

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION EN UNA
EMPRESA DE TRANSFORMACION CON UN ENFOQUE
DE CALIDAD.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

PATRICIA ARGUETA BAUTISTA
ABEL SALCE HIDALGO
JAVIER MEDINA MORENO
MARCELO ZARAGOZA CONTRERAS

MEXICO, D.F.

JULIO 1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION EN
UNA EMPRESA DE TRANSFORMACION
CON UN ENFOQUE DE CALIDAD

Ing. Mecánico Electricista

Patricia Argueta Bautista

Abel Salce Hidalgo

Javier Medina Moreno

Marcelo Zaragoza Contreras

1993

I N D I C E

	PAG.
OBJETIVO GENERAL	1
PREFACIO	2
CAPITULO I.- ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	
I. 1 HISTORIA GENERAL DE LA EMPRESA	5
I. 2 ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA EMPRESA	7
CAPITULO II.- CONCEPCION DEL SISTEMA DE PRODUCCION	
II. 1 PRODUCTOS	9
II. 2 PROCESO DE FABRICACION	19
II. 3 CAPACIDAD	22
II. 4 ARREGLO DE INSTALACIONES Y MANUTENCION	30
CAPITULO III.- ESTUDIO DE METODOS	
III. 1 EL FACTOR HUMANO EN LA APLICACION DEL ESTUDIO DEL TRABAJO	46
III. 2 ESTUDIO DEL METODO DE TRABAJO	48
III. 3 DIAGRAMAS Y GRAFICOS	51
III. 4 DISTRIBUCION DE LA PLANTA	71
CAPITULO IV.- ESTUDIO DE TIEMPOS	
IV. 1 TOMA DE TIEMPO	72
IV. 2 ANALISIS DE LA INFORMACION	74
IV. 3 ESTABLECIMIENTO DEL TIEMPO ESTANDAR	75
IV. 4 EL RITMO TIPO	78

	PAG.
CAPITULO V. - ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION	
V.1 PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION	86
V.2 PRONOSTICOS	88
V.3 ADMINISTRACION DE INVENTARIOS	97
V.4 ADMINISTRACION DEL ABASTECIMIENTO	116
V.5 PLAN GENERAL DE PRODUCCION	119
CAPITULO VI.- CONTROL DE LA CALIDAD	
VI.1 EL CONCEPTO DE CALIDAD	138
VI.2 ORGANIZACION DEL DEPARTAMENTO DE CALIDAD	141
VI.3 SISTEMA DE ADMINISTRACION DE LA CALIDAD	145
VI.4 CONTROL ESTADISTICO	148
VI.5 CONTROL DE LA CALIDAD DEL SISTEMA DE PRODUCCION	155
VI.6 COSTO DE LA CALIDAD	165
VI.7 CURSO DE CALIDAD PARA EMPLEADOS	170
CAPITULO VII.- MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	
VII.1 EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	176
VII.2 PROGRAMACION DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	177
VII.3 SEGURIDAD EN EL TRABAJO	184
VII.4 ILUMINACION	189
VII.5 RUIDO	194
CONCLUSIONES	197
BIBLIOGRAFIA	

T E S I S :
**ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION EN UNA EMPRESA DE
TRANSFORMACION CON UN ENFOQUE DE CALIDAD**

OBJETIVO GENERAL

Este estudio tiene como finalidad proporcionar propuestas para reorganizar las actividades dentro de la empresa de transformación GRUPO SOLTEC S.A. DE C.V. con el propósito de aumentar la eficiencia de cada una de las ramas del proceso productivo, llevando a cabo la administración de la producción y elaborando un programa de control de calidad que:

- Reduzca los desperdicios de energía y materias primas.
- Reduzca los costos de producción.
- Responda a las exigencias del cliente.
- Mejore la presentación del producto.

PREFACIO

La administración de la producción es el conjunto de actividades de concepción, planificación y control de un sistema de producción de bienes y servicios. Por lo que la finalidad de este estudio es hacer el análisis de como se administran los recursos materiales y humanos en la empresa SOLTEC S.A. de C.V.

Los métodos de administración han evolucionado en el transcurso de los años. A comienzos del siglo, el principio de organización se basaba en el llamado enfoque clásico, y tomaba los estilos de administración de Taylor y Weber. Con el tiempo estos rígidos métodos de administración, sin duda valiosos para una época en que la empresa funcionaba con un sistema casi cerrado, se volvieron más flexibles a fin de atender mejor las necesidades de los trabajadores. De tal modo, el estilo administrativo se basó en el enfoque de las relaciones humanas. Dicho estilo se califica hoy como paternalista. Desde entonces las empresas viven cada vez más dentro de un sistema abierto en el que cada decisión del gobierno puede influir en los métodos de funcionamiento. Por lo tanto es primordial que las organizaciones contemporáneas posean modelos de administración que les permitan adaptarse con rapidez a las fluctuaciones del medio ambiente.

