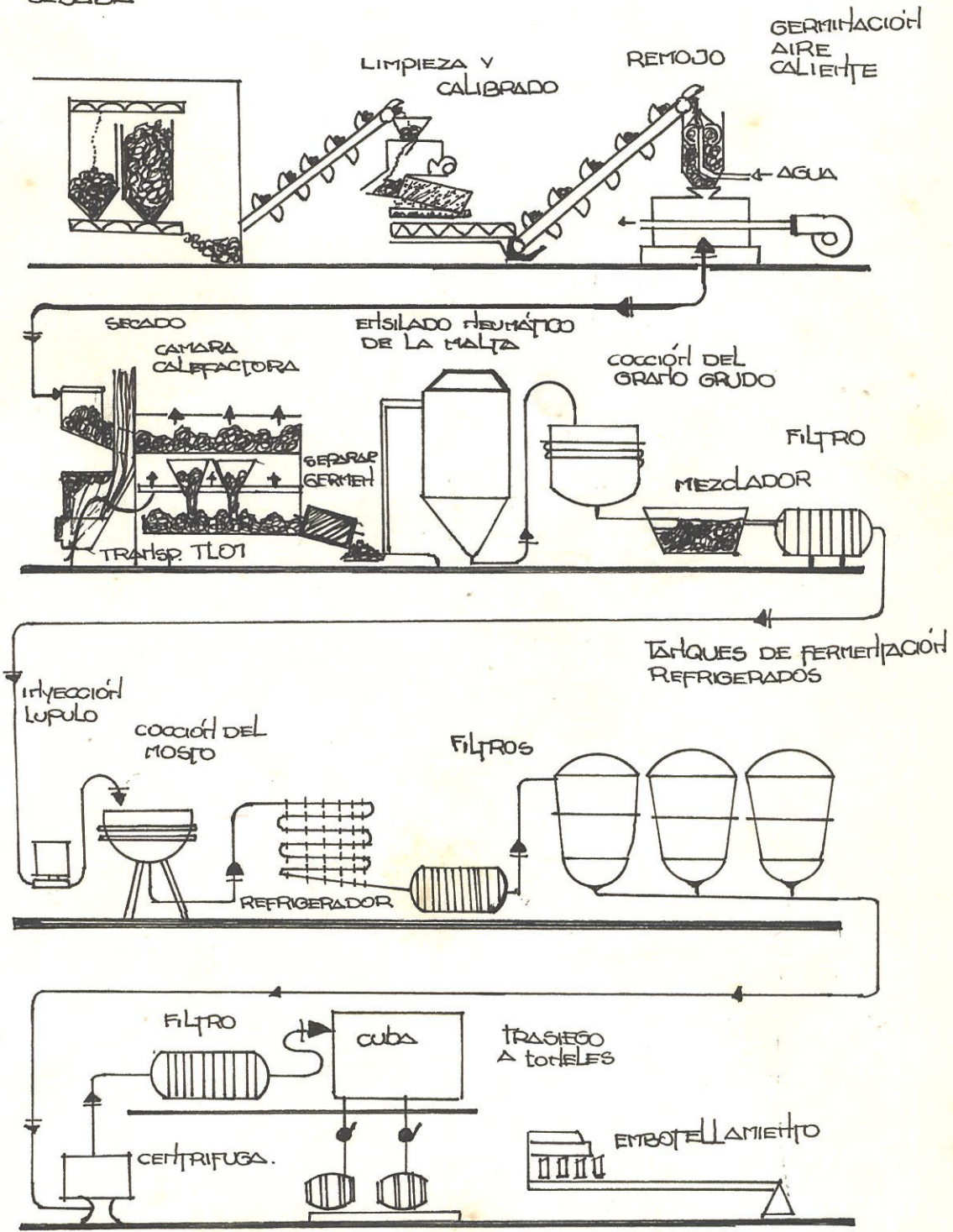
1.3. DETERMINACION DEL PROBLEMA

Existían problemas económicos, ya que principalmente se descontinuaba la producción por falta de materia prima; pero la materia prima existía, el problema era que no podía ser transportada.

Fig. N° 1.1

CERVEZA: ESQUEMA DE SU FABRICACIÓN

ALMACENAJE y
AIREACIÓN DE LA
CEBADA



CAPITULO II

SELECCION DEL MATERIAL Y TRATAMIENTO PARA SU CONSTRUCCION

2.1. DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DE LA CADENA.

La cadena transportadora Redler T101 tiene los siguientes componentes:

- Pines
- Bocines
- Bocines deslizantes
- Eslabones de acople
- Eslabones de arrastre
- Eslabones deslizantes
- Suela y platina
- Pernos y tuercas
- Vinchas



BIBLIOTECA

En la figura 2.1 vemos la cadena en forma general, su acople, enumerando cada eslabón para determinar que cada 8 eslabones colocamos los deslizantes que van acoplados por medio de una suela, la misma que está sujeta con una platina y empernada con pernos y tuercas de 6 mm x 40 mm, en este punto también van los bocines deslizantes, cada uno de los componentes expuestos en el parrafo anterior son mostrados en las figuras 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 y 2.8, respectivamente.

