

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Fundada en 1551

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Tesis

Digitales UNMSM

“INGENIERIA EN PLANTA PARA EL CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES EN LA FABRICACION DE PERNOS, TUERCAS Y AFINES”

INFORME PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

ANTONIO FERNANDO MORALES GALVEZ

**LIMA – PERÚ
2002**

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Al Alma Mater y a mi gran familia símbolo de perseverancia y apoyo incondicional sin cuyos ejemplos ningún comienzo hubiera sido posible concretar.

INDICE

| | Página |
|--|--------|
| • Prologo | 5 |
| • Introducción | 6 |
| • Capitulo 1 – Resumen Ejecutivo | 7 |
| • 1.1 Generalidades y Planteamiento del Problema | 7 |
| • 1.2 Objetivos Generales y Específicos | 9 |
| • 1.3 Justificación e Importancia | 10 |
| • Capitulo 2 – Tecnología del Producto | 12 |
| • 2.1 Definición de los Productos | 12 |
| • 2.2 Generalidades | 12 |
| • 2.3 Premisas Básicas | 14 |
| • 2.4 La Materia Prima | 15 |
| • 2.5 Situación de la Industria | 16 |
| • Capitulo 3 – Análisis de Mercado | 17 |
| • 3.1 Mercado Potencial | 17 |
| • 3.2 Proyección de la Demanda | 19 |
| • 3.3 Estrategias de Mercado | 22 |
| • Capitulo 4 – Aspectos Técnicos | 24 |
| • 4.1 Tamaño y Capacidad Instalada | 24 |
| • 4.2 Ubicación y Localización | 25 |
| • 4.3 Infraestructura | 27 |
| • Capitulo 5 – Tecnología de los Equipos | 28 |
| • 5.1 Especificaciones Técnicas de los Equipos principales a Utilizar | 28 |

PROLOGO

Es evidente, como en todas las industrias y también en el medio domestico vemos casi siempre con naturalidad, elementos de ajuste, entre ellos los mas comunes son los pernos, tuercas y afines, elementos de los cuales se puede aseverar que su uso se da en forma masiva, existiendo productos de diferentes tipos de acuerdo a la utilización que se les quiera dar.

La industria del perno pertenece a la rama metalmeccanica, tiene como materia prima principal el alambón; tanto para los pernos como para las tuercas y se producen por deformación en frío y las varillas redondas para la conformación de pernos y tuercas mediante el forjado, en sus diferentes medidas y calidades, ya sea fierro 1020 o en acero 1045 o materiales de acero bonificado.

Con un avance de la minería y de las industrias de extracción primaria (industrias de extracción de minerales), avanza también la producción de la industria dedicada a la fabricación de pernos.

Por lo tanto resulta interesante conocer los procesos de fabricación para la obtención de pernos y tuercas además que esta industria presenta procesos productivos variados de fabricación, comúnmente utilizados en la industria metalmeccánica.

En el presente trabajo se analizará básicamente la administración de la producción y la descripción de los diferentes procesos de producción que se dan en el proceso de conformación de pernos y tuercas en frío, conocido comúnmente como sección en frío.



INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por finalidad, dar alcances sobre los procesos de producción en la fabricación de pernos, tuercas y afines, a la vez, plasmar también la manera de cómo llevar a cabo el control en sí, de todos los procesos productivos y la administración de la producción, en particular de este tipo de productos que se da en la industria en mención (Conformación en la Sección en Frío). Por la variedad de procesos y el tipo de producto resulta interesante la manera de cómo se obtienen los productos terminados y su forma de llevar su control en la planta, tanto productivo como administrativo.

Después de culminado el presente trabajo, se habrá dado a conocer todo el alcance de los procesos generales, particulares y especiales en la fabricación de este tipo de productos, el tipo de maquinaria utilizada y todos los factores que intervienen en la fabricación de este producto, además la manera de cómo administrar la producción.

Con el presente trabajo se busca que todos los estudiantes de la facultad de Ingeniería Industrial puedan fijar ideas, ante este tipo de procesos productivos y así pueda servir como un material de consulta y de referencia practica en la conducción de este tipo de procesos y la manera de cómo asumir un comportamiento en este tipo de planta.

Se hace mención a aspectos referidos al control y acarreo de materiales, control de materias primas, y en si la parte importante de cada uno de los procesos de producción, además de los elementos de seguridad que se deben de tener en cuenta en la planta, el diagrama de operación de los procesos será de vital importancia para conocer todo el proceso productivo.

CAPITULO 1

RESUMEN EJECUTIVO

1.1 Generalidades y Planteamiento del problema

Generalidades.- La empresa del estudio cuyo nombre para efectos del trabajo se mantendrá en reserva tiene como referencia de creación y crecimiento los párrafos que abajo se anotan.

A inicios de los años 70 comenzó sus operaciones especializándose en los rubros minero y ferroviario, durante los años 80 la empresa mantenía un ritmo de producción relativamente bajo, con referencia a la capacidad instalada en la planta de producción.

En esta misma década de los ochenta y dada la quiebra de la empresa que hasta ese momento fue líder en el mercado de este tipo de industria, la empresa en estudio, motivo del trabajo, captó todos los clientes de la empresa en quiebra asumiendo un rol de producción activo y bastante fuerte, a la vez se consolidó como una empresa líder en este rubro, manteniendo en la actualidad el liderato en la fabricación de pernos, tuercas y afines.

Planteamiento del Problema.- Debido a lo anteriormente expuesto en las generalidades y al asumir la empresa un fuerte ritmo de producción y al no poseer esta un control total de los procesos productivos, surge la necesidad de aplicar técnicas de Ingeniería y producción a tal forma que se presente un mejor control de todos los factores que confluyen en la elaboración del producto final, este nuevo modelo tiene



Ingeniería en Planta para el Control de Procesos Industriales en la fabricación de Pernos, Tuercas y Afines. Morales Galvez, Antonio Fernando.

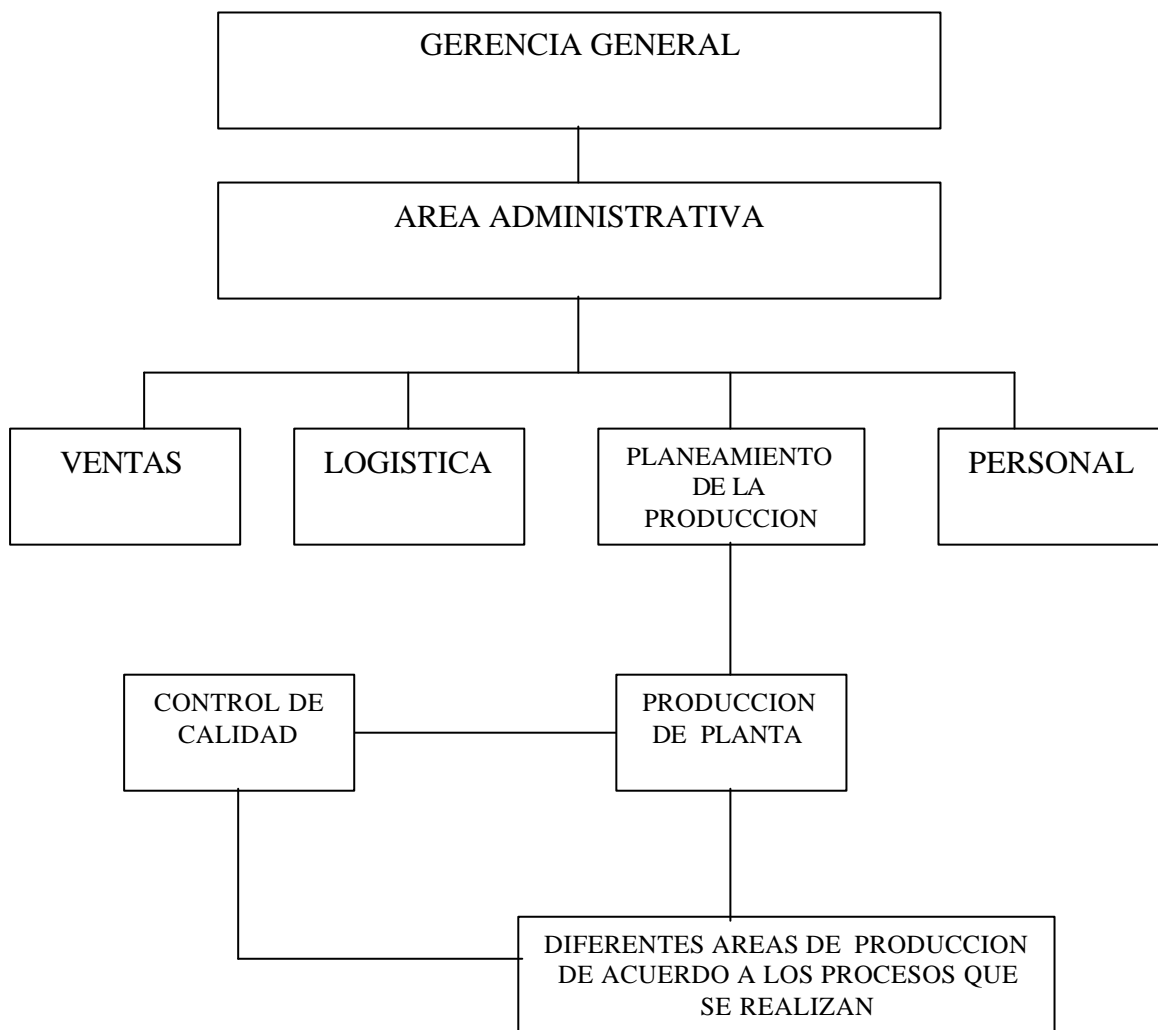
que partir de una aplicación de conceptos de ingeniería industrial que permita una estandarización de los procesos productivos.

Definido el problema; en los puntos y capítulos sucesivos se irán apreciando las diferentes implementaciones para el análisis y solución del problema.

Como se mencionó anteriormente el trabajo abarcará en sí básicamente el análisis y estudio de los procesos de producción y su manera de cómo administrarlo para la conformación de pernos y tuercas en frío (Sección en Frío).

La empresa en su estructura organizacional se presenta de la siguiente manera:

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



Como se puede observar esta estructura organizacional resulta plana sin muchos niveles jerárquicos lo que permite desarrollar acciones que permitan tomar decisiones en forma más dinámica.

Mi trabajo en esta empresa estuvo enfocado en el nivel productivo de la planta con la responsabilidad de estandarizar la producción inicialmente (a través de creación de formatos de producción y controles a través de reportes), y después elaborando el control administrativo para tener una información fácil de acceder y que permita decidir en forma óptima sobre las acciones y sucesos a realizar en la empresa. Como información previa del proceso productivo se contaba con una información de carácter muy incipiente basada prácticamente en datos verbales y con la experiencia de los trabajadores para tomar las acciones, según el momento dado, no existiendo diagrama de operaciones de producción, control de inventarios, planes de producción, entre otros.

1.2 Objetivos Generales y Específicos

Objetivos Generales.- Básicamente se plantearon los siguientes objetivos generales:

- Estudio y definición de los procesos a través de los diagramas de operación de procesos, bajo lo cual se comenzó a describir cada una de las acciones realizadas y los diferentes procesos de transformación para la elaboración de los productos en la sección en frío.

- Diagrama de recorrido de lo cual se obtuvieron las diferentes estaciones de trabajo y secuencias de máquinas necesarias para la elaboración de los diferentes productos, las variaciones que sufre la materia prima en cada área o sección de la planta.

- Obtener los diagramas hombre - máquina, de lo cual se obtienen los tiempos aproximados de producción.

- Control total de calidad, de lo cual se obtienen características necesarias para una buena calidad del producto en sus diferentes procesos.

- Elaboración de planes de producción.

- Control de inventario e insumos necesarios para la producción.

Objetivos Específicos.- Se plantearon los siguientes objetivos específicos básicamente en los puntos álgidos de la producción:

- Elaboración de planes de producción.

- Control de inventarios de materiales e insumos.

- Control de calidad en los procesos que definen principalmente la calidad del producto ya que estos son regidos bajo normas internacionales de estandarización de la calidad (como son las normas ASTM, ANSI, entre otras) destacando como principales propiedades de los pernos y tuercas la dureza, el torque, la tracción, entre otros.

1.3 Justificación e Importancia

Demás esta comentar la justificación de mantener un control y un orden administrativo en una planta de Producción, ya que estos puntos son factores que ayudan a planificar mejor todos los procesos y acciones que se toman en planta.

Respecto a la importancia de todo este trabajo, como industriales sabemos de lo óptimo que resulta un proceso de fabricación donde se tienen parametrizados todos los procesos, ya que esto permite tener un mayor grado de acierto en la toma de decisiones.

CAPITULO 2

TECNOLOGIA DEL PRODUCTO

2.1 Definición de los Productos

- **PERNOS.-** Elementos de ajuste que pueden hacerse de fierro, acero u otro material que no sea muy común como los pernos bonificados cuya característica es la de tener alta resistencia. En principio un perno se forma al tener un cuerpo cilíndrico y pasarle un espiral alrededor del mismo, el cual en combinación con una tuerca se acopla de tal forma que realizan un ajuste.

- **TUERCAS.-** Elemento complementario del perno que en combinación con este produce el ajuste. Al igual que los pernos generalmente son fabricados en material de Fierro 1020 o acero 1045. En principio es un cuerpo sólido, dentro del cual se pasa un macho el cual tiene como efecto producirle una rosca y en forma similar combina con un perno y se da el ajuste.

- **OTROS PRODUCTOS.-** Entre otros productos podemos mencionar los espárragos, eclisas, clavos rieleros, templadores, entre otros, pero de forma muy particular según el requerimiento del cliente, estos productos tales como los clavos rieleros y templadores se elaboran generalmente en la sección en caliente que tiene como principio fundamental de producción la forja, que consiste en calentar el material y con prensas excéntricas darle la forma deseada.

2.2 Generalidades

- Ambos productos tanto el perno como la tuerca pasan por procesos de producción similares variando en el acabado que se le quiera dar (Pavonado, zincado, tropicalizado entre otros) y también de acuerdo al material de fabricación.

- En la fabricación de pernos y tuercas con un material de acero 1045 o acero bonificado (no muy común en los requerimientos por parte del cliente), los procesos de producción comienzan a tener diferentes procesos de producción con respecto a los productos que se realizan en fierro SAE 1020 o 1010.

- En la Empresa motivo del estudio se encuentran definidas claramente dos líneas de producción, a saber:
 - **Línea de Producción en Frío**, Sección donde los pernos y tuercas que se fabrican se da mediante la deformación de la materia prima en frío a través de matrices y usando prensas horizontales con diferentes estaciones, estas máquinas poseen alta resistencia y potencia para poder deformar el material. Las características de los productos de esta línea o sección es que los diámetros de los pernos y tuercas que se producen, varían entre $\frac{1}{4}$ " y $\frac{3}{4}$ ", esta sección es automatizada debido a la mayor utilización y especialización de las máquinas. El operario después de regular y preparar su máquina le sigue una fase de control de funcionamiento en sí de la máquina.

 - La Sección en Caliente, denominada así porque para la fabricación de los productos de esta línea tiene como principio básico de producción el forjado. Como característica básica de los pernos, tuercas, espárragos entre otros, es que son de diámetros

superiores a los $\frac{3}{4}$ y también de longitudes mayores a 5". Esta sección trabaja mas en forma manual; dependiendo en mayor grado de la destreza del operador para la obtención de un buen producto.