En base a lo anterior se ha realizado el presente estudio donde se pretende continuar la línea que varias empresas han seguido. Estas han optado por modelos de administración más participativos tanto en el plano de las decisiones como en el financiero. Estos modelos favorecen el aprendizaje continuo y, consecuentemente, el desarrollo productivo de las capacidades de los empleados. También permiten a las empresas adaptarse mejor a los cambios del medio ambiente y del mercado.

El conocimiento de las técnicas de administración de la producción y las operaciones es un elemento importante para el desarrollo de las empresas. Por otra parte investigar y perfeccionar las operaciones en un lugar de trabajo no es nada nuevo; los buenos dirigentes lo están haciendo desde que se organizó por primera vez el esfuerzo humano para realizar grandes empresas. En el capítulo V se hace un análisis de la administración de la producción considerando pronósticos, inventarios y el plan general de producción.

El estudio del trabajo da resultados ya que es sistemático, tanto para investigar los problemas como para buscarles solución. Para enterarse a fondo de lo que ocurre en el lugar o zona donde se trabaja es indispensable estudiar y observar continuamente y personalmente el desarrollo de las actividades. En los capítulos III y IV se hace uso de las herramientas elementales para analizar las actividades que se realizan en la planta y poder determinar en qué condiciones se están realizando las actividades para poder mejorarlas.

Algunos aspectos de la naturaleza del estudio del trabajo son los siguientes:

-Es un medio de aumentar la productividad en la fábrica o instalación mediante la reorganización del trabajo, como método que normalmente requiere poco o ningún desembolso de capital para instalaciones o equipo.

-Es sistemático, de modo que no se puede pasar por alto ninguno de los factores que influyen en la eficacia de una operación, ni al analizar las prácticas existentes ni al crear otras nuevas ni cuando se recogen todos los datos relacionados con la operación.

-Es el método más exacto para establecer normas de rendimiento de las que dependen la planificación y el control eficaces de la producción.

El interés que manifiestan los industriales por la calidad parece cada vez mayor. "La no calidad cuesta caro", este principio asociado al éxito industrial y económico japonés, se ha constituido en un elemento movilizador. Las acciones sobre la calidad se centraron inicialmente en la producción, desarrollándose actualmente a todos los niveles de la empresa.

La calidad tiene su precio y sus exigencias, y los hombres de negocios se preocupan cada vez más por la competencia internacional. Los competidores externos cuidan la calidad de sus productos imponiéndose normas de importación muy rígidas.

Por otra parte, en el mercado mexicano la calidad de los productos importados se manifiesta en el interés que los consumidores ponen en ella, cuando consideran la relación precio calidad de los productos que les son ofrecidos. Por esta razón se ha anexado el capítulo de control de calidad donde se emplean las principales técnicas para hacer una propuesta en la implantación del control de calidad en el grupo SOLTEC. Finalmente en el capítulo VII se analizan las condiciones de trabajo que imperan en dicha empresa y las posibles mejoras para incrementar la seguridad y productividad de equipo y trabajadores.

CAPITULO I
ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

I.1 HISTORIA GENERAL DE LA EMPRESA SOLTEC S.A. DE C.V.

En junio de 1963 un grupo de industriales mexicanos fundó lo que sería la primera empresa nacional dedicada a la investigación y fabricación de aleaciones para soldar.

Conocedores de la importancia de crear una tecnología propia en un campo tan complejo como es el que comprende las aleaciones para soldar a baja temperatura y los electrodos para aplicación con máquina de soldar, se dieron a la tarea de llevar a cabo un sinnúmero de ensayos, pruebas y análisis con el objeto de conocer los complejos problemas que se presentan en el campo de la soldadura y cómo resolverlos.

Sabían que se enfrentaban a una tarea muy difícil ya que su meta era no depender ni técnica ni económicamente de ningún consorcio ajeno a sus intereses.

Hoy les es satisfactorio mencionar que han desarrollado más de 100 fórmulas y métodos distintos para la elaboración de aleaciones para soldar, destinadas a resolver prácticamente todos los problemas que se presentan en este campo.

Así se ha logrado una empresa nacional, que forma parte de un complejo industrial dedicado a un sinnúmero de actividades industriales que contribuyen en el desarrollo económico de nuestro país.