FIG. No. 2.1

CADENA DE TRANSPORTADORES REDLER

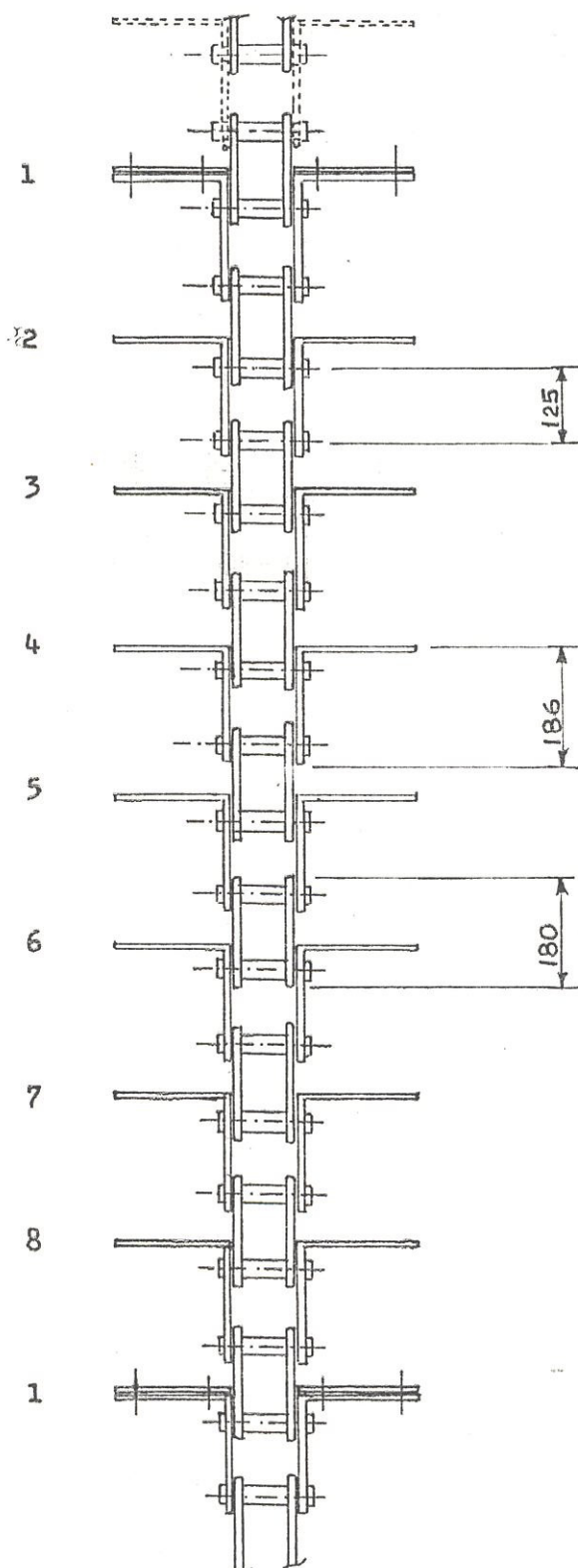


FIG. No. 2.2

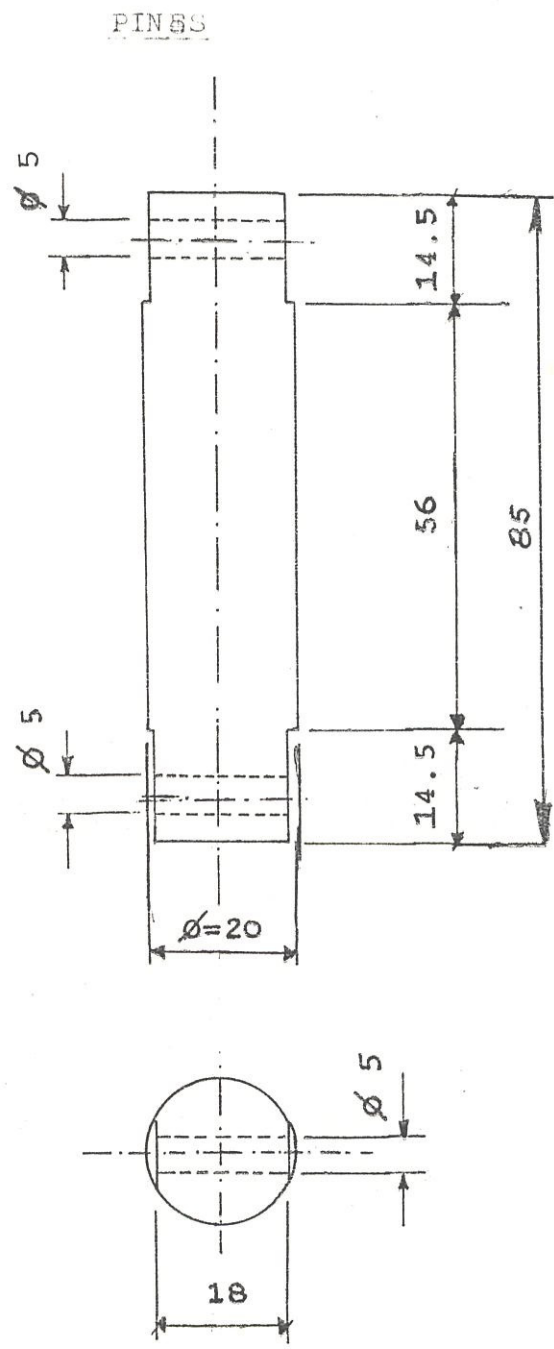


FIG. No. 2.3

BOCINES

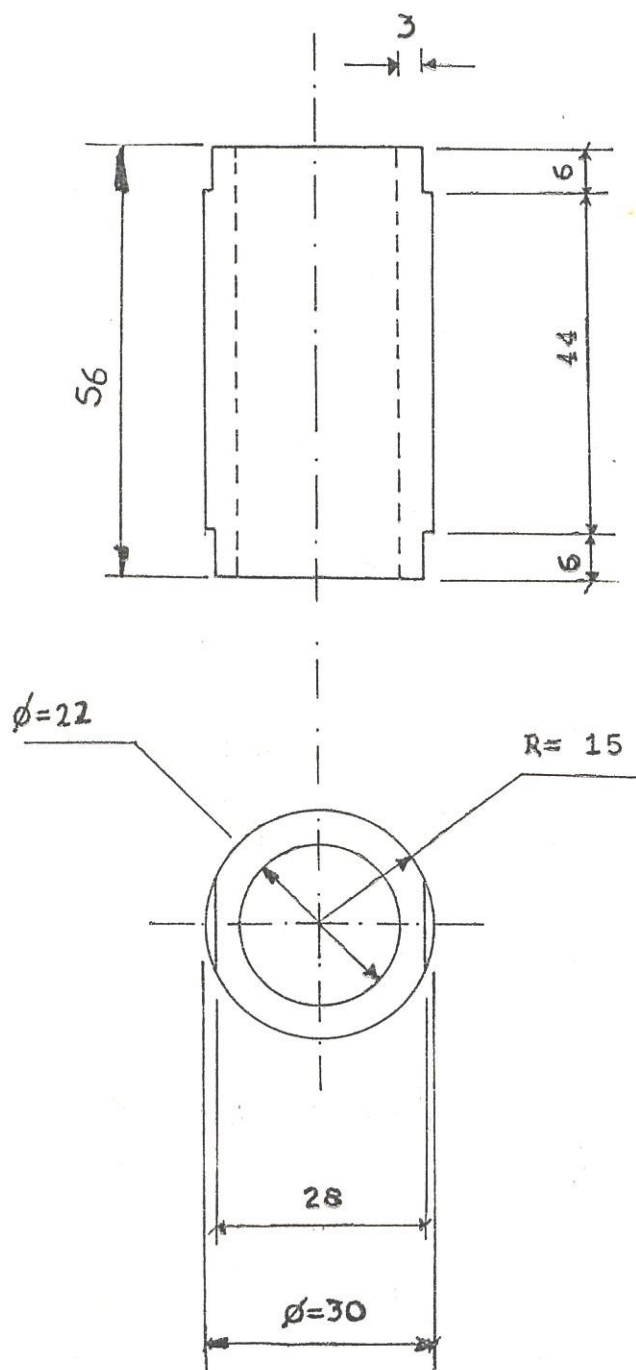


FIG. No.2.4

BOCINES DESLIZANTES

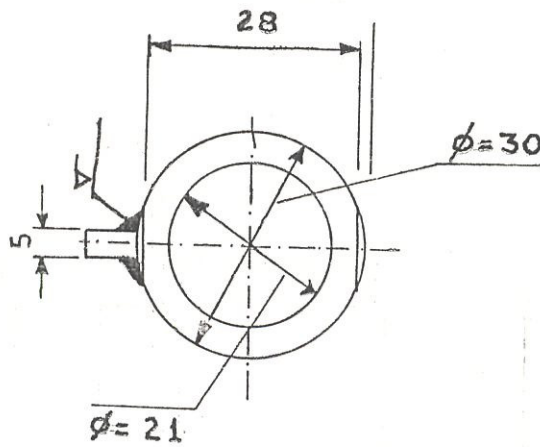
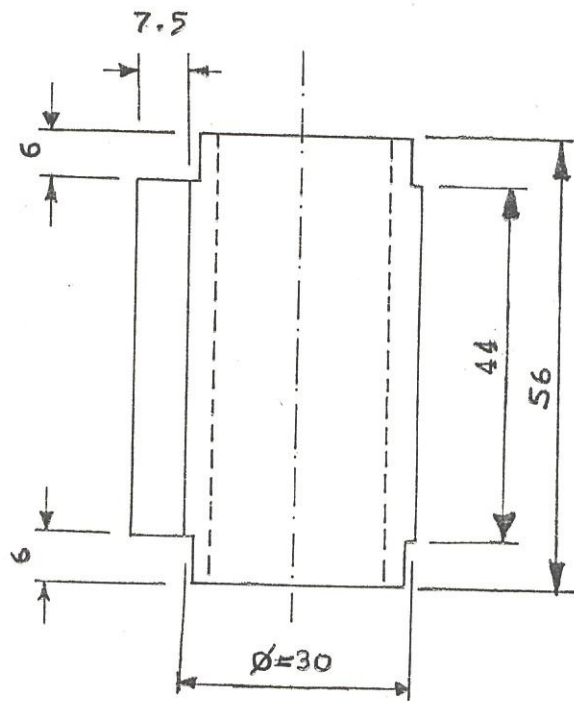