2.3 Premisas Básicas

En el contexto básico para este tipo de fabricación surgen como premisas básicas las siguientes:

- Ante la necesidad del sujetar y ajustar cosas o partes se ideó como elemento de ajuste el perno, el cual se acompaña en juego de una tuerca y una arandela.
- El perno, tuerca y arandela de acuerdo a la necesidad y exigencia del ajuste pueden trabajarse en fierro 1020, acero 1045 o acero bonificado 4140, entre otras; cada uno con propiedades mecánicas (resistencia, elasticidad, tracción, torque, etc.) diferentes.
- Existen en la actualidad máquinas para trabajo de deformación en frío que tienen la capacidad de fabricar pernos de hasta 1" de diámetro, máquinas que realizan grandes esfuerzos mecánicos; debido a los procesos de corte y deformación hechos en si por las máquinas.
- Ante los grandes esfuerzos mecánicos para fabricar pernos o productos superiores a 1", se ha ideado una manera más artesanal de fabricar este producto, lo cual tiene como principio fundamental la forja, la cual consiste en calentar el material al rojo vivo y deformarlo a través de la combinación de matrices y prensas excéntricas con capacidades superiores a 60 ton.

- En la fabricación de estos elementos de ajuste se hizo necesaria una estandarización de nivel mundial regidas básicamente por normas como ISO, DIN, SAE, ASME, ANSI, ASTM, normas que aseguran características de material, propiedades mecánicas y acabados. De no ser así estos sistemas de ajuste se encontrarían en una situación caótica, no pudiéndose realizar entre otras actividades, una comercialización global entre los mercados.

2.4 La Materia Prima

La materia prima para conformar las tuercas y pernos en la **Línea en Frío**, es el alambión, en sus diferentes medidas y calidades, esta materia prima viene certificada bajo normas de calidad mundial (SAE). La materia prima es adquirida, por resultar de costo óptimo desde Sudáfrica y Brasil.



El alambión es un producto de acero redondo, laminado en caliente, fabricado bajo normas ASTM A510, ASTM A510M, en grados de acero SAE bajo y alto carbono (1005 hasta 1095). Este alambión se destina para el trefilado o estirado en frío, obteniéndose como producto el alambre a la medida requerida.

Entre los insumos principales a utilizar en la Sección en Frío se tienen los siguientes:



Ingeniería en Planta para el Control de Procesos Industriales en la fabricación de Pernos, Tuercas y Afines. Morales Galvez, Antonio Fernando.

INSUMOS PARA LA SECCION EN FRIO

- DECAPADO, Acido clorhídrico.
- FOSFATIZADO, Acido nítrico, ácido fosfórico, nitrito de sodio, oxido de zinc.
- TREFILADO, Polvo para trefilar.
- PRENSADO, Líquidos refrigerantes para las máquinas de prensado.

PARA LA SECCION EN CALIENTE

Como materia prima se utilizan las barras redondas ya sean también en fierro o acero, también se utilizan las platinas y las barras de fierro corrugado entre otras. Entre los insumos principales se encuentran los siguientes:

- HORNOS, petróleo diesel.

2.5 Situación de la Industria

Teniendo en cuenta que los pernos y tuercas son elementos primarios y básicos en las construcciones metálicas, la industria encargada de la fabricación de pernos y tuercas que pertenece al giro metalmecánica se ve en la necesidad de estar en constante producción, sobre todo para los pernos y tuercas con diámetros comúnmente utilizados.

Al abrirse los mercados en la década de los 90 de forma más libre, trae consigo una fácil importación de pernos y tuercas. Producto también de la globalización, por lo que el comercio de estos productos se presentó en forma masiva sobre todo, de aquellos pernos y tuercas con alta tasa de rotación y comúnmente utilizados; dentro de lo cual la empresa en estudio utiliza como estrategia de negocios, también la comercialización pero con la ventaja de producir productos con alto costo y riesgo de importación.

CAPITULO 3

ANALISIS DE MERCADO

3.1 Mercado Potencial

Cabe resaltar que la industria dedicada a la fabricación de pernos, tuercas y afines esta orientada a un mercado de necesidades ya sean las ordinarias o domesticas (ajustar partes o dos piezas, o hacer cierta presión de un objeto hacia otro); o aquellas de uso industrial ya sean en la construcción de estructuras metálicas, molinos, la industria petrolera, etc.

La industria de la perneria esta ligada a la industria de extracción primaria como es la minera, ya que necesitan pernos para el ensamblado de rieles, carretas y coches para la extracción de los metales.

Con el crecimiento de la industria minera o primaria, la cual se observa en el cuadro N° 1, que indica como ha ido incrementando el nivel de producción para estos tipos de industrias primarias de extracción, las cuales siempre verán como necesidad de compra elementos de ajuste.

Después de observar el cuadro y gráfico abajo mostrado podemos apreciar que del año 90 al 95 hubo una tendencia creciente en la producción minero metalúrgica, después del 96 al 2000 hay una pequeña tendencia a la baja de producción, pero esta baja representa mayor cantidad de producción respecto a los primeros años (1990 al 1993).

Vamos apreciar mas adelante una demanda constante de pernos y tuercas que proyectándose hacia futuro va tener una tendencia a subir aunque no muy

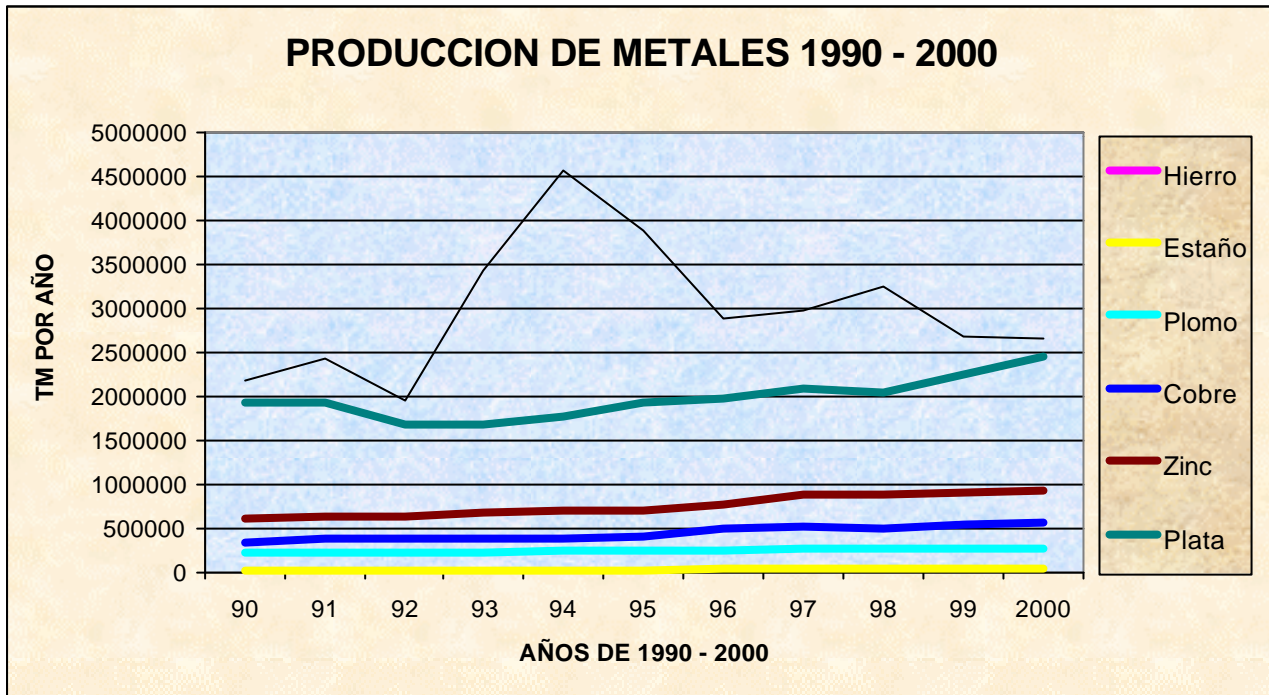
pronunciadamente, debido a que la variación hacia futuro no es muy marcada. (estas proyecciones se realizarán a través del método de regresión y correlación).

En el tiempo que se laboró en la empresa se pudo observar un volumen de producción constante, con una tendencia ligeramente creciente, y una cartera de clientes muy pronunciada, en las empresas dedicadas a la extracción de minerales y a las empresas dedicadas al montaje de estructuras metálicas.

CUADRO N° 1

| PRODUCCION MINERA METALICA (TM – CONT. FINO) | | | | | | | TOTAL TM por Año |
|---|-------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------------------|
| Años | Hierro | Estaño | Plomo | Cobre | Zinc | Plata | |
| 1990 | 2.181.321 | 4.812 | 209.722 | 323.412 | 598.193 | 1.927.534 | 5.244.994 |
| 1991 | 2.421.593 | 6.568 | 217.864 | 382.277 | 638.064 | 1.926.611 | 5.592.977 |
| 1992 | 1.945.535 | 10.044 | 214.007 | 379.128 | 626.179 | 1.667.711 | 4.842.604 |
| 1993 | 3.419.663 | 14.310 | 224.695 | 381.250 | 668.094 | 1.670.815 | 6.378.827 |
| 1994 | 4.563.610 | 20.275 | 235.042 | 365.663 | 690.017 | 1.768.199 | 7.642.806 |
| 1995 | 3.886.023 | 22.331 | 237.597 | 409.693 | 692.290 | 1.928.853 | 7.176.787 |
| 1996 | 2.873.562 | 27.004 | 248.787 | 484.231 | 760.563 | 1.970.197 | 6.364.344 |
| 1997 | 2.960.165 | 27.952 | 262.466 | 506.498 | 867.691 | 2.090.311 | 6.715.083 |
| 1998 | 3.230.364 | 25.747 | 257.713 | 483.338 | 868.757 | 2.024.570 | 6.890.489 |
| 1999 | 2.672.630 | 30.618 | 271.782 | 536.387 | 899.524 | 2.231.390 | 6.642.331 |
| 2000 | 2.645.991 | 37.410 | 270.576 | 553.924 | 910.303 | 2.437.706 | 6.855.910 |
| Total | 32.800.457 | 227.071 | 2.650.251 | 4.805.801 | 8.219.675 | 21.643.897 | 70.347.152 |

FUENTE IIMP-MINERIA EN EL PERU



3.2 Proyección de la Demanda

Del cuadro anterior, aplicando proyección hacia el futuro por el método de los Mínimos Cuadrados vamos a tener una proyección del 2001 al 2010 según lo siguiente:

y = Variable dependiente. Producción de Pernos está en función de la producción de la minería y del tiempo.

X_1 = Variable independiente. Producción de la industria minera, la cual repercute sobre la producción de Pernos..

X_2 = Variable independiente. La sucesión del tiempo referencial para las proyecciones a futuro.

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2$$

Las ecuaciones a resolver se plantean de la siguiente manera:

$$\Sigma Y = n \beta_0 + \beta_1 \Sigma X_1 + \beta_2 \Sigma X_2$$

$$\Sigma X_1 Y = \beta_0 \Sigma X_1 + \beta_1 \Sigma X_1^2 + \beta_2 \Sigma X_1 X_2$$

$$\Sigma X_2 Y = \beta_0 \Sigma X_2 + \beta_1 \Sigma X_1 X_2 + \beta_2 \Sigma X_2^2$$

CUADRO DE VARIABLES PERIODO 1990 AL 2000

| | PRODUCCION | | |
|------------|-----------------|-----------------|----------------|
| | PERNOS | MINERIA | TIEMPO |
| | Y_i | X_1 | X_2 |
| Año | Total Tm | Total Tm | Periodo |
| 1990 | 1080 | 5244994 | 1 |
| 1991 | 1164 | 5592977 | 2 |
| 1992 | 1188 | 4842604 | 3 |
| 1993 | 1260 | 6378827 | 4 |
| 1994 | 1500 | 7642806 | 5 |
| 1995 | 1620 | 7176787 | 6 |
| 1996 | 1836 | 6364344 | 7 |
| 1997 | 1980 | 6715083 | 8 |
| 1998 | 2100 | 6890489 | 9 |
| 1999 | 2172 | 6642331 | 10 |
| 2000 | 2180 | 6855910 | 11 |

Calculando los parámetros vamos a tener los siguientes resultados:

$$\beta_0 = 898.83$$

$$\beta_1 = -3.91 \times 10^{-6}$$

$$\beta_2 = 128.31$$

Por lo que la formula de proyección se convierte en:

$$Y = 898.83 - 3.91 \times 10^{-6} X_1 + 128.31 X_2$$

Definiendo el coeficiente de relación lineal se tiene lo siguiente:

R_{12} = Porcentaje de variación de la variable X_1 (Producción de la minería) influenciando a la variable y (Producción de Pernos).

R_{13} = Porcentaje de variación de la variable X_1 (Producción de la minería) la que está influenciada por el tiempo variable X_2 .

Calculando el valor de los coeficientes de relación lineal se tiene lo siguiente:

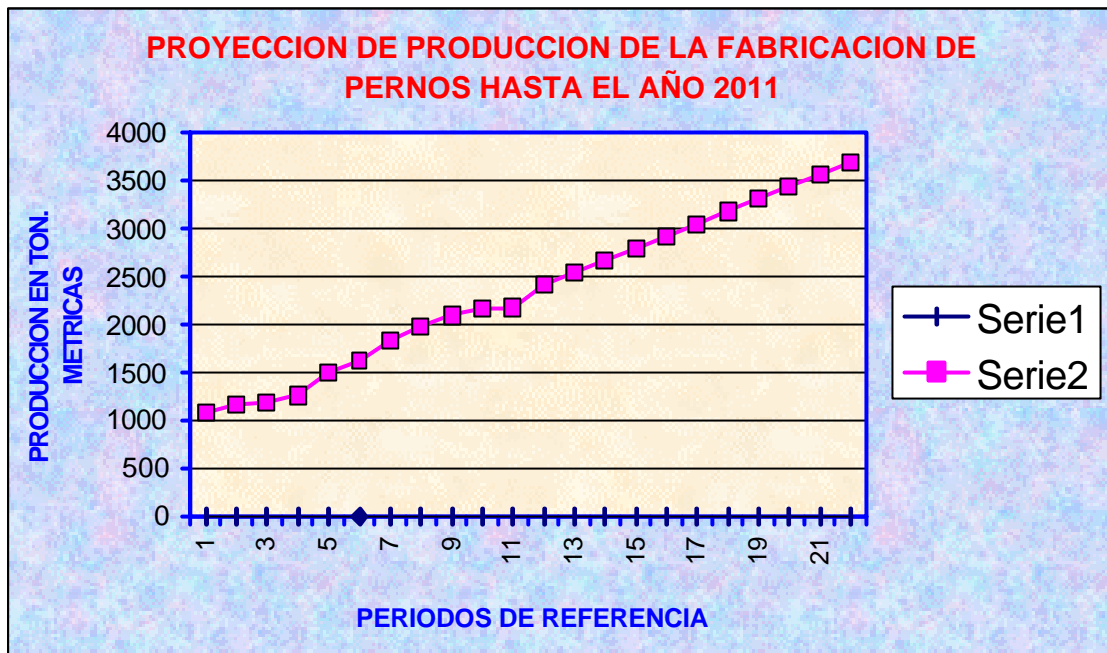
R_{12} = **61.93%**. A lo que podemos decir que el 61.93% de la variación de la variable X_1 (Producción de la minería) influencia a la variable y (Producción de Pernos).