La alta calidad de sus productos aumenta gradualmente, ya que la labor iniciada hace muchos años aún no ha concluido, puesto que ha marchado al ritmo que va marcando el desarrollo tecnológico.

Actualmente la matriz del Grupo Soltec S.A. de C.V. está ubicada en la calle de Lago Silverio 238 Esq. Laguna Mayran 300 en México D.F. donde ha permanecido desde que sus fundadores la crearon. Cuenta con cinco sucursales distribuidas estratégicamente en el territorio nacional, a saber:

SUCURSAL MONTERREY, N.L.
Tels. (91 83) 72-25-22 y 74-35-02

Madero poniente No. 1748

SUCURSAL PUEBLA, PUE.
Tels. (91 22) 43-74-92 y 43-79-52

27 Poniente No 1703

SUCURSAL QUERETARO, QRO.
Tels. (92 463) 4-05-06 y 14-25-06

Corregidora Sur No. 21 1

SUCURSAL S. L. P., S. L. P.
Tel. (91 481) 4-03-43

Damian Car. No. 1587

SUCURSAL GUADALAJARA, JAL.
Tels. (9136) 14-07-66 y 14-52-92

Calz. del Agulla Nos. 878 y 880

I.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA EMPRESA

México es uno de los principales países productores de electrodos para soldadura de arco y es también uno de los más reconocidos a nivel mundial por la calidad que presentan sus productos. El lugar que ocupa a nivel mundial se debe, en parte, a la instalación de empresas trasnacionales en el país, lo que ha contribuido a ser competitivo el mercado nacional, impulsando así a las empresas nacionales a mejorar sus productos tanto en calidad, como en tecnología para su fabricación.

Esta competencia ha originado que las empresas nacionales como: SOLTEC, INFRA, DELTALOY, FLEXARC, se hayan preocupado por elaborar productos que estuvieran en condiciones de competir con las empresas trasnacionales que han establecido sucursales en el país tales como son: AGA, CHAMPION, ELECTRODOS MONTERREY (Estados Unidos), EUTECTIC (Suiza) y MESSER (Alemania). Cabe mencionar que AGA y CHAMPION se fusionaron para conformar lo que hoy es LANZABUTALINCOLN (Estados Unidos), una de las empresas con mayor prestigio mundial.

Específicamente SOLTEC ha contribuido con más de 100 productos. Sus productos principales o de mayor venta son los electrodos revestidos los cuales se fabrican en forma continua y con la siguiente materia prima: Alambroón, arena de rutilo, polvo de hierro, carbonatos inorgánicos, silicatos naturales y ferroaleaciones.

También cuenta con la producción de electrodos especiales los cuales, como su nombre lo indica, sólo se fabrican en forma especial cuando lo manda pedir un cliente específico. Dentro de estos se encuentran: Electrodos tubulares, aleaciones de aluminio, latón, cobre y bronce. Para aplicaciones de recubrimientos duros, aceros de alta resistencia y aceros inoxidables.

Entre los principales proveedores de la empresa se encuentran los siguientes:

Alambrón	HYLSA
Arena de rutilo	Metallurg International Resources
Polvo de hierro	Metallurg International Resources
Carbonatos naturales	Minerales la Cruz
Silicatos naturales	Minerales la Cruz
Ferroatleaciones	Mineral Autlan
Ferrosilicio	Mineral Autlan
Celulosa	Química Antex
Silicatos	Silisol

Y entre los principales clientes que han preferido los productos de esta empresa se encuentran los siguientes:

-PEMEX	
-Altos Hornos de México	
-Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica	
-HIDROMEX	-IEM
-FIPSA	-Tanques de acero Trinity
-Tanques Garcia	-Ensamblajes Estructurales
-Forja y Acero S.A. de C.V.	-Equipos y Abrasivos
-Celanese	-Camerón Iron

CAPITULO II CONCEPCION DEL SISTEMA DE PRODUCCION

II.1 PRODUCTOS.

Para la mejor comprensión de los productos que fabrica la empresa SOLTEC, se incluye una previa información técnica sobre los aspectos de soldadura, electrodos, fundente, revestimiento y depositación. Dicha información, además, facilita el manejo de términos en las especificaciones del grupo de electrodos sujetos a estudio.

Soldadura por arco.

La soldadura por arco es un proceso en el que la coalescencia se obtiene por medio del calor producido por un arco eléctrico entre la pieza y el electrodo.