FIG No. 2.5

ESLABON DE LA CADENA

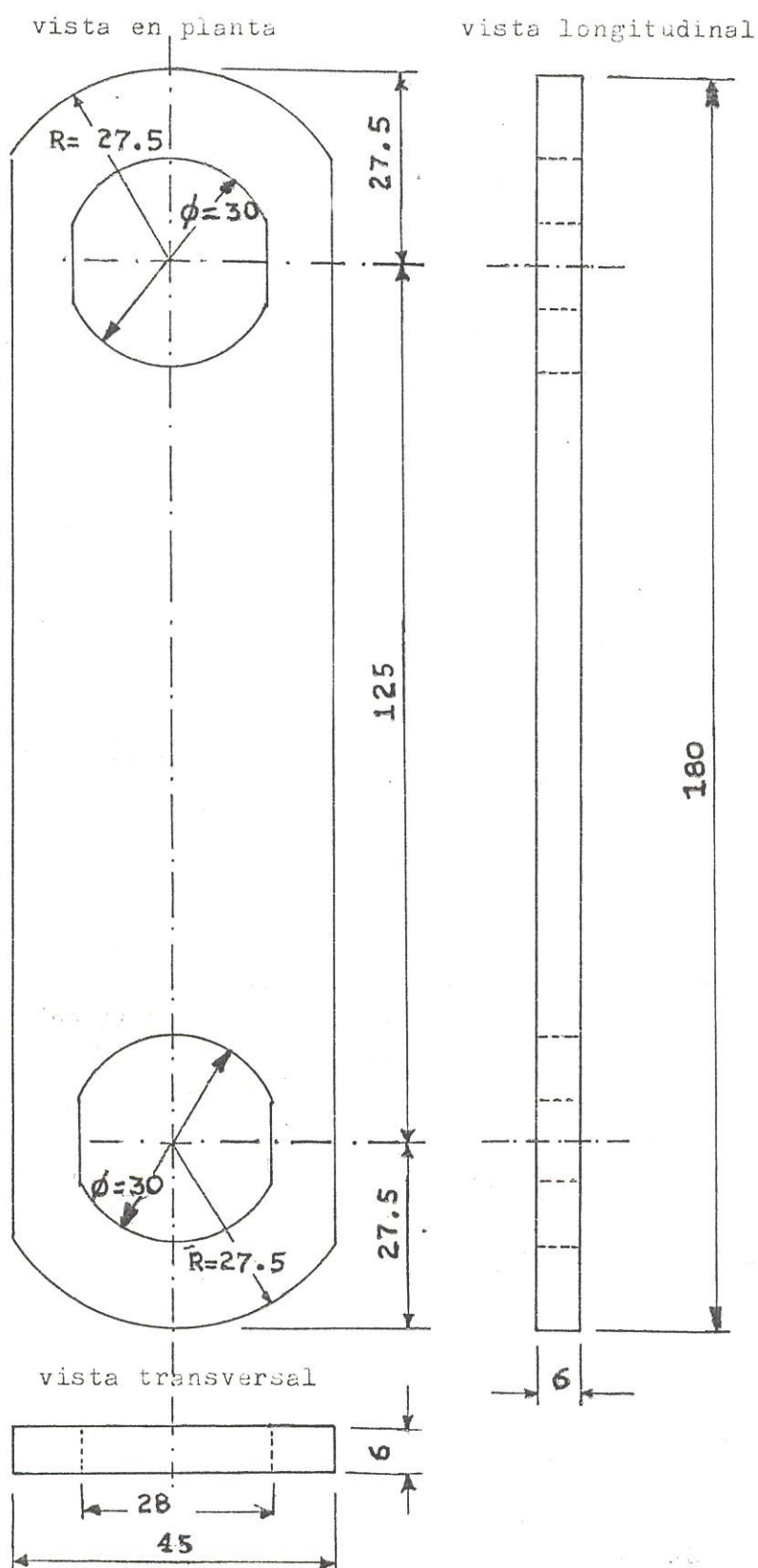
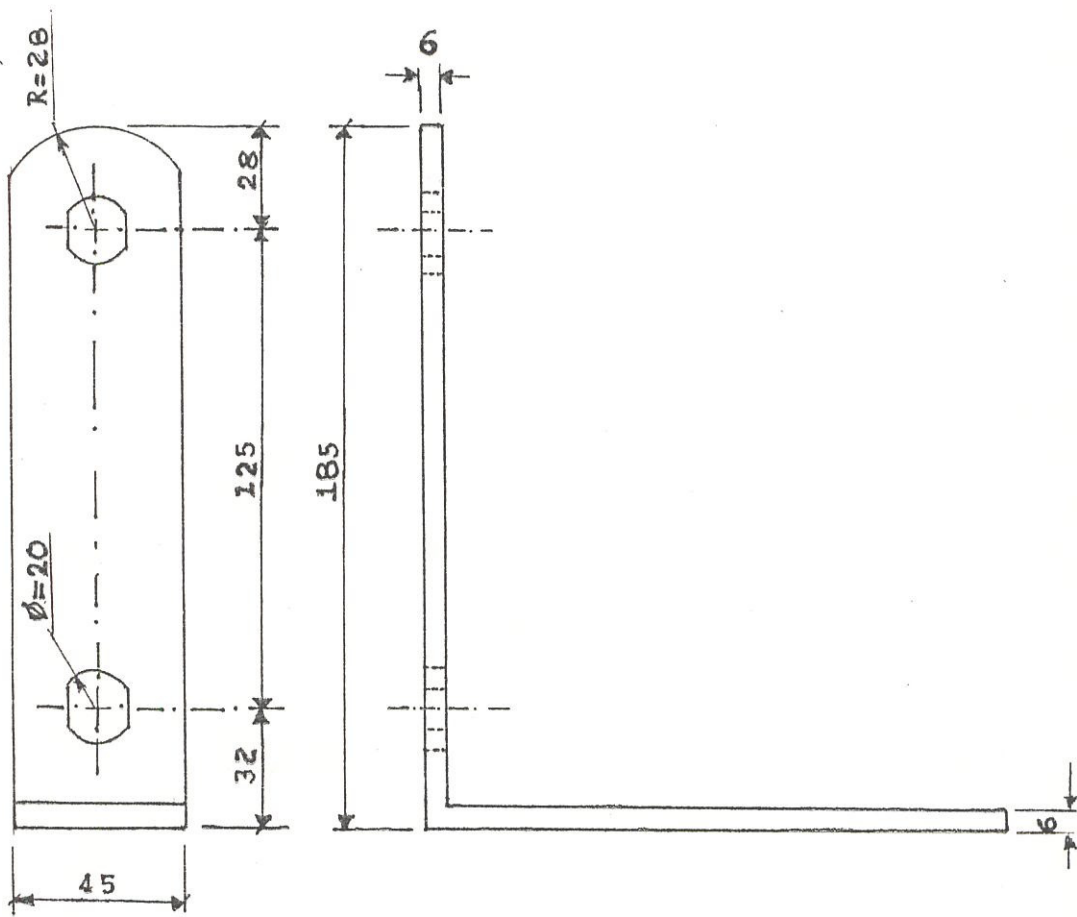


FIG No. 2.6

ESLABON DE ARRASTRE

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



VISTA EN PLANTA

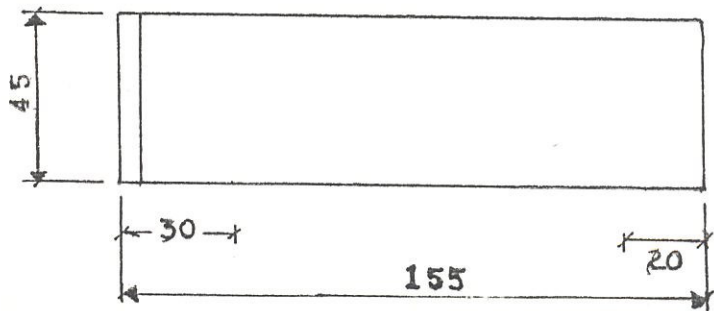
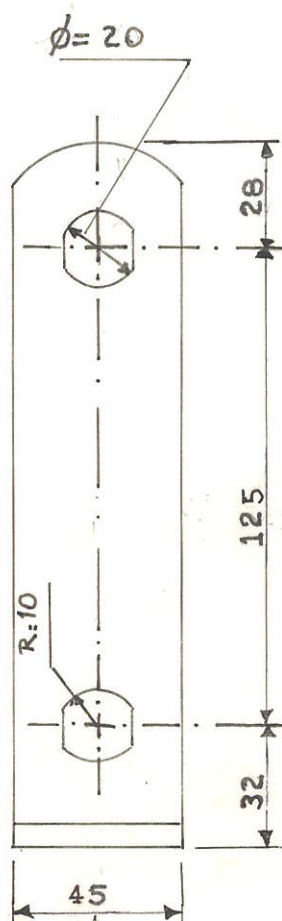


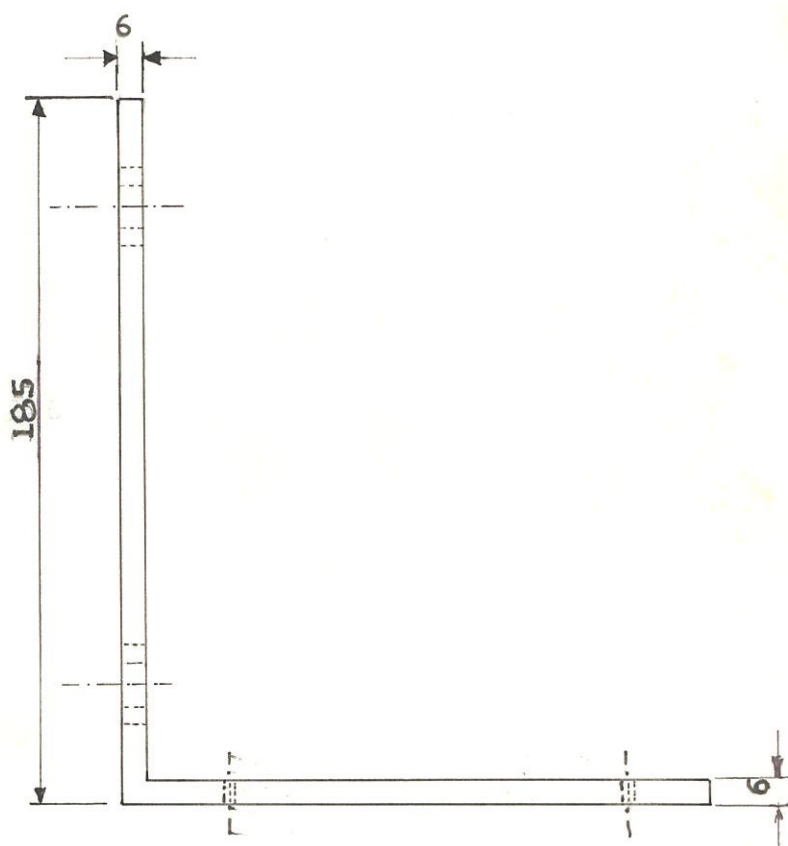
FIG. No. 2.7

ESLABON DESLIZANTE DE ARRASTRE

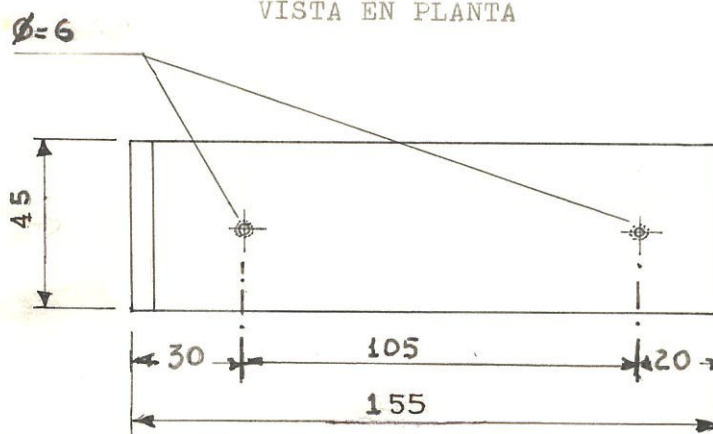
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