R_{13} = **98.48%**. A lo que podemos decir que el 98.48% de variación de la variable X_1 (Producción de la minería) está influenciada por el tiempo variable X_2 .

De acuerdo a los resultados de los coeficientes de relación lineal podemos decir que el coeficiente R_{12} tiene un grado de correlación mediano, mientras el coeficiente R_{13} tiene un grado de correlación fuerte.

CUADRO DE PROYECCION DE PRODUCCION DE PERNOS HASTA EL AÑO 2011

| Año | PRODUCCION REAL DEL 1990 AL 2000 | | | Corrección según Fórmula | PROYECCION DE PRODUCCION AL 2011 | | |
|------|----------------------------------|---------|--------|--------------------------|----------------------------------|------|--------------|
| | PERNOS | MINERIA | TIEMPO | | FABRICA DE PERNOS | | |
| | Y_i | X_1 | X_2 | | PER. | Años | Ton. Métrica |
| 1990 | 1080 | 5244994 | 1 | 1,006.61 | 12 | 2001 | 2,417.97 |
| 1991 | 1164 | 5592977 | 2 | 1,133.55 | 13 | 2002 | 2,544.91 |
| 1992 | 1188 | 4842604 | 3 | 1,264.79 | 14 | 2003 | 2,676.16 |
| 1993 | 1260 | 6378827 | 4 | 1,387.09 | 15 | 2004 | 2,798.45 |
| 1994 | 1500 | 7642806 | 5 | 1,510.45 | 16 | 2005 | 2,921.81 |
| 1995 | 1620 | 7176787 | 6 | 1,640.58 | 17 | 2006 | 3,051.94 |
| 1996 | 1836 | 6364344 | 7 | 1,772.06 | 18 | 2007 | 3,183.42 |
| 1997 | 1980 | 6715083 | 8 | 1,899.00 | 19 | 2008 | 3,310.36 |
| 1998 | 2100 | 6890489 | 9 | 2,026.61 | 20 | 2009 | 3,437.98 |
| 1999 | 2172 | 6642331 | 10 | 2,155.89 | 21 | 2010 | 3,567.25 |
| 2000 | 2180 | 6855910 | 11 | 2,283.36 | 22 | 2011 | 3,694.72 |



El cuadro anterior muestra todas las proyecciones al año 2011 basados en los cálculos precedentes, a la vez se aprecia una tendencia de crecimiento de la producción de pernos, a la vez que los años van transcurriendo. Pero cabe mencionar que no se contempla posibles fenómenos económicos y financieros no predecibles que puedan suceder a futuro que repercutan a nivel mundial y de país.

3.3 Estrategias de Mercado

Para seguir manteniendo una Empresa vigente en el mercado, muchas de las veces hay que adoptar posiciones y acciones, de tal forma que se tienen que diseñar estrategias que permitan a la empresa su crecimiento y desarrollo. Para el caso en particular se diseñaron las siguientes estrategias:

- Abrir una línea de importación, para comercializar los pernos y tuercas de consumo masificado.

- Darle valor agregado a las importaciones, esto se realiza dándole un acabado, adicional a los productos importados tales como zincado, tropicalizado, galvanizado entre otros.
- Orientar un fuerte plan de ventas nacional, tratando de obtener la mayor cantidad de clientes sobre todo en el ramo de la minería que son uno de los mejores consumidores de este tipo de productos.
- De los puntos precedentes se desprende una producción orientada a fabricar productos que resultan riesgosos para la importación, llámese aquellos productos de medidas especiales y con altos costos de importación.
- Orientar el plan de producción a productos que dejan un mayor grado de utilidad.

CAPITULO 4

ASPECTOS TECNICOS

4.1 Tamaño y Capacidad Instalada

La Empresa en estudio tiene unas instalaciones que cuenta con un área aproximadamente de 7,000 metros cuadrados, dotado de la mas moderna infraestructura. Sus dos líneas de producción: automatizada (Sección Frío) la cual será analizada en el siguiente trabajo y en forja (Sección Caliente), pueden producir mas de 3000 ítems, con diámetros de hasta 2 1/2".

El tamaño de las instalaciones soporta en sí, todo el conjunto de maquinarias que permiten la realización a plenitud de todos los procesos productivos sin la necesidad de tercerizar ciertos procesos.

La capacidad instalada de producción es de 300 toneladas mensuales. Esta planta de producción cuenta con una avanzada tecnología en lo que respecta a las maquinarias. A la vez cuenta con un laboratorio de pruebas de control de calidad, este laboratorio está implementado con equipos, que permiten realizar la mayoría de ensayos de calidad tales como pruebas de torque, dureza, entre otras.

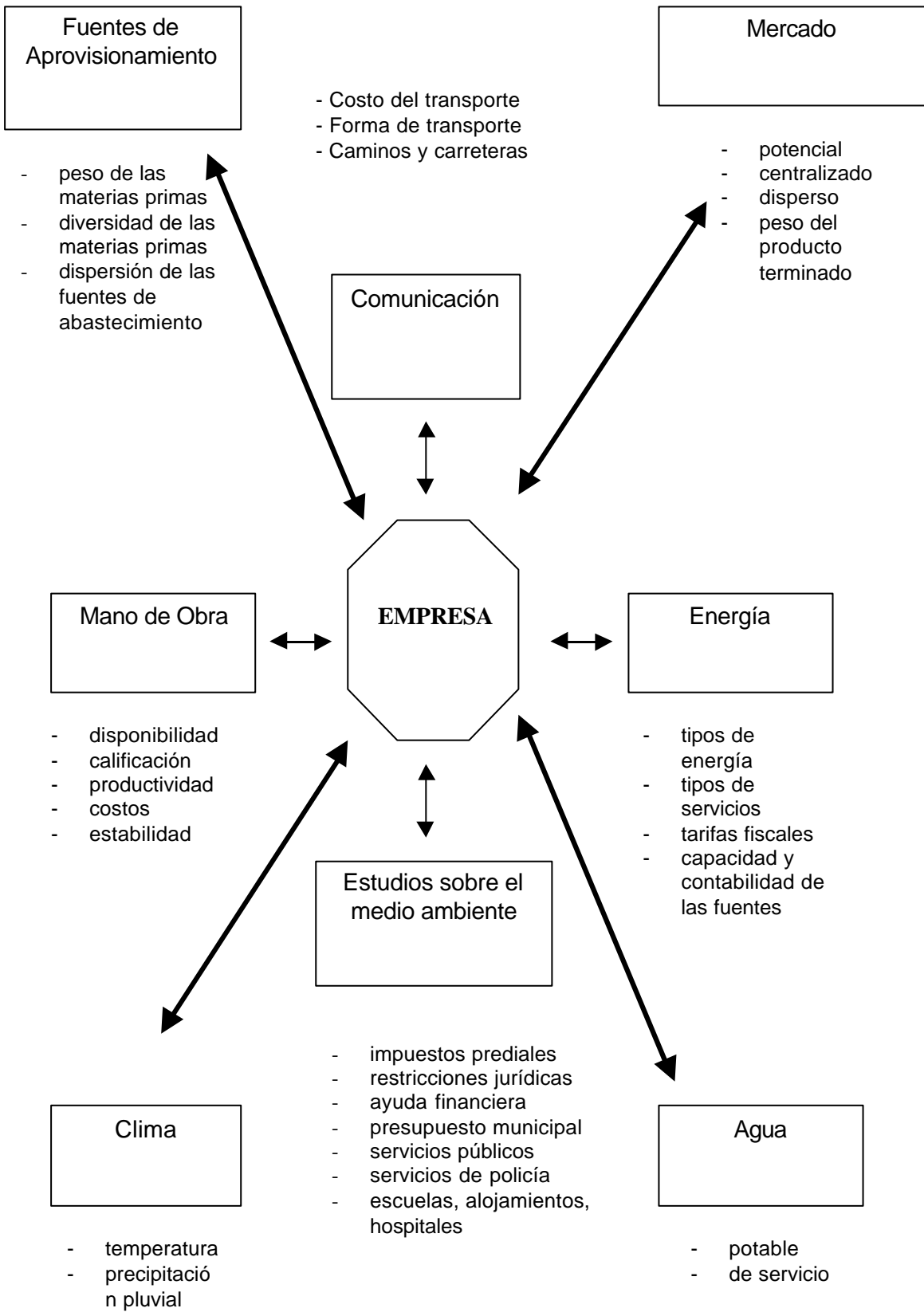
La capacidad instalada de momento resulta temporal, ya que el área de las instalaciones con que cuenta la empresa, fácilmente permitiría una ampliación de 100 toneladas a través de mayor número de máquinas.

Actualmente la producción real mensual fluctúa aproximadamente entre las 170 y 230 toneladas, cifra que comparando con la capacidad instalada de producción resulta mucho menor. Porcentualmente la planta trabaja a un 70% de su capacidad.

4.2 Ubicación y Localización

Vemos en el esquema mostrado a continuación, como la empresa se interrelaciona con todos los elementos que se deben de tener en cuenta para poder optimizar la ubicación y localización de la planta.

Al estar la empresa localizada en una zona industrial del Callao, se puede desprender que su ubicación y localización permite fácilmente tener acceso a todos los elementos necesarios para poder llevar a cabo una mejor gestión empresarial.



La empresa se localiza en una zona industrial del Callao, lo cual permite los siguientes detalles:

- ASPECTOS DE COMUNICACIÓN, para esto se cuenta fácilmente con los caminos necesarios para el fácil traslado de sus materias primas y distribución de productos.
- ASPECTOS DE APROVISIONAMIENTO, la materia prima para esta empresa es traída mediante importación, siendo el costo de transporte económico debido a la cercanía de la empresa con las zonas de aduana.
- ASPECTOS DE MERCADO, debido a que en esta zona se concentran los grandes almacenes, el proceso de distribución es fluido desde las instalaciones de la empresa hacia los clientes. Además que en la capital se encuentran empresas encargadas de realizar servicios de transporte con puntos de destino a nivel nacional.
- ASPECTOS DE ENERGIA, por ser zona industrial, y al haber mejorado notablemente el servicio de energía eléctrica, siempre se cuenta con esta energía la cual resulta indispensable para este tipo de industria. A la vez el agua es un recurso hídrico necesario para poder realizar una gran variedad de procesos (los tratamientos térmicos, zincado, galvanizado, el decapado, el fosfatizado, entre otros).
- Para el caso particular de este tipo de industria el clima es un factor sin mayor incidencia en el proceso productivo, cabe mencionar que el clima en Lima es templado y no representa mayor problema para ningún tipo de industria. Con respecto a la mano de obra, podemos afirmar que se cuenta con oferta de personal que tiene la capacidad para poder laborar en los diferentes procesos.

- **ASPECTOS SOBRE MEDIO AMBIENTE**, este tipo de planta presenta como agente contaminante la emanación de gases, típicos de los diferentes procesos de transformación, los cuales a su vez dañan el medio ambiente. Pero la emanación de estos gases se minimiza con la captación de los mismos a través de campanas y con la puesta de filtros, los cuales tienen como misión retener los agentes contaminantes.

4.3 Infraestructura

La amplitud de las instalaciones de la planta ha permitido desarrollar una adecuada distribución de planta, haciéndose fluido el desarrollo de las actividades. Además de que la planta cuenta con las maquinarias necesarias para la elaboración de todos los procesos productivos, eliminando la necesidad de tercerizar algunos procesos productivos (maquilas), salvo casos donde se formen los cuellos de botella, debido a diferentes factores, como pueden ser los mantenimientos de las máquinas, recarga de producción en algunos procesos entre otros.



CAPITULO 5

TECNOLOGIA DE LOS EQUIPOS

5.1 Especificaciones Técnicas de los equipos principales a utilizar

Para el presente trabajo haremos un bosquejo de las diferentes áreas de la empresa, y se hará una breve descripción de las máquinas con mayor incidencia en el proceso productivo.

Entre las áreas representativas de la planta podemos tener las siguientes:

- MATRICERIA, área donde se fabrican piezas y matrices que vienen a ser los insumos más importantes para la no para de las máquinas en planta.

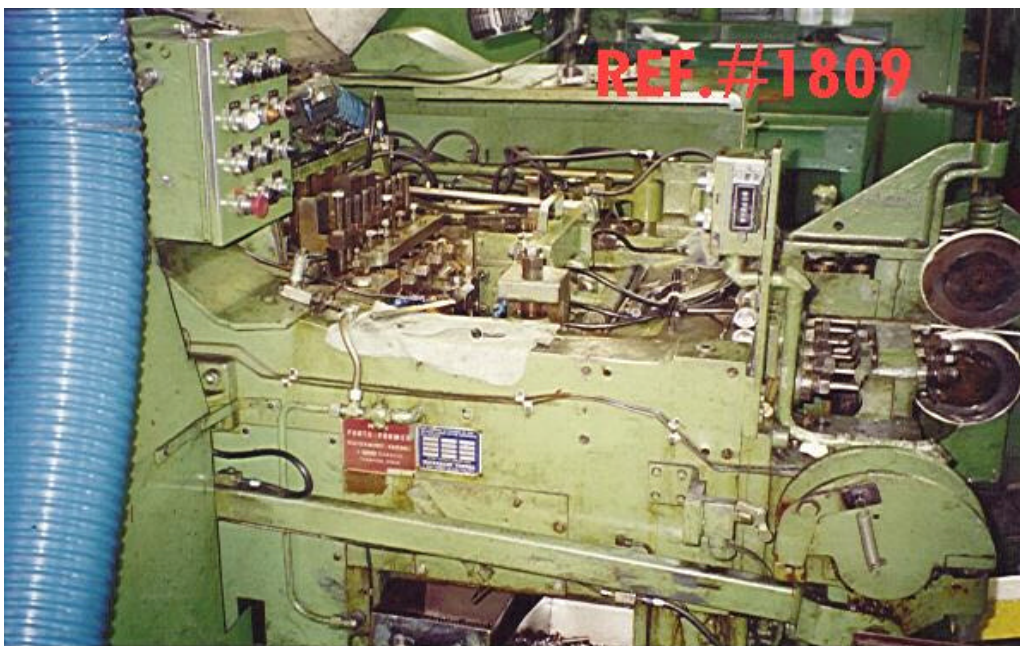
Mencionando las máquinas más representativas tenemos:

- LA ELECTROEROSIONADORA, máquina cuyo principio es la electroquímica, así, podemos apreciar un modelo de la misma.



- TORNOS, máquina herramienta que trabaja mediante arranque de viruta. Esta máquina provee de matricería y herramientas para la sección de frío y caliente.

- Podemos mencionar máquinas menores como la sierra eléctrica, esmeriladora, taladro entre otras.
- SECCION TREFILADO, Area donde se habilitan los materiales, previo a este proceso tenemos el decapado y el fosfatizado. Las maquinas llamadas trefiladoras son las encargadas de reducir el diámetro del alambroón. El principio de esta máquina se basa en hacer pasar el alambroón por unas matrices de menor diámetro, según la medida que se requiera para la producción de determinado ítem.
- SECCION PRENSADO EN FRIO, Area donde se dan los procesos mas importantes de la producción tiene como máquinas mas resaltantes las siguientes:
 - PRENSADORA, Máquina que realizan todo el proceso de deformación, para este fin la máquina consta de 03 o hasta 04 estaciones, donde cada estación de la máquina tiene una función diferente como es la de corte de material, preformado del perno, y formación del perno. (**ver figura**), de igual forma trabaja la máquina que fabrican las tuercas.



- REDUCTORA, Máquina cuya función es la de hacer la reducción de los pernos formando el cuello del mismo, como paso sucesivo se tiene el proceso de roscado.