El electrodo o metal de aporte se calienta a un estado líquido y se deposita en la junta para efectuar la soldadura. Primero se hace contacto entre el electrodo y la pieza para crear un circuito eléctrico y, después, separando los conductores, se forma un arco. La energía eléctrica es convertida en calor intenso en el arco, que alcanza una temperatura de alrededor de 5 500 °C.

En 1889 Charles Coffin emitió una patente básica para la soldadura de arco con electrodo de metal que actualmente está en uso general. Se inicia un arco tocando a la pieza con un electrodo y retirándolo rápidamente una corta distancia. Algunos nuevos diseños de electrodos de metal en polvo implican una técnica de arrastre con revestimiento moviéndose ligeramente sobre la pieza. En ambos casos, conforme el extremo de electrodo se está derritiendo por el calor intenso, la mayor parte del mismo se transfiere a través del arco en forma de pequeñas gotas hacia el charco de fusión.

Se pierde una pequeña cantidad por volatilización, y algunas gotas se depositan a lo largo de la soldadura en forma de salpicaduras. El arco se mantiene al mover lenta y uniformemente el electrodo hacia la pieza en una proporción que se ha fundido y transferido a la soldadura. Al mismo tiempo el electrodo se mueve gradualmente a lo largo de la junta.

ELECTRODOS

Los tres tipos de electrodos de metal (o varillas) son: Varillas desnudas, revestidas y con núcleo fundente (tubulares). El uso de los electrodos desnudos está limitado para la soldadura de hierro forjado y acero medio. Se pueden efectuar mejores soldaduras con la aplicación de un revestimiento ligero de fundente en las varillas por medio de un proceso de polvoreado.

El fundente contribuye tanto en la eliminación de óxidos indeseables como en la prevención de su formación. Sin embargo, los electrodos de arco con revestimiento son los más importantes y los que más se emplean en todo tipo de trabajos. Del total de la soldadura manual que se hace actualmente, más de un 95% de hace con electrodos revestidos. En un proceso normal de aplicación de soldadura con alambre desnudo, el metal depositado se afecta en algún modo por el oxígeno y nitrógeno del aire. Esto causa la formación de óxidos y nitruros indeseables en el metal de soldadura. El propósito de los electrodos con revestimiento es el de proporcionar una protección de gas alrededor del arco para eliminar tales condiciones y, también, de cubrir el metal de soldadura con una capa de escoria protectora que previene la oxidación del metal superficial durante el enfriamiento.

FUNCIONES DE LOS REVESTIMIENTOS:

1. Proporcionar una atmósfera protectora.
2. Proporcionar una escoria de características adecuadas para proteger al metal fundido.
3. Facilitar las soldaduras de protección y sobrecarga.
4. Estabilizar el arco.
5. Añadir elementos de aleación al metal de soldadura.
6. Desarrollar operaciones de refinamiento metalúrgico.
7. Reducir las salpicaduras del metal de soldadura.
8. Aumentar la eficiencia de deposición.
9. Eliminar las impurezas y óxidos.
10. Influir en la profundidad de penetración del arco.
11. Influir en la forma del cordón.
12. Disminuir la velocidad de enfriamiento de la soldadura.

Estas funciones no son comunes a todos los electrodos revestidos, puesto que el revestimiento aplicado a un electrodo dado está ampliamente determinado por la clase de soldadura que se tiene que desarrollar. Es interesante notar que la composición del revestimiento es también un factor determinante en la polaridad del electrodo.

Las composiciones se pueden clasificar como orgánicas e inorgánicas, aunque en algunos casos se podría usar ambos tipos. Los revestimientos inorgánicos se pueden subdividir en compuestos fundentes y compuestos con formación de escoria.

1. Componentes de formación de escoria: SiO_2 , MnO_2 y FeO . Y algunas veces se emplea Al_2O_3 , pero hace el arco menos estable.
2. Componentes para mejorar las características del arco: Na_2O , CaO , MgO y TiO_2 .
3. Componentes desoxidantes: grafito, aluminio y aserrín.
4. Materiales de enlace: silicato de sodio, silicato de potasio y asbesto.
5. Componentes de aleación para mejorar la resistencia de la soldadura: vanadio, cesio, cobalto, molibdeno, aluminio, zirconio, cromo, níquel, manganeso y tungsteno.

En la mayoría de los casos los electrodos, tienen características autoinflamables o de golpeo automático, debido al hierro en el revestimiento y aumentando su espesor, aumenta considerablemente la velocidad de deposición.

PRODUCTOS

En esta empresa se fabrican 100 tipos diferentes de electrodos, los cuales se pueden clasificar y enumerar en la tabla anexa.