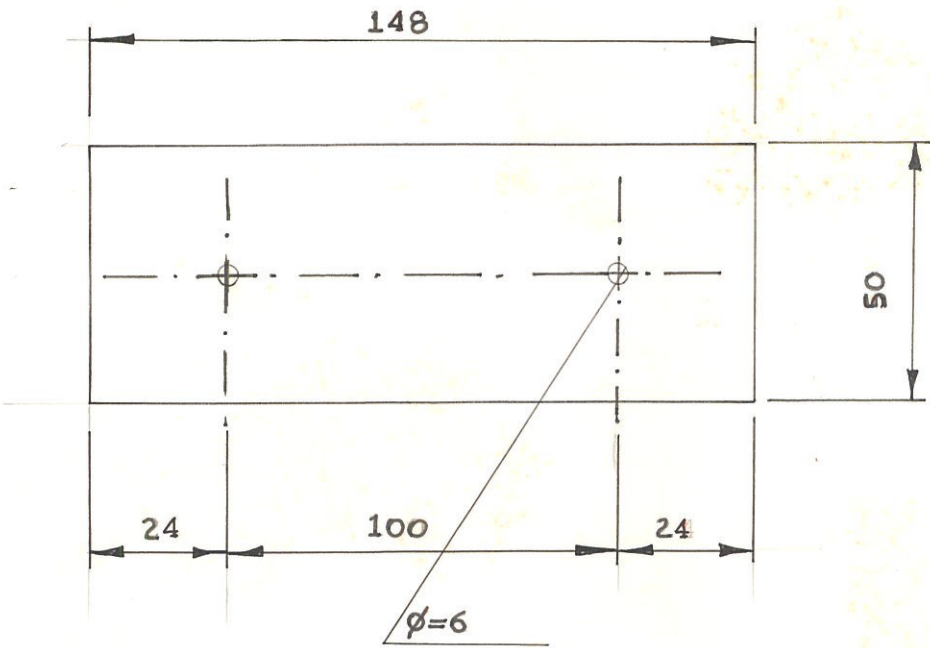
VISTA EN PLANTA



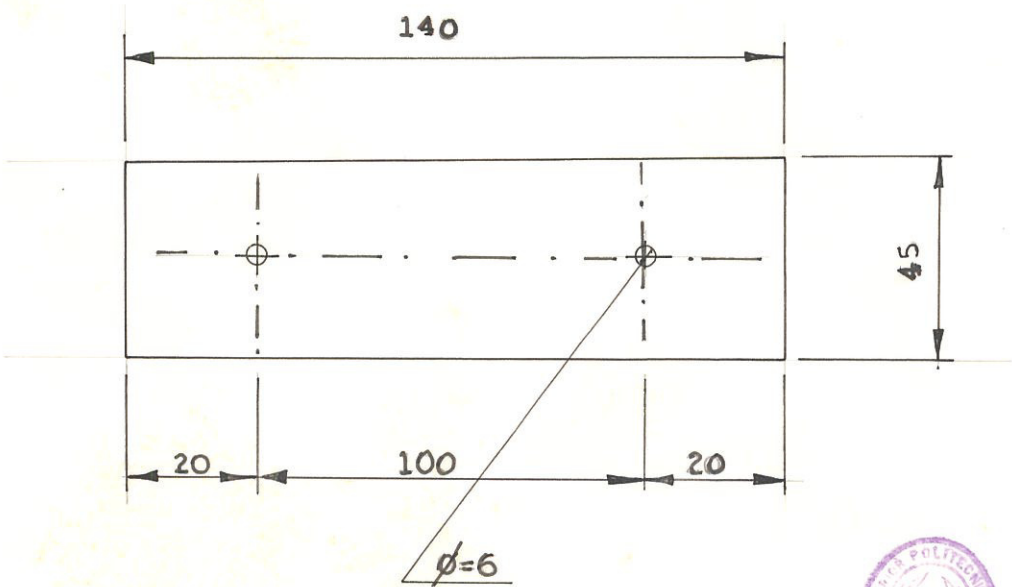
ESCALA 1:2

FIG. Nº 2.8

a) SUELA



b) PLATINA



BIBLIOTECA

2.2. SELECCION DE MATERIAL PARA CADA COMPONENTE

Pines.- La elaboración de los pines podría realizarse con acero inoxidable o acero común, pero se escogió en la rama de los aceros uno de gran tenacidad y buena resistencia a la tracción; los aceros de bajo carbono presentan estas propiedades y especialmente para los pines tenemos el acero de transmisión con un porcentaje de 0.20% de carbono; además de su tenacidad el acero escogido debía tener una buena resistencia al desgaste superficial, ya que en su funcionamiento, rozaba o estaba en contacto metálico con el bocín, factor que influye mucho en el desgaste metálico, para ello se seleccionó un tratamiento térmico que aumente su dureza superficial, manteniendo su tenacidad en el núcleo. No seleccionamos el acero inoxidable por dos razones, en primer lugar el alto costo y en segundo lugar por las propiedades mecánicas de tenacidad inferiores a las de un acero SAE 1020 o de transmisión.

La resistencia al desgaste por fricción metálica se la aumentará realizando un correcto o adecuado tratamiento térmico.

Bocines.- Para la elaboración de los bocines, utilizamos el mismo criterio y condiciones físicas y mecánicas que debía cumplir el bocín y su respectivo pín; pero aún más, analizaremos en la selección un

material de bajo carbono y tubular, para que en su elaboración no exista pérdida de tiempo ni desperdicio de material, razones por lo cual se escogió el acero SAE 1024, el mismo que tiene similitud al acero de transmisión, ya que es un acero al manganeso con bajo contenido de carbono, fabricado y refinado con material puro por un proceso en dos etapas, fundición y refinado, que produce un acero con un contenido mínimo de escoria, lo que consigue un acabado más fino, y lo que es más importante tiene buena soldabilidad.

Bocines deslizantes.- Para su elaboración, escogimos el mismo material que el de los bocines; ya que la barra perforada SAE 1024 tiene buena soldabilidad, lo que me permitiría soldar la platina inferior deslizante, y después de un adecuado tratamiento térmico, adquiere gran dureza superficial y tenacidad en su núcleo, manteniendo gran resistencia a la tracción.

Eslabones de acople.- Para la elaboración de estos eslabones, se tenía que escoger un acero económico, que se ajuste a las medidas especificadas, además que sirva para los eslabones de arrastre y los deslizantes, entonces necesitamos, de un acero de buena resistencia a la fricción o Acero al carbono, fácil de maquinar, de gran resistencia al desgaste, y con

gran resistencia a la tracción (60-72 Kp/mm²) y un 16% de límite de alargamiento. Escogimos el acero SAE 1045 de 0.50% de carbono, 0.60% de manganeso, 0.30% de silicio y 0.04% de azufre, que cumple con las exigencias del caso, ver anexo general.

Eslabones de arrastre.- El acero escogido fue el mismo SAE 1040.

Eslabones deslizantes.- Se escogió también el acero SAE 1040, ya que es económico, fácil de maquinar y troquelar. Estos eslabones son similares a los de arrastre como puede observarse en la figura 2.6, puede observarse que existen 2 perforaciones extras para los pernos de 6mm x 40 mm que sujetan a la suela que sirve como material deslizante.

Suela y platina.- La suela era una simple platina cuyo espesor y demás especificaciones los indicamos en la figura 2.7, la platina es de acero al carbono, ya que simplemente es una platina sujetadora, en esta misma figura se indica el material y sus dimensiones requeridas.

Pernos y tuercas.- El material de estos pernos y tuercas, que se adquirieron en el mercado local fue acero (6mmx40mm).

Vinchas.- Fueron adquiridas también en el mercado local, las mismas que fueron galvanizadas, sus dimensiones son 5mm x 45mm.

2.3. EQUIPOS DE MAQUINAS HERRAMIENTAS A UTILIZARSE.

Las máquinas herramientas a utilizarse fueron:

- Torno
- Fresa
- Taladros
- Punzones para troquelar
- Sierras eléctricas
- Soldadoras eléctricas



Torno.— Se utilizó para la elaboración de los pines, ejecutando solo el cilindrado o acabado superficial, y el refrendado o acabado transversal de los mismos. Para el refrendado y el cilindrado se utilizó dos tipos de cuchillas o instrumentos de corte.

Fresa.— Se utilizó para la terminación de los pines y de los bocines, ya que sirven para realizar una gran variedad de operaciones, empezando con el tratamiento de superficies planas que se necesitaba en los pines y bocines.

Taladro.— Se utilizó para la realización de las perforaciones tanto de los pines, como de las platinas sujetadoras de la suela, con brocas de 5 mm en los pines y de 6 mm en las platinas.

Punzones para troquelar.— Se utilizó para la elaboración de los eslabones de acople, de arrastre y deslizantes, es decir, como los orificios que llevan tienen una forma especial como se indica en

las figuras 2.5, 2.6 y 2.7, se construyeron punzones o matrices para realizar estos dos tipos de orificios. Ver figura 3.1.a y 3.1.b.

Sierras eléctricas.— Se utilizaron para el corte en la elaboración de los pines y el corte de las barras SKF 280 para la elaboración de los bocines.

Soldadora eléctrica.— Se utilizó para soldar la platina en cada uno de los bocines deslizantes.