ESTACIONES



- ROSCADORA O LAMINADORA PARA PERNOS, Máquinas complementarias cuyo trabajo principal es de roscar pernos. Estas máquinas complementan a algunas máquinas formadoras de pernos, que no tienen en su proceso de trabajo la etapa de roscado.

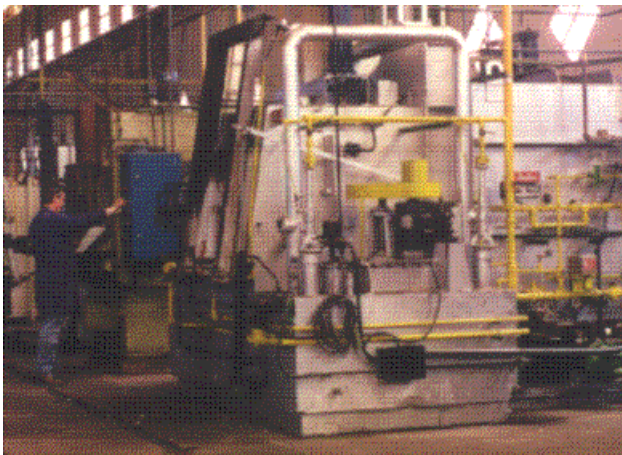


- ROSCADORA DE TUERCAS, son maquinas que se encargan del roscado de las



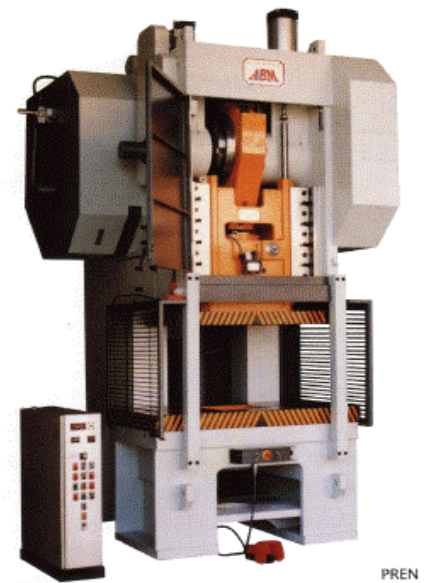
tuercas después de haberse prensado las mismas.

- TRATAMIENTOS TERMICOS, Area encargada de dar el tratamiento térmico a los pernos de acero, para que estos alcancen propiedades mecánicas requeridas. Entre los procesos mas comunes tenemos el templeado, el recocido y el revenido en hornos que se muestran en la figura de abajo.



- SECCION DE ACABADOS, Area en la cual se dan los diferentes tipos de acabado para el producto terminado de acuerdo a la necesidad del cliente, este acabado puede ser zincado, pavonado, galvanizado, tropicalizado u otro.
- PAVONADO, se realiza en hornos con fajas transportadoras, de tal forma que los pernos pasan por una cabina que se encuentra aproximadamente a 400° centígrados, después de ser calentados pasan por una poza de aceite (mediante fajas transportadoras metálicas) quedando un acabado de color negro.
- ZINCADO, baños electroliticos de zinc trabajados en una tina y bajo el principio de disolución y electrólisis, este proceso le da a los pernos un recubrimiento de zinc que puede ser azulado o amarillo.
- GALVANIZADO, Area bajo la cual se pone en inmersión en una solución de zinc, los pernos y tuercas, recubriendo totalmente su superficie con zinc, con espesores de capa de zinc superiores a las capas que brinda el zincado electrolítico.
- SECCION DE DEFORMACION EN CALIENTE
- AREA DE CORTE, área donde se habilita el material (corte de las varillas de fierro y acero según medidas requeridas), se utilizan para este fin prensas excéntricas y cizallas.

- AREA DE FORJADO Y PRENSADO, En esta área se calienta al rojo vivo el material habilitado y luego con las prensas excéntricas a través de matrices se deforma el material formando el producto que se quiera producir.



- SECCION DE ALMACEN, El almacén tiene la función de realizar el conteo de todos los productos terminados y a la vez prepara también el embolsado y ensacado, dejando la mercadería lista para su venta. Para la realización de las labores mencionadas anteriormente esta sección utiliza las máquinas y equipos comunes a cualquier almacén, llámense selladoras, ensunchadoras, selladoras de sacos, balanza electrónica entre otras herramientas típicas de los almacenes convencionales.

CAPITULO 6

EL PROCESO PRODUCTIVO

6.1 Marco Contextual de la Producción

Con antecedentes del punto anterior y con el conocimiento gráfico del tipo de máquinas y pequeños conceptos básicos de los procesos productivos, vamos a partir de los siguientes principios:

- Que en la industria de pernos, tuercas y afines, todos los productos fabricados son obtenidos a través de deformaciones por esfuerzos mecánicos y por el calentamiento de los materiales esto ultimo para la sección en caliente.

En la empresa motivo del trabajo se pueden apreciar claramente dos líneas de producción bien definidas, como son:

- **PRODUCCION EN FRIO**, llamada así porque todos los procesos de deformación que se suceden en el material, se realizan a través de deformaciones mecánicas en frío, de esta forma se obtiene el producto terminado. Las deformaciones de la materia prima se realizan a través de maquinarias, las que con esfuerzos mecánicos vencen la resistencia del material y los van transformando hasta la obtención de un perno o una tuerca, es de suponer que para esto, las máquinas de prensado o conformación de pernos y tuercas están diseñadas con potentes motores y con piezas de aceros resistentes al impacto y deformación (Aceros de Alta Resistencia) de tal forma que puedan contrarrestar la reacción al esfuerzo de deformación que va presentar la materia prima.

La sección en frío es una línea automatizada ya que el maquinista tiene que regular su máquina, habilitarla con material ya preparado y luego proceder al control de la

operación de la máquina y sus herramientas de la misma ya que de estas herramientas (matrices) depende la calidad del producto.

Esta sección será materia del estudio, el cual va a tener una temática que contemplará todos los detalles de los procesos generales y particulares de fabricación de pernos y tuercas, además se describirá también los procesos de acabado y el control de calidad total respectivo.

- **PRODUCCION EN CALIENTE**, la producción en esta sección consiste básicamente, en calentar el material habilitado, al rojo vivo y después se procede a la deformación a través de prensas excéntricas, que trabajan en conjunto con las matrices y herramientas que permiten la conformación del producto terminado.

Esta sección es mas simple ya que el material se habilita, después se calienta y al final se deforma, la calidad para esta sección depende de la destreza que pueda imponer el operador en el desarrollo de sus labores.

Estos dos tipos de producción ya sean en fiero o en acero son los que conforma el sistema productivo de toda la planta.

6.2 Diagrama de Operaciones de Procesos

Para este punto y para ser mas didáctico se tomara como referencia dos productos de las sección frío en diferentes calidades (fierro 1020 y acero 1045), los cuales encierran en si todos los procesos básicos que se pueden dar en la industria encargada de producir pernos y tuercas, en la parte de abajo podemos apreciar los Diagramas de Operaciones de Procesos (DOP) de acuerdo a lo siguiente:

SECCION : PLANTA FRIO

PRODUCTO : Pernos y Tuercas Grado 2 (Fierro SAE 1020)

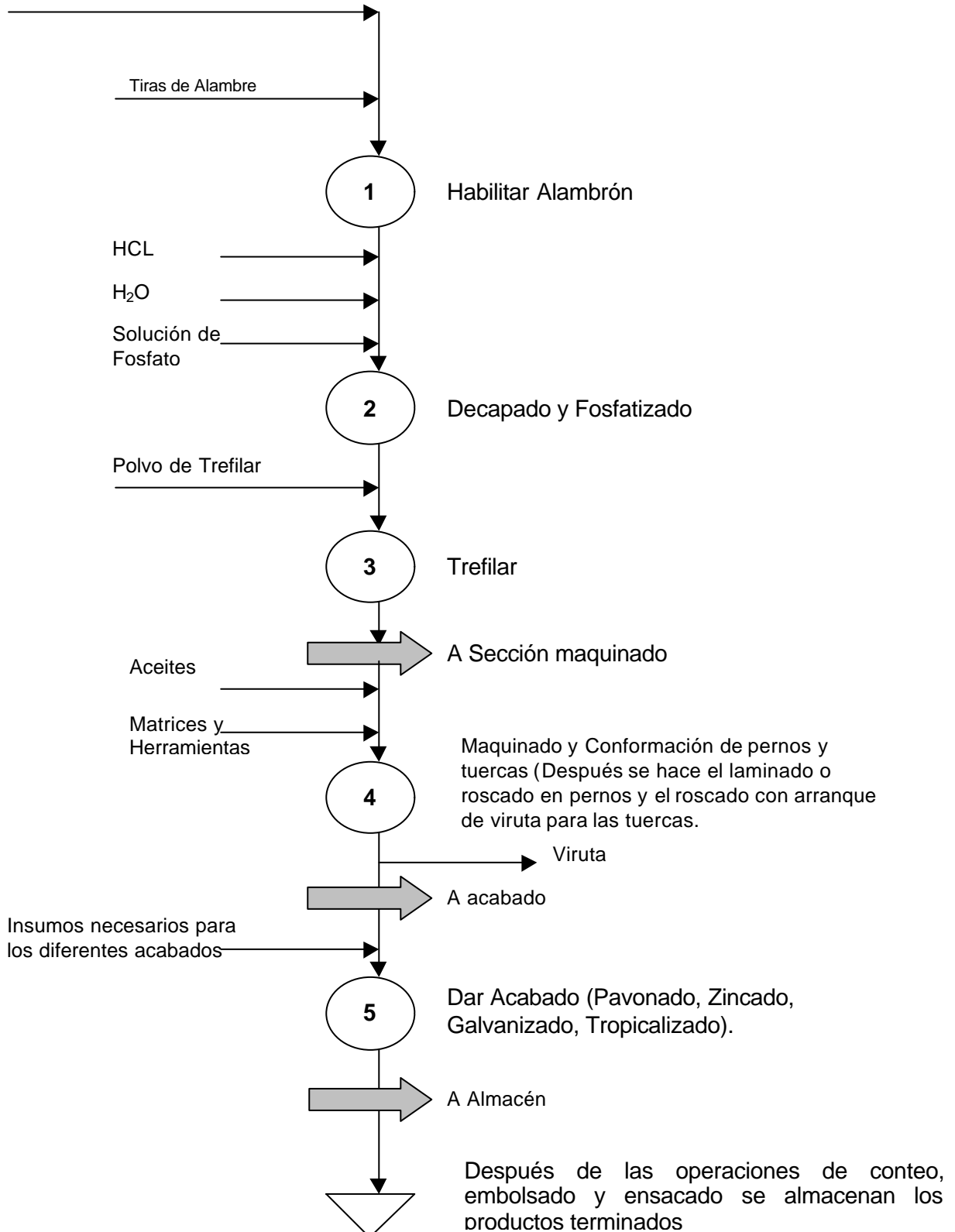
RESTRICCIONES: Diámetros máximos hasta 7/8" y longitudes hasta 5"

En el caso de pernos. Para las Tuercas hasta $\phi \frac{3}{4}$ "

Medidas Métricas las equivalentes.