TABLA DE PRODUCTOS PRINCIPALES DEL GRUPO SOLTEC				
HIERRO COLADO	ACEROS PARA SOPLETE	ELECTRODOS DE BAJO HIDROGENO	ACEROS INOXIDABLES	COPRE LATON BRONCE PARA SOPLETE
-PARA ARCO SOLTEC 4 SOLTEC 6 SOLTEC 8 SOLTEC 8-88 SOLTEC 4-88	SOLTEC 11FC SOLTEC LFB SOLTEC BRONSIL SOLTEC A020 SOLTEC A035 SOLTEC A045 SOLTEC 102FC -PARA ARCO SOLTEC 616 SOLTEC 252 SOLTEC 275 MULTIACERO 6000 SOLTEC 6010 SOLTEC 6011 SOLTEC 6013 SOLTEC VENTAMATIC SOLTEC SUAWEMATIC SOLTEC SUPERMATIC SOLTEC 6024 SOLTEC 7018 SOLTEC 7013	-PARA ARCO CONTINUO SOLTEC 7016 SOLTEC 7018 SOLTEC 7018 A1 SOLTEC 8013 B1 SOLTEC 8018 B2 SOLTEC 8018 C1 SOLTEC 8018 C2 SOLTEC 8018 C3 SOLTEC 9018 B3 SOLTEC 9018 W SOLTEC 9018 D2 SOLTEC 11018 W SOLTEC 12018 W	-PARA SOPLETE SOLTEC A-430 SOLTEC AG-10 SOLTEC AG-35 SOLTEC AG-45 SOLTEC 101FC SOLTEC 110-W10 -PARA ARCO SOLTEC 300 SOLTEC 300 SOLTEC 300 Co SOLTEC 300 Mo SOLTEC 310 SOLTEC 310 Co SOLTEC 310 W0 SOLTEC 312 SOLTEC 310 SOLTEC 347 SOLTEC 502	-PARA SOPLETE SOLTEC LFB SOLTEC BRONSIL SOLTEC 21 SOLTEC 23 SOLTEC SILVER 5 SOLTEC SILVER 15 SOLTEC AG 20 SOLTEC AG 35 SOLTEC AG45 SOLTEC 102-FC -PARA ARCO SOLTEC 20 SOLTEC 24 SOLTEC 26
RECUBRIMIENTOS DURES	ELECTRODOS TUBULARES	ALAEACIONES DE RIQUEL	FUNDENTES	ALAEACIONES DE ZINC (ANTIORMID)
-PARA SOPLETE SOLTEC 13-FC SOLTEC M5-S-0 SOLTEC PEROR SOLTEC CARBUR SOLTEC STELLITE	-SOLTEC INNER FLUX SOLTEC INNER FLUX (NIQUEL ARC-1) SOLTEC MICROALAMBRE	-PARA ARCO SOLTEC 16 SOLTEC 18 SOLTEC 330	SOLTEC BRONSIL SOLTEC 31 SOLTEC S-200	-PARA SOPLETE SOLTEC 53 ALUMINIO
-PARA ARCO SOLTEC 30 SOLTEC 40 SOLTEC 40 SOLTEC 124 SOLTEC M5-2 SOLTEC 2110 SOLTEC ARC SOLTEC STELLITE SOLTEC SUGARMA	ELECTRODOS HERRA-MIENTA (CORTE Y BISELADO) SOLTEC CUTTING SOLTEC CHANFER ROT			-PARA SOPLETE SOLTEC 31 -PARA ARCO SOLTEC 34 SOLTEC 34 SUPER

PRODUCTOS PRINCIPALES

En base a la demanda existen 4 productos principales que cubren el 70% de las ventas totales, por lo cual este estudio se enfoca a estos:

SOLTEC 7018 PARA ARCO ELECTRICO (C.A-C.C.)

Electrodo con revestimiento de bajo hidrógeno con polvo de hierro para soldar aceros de bajo, medio y alto carbono, así como aceros de baja aleación y alta resistencia.

Clasificación: A.W.S. E-7018

Identificación: Revestimiento Gris.Punta Negra.

APLICACIONES

El electrodo SOLTEC 7018, produce soldaduras de óptima calidad libre de poros y fisuras, pasando con éxito las pruebas de rayos "X", se pueden soldar aceros que contienen impurezas; tales como fósforo y azufre, Cold Rolled y aceros de bajo y mediano carbón y baja aleación.

Debido a la alta ductibilidad y resistencia del material depositado del electrodo SOLTEC 7018, puede ser usado para la unión de materiales que antiguamente se consideraban no soldables o sólo con electrodos de acero inoxidable, reduciendo con ello considerablemente el costo de la operación.