2.4. SELECCION DE TRATAMIENTO TERMICO EN LOS COMPONENTES DE LA CADENA TRANSPORTADORA REDLER T101.

Los componentes de la cadena que necesitan mayor protección al desgaste son los pines y bocines. Sabiendo que existen métodos para proteger el metal de los desgastes, lo primero que debemos analizar es que tipo de desgaste ocurre.

El desgaste es el factor principal que limita la vida y el desempeño de los componentes de una cadena, se puede definir como el deterioro no intencional debido al uso o al medio ambiente, considerándose como un fenómeno de superficie; por lo tanto su importancia de protección no necesita ampliarse.

Existen varios tipos de desgaste:

- Desgaste adhesivo metálico (1)
- Desgaste por abrasión (2)
- Desgaste por erosión (3)

Los tipos de desgaste mencionados pueden subdividirse en desgaste por fricción rodante o por fricción deslizante, y además de acuerdo a si puede utilizarse o no la lubricación.

(1) Desgaste adhesivo metálico, también llamado rayado, erosión, prendimiento y lundimiento de las superficies; las pequeñísimas salientes producen fricción por interferencia mecánica, con movimiento relativo de las superficies en contacto que incrementan la resistencia para movimiento ulterior. La lubricación evita el contacto metal a metal, seleccionando un aceite de viscosidad requerida.

(2) El desgaste abrasivo, ocurre cuando partículas duras se deslizan o ruedan bajo presión a través de una superficie, o cuando una superficie dura se frota a través de otra.

(3) El desgaste por erosión, es del tipo escopleador en el cual, el medio móvil (líquido) con partículas en suspensión causan deteriorización del metal. La erosión puede ser considerada como una forma combinada de impacto y abrasión, las causas más comunes de la erosión, son el vapor, el agua, o cualquier líquido corriendo a lo largo o en contra de la superficie del metal, donde el desgaste dependerá directamente del líquido o gas en contacto, su ángulo de incidencia y velocidad de roce.

De acuerdo a estos tipos de desgaste mencionados, analizamos que tenemos la presencia de desgaste adhesivo metálico y también abrasivo. Pero lo principal es que tenemos un desgaste que no puede utilizar lubricante.

Conociendo el tipo de desgaste adhesivo que actúa o actuará sobre los componentes de la cadena, conozcamos las varias técnicas para proporcionar protección a la superficie contra el deterioro, como son:

- Electrodeposición (1)
- Anodizado (2)
- Difusión (3)
- Rociado metálico (4)
- Revestimiento duro (5)
- Tratamiento térmico selectivo (6)

(1) Electrodeposición.- Los metales que se electrodepositan más frecuentemente son: el cromo, el níquel, y el radio. El revestido con indio se ha utilizado para reducir el desgaste de cojinetes de plomo. La electrodeposición tiene su aplicación cuando el contacto metálico tiene lubricación que trata de separar dicho contacto de metal a metal.

(2) Anodizado.- La formación de una cubierta de óxido por anodizado, puede utilizarse para mejorar la resistencia al desgaste de ciertos metales. El proceso de anodizado se aplica generalmente a

aluminio, magnesio, zinc y sus aleaciones.

(3) Difusión.- Diversos procesos mejoran la resistencia al desgaste por medio de la difusión de algún elemento dentro de las capas de superficie, a saber:

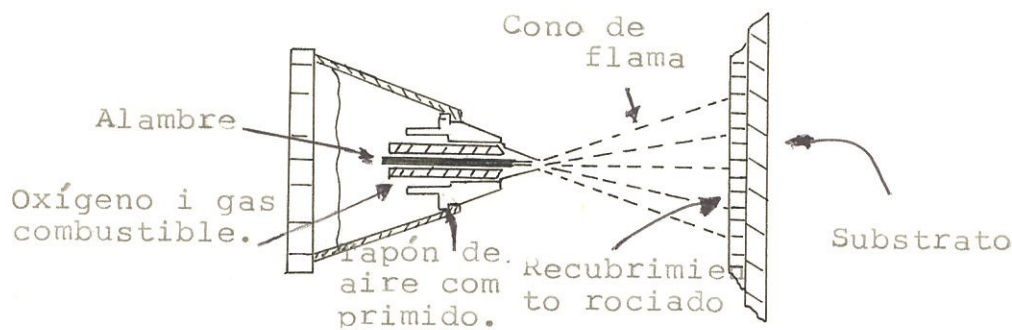
- Carburización o cementado
- Cianuración
- carbonitruración
- Nitruración
- Cromado
- Siliciado

(4) Rociado metálico.- El rociado metálico se ha utilizado por muchos años en la recuperación de piezas para reconstruir, dimensiones que están fuera de tamaño y para reparar superficies gastadas.

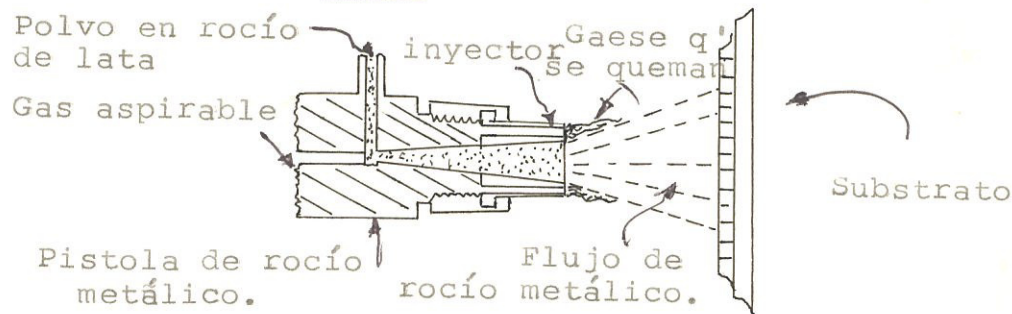
Se ha incrementado su empleo en aplicaciones en donde se requieren recubrimientos resistentes al desgaste. Las cubiertas rociadas pueden aplicarse por diversos métodos: metalizado, revestimiento metálico por llama, utilizado para depositar carburo de tungsteno y óxido de aluminio; o depositar mediante un arco de plasma, el cual puede depositar casi todos los materiales orgánicos, tal como se ve en la figura 2.91 a, b y c.

(5) Revestimiento duro.- La producción de una capa superficial dura y resistente al desgaste sobre metales, por soldadura, se conoce como revestimiento

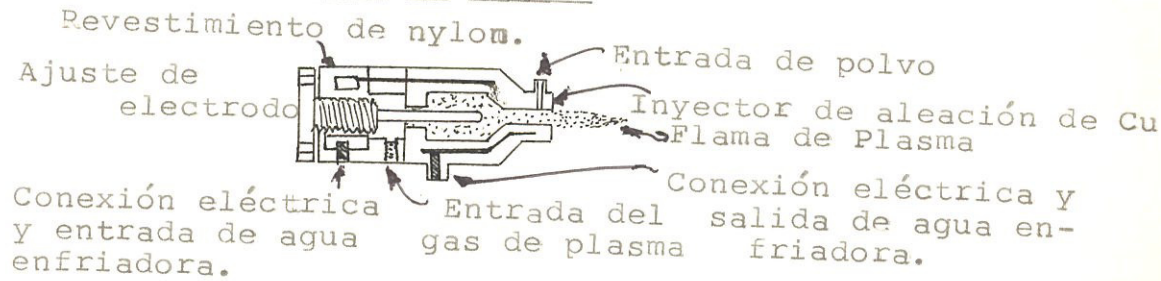
a) METALIZADO



b) REVESTIMIENTO METALICO POR LLAMA



c) Arco de PLASMA



duro. Este método es relativamente fácil de aplicar, requiriendo solo las aleaciones de revestimiento duro en la forma de varillas de soldar y una llama oxiacetilénica o arco eléctrico. Cuyas ventajas son:

1. Puede aplicarse a áreas sujetas al desgaste
2. Están disponibles compuestos duros y resistentes al desgaste, y
3. Proporciona el uso efectivo de aleaciones caras y una protección a fondo.

(6) Tratamiento térmico selectivo.- Los métodos empleados para tratamiento térmico selectivo son el endurecimiento por inducción y el endurecimiento por flama, los mismos que constituyen esencialmente métodos de endurecimiento poco profundo, para producir una superficie externa endurecida y un núcleo relativamente tenaz.

Por lo expuesto anteriormente, se analizó cada una de las variadas técnicas de protección contra el desgaste para su selección correspondiente.

La electrodeposición no fue seleccionada ya que, los componentes de la cadena transportadora de cebada no podía ser lubricada.

El anodizado, no fue seleccionado porque tiene su aplicación a metales como aluminio, magnesio y zinc.

El rociado metálico, no fue seleccionado porque no se trata de reconstruir una pieza en especial, sino

más bien de realizar varias piezas con dureza superficial, dándole un tratamiento más adecuado y económico.

El revestimiento duro, no fue seleccionado debido a que igual que el rociado metálico, sirve para reconstruir piezas especiales y de gran dimensión, con la aplicación de varillas de soldar especiales e inorgánicas, que después de su aplicación necesitan ser maquinadas si necesitamos de una superficie lisa de buen acabado. Además estos revestimientos son aleaciones demasiado caras para nuestro propósito.