DIAGRAMA DE OPERACIÓN PROCESOS PARA PERNOS Y TUERCAS G-2

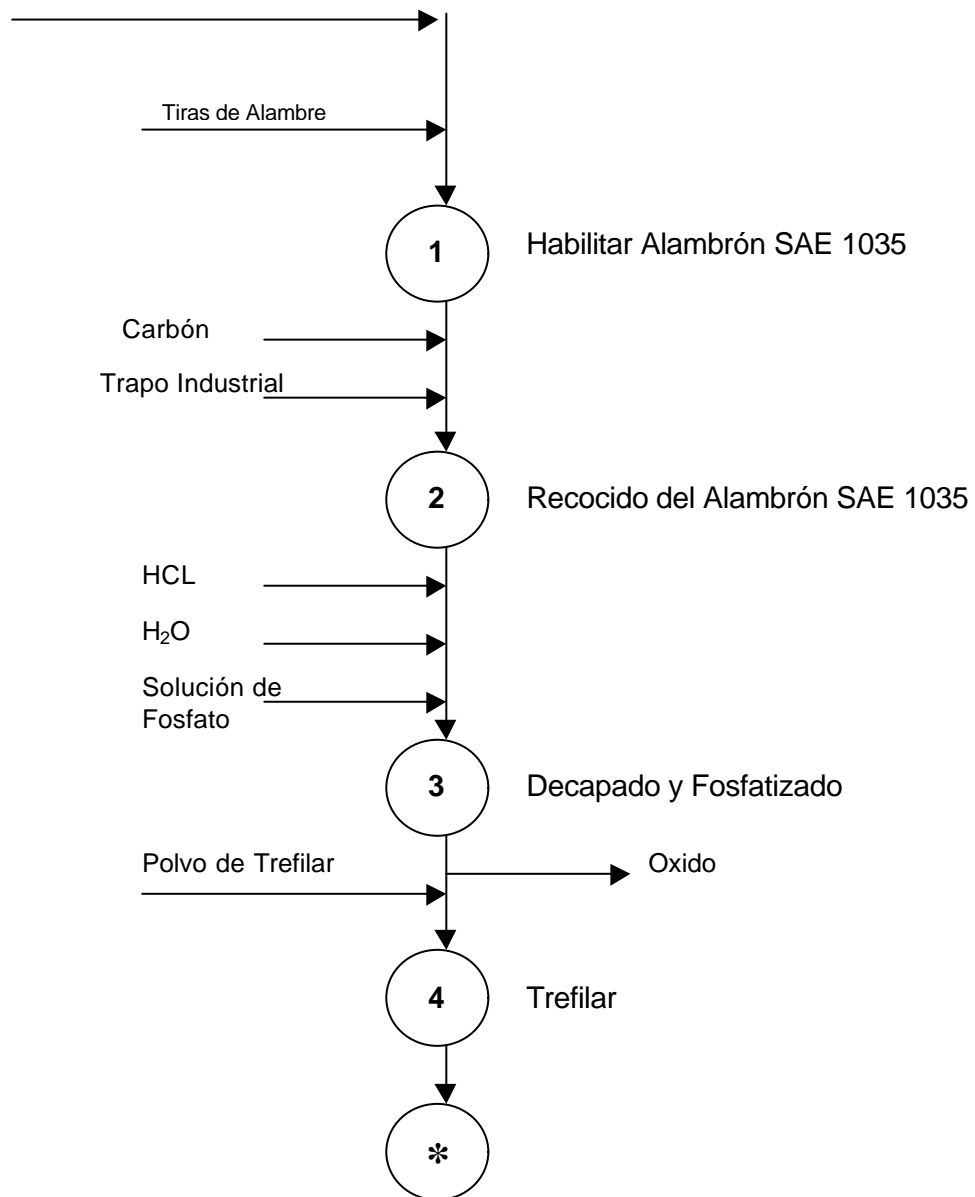
M.P. ALAMBRON Fe

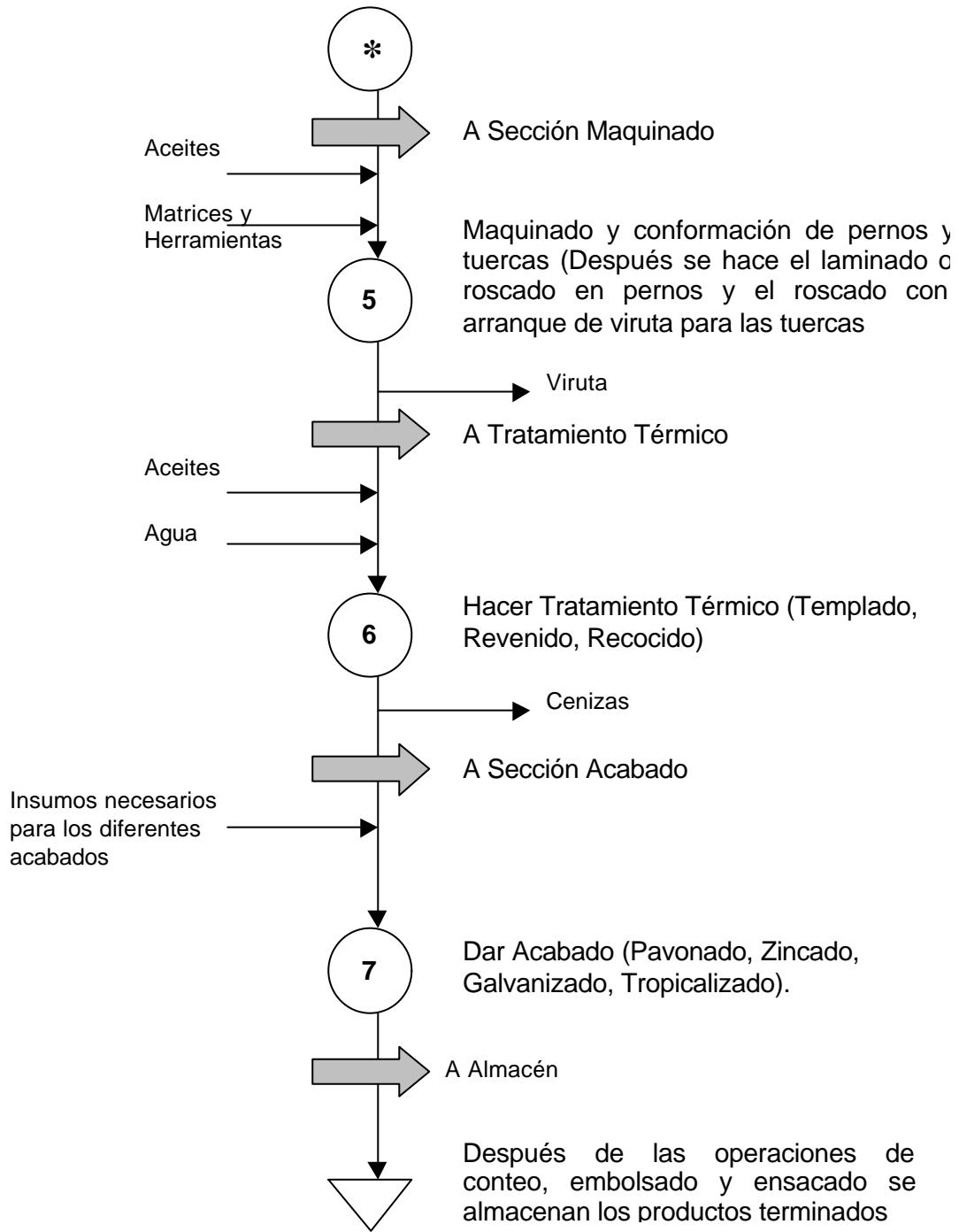


SECCION : PLANTA FRIO
PRODUCTO : Pernos y Tuercas Grado 5 (Fierro SAE 1035)
RESTRICCIONES: Diámetros máximos hasta 7/8" y longitudes hasta 5"
En el caso de pernos. Para las Tuercas hasta $\phi \frac{3}{4}$ "
Medidas Métricas las equivalentes.

DIAGRAMA DE OPERACIÓN PROCESOS PARA PERNOS Y TUERCAS G-5

M.P. ALAMBRON ACERO SAE 1035





El presente trabajo se abocará plenamente a la Sección en Frío, ya que esta sección posee gran variedad de procesos productivos, además que esta es la sección donde se aplicó técnicas de ingeniería y administración de la producción debido a la falta de información y al desorden existente.

6.3 Descripción de los Procesos

Destacan los siguientes:

- **HABILITADO DE LA MATERIA PRIMA.-** El habilitado de la materia prima es el proceso mediante el cual la materia prima (alambren de fierro o acero) se prepara, utilizando pedazos de alambre con diámetro de 5 mm. y de aproximadamente 2 m., de tal forma que los rollos de alambren se amarran y ajustan, asegurando la contextura del mismo. Esta acción permite que cuando el rollo de alambren se manipule con ayuda de estrobos y el teclé mecánico, para que pueda ser trasladado a diferentes áreas de trabajo; no se desarme ni enrede ya que causa pérdida de material y se pierde mucho tiempo para las maniobras y todos los procesos que posteriormente se le tienen que dar a los rollos de alambren.

- **DECAPADO.-** Es el proceso bajo el cual se limpian las superficies del alambren, básicamente consiste en retirar las películas de oxido y herrumbre que se forman en la superficie del rollo de alambren, debido al contacto que tiene este con el medio ambiente, este proceso consiste en sumergir el rollo del alambren en una tina hecha de fibra de vidrio de 2.25 x 1.85 x 1.70 m. de alto; con un volumen aproximado de 7,000 litros aproximadamente, la que contiene una sustancia decapante que tiene aproximadamente las siguientes proporciones: una tonelada de ácido clorhídrico de una pureza al 90% y 2,500 litros de agua. El tiempo aproximado de inmersión del rollo de Alambren es de aproximadamente 15 minutos, cuando la solución decapante se

encuentra concentrada, pero a medida que se van limpiando rollos, el tiempo de decapado va aumentando, esto debido lógicamente a que la solución decapante va perdiendo concentración y se vuelve mas débil. Esta solución decapante se cambia aproximadamente una vez por mes.

La herrumbre consiste en una mezcla de los óxidos FeO , Fe_2O_3 y Fe_3O_4 . El examen metalográfico de la cascarilla obtenida en probetas de hierro electrolítico tratado durante 4 horas a 700°C , han demostrado que consta de tres capas: la primera tiene un 85-95% del espesor total de la capa de óxidos, y está compuesta de FeO , la segunda es de Fe_3O_4 (10-15%) y la tercera de Fe_2O_3 (0.5-2%).

- **FOSFATIZADO** .- Después del decapado se procede a enjuagar el rollo de alambón en una tina con las mismas características de la tina de decapado este enjuague es netamente con agua; operación de aproximadamente 1 minuto de duración.

Una vez enjuagado el alambón se procede a sumergir este en una tina (con dimensiones similares a la tina de decapado) que contiene una solución de fosfato la cual esta compuesta por agua, ácido fosfórico, ácido nítrico, óxido de zinc, y nitrito de sodio de tal forma que se forma una solución que al sumergir el alambón por un tiempo aproximadamente de 3 horas y luego de retirarlo adquiere propiedades antioxidantes.

Los principales tratamientos por baño para superficies metálicas son los que producen revestimientos de fosfatos. Estos no aumentan la resistencia a la corrosión del metal base, pero aportan una excelente base para acabados orgánicos, tales como barnices, esmaltes, aceites, ceras, etc. Los revestimientos de fosfato se pueden aplicar al acero y al hierro, al cinc y al aluminio y sus aleaciones y al cadmio. El estaño puede asimismo ser fosfatado, pero el proceso es algo diferente.

El uso de fosfatos para conservar objetos de hierro era conocido por los romanos del siglo III de nuestra era. En 1869 se patentó en Inglaterra un procedimiento que consistía en calentar al rojo al rojo el objeto metálico y someterlo a la acción del ácido fosfórico, se formaba un revestimiento que aumentaba notablemente la resistencia del hierro contra la oxidación. En 1906 T.W. Coslett sacó una patente británica basada en el uso del ácido fosfórico para el hierro y el acero, la cual puede considerarse como precursora del arte moderno de la fosfatación. Posteriormente se perfeccionó el procedimiento para acelerar la formación del fosfato y reducir el tiempo empleado en el proceso. Casi todos los procesos de fosfatación están protegidos por patentes. Lo fundamental de ellos es que un trozo de acero sumergido en una solución diluida de ácido fosfórico saturada con fosfato ferroso se reviste de una película de fosfato cristalino.

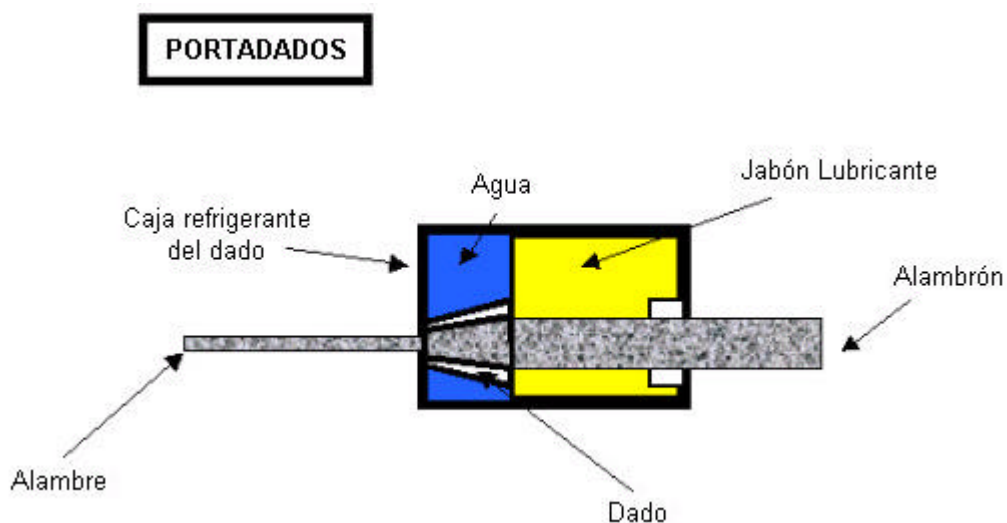
Otra aplicación de los revestimientos fosfatados se relaciona con reducir el desgaste. Los revestimientos aplicados debidamente a las superficies de acero sujetas a roce constante reducen considerablemente el desgaste del metal. Las películas usadas con ese objeto son principalmente de fosfatos de hierro y manganeso. Estos actúan como miriadas de diminutos depósitos de aceite que evitan el contacto de metal con metal. Variedad de piezas, tales como forros de cilindros, pistones, anillos, árboles de levas, etc, son fosfatados para reducir el desgaste.

Otro uso muy importante de los revestidos de fosfatados es como ayuda en el estirado de metales. Se han empleado varios métodos para reducir la fricción entre el metal y la matriz en el estirado o la extrusión del acero. El revestimiento fosfatado y la lubricación del acero reducen la fricción y permiten operaciones más rápidas.

- **TREFILADO** .- Operación o proceso que se da al rollo de alambón una vez que este ha salido de la solución de fosfato y está completamente seco.

Este proceso consiste en la reducción del diámetro del alambro. Para esto se dispone de una máquina trefiladora, esta máquina tiene como accesorio de trabajo un trompo sobre el que se coloca el rollo del alambro. Para la reducción del diámetro del alambro se utilizan matrices de diferentes medidas, de acuerdo a la medida final que se quiera tener del alambro, tiene como insumo el polvo de trefilar el cual sirve como lubricante entre la matriz y el alambro.

El trefilado es un proceso de conformación en frío mediante el cual se consigue reducir el diámetro de un alambro o de un alambre. Para ello se hace pasar el alambre a través de un dado fabricado usualmente de carburo de tungsteno, con la sección que se muestra en el esquema.



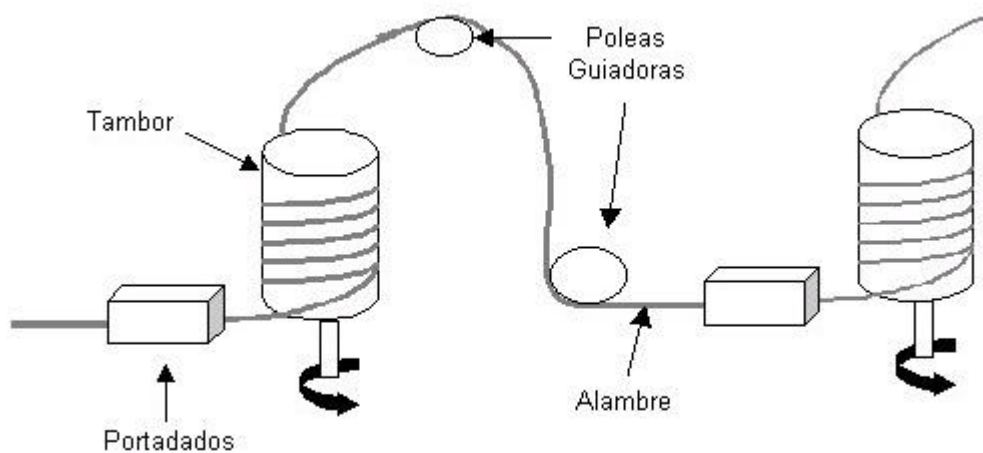
Al igual que en la laminación, cuando el grado de reducción total es muy grande (mayor a 25 %) se deben aplicar varios pasos de trefilado (varios dados con diámetros de salida sucesivamente más pequeños). Los grados de reducción y sus secuencias varían de trefilería en trefilería. Según estudios, el primer y último paso deben tener reducciones menores al promedio, el tercer y cuarto deben tener las primeras reducciones por encima del promedio, y los demás pasos deben tener reducciones en el

promedio. Según los estudios, de este modo se distribuye mejor la generación de la acritud y se consiguen reducir el numero de roturas.

El proceso de trefilado es un proceso en frío; aunque la deformación mecánica genera lógicamente calentamiento del material, este raramente sobrepasa lo 80° o 90°C. Los parámetros de operación mas importantes son:

- Grado de Reducción y secuencia de reducciones
- Lubricante sólido usado
- Enfriamiento adecuado de los dados

En ese orden de importancia.



Un grado de reducción promedio bastante razonable es de 20% por paso o dado. Establecido este criterio la secuencia dependerá del diámetro inicial y final, lo cual determinara el numero de pases.

El lubricante usualmente es un jabón de tipo sódico o potásico pudiendo ser en polvo. Es importante que el jabón sea de buena calidad, que prenda fácilmente sobre el alambre, que no forme rápidamente grumos duros los cuales muchas veces rayan el alambre y ocasionan roturas. Un buen lubricante se pega en forma pareja sobre el alambre dándole brillo y un color oscuro conforme es trefilado. Los lubricantes más corrientes suelen quemarse rápidamente, formando grumos y agarran un color terroso.

Los dados usualmente tienen un sistema de enfriamiento de agua alrededor de ellos (en el portadado) para evitar el calentamiento excesivo del dado y del alambre. Adicionalmente muchas trefiladoras colocan ventiladores en los tambores que enrollan el alambre trefilado después de pasar por cada dado, con el fin de contribuir al enfriamiento del alambre. Esto es importante sobre todo en aceros de alto carbono (donde la temperatura de transformación eutectoide es menor), pero en trefiladoras de alambre de bajo carbono, muchas veces se omiten estos ventiladores. La velocidad de deformación expresada en términos de velocidad de paso del alambre (metros por minuto) es del orden de unos 30 m/min a la entrada del primer dado. En un ensayo de tracción, la velocidad de paso del material (velocidad con que la mordaza móvil se desplaza) es del orden de los 10 a 25 cm/min. Es bastante lento el estiramiento.