Es ideal para soldar: partes de maquinaria agrícola y de reconstrucción, grúas, puentes y tuberías de alta presión, compuertas hidráulicas y tanques de almacenamiento. Estructuras, vagones y carros tanque, equipo ferroviario, automotriz, eléctrico, termoeléctrico, de astilleros, etc.

CARACTERISTICAS Y PROCEDIMIENTOS

Es un electrodo con revestimiento de bajo hidrógeno con polvo de Hierro, de alto rendimiento (120%) para soldar con cualquier corriente y en toda posición.

El paso es sumamente estable con muy poco chisporroteo. Para un mejor resultado, se limpia el área de la junta quitando la suciedad, las escamas, la grasa y los óxidos; espesores mayores de 3 mm (1/8") deben biselarse a 70 grados. Usando corriente continua se conecta el portaelectrodo al polo positivo (polaridad invertida). Se lleva el arco lo más corto posible, una vez que la escoria empieza a enfriarse se desprende por sí sola.

Resistencia Tensil	4925-5400 kg/cm ²
Límite Elástico	4600-4925 kg/cm ²
Alargamiento en 5cm	28%
Prueba de Impacto	2.77 kg/cm a 29°C
Charpy V	a(-29°C)
Dureza Brinell	180 H.B.
Posiciones	Todas
Corriente	Continua Polo Positivo y Alterna.

Análisis químico del material depositado típico:

Carbono	0.09 %
Manganeso	0.80 %
Fósforo	0.03 %
Azufre	0.03 %
Silicio	0.60 %

MEDIDAS	AMPERAJES
2.5 mm (3/32")	60-85
3.25 mm (1/8")	100-130
4.00 mm (5/32")	140-180
5.00 mm (3/16")	200-250
6.00 mm (1/4")	280-340

SUAVEMATIC PARA ARCO ELECTRICO (C.A.-C.C.)

Electrodo para trabajo en todas las posiciones para soldar perfiles estructurales de acero al bajo y mediano carbono.

Clasificación:

A.W.S. 6013

Identificación:

Revestimiento Blanco. Punta Roja.

APLICACIONES

Se recomienda para todo tipo de trabajo en perfil estructural, obteniendo magníficos resultados en materiales de espesores delgados por ejemplo: En fabricación de estantería, fabricación de muebles y todo trabajo que requiere de un buen acabado de soldadura; fabricación y mantenimiento de carrocerías. Este electrodo tiene facilidad de aplicación de todas las posiciones, con un excelente acabado.

CARACTERISTICAS

Soltec suavematic se puede aplicar con máquinas tipo transformador de corriente directa con polaridad invertida, obteniendo en ambos casos un arco estable de bajo chisporroteo, además de proporcionar un cordón liso de muy buena presentación.

Otra ventaja más del electrodo SUAVEMATIC es su facilidad de encendido y reencendido, esta característica lo convierte en el electrodo favorito por soldadores y armadores para realizar esos trabajos de soldadura en donde, por características propias de la pieza, no es posible aplicar un electrodo en su totalidad y hay que interrumpir constantemente la operación de soldar.

Resistencia Tensil:	4725-5025 Kg/cm ²
Límite Elástico	4.215 4.610 Kg/cm ²
Alargamiento en 5 cm	25%
Dureza Brinell:	160 H. B.
Posiciones:	Todas
Corriente:	Alterna
	Directa (polaridad invertida)

Análisis químico del material depositado típico:

Carbono	0.10%
Manganeso	0.65%
Fósforo	0.03%
Azufre	0.03%
Silicio	0.15%

Medidas:	Amperaje:
2.25 mm (3/32")	65-90
3.25 mm (1/8")	100-140
4.00 mm (5/32")	140-180
5.00 mm (3/16")	170-190
6.00 mm (1/4")	240-280

SUPERMATIC PARA ARCO ELECTRICO (C.A.-C.C.)

Electrodo especial para trabajos en toda posición para soldar perfiles ligeros y medianos de acero al bajo carbono.

Clasificación: A.W.S. E-6013

Identificación: Revestimiento amarillo punta roja.

APLICACIONES

Se recomienda para todo tipo de trabajo en perfiles tubulares tales como carrocerías de autobuses, bastidores para muebles metálicos, tolvas y recipientes, construcción y reparación de equipo ferroviario, etc.

CARACTERISTICAS

Electrodo con revestimiento de tipo rutilico, con mediana penetración que le permite una fácil aplicación en todas las posiciones incluyendo la vertical de arriba hacia abajo (descendente) y sobre cabeza.