El tratamiento térmico adecuado, podría haber sido seleccionado entre los de endurecimiento por inducción y por llama, pero no contamos con el equipo y resultaban demasiados riesgos de operación, a la vez que su costo resultaba mayor al del tratamiento por difusión.

La difusión es el tratamiento térmico más adecuado para la protección contra el desgaste de los pines y bocines sin disminuir su tenacidad en el núcleo. Pero a continuación seleccionaremos el proceso más adecuado y económico, enunciando una breve definición de cada uno de los procesos de difusión, su aplicación y requerimiento a nuestros propósitos, de dureza superficial y tenacidad en el núcleo.

La carburización.- Es la introducción de carbono en una aleación sólida ferrosa, manteniéndola por

arriba de la temperatura de 1700°F, en contacto con un material carbonoso adecuado, el cual puede ser un sólido, un líquido, o un gas. Esta aleación carburizada se endurece generalmente por temple. Este proceso es el más adecuado para los pines y bocines, siendo un proceso convencional y versátil, ya que el material de los pines y bocines son de bajo carbono, ideal para el endurecimiento superficial por este proceso sin endurecer mucho su núcleo en el temple por la falta de contenido de carbono, además es un proceso más económico que los otros procesos por difusión.

Cianuración y carbunitruración.- Es la introducción de carbono y nitrógeno, dentro de una aleación sólida ferrosa, manteniéndola por encima de la temperatura de 1600°F, en una atmósfera que contiene cianuro fundido, hidrocarburos, monóxido de carbono y amoníaco. La aleación carbunitrurizada o cianurada puede endurecerse por temple. Este sería el método más adecuado, porque es ideal para piezas pequeñas y de poco espesor como tornillos, etc., tiene las siguientes desventajas:

- a) Las piezas deben lavarse totalmente para prevenir la herrumbre;
- b) Es necesaria una revisión y ajustes regulares de la composición de baño, a fin de obtener profundidad uniforme de la superficie endurecida;

c) Las sales de cianuro son venenosas y requieren cuidadosas seguridades, lo que a su vez necesita gran cuidado operacional y por lo tanto se hace más costoso su proceso.

Nitruración.- Es la introducción de nitrógeno en una aleación sólida ferrosa, manteniéndola a una temperatura adecuada, por abajo de los 1600°F para aceros ferríticos, en contacto con un material nitrogenoso, generalmente amoníaco o cianuro fundido de composición apropiada. No se requiere templado para producir una porción externa dura. Para este proceso se necesita de aceros aleados especiales, si se va a obtener dureza máxima, además la atmósfera de amoníaco y el control técnico requerido aumentan su costo, lo mismo que su operación es de ciclos de 6 a 10 horas, además la fragilidad de la superficie endurecida pone en desventaja al proceso económico de carburización.

Cromado.- Es la introducción de cromo, dentro de las capas superficiales del metal base, a temperaturas elevadas de 1700°F a 2000°F, generalmente llevado a cabo por empaquetamiento, vapor o baño de sal, en el cual se forma una difusión de cromo dentro del metal base. Este tratamiento es ideal para aumentar la resistencia al desgaste en aceros que contienen más de 0.60% de carbono, por lo tanto se restringe el uso de este proceso para los pines y bocines de

menos cantidad de carbono estructural, escogidos por ser económicos.

Siliciados.- Igual que el proceso de cromado, pero utilizando cloro como catalizador y un material de contacto que tenga silicio en su composición como el carburo de silicio. Es el proceso ideal para los pines y bocines pero el costo es superior al de carburización.

Hecho el análisis para la selección del tratamiento adecuado para los pines y bocines, se escogió el proceso de carburización, por ser el que mejor ventajas presentaba, además de su fácil control técnico y, la economía de procesamiento.

2.5. ANALISIS DE COSTOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PINES

Mat. : SAE 1020 (PIN: 1 = 85 mm; dia. = 20 mm)

Valor: 180sucres/Kg x 2.25Kg/m x 1 m/1000mm x 85mm

= 34 sucres - 15% desc. = 29 sucres

<u>Equipo</u>	<u>Costo/Hr</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Total</u>
Torno	800	10 min	133
Fresadora	800	20 min	266
Taladro	600	10 min	100



VALOR S/. 499

<u>M/obra</u>	Costo/Hr	Tiempo	Total
Tornero	351.5	10 min	58.6
Fresador	351.5	20 min	117.2
Taladrador	289.0	10 min	48.2

VALOR S/. 224.0

Tratamiento: $400 \text{ sucres/Kg} \times 2.25 \text{ Kg/mt} \times 85/1000 \text{ mm}$
 $= 76.5 \text{ sucres}$

COSTO TOTAL PARA ELABORACION PIN = S/. 822.5

BOCINES

Mat.: SAE 1024 (BOCIN: 1 = 56 mm; dia. = 30 mm)

Valor: $655 \text{ sucres/Kg} \times 3.90 \text{ Kg/m} \times 1 \text{ m}/1000 \text{ mm} \times 56 \text{ mm}$
 $= 143 \text{ sucres} - 15\% \text{ desc.} = 120 \text{ sucres}$

<u>Equipo</u>	Costo/Hr	Tiempo	Total
Torno	800	10 min	133.0
Fresadora	800	20 min	266.0
VALOR			S/. 399.0

<u>M/obra</u>	Costo/Hr	Tiempo	Total
Torno	351.5	10 min	58.6
Fresador	351.5	20 min	117.2
VALOR			S/. 175.8

Tratamiento: $400 \text{ sucres/Kg} \times 3.90 \text{ Kg/mt} \times 56/1000 \text{ mm}$
 $= 87.3 \text{ sucres}$

COSTO TOTAL PARA ELABORACION BOCIN = S/. 782.0

Oxiacetileno	185	5 min	15.0
Esmeriladora	800	15 min	200.0
VALOR			S/. 407.0

<u>M/obra</u>	Costo/Hr	Tiempo	Total
Téc. Mecán.	289	30 min	144.50
Soldador	317	5 min	26.41
VALOR			S/. 171.00

C. TOTAL ELAB. ESLABON DESLIZAN.= S/.1032.60

ESLABON DE BOCIN

Mat. : SAE 1045 (ESL. DE BOCIN: 1 = 180mm; a = 45mm)

Valor: 715sucres/Kg x 2.20Kg/m x 1 m/1000mm x 180mm

= 283 sucres - 15% desc. = 240 sucres

<u>Equipo</u>	Costo/Hr	Tiempo	Total
Cizalla	1000	2 min	33.0
Troqueladora	1000	3 min	50.0
Oxiacetileno	185	10 min	30.0
Esmeriladora	800	15 min	200.0
VALOR			S/. 313.0

<u>M/obra</u>	Costo/Hr	Tiempo	Total
Téc. Mecán.	289	25 min	120.00
Soldador	317	10 min	53.00
VALOR			S/. 173.00

C. TOTAL ELAB. ESLABON DE BOCIN = S/. 726.00

Costo total de la cadena construida:

960 pines	S/. 569.280,00
960 bocines	S/. 595.200,00
1920 eslabones de bocines	S/. 1'699.200,00
1080 eslabones de pin	S/. 2'016.000,00
240 eslabones deslizantes	S/. 336.000,00
240 platinas	S/. 108.000,00
240 suelas	S/. 48.000,00
480 pernos y tuercas	S/. 19.200,00
1920 vinchas	S/. 96.000,00
TOTAL	S/. 5'486.880,00

Costo total de la cadena importada:

Valor CIF	\$ 32.500,00
(S/. 275/dólar)	S/. 8'937.500,00



BIBLIOTECA

CAPITULO III

CONSTRUCCION DE LA CADENA

3.1. CONSTRUCCION DE MOLDES O MATRICES PARA TROQUELAR

El troquelado solo se efectúa en los eslabones de bocines, de arrastre, deslizantes y las platinas.

Se confeccionaron punzones de acero AISI/SAE D6(D3) de alto contenido de carbono (2.05 %C) de 20 mm de diámetro x 40 mm de largo (figura 3.1 a) y se realizó la forma del orificio que iba a ser troquelado en los eslabones, luego se templó dicho punzón para obtener una dureza de 60 a 65 RC. Se construyeron cuatro punzones.

Se confeccionaron también punzones de acero AISI/SAE D6(D3) de 35 mm de diámetro por 40 mm de largo (figura 3.1. b), se fresó dando la forma del bocín que iba a encajar en el orificio del eslabón, luego se templó dichos punzones con una dureza máxima obtenida de 62 RC.