Los mayores inconvenientes que surgen en una operación de trefilado lo constituye las roturas del alambre entre dados. Estas roturas pueden deberse a mala lubricación, baja resistencia del alambre, defectos internos del alambón, ovalidad del alambón, ángulo inadecuado de entrada del alambre en el dado, reducción excesiva en ese paso, menos frecuentemente, debido a una alta tensión o torque del motor del tambor; mas o menos en ese orden de importancia.

Ya se ha mencionado la importancia de la lubricación. Cuando la película lubricante se rompe al pasar por el dado también se observa una rotura del alambre. La película puede romperse por un ángulo inadecuado de penetración del alambre en el dado.

Cuando el alambrón tiene muy baja resistencia a la tracción va a ser susceptible a fallar por la tracción generada en el proceso; recordemos que el acero es forzado a pasar entre los dados mediante estiramiento por tensión, con la fuerza que proporciona el motor del tambor.

Cuando el alambrón tiene suciedad debido a inclusiones, especialmente las indeformables o duras como silicatos y óxidos, el acero se encuentra disminuido en su resistencia mecánica al tener menor área neta de sección; adicionalmente estos cuerpos duros no van a deslizarse fácilmente al pasar por el dado, especialmente cuando su tamaño relativo al diámetro del alambre vaya creciendo en importancia. Esto lleva a la rotura del alambre.

La ovalidad del alambrón, un ángulo inadecuado de entrada del alambre o una reducción excesiva o desgaste irregular del dado pueden llevar a condiciones de rotura al generarse una mayor deformación en un lado del alambre que en el otro, generando un calentamiento localizado o una excesiva deformación, lo que lleva a la aparición de una zona fuertemente alterada y poco deformable en el alambre. La rotura en esta zona es inminente.

En el trefilado el grano se deforma en la dirección del trefilado aumentando su acritud, con lo cual aumenta su resistencia a la tracción pero disminuye su ductilidad. A mayor grado de reducción mayor acritud. Paralelamente, un metal con mas acritud es menos dúctil y menos deformable. Por ello, conforme el grado de reducción aumenta el metal se hace más difícil de trefilar, hasta que la operación de trefilado en casos extremos genere

la rotura del alambre; antes de que esto se produzca debe realizarse un recocido. El recocido es frecuente en aceros al carbono.

El porcentaje de reducción se da según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Reducción} = [(\text{Area inicial} - \text{Area Final}) / \text{Area inicial}] \times 100$$

Este grado de reducción depende de la composición química, microestructura inicial y material. Los aceros de bajo carbono pueden soportar reducciones más fuertes. Se encuentran a veces reducciones de hasta 35%.

- **MAQUINADO.-** Esta operación consiste en dar la forma propiamente dicha del producto, este proceso es automatizado ya que una vez que el operario ha regulado y preparado su máquina (graduación de matrices y pinzas) la máquina comienza el prensado de los pernos y tuercas, teniendo el operario que controlar y verificar el normal funcionamiento de la máquina.

- **LAMINADO O ROSCADO.-** Una vez prensado los pernos y tuercas estos pasan por un proceso de roscado. En el caso de las tuercas las máquinas que producen las mismas no le dan la rosca por lo que se tiene que complementar necesariamente con unas máquinas que se encargan de hacer la rosca de la tuerca. A diferencia de los pernos; hay máquinas de cuatro estaciones que realizan todo el proceso de fabricación del perno es decir lo conforman y después la misma máquina esta adaptada para poder hacerle la rosca a los pernos. De no ser este el caso también existen máquinas llamadas laminadoras las cuales se encargan del proceso de roscado de los pernos.

- **TRATAMIENTO TERMICO.-** El tratamiento térmico de los metales involucra varios procesos de calentamiento y enfriamiento para efectuar cambios estructurales en un material, los cuales modifican sus propiedades mecánicas.

Se pueden ejecutar operaciones de tratamiento térmico sobre una parte de trabajo metálica en varios pasos de la secuencia de manufactura. En algunos casos, el tratamiento se aplica antes del proceso formado, por ejemplo para ablandar el metal y ayudar a formarlo más fácilmente mientras se encuentra caliente. En otros se usa el tratamiento térmico para aliviar los efectos del endurecimiento por deformación que ocurre durante el formado y poder destinarla a una deformación posterior. Y finalmente el tratamiento térmico puede realizarse durante o casi al finalizar la secuencia de manufactura para lograr la resistencia y dureza requeridas en el producto terminado. Los principales tratamientos térmicos son el recocido, el templeado y el revenido. Estos procesos son conocidos y consisten en calentar y enfriar el acero de tal forma que alcancen propiedades mecánicas que permitan trabajar el material y a la vez tener un producto terminado con características y resistencia mecánicas especificadas según tablas.

- **ACABADO.-** Es el proceso que consiste en determinar, el proceso superficial y la presentación que se quiera dar al producto, presentándose entre los acabados mas comunes los siguientes:

- Pavonado
- Zincado en frío (azulado o tropicalizado)
- Galvanizado

- ❖ **PAVONADO.-** Proceso que consiste en calentar los pernos y tuercas a una temperatura de 410°C durante aproximadamente 15 minutos luego de lo cual se procede a darle un baño en aceite, presentando luego de esto un color negro. Para esto se necesita de un horno que consta de una faja transportadora para el traslado de los pernos y tuercas desde la cámara del horno donde se calientan hasta el baño de aceite. Este acabado protege al perno y la tuerca de la oxidación.

- ❖ **ZINCADO EN FRIO.-** El recubrimiento electrolítico de zinc sobre superficies férricas, gracias al empleo del proceso de “zinc ácido”, podemos ofrecer un tratamiento que responde tanto a las exigencias del zincado técnico como a la de los acabados decorativos por su extraordinario brillo. Tiene entre sus principales características la gran resistencia anticorrosiva, alto brillo, excelente acabado, pasivados de color azul y amarillo entre otros. El zincado electrolítico debido a su excelente relación prestaciones/precio es utilizado como protector anticorrosivo en infinidad de aplicaciones (automotores, construcciones mecánicas, electrónica entre otros).

- ❖ **GALVANIZADO.-** Proceso consistente en recubrir la superficie del perno y de la tuerca a través de una inmersión en una solución fundida de zinc. El espesor de la capa de zinc en el galvanizado es mayor que la capa del zincado en frío. Tiene ventajas varias como la de menor costo de mantenimiento, la durabilidad de los productos galvanizados es directamente proporcional al espesor del revestimiento de zinc e inversamente, a la agresividad del medio ambiente, puede resistir 10 años en atmósferas industriales, 20 años en atmósfera marítima y frecuentemente más de 25 años en áreas rurales. El proceso de galvanizado es simple, directo, y totalmente controlado, lo cual permite una inspección fácil, la naturaleza del proceso es tal que, si el revestimiento parece continuo y perfecto, realmente lo es.

6.4 Distribución de Planta

En la planta se pueden apreciar diferentes secciones cada una con procesos específicos, entre las secciones mas principales destacan las siguientes:

- **MATRICERIA.-** Sección encargada de proveer la matricería y herramientas para las secciones productivas en frío y caliente.
- **DECAPADO, FOSFATIZADO Y TREFILADO.-** Sección con la actividad específica de habilitar la materia prima (alambrón) dejándola apta para que se puedan maquinar (prensado).
- **AREA DE PENSADO, CONFORMADO Y ROSCADO.-** Esta sección agrupa la mayor cantidad de maquinarias teniendo la finalidad principal de pensar, conformar y hacer la rosca de los pernos y tuercas, para que posteriormente pasen a la sección de acabado.
- **SECCION CALIENTE.-** Sección de la empresa que conforma pernos, tuercas y afines a través del forjado, el cual consiste en calentar el material y a través de matrices darle la forma a la materia prima habilitada.
- **ZONA DE TRATAMIENTO TERMICO.-** Sección en la cual se realizan los procesos de recocido, templado y revenido para establecer características peculiares tanto a la materia prima como a los productos terminados.
- **SECCION ACABADO.-** En esta sección de la empresa se realiza el pavonado, zincado azulado o amarillo y el galvanizado.

- ❖ **PAVONADO.-** Proceso que consiste en calentar los pernos y tuercas a una temperatura de 410°C durante aproximadamente 15 minutos luego de lo cual se procede a darle un baño en aceite, presentando luego de esto un color negro. Para esto se necesita de un horno que consta de una faja transportadora para el traslado de los pernos y tuercas desde la cámara del horno donde se calientan hasta el baño de aceite. Este acabado protege al perno y la tuerca de la oxidación.

- ❖ **ZINCADO EN FRIO.-** El recubrimiento electrolítico de zinc sobre superficies férricas, gracias al empleo del proceso de “zinc ácido”, podemos ofrecer un tratamiento que responde tanto a las exigencias del zincado técnico como a la de los acabados decorativos por su extraordinario brillo. Tiene entre sus principales características la gran resistencia anticorrosiva, alto brillo, excelente acabado, pasivados de color azul y amarillo entre otros. El zincado electrolítico debido a su excelente relación prestaciones/precio es utilizado como protector anticorrosivo en infinidad de aplicaciones (automotores, construcciones mecánicas, electrónica entre otros).

- ❖ **GALVANIZADO.-** Proceso consistente en recubrir la superficie del perno y de la tuerca a través de una inmersión en una solución fundida de zinc. El espesor de la capa de zinc en el galvanizado es mayor que la capa del zincado en frío. Tiene ventajas varias como la de menor costo de mantenimiento, la durabilidad de los productos galvanizados es directamente proporcional al espesor del revestimiento de zinc e inversamente, a la agresividad del medio ambiente, puede resistir 10 años en atmósferas industriales, 20 años en atmósfera marítima y frecuentemente más de 25 años en áreas rurales. El proceso de galvanizado es simple, directo, y totalmente controlado, lo cual permite una inspección fácil, la naturaleza del proceso es tal que, si el revestimiento parece continuo y perfecto, realmente lo es.

6.4 Distribución de Planta

En la planta se pueden apreciar diferentes secciones cada una con procesos específicos, entre las secciones mas principales destacan las siguientes:

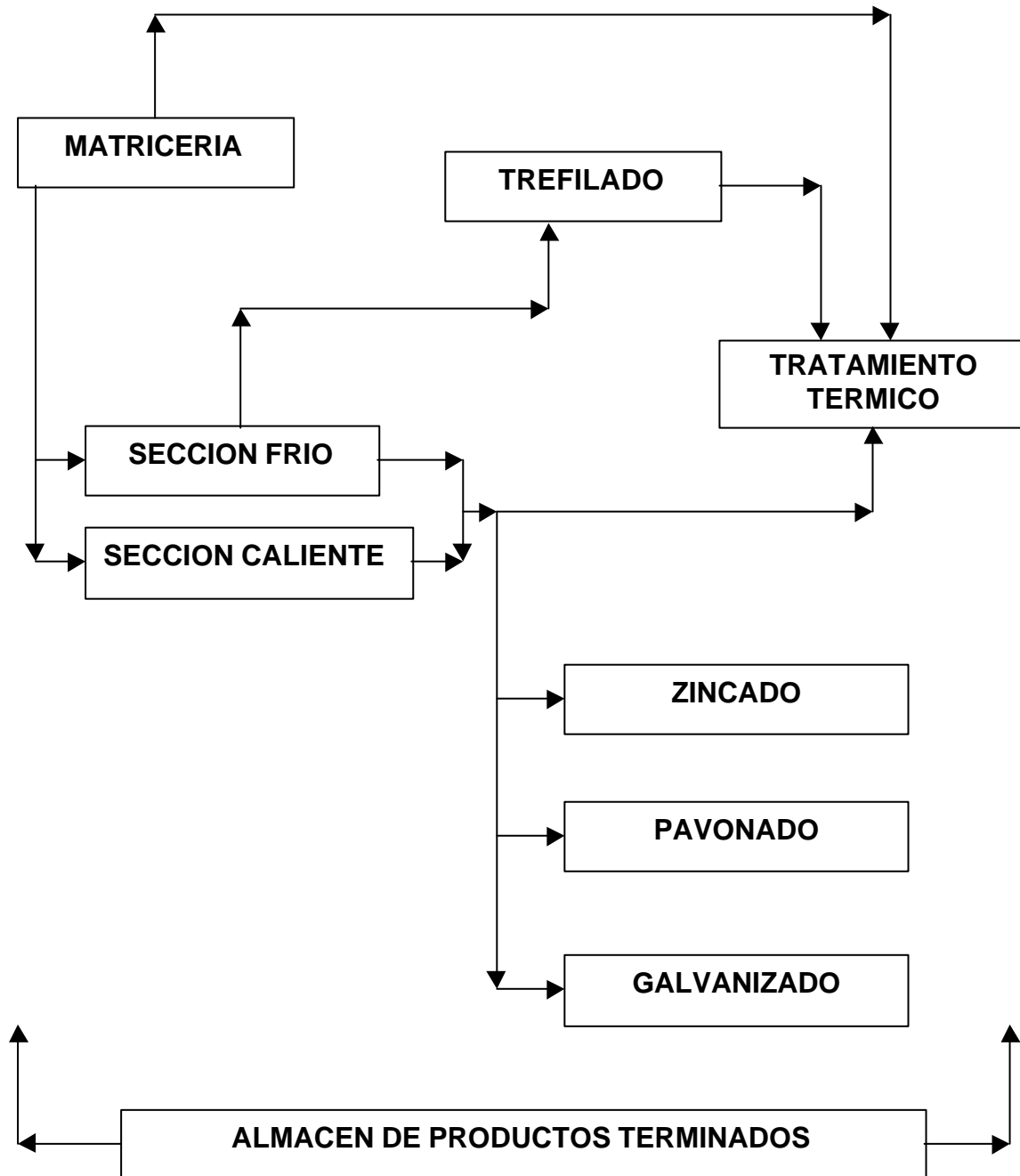
- **MATRICERIA.-** Sección encargada de proveer la matricería y herramientas para las secciones productivas en frío y caliente.
- **DECAPADO, FOSFATIZADO Y TREFILADO.-** Sección con la actividad específica de habilitar la materia prima (alambrón) dejándola apta para que se puedan maquinar (prensado).
- **AREA DE Prensado, CONFORMADO Y ROSCADO.-** Esta sección agrupa la mayor cantidad de maquinarias teniendo la finalidad principal de prensar, conformar y hacer la rosca de los pernos y tuercas, para que posteriormente pasen a la sección de acabado.
- **SECCION CALIENTE.-** Sección de la empresa que conforma pernos, tuercas y afines a través del forjado, el cual consiste en calentar el material y a través de matrices darle la forma a la materia prima habilitada.
- **ZONA DE TRATAMIENTO TERMICO.-** Sección en la cual se realizan los procesos de recocido, templado y revenido para establecer características peculiares tanto a la materia prima como a los productos terminados.
- **SECCION ACABADO.-** En esta sección de la empresa se realiza el pavonado, zincado azulado o amarillo y el galvanizado.

- **ALMACEN.-** Area común a toda empresa, aquí se realiza el conteo y se preparan los productos terminado de acuerdo a la presentación como se van a vender.

Las instalaciones de la empresa presentan un arreglo físico por procedimientos ya que el reagrupamiento de las máquinas y los equipos está en este caso en función de sus características técnicas. El producto se desplaza de una sección a otra según las etapas del proceso de fabricación (ver distribución de planta que se presenta mas adelante).