Resistencia tensil: 4 710 a 5 000 Kg/cm²

Límite elástico: 3 800 a 4 200 Kg/cm²

Alargamiento en 5 cm: 24%

Análisis químico del metal depositado:

Carbono: 0.12%

Manganeso: 0.47%

Fósforo: 0.03%

Silicio: 0.17%

Medidas:

2.5 mm (3/32")

3.2 mm (1/8")

4 mm (5/32")

5 mm (3/16")

6 mm (1/4")

Amperajes:

75-100

100-125

110-170

140-215

230-300

VERSAMATIC PARA ARCO ELECTRICO (C.A.-C.C.)

Electrodo para trabajos en aceros al bajo carbono de uso general; bajo chisporroteo.

Clasificación: A.W.S. E-6013

Identificación: Revestimiento verde. Punta café.

APLICACIONES

Para producción y mantenimiento de maquinaria y equipos donde la soldadura es parte del acabado de la pieza; por ejemplo carrocerías, muebles metálicos, estructuras decorativas y herrería en general.

CARACTERISTICAS Y PROCEDIMIENTOS

Soltec Versamatic se puede aplicar con máquinas tipo transformador y con máquinas tipo rectificador de corriente directa polaridad invertida. Soltec versamatic, dentro de su tipo, es un electrodo de solidificación rápida, esta característica le permite aplicaciones en todas posiciones, proporcionando un arco estable y de bajo chisporroteo.

Resistencia tensil:	4.725 a 5.000 Kg/cm ²
Límite elástico:	4.195 a 4.585 Kg/cm ²
Alargamiento en 5 cm:	25%
Dureza Brinell:	165 H.B.
Posiciones:	Todas
Corriente:	Alterna Directa polo negativo.

Análisis químico del metal depositado típico:		Medidas:	Amperaje:
Carbono:	0.10%	2.25 mm (3/32")	65-95
Manganeso:	0.60%	3.25 mm (1/8")	110-135
Fósforo:	0.30%	4.00 mm (5/32")	140-165
Azufre:	0.03%	5.00 mm (3/16")	170-190
Silicio:	0.15 %	6.00 mm (1/4")	220-280

II.2 PROCESO DE FABRICACION.

El proceso de fabricación de los electrodos revestidos consiste en varias etapas que han sido desglosadas para su mejor comprensión.

RECEPCION Y ALMACEN DE MATERIA PRIMA

El proceso comienza cuando se recibe la materia prima que consiste en : Alambrón, arena de rutilo, polvo de hierro, carbonato de calcio, fluorita, ferromanganeso, celulosa, silicatos, etc. Los proveedores se encargan de llevar esta materia prima hasta la puerta de la planta y empieza el movimiento cuando son bajados los rollos de alambrón (que pesan aproximadamente 2000 kg cada uno) con el montacargas y son transportados hasta el almacén de producto terminado; lo mismo sucede con lo que será el revestimiento el cual llega a granel y en sacos.

TREFILADO Y ENROLLADO

Quando el alambrón va a ser trefilado se le coloca en un contenedor donde es recargado y desenrollado poco a poco según se vaya necesitando para alimentar la trefiladora. Para poder empezar con el trefilado primeramente se le saca punta al alambrón al diámetro deseado con una máquina "sacapuntas" que entra en el dado de la trefiladora. El alambrón es decapado, es decir se va quitando la capa superficial de óxidos, cáscara de carbono y lo que tenga en la superficie. El número de dados por el que vaya a pasar el alambrón está en función del diámetro que se requiera, así si se necesita un alambrón de 5/32 de pulgada se le hará pasar por tres dados, pues cada dado únicamente reduce de 15 a 20 % del diámetro original del alambrón. Una vez que ha sido trefilado el alambrón se le amarra en rollos, los cuales, a su vez son marcados con especificaciones como el peso, la fecha, el diámetro, y un número de folio. Una vez que ha estado en espera el alambrón trefilado, que ahora se llama alambre, es transportado al área de corte.

CORTE DE VARILLAS

En el área de corte, el rollo de alambre es montado en la bobina alimentadora de la cortadora, se ajusta la alimentación y el tamaño de corte y se procede a realizar la operación. La máquina realiza el corte por golpes a intervalos regulares y deposita las varillas en un contenedor anexo a la misma máquina. Después de obtenerse las varillas son colocas en contenedores móviles los cuales, después de ser llenados, son transportados al área de extrusión.