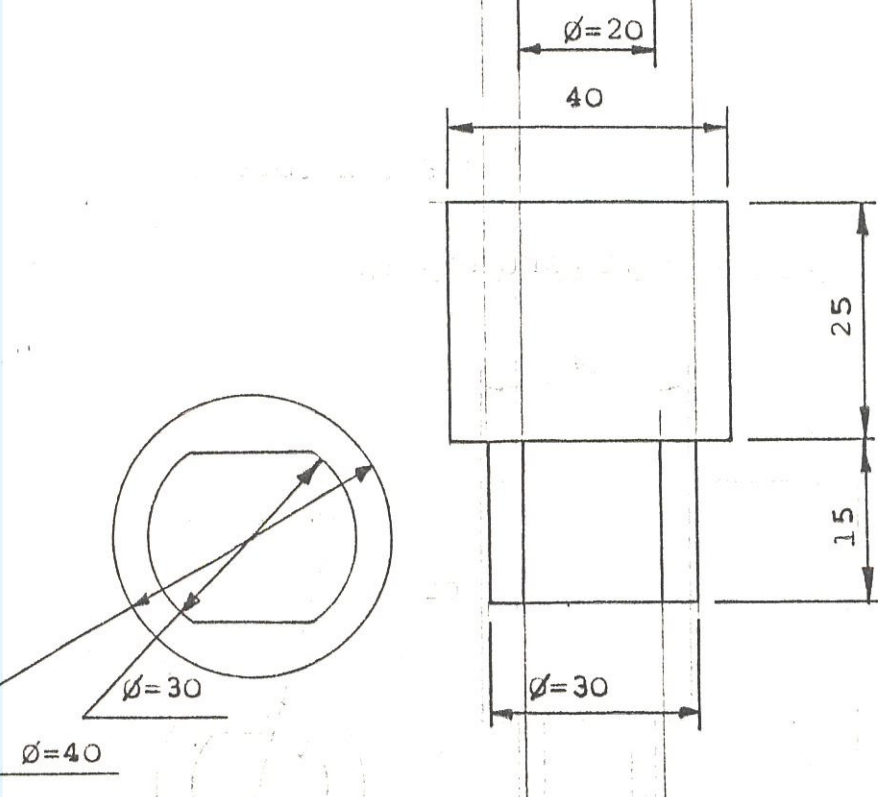
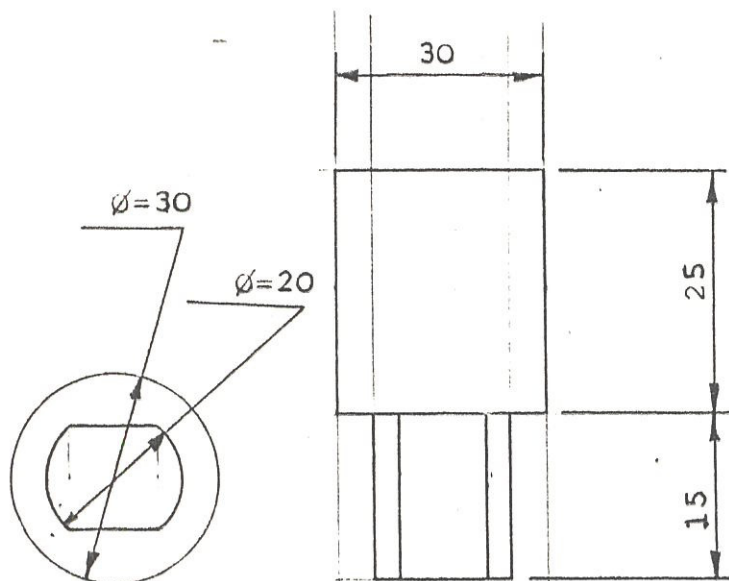
Estos orificios se realizaron con la cizalla de mano, que se tiene en el taller.

3.2. CONSTRUCCION EN SERIE DE LOS COMPONENTES.

Para la elaboración de los pines se cortaron varillas de 45 cm de largo, para hacer la cilindrada exterior en serie de 5 pines. En el mismo torno se cortaron a las medidas requeridas dejando 1 mm de

FIG. No. 3.1

a) PUNZONES DE LOS PINES



b) PUNZONES DE LOS BOCINES



sobremedida para ser refrentados. El fresado fue por unidad de un solo lado, del otro lado se realizó sujetando 5 pines dando la cara plana de lado y lado.

Como se necesitaba la mayor cantidad de pines en el tiempo más corto, se coordinó para realizar simultáneamente 80 pines en 4 talleres diferentes, lo que daría como resultado que en el lapso de 4 semanas estuvieran terminados los pines y también los bocines.

Para la elaboración de los bocines se realizó el mismo criterio de la simultaneidad de producción. Coordinando igualmente el control de calidad y acabado dimensional a las exigencias técnicas requeridas.

Para la elaboración de los eslabones, se efectuaron los siguientes pasos:

- Marcada de centros de orificios
 - Troquelada de orificios
 - Corte de eslabones
 - Redondeada con oxiacetileno
 - Esmerilada
 - Doblada para el caso de los eslabones de arrastre
- Para la construcción de los eslabones tanto para los bocines como para los pines, se tuvo una producción de 200 eslabones diarios, es decir, en el lapso de 3 semanas ya estaban listos los eslabones. El tiempo

establecido fue diferente al real, como no fue factible tener listo los componentes en los días fijados, y además no podía ser cambiada toda la cadena transportadora, se procedió a utilizar los componentes paulatinamente, conforme iban siendo entregados.

3.3. ANALISIS DEL TRATAMIENTO TERMICO SELECCIONADO

El tratamiento térmico seleccionado fue por difusión, con el proceso de carburización o cementado que se aplicó a los pines y bocines únicamente.

El análisis que se realizó después del tratamiento, fue el de controlar su dureza superficial con el durómetro rockwell de la CCN Planta Pascuales, se obtuvo una dureza superficial que oscilaba entre los 58 y 63 RC, el análisis se lo realiza por muestreo de los lotes, dando resultados esperados, el tratamiento térmico fue aceptado, ya que el control efectuado fue por cada lote de 40 pines y bocines.

En el anexo #1 puede establecerse una comparación entre la similitud cristalográfica, microestructural y metalúrgica de los componentes metalográficos entre el acero SKF 280 y el SANDVIK 4-LM, además de las propiedades mecánicas que presentan estos materiales, como del tratamiento térmico adecuado para mejorar sus propiedades superficiales, además

tenemos su proceso de elaboración, usos y aplicaciones, como también su equivalente aproximado. Tenemos además las condiciones dimensionales, para poder adquirir este material.

En el anexo #2, tenemos las condiciones dimensionales, para poder adquirir el acero SAE 1020 o comunmente llamado acero de transmisión, que fue el que se utilizó para la elaboración de los pines. Su dureza superficial alcanzada fue de 62 RC.

3.4. ACOPLAMIENTO DE LA CADENA TRANSPORTADORA REDLER T 101

En la figura 2.1, observamos la cadena transportadora de cebada Redler T101, ya acoplada con todos sus componentes. La numeración indica la forma de distribución de los componentes complementarios.

El número 1, va acoplado el bocín deslizante, la platina sujetadora, la suela y el eslabón deslizante. Como también el pín, las 2 vinchas y los 4 pernos y tuercas que sujetan la suela y la platina.

El número 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 va acoplado, el bocín normal (sin platina), el eslabón de arrastre y el pín con sus dos vinchas.



CAPITULO IV

MONTAJE DE NUEVA CADENA TRANSPORTADORA DE CEBADA REDLER T101.

4.1. CRONOGRAMA DE MONTAJE

Una vez concluida la fase de construcción de la nueva cadena transportadora de cebada Redler T101, pasamos a la fase de montaje, para lo cual se tomaron las siguientes precauciones:

- Realizar un cronograma de montaje
- Conocer el tiempo de ejecución

Es importante señalar, que mientras se realizaba la construcción de los componentes de la nueva cadena transportadora de cebada Redler T101, se debía mantener en operación la cadena transportadora original.

El mantenimiento correctivo que se realizaba a la cadena transportadora, debido a sus frecuentes rupturas, era muy agotador, tedioso y sacrificado por:

- Dificultades de espacio para poder realizar, el montaje respectivo
- Desalojo de cebada germinada (desperdicio de malta)

- Pérdida de tiempo en localizar el punto de ruptura
- Fastidio en el desalojo de malta (produce picazón)
- Falta de aireación y oxigenación en el sitio
- Necesario trabajar con soldadura oxiacetilénica (peligros en su operación)
- Acumulación de gases tóxicos
- Incremento en los gastos de mantenimiento y equipos de seguridad
- Riesgos de incendio
- Montajes y reparaciones breves, para no paralizar mucho la producción.

Lo último nos lleva a experimentar optimización en los breves montajes requeridos por la frecuencia de mantenimientos correctivos realizados, cabe señalar, que a veces se reemplazaba ciertos pines y bocines con eslabones, donde había sufrido el punto de ruptura, aumentando en otras ocasiones hasta 4 pines y bocines, prácticamente 1/2 metro de cadena transportadora de cebada redler T101.

Esta experiencia sirvió, para que el cronograma de montaje se lo realizará por etapas, no en el lapso de 6 días previsto ininterrumpidamente, sino realizándolo en intervalos, utilizando a su vez paulatinamente los tramos de la nueva cadena que se va construyendo.

El cronograma de trabajo de la nueva cadena transportadora, tiene los siguientes pasos:

- Desconexión de los controles de funcionamiento de la cadena
- Aflojar templadores
- Señalar parte que será reemplazada
- Desacoplar pines y eslabones
- Transportar al sitio tramo de nueva cadena
- Desmontar parte de la cadena vieja ya señalada
- Desalojar del sitio cadena vieja
- Montaje de nueva cadena
- Acoplar pines y eslabones en ambos extremos, utilizando tecles de ajuste
- Ajustar templadores
- Prueba de funcionamiento

4.2. REEMPLAZO DE CADENA EN ETAPAS

Si se tratase de reemplazar, la cadena totalmente, habría que realizarlo por tramos de 20 metros, por la difícil manipulación que ésta presenta.