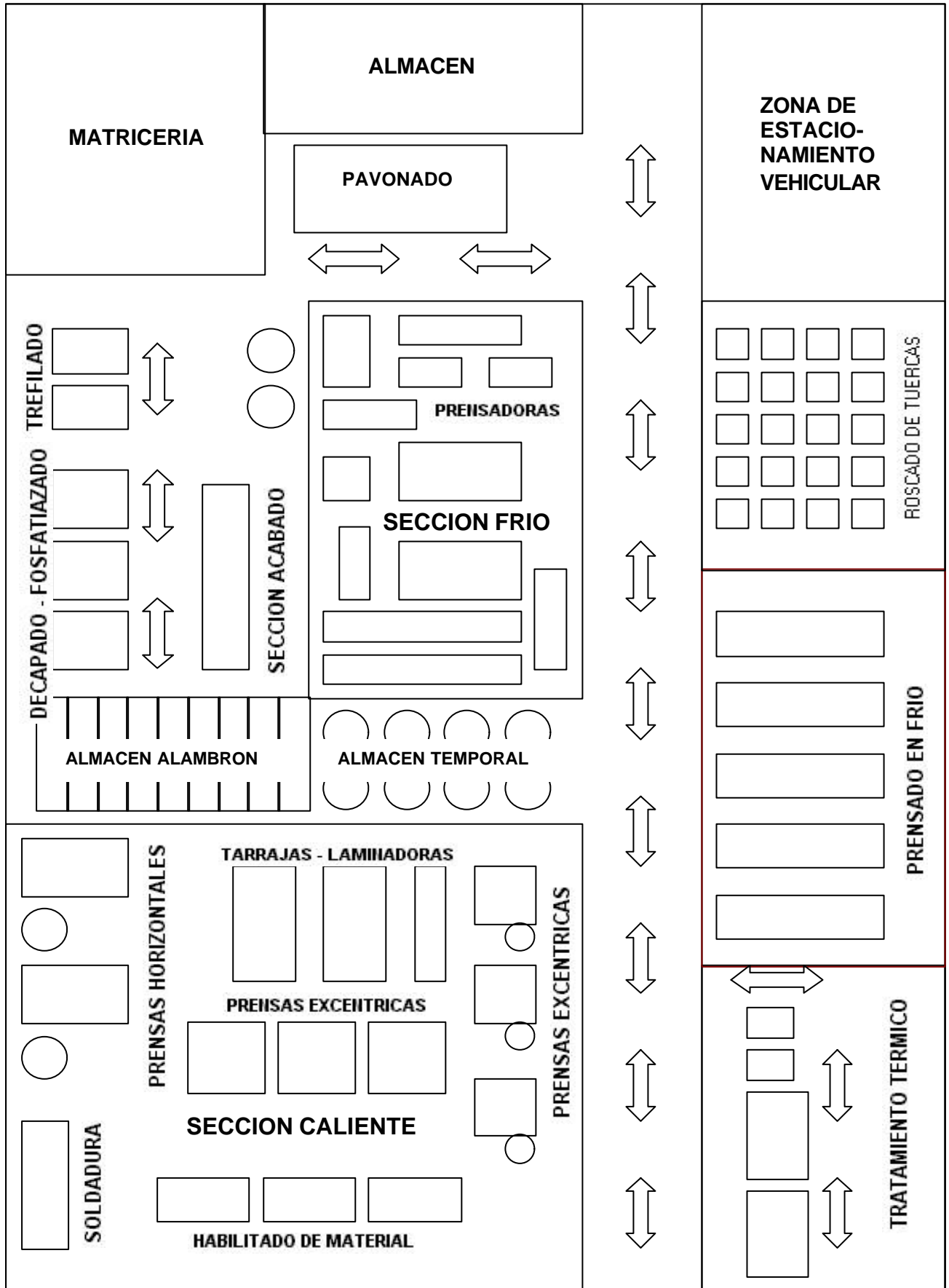
Todas estas secciones de la empresa trabajan interrelacionadas, con una funcionalidad estrecha además que un producto terminado utiliza casi todos los procesos comunes diferenciándose los pernos y tuercas, básicamente por el material que se utiliza para producirlos (fierro o acero) y por el tipo de acabado. Porque por lo demás todos pasan por similares procesos de producción, es por esto que todas las secciones tienen un porcentaje de utilización bastante similar.

ESQUEMA DE RELACION DE LAS DIFERENTES SECCIONES



Como podemos visualizar en el diagrama, todas las secciones están vinculadas y se complementan unas a otras de tal forma que en cada una de ellas se dan procesos particulares trayendo como finalidad el producto terminado.

DISTRIBUCION GRAFICA DE LA PLANTA PRIMER PISO



CAPITULO 7

CONTROL DE CALIDAD

7.1 Control Proceso a Proceso

El Control de calidad en la empresa esta dado en forma total en todos los procesos productivos. Dado que este producto es estándar sus medidas y sus propiedades mecánicas se rigen bajo normas y estándares a nivel mundial. Dentro de las normas mas comunes destacan las normas ISO, DIN, SAE, ANSI, ASTM, entre otras.

En este capítulo iremos nombrando proceso a proceso explicando el control de calidad que se realiza en cada uno de ellos, para esto tenemos lo siguiente:

- **EL DECAPADO.-** En este proceso se tiene que controlar el tiempo de inmersión del rollo de alambón en el tanque que tiene una solución de Acido Clorhídrico y agua. El tiempo de inmersión va variando conforme se va desgastando o perdiendo concentración con la relación de: a menor concentración del ácido mayor tiempo de inmersión del rollo de alambón en la solución. Esta comprobado con pruebas de análisis superficial que si el tiempo de inmersión del rollo de alambón es mayor al requerido este presenta poros en la superficie expuesta al ácido.
- **EL FOSFATIZADO.-** En este proceso se tiene que controlar la concentración de la solución de fosfato (procedimiento químico), ya que al ser muy pobre la solución de fosfato el alambón se oxidará rápidamente, además no estará bien lubricado y a la hora que seque y se trefile, tenderá a gastar la matriz del trefilado. Caso contrario al tener una solución de fosfato con mayor concentración se estará perdiendo dinero y no influye en un mejor proceso.

- **EL TREFILADO.-** En este proceso se tiene que controlar la fluctuación de las medidas del alambren una vez que este pasa por la hilera de trefilado, ya que al ser las medidas de trabajo aproximadas al centésimo y al tener un rango de error de variación bastante pequeño (entre + 2 y - 2 centésimos), a veces la matriz se agranda y el operador tiene que estar atento ante cualquier cambio de medida o controlar también si el alambren esta ovalado ya que también tiende a sacar medidas muy variables. Para esto se utiliza el micrómetro. Estos son los problemas más comunes que se presentan en el proceso de trefilado.

- **EL MAQUINADO.-** Una vez trefilado el material este queda habilitado para el maquinado o proceso de prensado en frío, en este proceso de maquinado se tiene que estar midiendo constantemente las medidas de los pernos y tuercas las cuales se encuentran en un rango de variación establecido. Para esto se utilizan los calibradores con aproximaciones al centésimo además se utilizan los patrones tanto para las tuercas como para los pernos, estos patrones son instrumentos que parametrizan las medidas de los pernos y tuercas en sus diferentes diámetros.

- **EL ZINCADO.-** Este proceso consiste en recubrir de zinc la superficie de los pernos y tuercas a través de un proceso químico eletrolítico. El pasivado del zincado electrolítico puede tender a un color azulado o amarillo según requerimiento o necesidad, al igual que en el fosfatizado en este proceso se tiene que medir la concentración de la solución del baño de zinc. Este proceso está regido bajo la Norma ASTM B633 norma que especifica los medios atmosféricos bajo lo cual trabajarán los pernos y tuercas además de los espesores de zinc requeridos para dichos medios atmosféricos. Esta norma explica también el método de la prueba para analizar los espesores de capa de zinc y en que nivel de trabajo se ubica. En este proceso se tiene que analizar también que tanto

se adherido el zinc al perno o tuerca y si esta dentro de los parámetros establecido según norma ASTM B571.

- **EL GALVANIZADO.-** Este proceso consiste en adherir una capa de zinc a los pernos y tuercas a través de la inmersión de los mismos, en una solución donde se encuentra el zinc en estado líquido, este proceso se conoce como galvanizado en caliente. El galvanizado tiene como norma de control la ASTM A123 - 84, la cual especifica el procedimiento para realizar la prueba de adherencia del zinc en la superficie de los pernos y tuercas. En el galvanizado tenemos que tener cuidado de que los pernos no presenten una capa demasiado gruesa ya que esto no permite que el perno entre a la tuerca y viceversa, además de estar controlando a través de una inspección simple si el acabado de los pernos y tuercas esta normal o presenta partes donde el zinc no logra adherirse bien a la superficie de los pernos y tuercas esto debido a que la solución de zinc se va contaminado conforme se va trabajando y para esto se tiene que ir echando el llamado flux (sustancia limpiadora), la cual elimina las impurezas de la solución de zinc. El espesor promedio de capa de zinc en el galvanizado es de aproximadamente 90 micras.

- **EL PAVONADO.-** Proceso donde se calienta el producto terminado y luego se hace pasar por aceite para que los pernos y tuercas tomen un color negro. En este proceso se tiene que estar inspeccionando que el color negro sea homogéneo en toda la superficie de los pernos y tuercas ya que a veces si no se controla bien el tiempo, esto es, a demasiado tiempo de los pernos en el horno estos tienden a quemarse y ya no cogen el color negro homogéneo deseado, y en caso contrario de tener poco tiempo los pernos y tuercas en el horno estos simplemente no se pavonan. El tiempo bajo el cual los pernos y tuercas deben ser sometidos al horno esta en función del diámetro y el tamaño de los mismos, quiere decir a mas peso del perno o tuerca mayor tiempo y mayor temperatura del mismo en el horno.

- **EL TRATAMIENTO TERMICO.-** En la fabricación de pernos y tuercas se utilizan comúnmente el templeado, el recocido y el revenido, procesos que consisten en calentar los pernos y tuercas a diferentes temperaturas y enfriarlos a una velocidad rápida o lentamente buscando conseguir propiedades mecánicas ideales de trabajo o finales para los pernos y tuercas. En los tratamientos térmicos se tiene que tener cuidado de no elevar demasiado las temperaturas y de no exponer por tiempos demasiado largo el material o producto que se le quiera hacer un tratamiento térmico ya que esto provoca que haya descarburización del material o producto terminado, en ambos casos la dureza final no es la requerida según tablas ya que al descarburizarse el material o producto terminado pierde carbón ofreciendo propiedades mecánicas pobres. Para esto se van llenado formatos de control de los rollos de alambón o productos terminados que pasan por tratamiento térmico, de tal forma que se pueda tener una estadística que indique la temperatura y tiempo que deben tener los rollos de alambón y productos terminados en los diferentes lotes de materia prima.

7.2 Método bajo lo cual se Controla el Estándar de Calidad por Proceso

En este punto del trabajo se tomaran los métodos mas comunes de realizar las pruebas de Calidad para que un perno o tuerca cumpla con las especificaciones técnicas requeridas.

PROCEDIMIENTO PARA CONTROLAR LA SOLUCION DE FOSFATO

- Poner en un erlemeyer (150 cc) 5 mililitros de la muestra de fosfato
- Añadir 50 ml. De agua destilada
- Añadir de 5 a 6 gotas de fenolftaleina
- Titular con Hidróxido de Sodio 0.1 Normal hasta un viraje a rosado pálido y registre el gasto en ml.

- El rango de variación debe ser entre 17 y 20.5 ml. De ser menor nos indica que la solución de fosfato es muy pobre y va traer problemas de fosfatizado y de ser mayor el gasto que se consume para la titulación indica que la solución esta muy concentrada, por lo que se esta incurriendo en mayores gastos de insumos.

PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para calcular el tamaño de la muestra que va ser analizada se utiliza la Norma ASTM A-123, esta norma nos indica cuantos elementos serán tomados para el análisis según lo siguiente:

| N° de Pieza del Lote | Cant. De Piezas a Inspeccionar |
|----------------------|--------------------------------|
| 3 o menos | Todo |
| 4 a 500 | 3 |
| 501 a 1200 | 5 |
| 1201 a 3200 | 8 |
| 3201 a 10000 | 13 |
| 10001 a mas | 20 |

Este número de inspecciones es el mínimo requerido, que debe ser analizado pero esta cantidad no es limitativa dado que el operario o supervisor puede disponer mas pruebas y así obtener una calidad del producto más confiable.

PRUEBAS DE ENSAYO PARA EL CONTROL DE LOS PERNOS Y TUERCAS

- **ENSAYO DE TRACCION.-** Este ensayo consiste en sujetar un juego compuesto por una tuerca y perno, en la máquina de ensayo de tracción y aplicarle la carga en forma ascendente hasta marcar la carga máxima donde se rompe el perno. Con esta carga se

realizan los cálculos respectivos de tal forma que al final obtenemos una relación de peso sobre área. Estos datos están parametrizados; de tal forma que tenemos que cuidar que los pernos y tuercas se encuentren con las propiedades mecánicas requeridas. Este ensayo se realiza tanto para la materia prima como para los productos terminados. (ver figura abajo mostrada)

- **PRUEBAS DE DESCARBURIZACION.-** Esta prueba consiste en realizar una sección longitudinal, normal al eje transversal del perno, tomadas después de efectuados los tratamientos térmicos correspondientes.

Después se procede a lijar la superficie de la sección longitudinal con una lija fina, en la cual previamente se ha echado una solución de Nital al 3%, adecuada para observar cambios en la microestructura, causados por la descarburización. Después de lijar se observa una zona situada a una distancia de un diámetro del extremo del perno y luego se mide, utilizando un micrómetro ocular. Con esto se puede medir la descarburización total o parcial que se presenta en la superficie del perno.

- **PRUEBAS DE DUREZA.-** Esta prueba consiste en realizar una sección longitudinal, normal al eje transversal del perno aproximadamente a $\frac{1}{4}$ " del extremo del perno, luego con la ayuda del Durómetro se toman muestras en puntos cercanos a la línea del radio del perno, promediándose las medidas tomadas y obteniendo la dureza que deberá encontrarse entre los rangos establecidos en las Normas ASTM.
- **PRUEBA DE TORQUE.-** Para esta prueba se utilizará el torquimetro que es una llave que al producir el ajuste del perno y la tuerca que se encuentra sujetado en un Tornillo de Banco, cuenta con un marcador que establece relaciones medidas en Libras / pie, medidas que se encuentran parametrizadas según normas.

- **PRUEBA DE ZINCADO Y GALVANIZADO.**- Para medir la calidad de estos procesos, utilizamos un equipo que mide los espesores de capa de zinc en micras, estando los espesores de capa de zinc parametrizados, según la Norma ASTM B633, para el proceso de zincado se tiene lo siguiente:

| Condición de Servicio | Espesor de la Capa Zinc en m m |
|-----------------------|--------------------------------|
| SC 4 (Very Severe) | 25 |
| SC 3 (Severe) | 13 |
| SC 2 (Moderate) | 8 |
| SC 1 (Mild) | 5 |

Además en estos procesos se realizan pruebas de adherencia y resistencia a la corrosión, pruebas estas, que son típicas de un laboratorio químico.

Estas pruebas son las que comúnmente se utilizan para poder determinar que un perno o tuerca están dentro de los parámetros establecidos según las normas ASTM.

CAPITULO 8

CONTROL ADMINISTRATIVO EN PLANTA

8.1 Estado inicial del control Administrativo en Planta

Debido al incremento de la cantidad a producir; y a la no presencia de programas de producción, ni el aproximado de estándares, entre otros problemas se presentaron los siguientes:

- La constante parada de máquinas, debido esto a la falta de material habilitado para las prensas de conformado, por una falta de planificación en los procesos productivos y el mal balance en las líneas de producción.
- Controles pobres en los procesos de producción.
- Un pobre control de calidad en los procesos productivos por lo que se necesitaba definir una política que pueda manejar bajo parámetros definidos la forma de cómo llevar el control de calidad en todo el ciclo productivo.
- El no cumplimiento de las entregas de los pedidos para con los clientes, este es el punto álgido por lo que rápidamente se debía proceder a estimar estándares productivos para de esta manera lograr un planeamiento del proceso de producción.

8.2 Formatos previos al Diseño de un Sistema de Control Productivo

Para comenzar a estructurar los procesos productivos y a la vez respaldados por estimados confiables, se comenzó inicialmente con aplicación de Técnicas de Ingeniería Industrial comunes y directas, para poder conocer primero todo el proceso productivo y después aproximar cálculos de tiempos; con el fin de aproximar planes de producción, todo esto

soportado con una atención especial hacia los controles de calidad en todos los procesos del ciclo productivo.

Para tomar conocimiento primero de todos los procesos de fabricación se llevaron a cabo la realización de los DOP, donde se aprecian todos los procesos de producción, primero un DOP global mostrado anteriormente y después elaborar DOP de cada uno de los procesos de producción, ya que cada proceso en particular encierra una serie de pasos que deben ser conocidos para poder obtener datos confiables.

Un diagrama de operaciones de proceso es la representación gráfica del punto en donde los materiales se integran al proceso productivo y de la secuencia de inspecciones y todas las demás operaciones, excepto aquellas que se relacionan con el manejo de materiales. También nos da luces sobre todo el análisis de los procesos, tiempos requeridos y las ubicaciones pertinentes.

FORMATO PARA EL CONTROL DE MATERIA PRIMA

| φ mm | Mat. | Stock Fec. | | Ingresos | | Descargos Diarios | | | | | Consumo Mensual | Stock al ... |
|---------|------|------------|-------|----------|----|-------------------|---|---|-------|----|-----------------|--------------|
| | | Nº | Peso | 15 | 30 | 1 | 2 | 3 | | 30 | | |
| 5.5 | 1010 | 3 | 6120 | | | | | | | | | |
| 6.5 | 1020 | 5 | 11210 | | | | | | | | | |
| 7.0 | 1010 | 15 | 29945 | | | | | | | | | |
| 12 | 1035 | 10 | 18520 | | | | | | | | | |
| 13 | 1010 | 20 | 39850 | | | | | | | | | |
| 16 | 1035 | 45 | 85500 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

Es una tabla que previamente a un inventario inicial, se han tomado las cantidades de rollos de alambón existentes, esto contando las cantidades de rollos y los pesos de los mismos. A la vez chequear la calidad de los mismos. Este Stock de materia primas se descarga a diario, con los formatos de producción de la sección de trefilado, cuyo reporte se muestra en la parte inferior. Este formato permite establecer la cantidad de rollos de alambón consumidas en el mes y de esta forma también permite poder planificar las importaciones y compra de material, a la vez también nos genera una idea global de la cantidad que se produce mensualmente en la planta.

FORMATO PARA EL CONTROL DE PRODUCCION DE TREFILADO

| MAQUINAS | Med. | Denominac | Calidad | Mater | ROLLOS | | Tref. | DIAS | | |
|---|-------|-----------|---------|-------|--------|-------|-------|------|---|---|
| | | | | | N° | Kg. | | 1 | 2 | 3 |
| BOLT 516 | 1 / 4 | Corrida | 1010 | 5.5 | 3 | 5680 | 5.5 | | | |
| BOLT 380 | 3 / 8 | Nominal | 1035 | 9 | 2 | 3890 | 8.63 | | | |
| TUERQ 120 | 1 / 2 | --- | 1010 | 14.5 | 1 | 1980 | 13.12 | | | |
| TUERQ 380 | 3 / 8 | --- | 1010 | 16.50 | 6 | 11900 | 16.00 | | | |
| HANREZ | 1 / 2 | Corrida | 1035 | 12.00 | 10 | 21020 | 11.90 | | | |
| BOLT 340 | 3 / 4 | Nominal | 1010 | 19.00 | 8 | 16150 | 18.88 | | | |
| | | | | | | | | | | |
| TOTAL TREFILADO DIARIO – MENSUAL Kg. =====> | | | | | | | | | | |

Este formato facilita toda la información completa de lo producido en la sección de Trefilado y da luces de la cantidad que se trefila para cada máquina, permitiendo en base a la producción de cada máquina, el tiempo que la máquina tendrá material para trabajar, asumiendo que esta máquina trabajará de corrido de acuerdo también al programa de producción por máquina. Si vamos complementando estos dos formatos podemos apreciar

que ya estamos en condiciones de poder hacer balances de línea por cada producto y máquina.

FORMATO PARA EL CONTROL DE PRODUCCION – PRENSADO

| | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|
| O/T Fecha de Inicio.....Hora.....Máquina..... N° Operarios.....Producto.....Material..... Piezas Programadas.....Peso | | | | | | | | | |
| PRODUCCION Y MATERIAL CONSUMIDO | | | | | | | | | |
| FECHA | DIAS DE TRABAJO | | | | | | TOTAL | | |
| CONSUMO Y PRODUCCION | KG. | Pza | KG. | Pza | KG. | Pza | | KG. | Pza |
| | | s | | s | | s | | | s |
| HERRAMIENTAS E INSUMOS UTILIZADOS | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION | DIAS DE TRABAJO | | | | | | TOTAL | | |
| PUNZON PINZAS TRONCHADOR | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Ya podemos obtener con este formato las cantidades producidas en un determinado período de tiempo además de las herramientas e insumos utilizados para dicha producción.

Para el control de los respectivos proceso de acabado, llámese zincado o galvanizado, el formato de producción esta orientado, primero al control de cantidad producida en un determinado periodo de tiempo además del control de insumos. De lo anteriormente expuesto se tiene información de peso producido por hora en la sección de este tipo de acabados y la cantidad de insumos utilizados, a decir:

Zincado: Ratio de 90 Kg. / hora – máq.

Galvanizado: Ratiode 80 Kg. / hora – máq.

Respecto al tratamiento térmico llámese templado y revenido también los formatos están orientados a calcular la producción de pernos por hora, el tiempo y la temperatura de trabajo, necesarios que se deben de aplicar para los diferentes productos.

Después de la implementación de todos los formatos de producción en cada uno de los procesos, se obtuvo información importante de la planta, lográndose establecer los tiempos de producción versus la cantidad producida, datos que posteriormente ayudaron a realizar una planificación mejor de los trabajos en planta y poder entregar programas de entrega mas confiables y certeros.

A la vez también estos formatos permitieron generar reportes de toda la gestión de la planta, reportes como los de cantidad producida, materia prima consumida, cantidad de matricería utilizada, insumos utilizados, entre otros.

Después de la depuración de la información se pudo elaborar los programas de producción por cada máquina, presentando mas o menos el siguiente esquema:

Nombre de la máquina, cantidad de piezas a producir, el tipo de producto, tipo de rosca, el peso aproximado y el orden de prioridad de producción.

Este programa de producción por cada máquina, permite que ya se pueda planificar el trabajo de todas las secciones teniendo en cuenta los balances de las líneas de producción. Además que sobre las máquinas de conformación en frío gira las demás secciones (trefilado, laminado, roscado de tuercas, etc.)

Los programas de producción por cada máquina se establecen una vez que se consolidan la información de ventas con el stock de almacén (se da mantenimiento al stock mínimo necesario para la gestión normal de la empresa, llámese atender pedidos diarios).

8.3 Técnicas de Ingeniería utilizados para formular Estándares de producción en cada uno de los Procesos de Producción

Para comenzar a estructurar y recopilar datos de los procesos en planta, se utilizaron las técnicas mas básicas de la ingeniería industrial pero a mi entender muy importantes para poder conocer el ciclo productivo del producto, como son en resumen las siguientes:

- **Diagramas de operación de procesos**, técnica que brinda todos los detalles de un proceso productivo, además que nos familiariza con el personal de planta, ya que uno tiene que interrelacionar con el operario de tal forma que se pueda aprender por lo menos los detalles generales de cada uno de los procesos.
- **Diagramas Hombre – Máquina**, al ser las máquinas bastante automáticas, se requiere de parte del operario una especialización mínima para el manejo de este tipo de máquinas, ya que una vez reguladas y preparadas, el operario entra a la fase de cargar el material y realizar el control de la operatividad de la máquina. Por tanto al aplicar un

diagrama hombre máquina y complementándolo con la cantidad producida, vamos a obtener datos de tiempo de duración de las actividades y cantidades de producción.

Estas son las dos técnicas que tuvieron mayor grado de utilización, para alcanzar los objetivos a corto plazo (Tener un control total de todos los procesos productivos, con un buen balance de línea y una calidad del producto, que este debidamente comprobada), objetivos que fueron alcanzados satisfactoriamente.

Con toda la información recogida se facilitó la estimación de la capacidad con que cuenta la planta, y los productos de alta rotación, planificar acertadamente la compra de materia prima, entre otras.

8.4 Diseño de un Sistema para el Control Administrativo de Producción

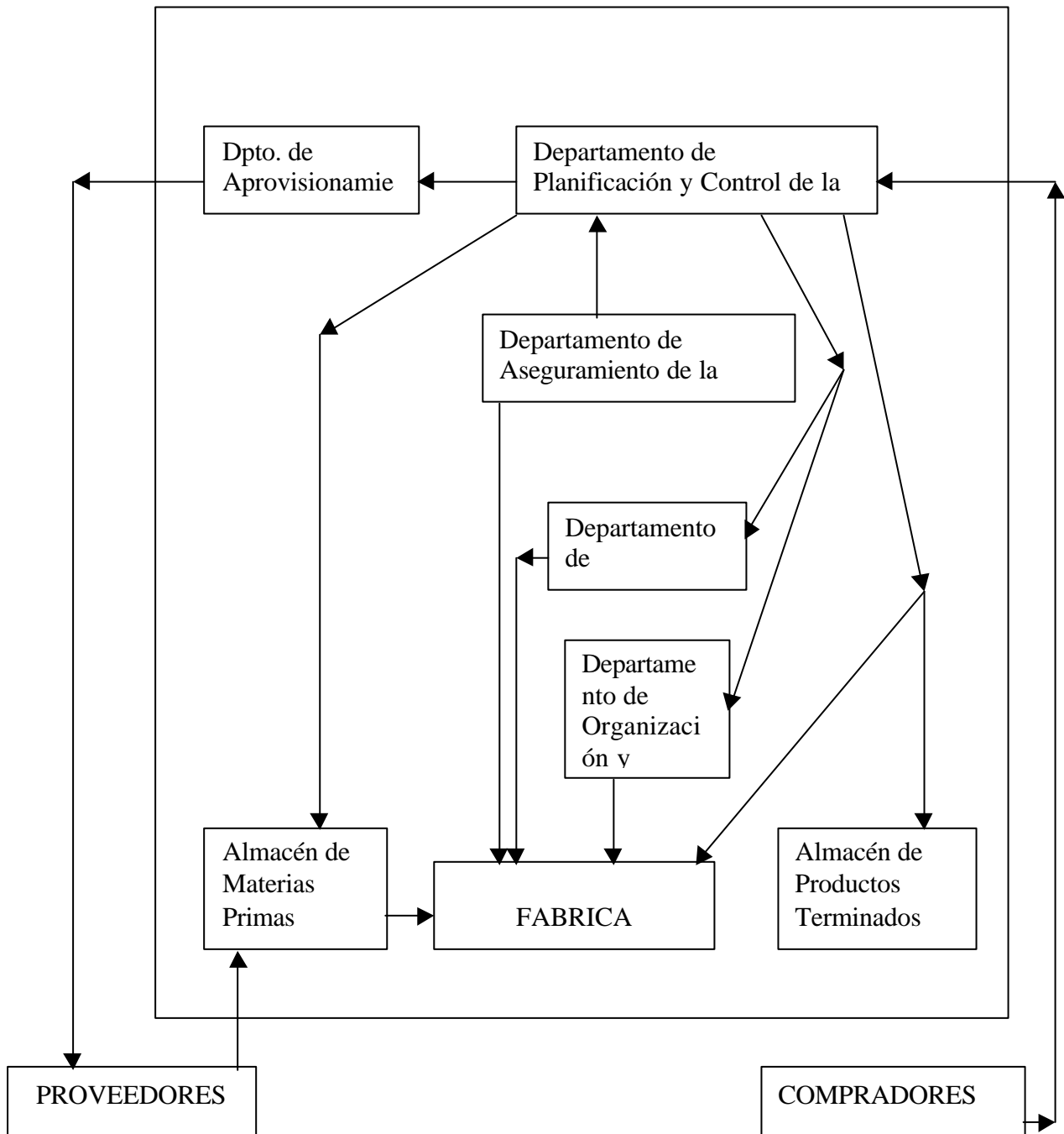
En una segunda etapa de mi trabajo en planta, se planteó la necesidad de elaborar un sistema que pudiera reemplazar, las hojas de calculo diseñadas para controlar cada uno de los puntos mencionados anteriormente.

Para esto se sintetizó un esquema básico para establecer las bases y parámetros que debían regir el sistema de producción:

- Un maestro de operaciones
- Secuencia de máquinas y proceso por cada producto incluyendo los tiempos aproximados de producción.
- Cantidad de materia prima a utilizar según el volumen de producción
- Generar una orden de trabajo de la cual partirían todo los controles como son cantidad de materia prima a utilizar, horas hombre, horas maquina, tiempo de utilización en máquinas, entre otros.

De esta manera se puede bosquejar un pequeño gráfico que muestra las interrelaciones de diferentes factores que intervienen en un proceso de producción.

SISTEMA DE PRODUCCION



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En conclusión se puede resumir, que el analizar procesos productivos de una determinada planta, implica desarrollar técnicas y métodos que son explicados en clases de la facultad de ingeniería industrial, todo esto va traer que la persona que desarrolla la investigación tome conocimiento de los detalles de los procesos de producción.
- Se ha explicado con detalle todos los procesos, a utilizar para elaborar pernos y tuercas.
- Toda información recogida en planta generalmente es a través de formatos que permiten tabular datos y generar estadísticas de producción.
- Para poder elaborar planes de producción y cronogramas de entrega es necesario contar con un soporte de información, con la mayor confiabilidad posible.
- Para diseñar un sistema de gestión de procesos, a nuestra medida es necesario que se tenga toda una teoría por lo menos básica de lo que se quiere además saber cual es el objetivo y misión del sistema
- Se concluye que un buen sistema de toma de datos en planta, facilita gran cantidad de información, sirviendo como pilar necesario para complementarse con otras áreas de la empresa, como son las finanzas, los costos, ventas, etc.
- Como principal recomendación podemos mencionar que siempre se debe tener parametrizados y estudiados todos los procesos productivos, sin descuidar el control total de calidad en todo la planta.

BIBLIOGRAFIA

- Administración de la Producción
Autor L. Tawfik – A.M. Chauvel
Edición Mc. Graw Hill 1995
- Procesos Industriales
Autor: Otto Leidinger
Edición Fondo Editorial 1997 PUCP
- Manual del Ingeniero Industrial
Autor: William K. Hodson – Maynard
Edición: Mc. Graw Hill 1998
- Manual del Ingeniero de PLanta
Autor: William K. Hodson – Maynard
Edición: Mc. Graw Hill 1998
- Fastenert Bolt
- Separatas Normas Itintec