Según los pasos descritos en la sección anterior, a continuación en el Diagrama de Gantt, analizaremos el tiempo de ejecución para el montaje de la nueva cadena transportadora.

Utilizaremos para el efecto 5 personas (2 soldadores y 3 ayudantes)

Con el diagrama de Gantt nos damos cuenta que podríamos realizar el cambio total de la cadena (120 m) en un lapso de 6 días, cambiando 20 m diarios.

Pero si lo realizaramos en este tiempo sin interrupciones, paralizaríamos la producción durante 15 días aproximadamente.

Con el reemplazo de la cadena por etapas, aprovechamos los tiempos muertos de parada de funcionamiento de la cadena transportadora y no paralizamos la producción, utilizando el mismo diagrama de Gantt y en tramos de 20 metros.

Inicialmente tuvimos que cambiar solo 5 metros de cadena, en la segunda etapa 5 metros más y en la tercera etapa se cambiaron 10 metros de cadena. En la cuarta etapa se cambiaron 30 metros de cadena transportadora, ya que nos íbamos familiarizando con la manipulación de la cadena. Antes de desmontar los 30 metros se había transportado tramos de 10 metros en 10 metros de cadena, al sitio de montaje y en este lugar se acoplaron los tramos.

De esta manera se iba construyendo y montando la cadena transportadora de cebada Redler T101.

4.3. MEJORAS PARA UN RAPIDO MONTAJE

El cronograma de montaje expuesto anteriormente, indica que el tiempo de ejecución era de 7 a 8 horas, lo que necesitamos es disminuir el tiempo de ejecución del montaje de la nueva cadena transportadora, realizando las siguientes mejoras:

- Marcar reemplazo



- Transporte de nueva cadena
- Montaje de nueva cadena
- Acople de pines y eslabones

Marcar reemplazo.- Para mejorar la marcada del reemplazo en la cadena vieja, ya no se contaban los pines o bocines, sino se marcaba desde un pín o bocín deslizante hasta otro deslizante, ya que estos, eran acoplados cada 2 metros, exactamente cada 16 bocines, de esta manera era más fácil distinguir el número de bocines o metros de cadena nueva a ser cambiadas.

Transporte de nueva cadena.- Para mejorar el tiempo de ejecución del montaje, comenzamos a realizar cambios de mayor número de metros de cadena, para ello se transportaba cadena nueva al sitio de montaje o donde estaba la carcaza, en tramos de 5 metros hasta unos 20 metros o 25 metros de cadena a ser reemplazada, durante el tiempo que estaba funcionando el transportador.

Montaje de nueva cadena.- Como eran tramos más largos de difícil manipulación, el acoplamiento se lo realizaba dentro de la carcasa, con unos pines especiales pasantes para su mejor y más rápido acoplamiento. Estos pines especiales se los muestra en la figura 4.2.

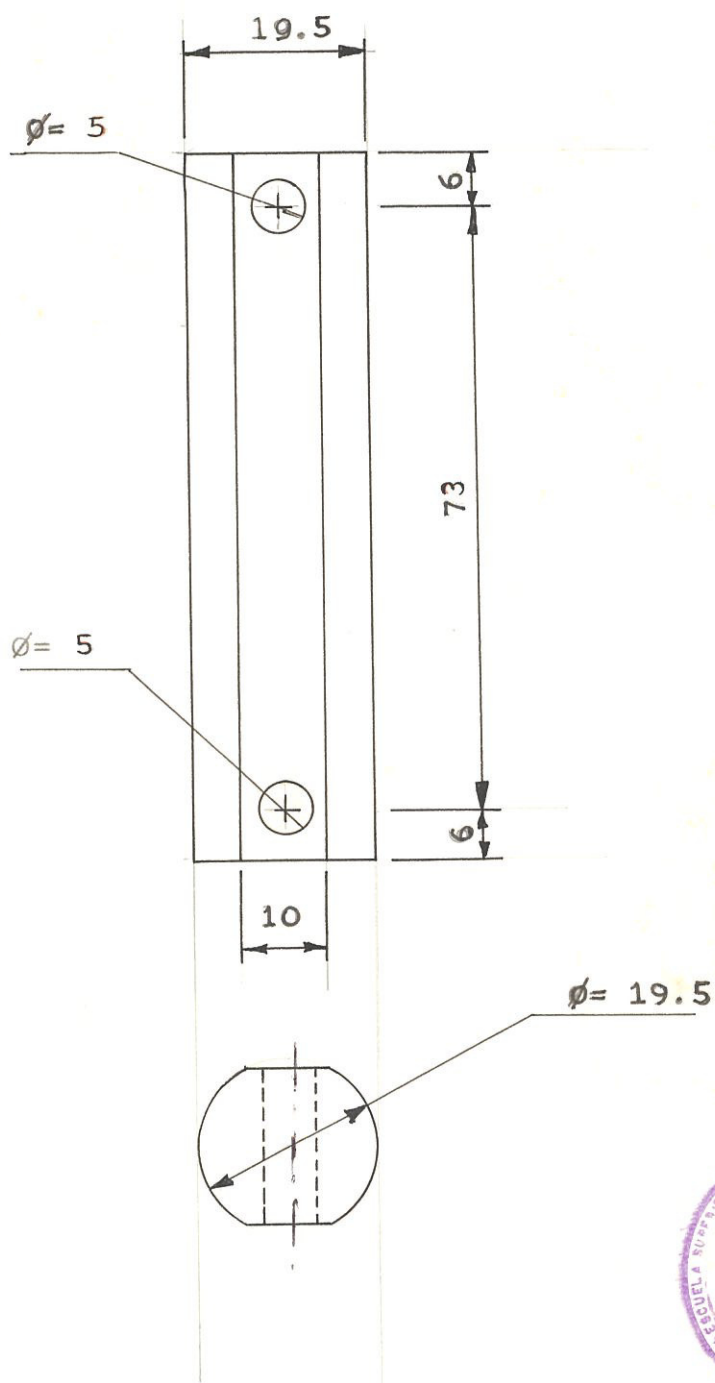
Acople de pines y bocines.- Para mejorar la rapidez del montaje, se construyeron pines especiales, como

- [illegible]

DIAGRAMA DE GALT
PARA UN CAMBIO MAXIMO DE 20 mts. POR CADA

FIG. No. 4.2

PINES PASANTES



BIBLIOTECA

muestra la figura 4.2. De esta manera ya no teníamos que estar acoplando los eslabones. Además las dimensiones de los pines especiales eran de menor diámetro para facilitar su función de pasantes.



BIBLIOTECA

RESULTADOS

- Con el funcionamiento de la nueva cadena montada, la preparación de la cebada germinada, volvió a tener sus operaciones normales y computarizadas, asegurando una producción programada.
- Con el montaje de la nueva cadena transportadora, construída localmente, se solucionaron los problemas que acarreaba la ruptura de la misma.
- El proceso de carburización, fue el tratamiento térmico por difusión más adecuado que se aplicó en los pines y bocines, por su economía y por las propiedades mecánicas adquiridas y requeridas en este tipo de cadena.
- Cualitativamente, se pudo comprobar la gran resistencia de la nueva cadena construída localmente; ya que después de su montaje y operación la cadena se trabó y no se arrancó.
- Se acortó el tiempo de ejecución de montaje, de 7 hrs a 4 hrs, con lo descrito en la sección 4.3.
- El pín pasante que se elaboró, no sólo sirvió para realizar un rápido montaje, sino también para facilitarlo.
- La cadena transportadora construída localmente, se la realizó en mes y medio, la importada llegó en 9 meses y medio.
- El costo de la nueva cadena construída localmente, fue mucho más económica que la importada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- Las soluciones ejecutadas, fueron las que dieron una tranquilidad, para continuar con el proceso de elaboración de la cerveza.
- Se realizó una buena selección de material, acorde con el tratamiento térmico más adecuado, para la construcción de los pines y bocines.
- La construcción de la nueva cadena transportadora, resultó de una calidad similar o superior a la importada, costos más económicos, y de menor tiempo de obtención.

RECOMENDACIONES:

- Así como se realizó tratamiento térmico a los pines y bocines, se recomienda relajar un tratamiento de temple superficial a los eslabones, o de siliciado.
- Se recomienda reparar las causas que provocaron el ingreso de agua y humedad a la cadena, ya que fue, el factor principal para que se destruyera la anterior.
- Se recomienda, que en vez de estar importando, cadena transportadora o partes de maquinarias, se aproveche la tecnología propia de nuestro medio, que está latente y solo debe solicitarsela.



BIBLIOTECA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- S. AVNER, Introducción a la Metalurgia Física (México: Calipso S.A., 1985).
- 2.- Cevallos, A. Viteri y O. Serrano, Guías para Laboratorio de Materiales de Ingeniería, ESPOL, 1974.
- 3.- M. Helguero y I. Rodriguez, Taller Mecánico, ESPOL, 1976.
- 4.- IVAN BOHMAN C.A., Aceros Especiales de las Famosas Fábricas Suecas.
- 5.- N. Chernov, Máquinas herramientas para Metales (Moscó: MIR, 1974).
- 6.- L. Pareto, Formulario de Elementos de Máquinas (Barcelona: CEAC, 1976).

STEEL PART