ELABORACION DE MEZCLA PARA REVESTIMIENTO

Dependiendo del tipo de electrodo, el mezclador selecciona los diferentes componentes para la mezcla; una vez seleccionados los materiales son pesados y trasladados a un recipiente de 90 kg de capacidad. La elaboración de las mezclas se hace en dos partes, cada una de las cuales es llevada a cabo por diferente persona, uniéndose estas partes para terminar la mezcla.

Una vez realizada la mezcla se la lleva a la mezcladora, donde se le agregan líquidos en cantidades diferentes dependiendo del tipo de electrodo a realizar. El tiempo de mezclado también es diferente para cada tipo de electrodo: Para el 7018 el tiempo es de 4 min, para los electrodos suavematic, supermatic y versamatic es de 15 min.

EXTRUSION

Esta mezcla en cuanto es elaborada se lleva a las máquinas extrusoras donde se vacía en cilindros que sirven para inyectar la mezcla y recubrir las varillas que están en un contenedor integrado a la máquina. Se procede a obtener los electrodos y se los recoge al final de la banda transportadora. En este paso los electrodos salen con cierto porcentaje de humedad.

HORNEADO

Los electrodos son depositados en contenedores llamados puentes para que tengan reposo a condiciones ambientales y después pasan a un horno donde permanecen de 3 a 8 horas, tiempo en el cual fragúa la mezcla y desaparece toda la humedad que habia quedado en el electrodo.

A continuación se espera un lapso de tiempo que permite el enfriamiento del horno con los electrodos en su interior. Luego se les saca para que sean marcados con el tipo y clave del electrodo.

MARCAJE

Los electrodos pasan a través de una máquina semiautomática de rotulado la cual es alimentada continuamente por un operario, quien a la vez los vuelve a colocar en el contenedor que los llevará al área de empaque.

EMPAQUE

En esta área se encuentran 3 trabajadores que se encargan de pesar las cantidades requeridas de electrodos, verificarlos al 100% y colocarlos en bolsas de polietileno las cuales sellan. Los paquetes así obtenidos son empacados en cajas de cartón de 25 kilogramos donde se escriben las características del electrodo. Las cajas son estibadas en tarimas y transportadas al almacén de producto terminado, a la espera de la orden de salida.

II.3 CAPACIDAD

La noción de capacidad de producción es un poco difícil de definir en ciertas empresas industriales. Cuando se trata de una empresa que fábrica u ofrece un producto, como es el caso del grupo SOLTEC, la capacidad se define como *el número de unidades por producir en un lapso de tiempo determinado.*

En esta definición pueden notarse dos elementos: la cantidad y el tiempo. Es necesario determinar la cantidad de producción que debe producir el sistema en curso de un periodo determinado, lo cual constituye la unidad de medida de la capacidad de producción de la empresa.

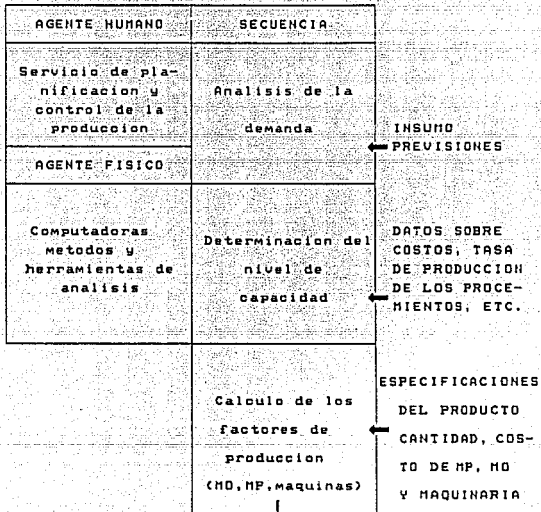
A través del trabajo se podrá observar la justificación de que, para este caso, se emplee como unidad de medida los kilogramos de producto por hora o por semana, según sea el caso.

SISTEMA DE DECISION Y DE PLANIFICACION PARA LA CAPACIDAD

Al tomar decisiones que están relacionadas con el planificar la capacidad de una empresa que ya está en operación se debe vigilar que los factores que afectan su eventual aprobación sean debidamente explicados y analizados por el departamento de planeación y control de la producción, ya que pudiera ser el caso que el mejor planteamiento no fuera viable o accesible a las posibilidades de la empresa.

A continuación se muestran los elementos constitutivos del sistema de decisión y planificación para la capacidad que aquí se han adoptado de modo que los resultados tengan una secuencia lógica de obtención.

**ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DECISION Y
PLANIFICACION PARA LA CAPACIDAD**



↓
PRODUCTO
CANTIDAD REQUERIDA DE
MP, NUMERO DE EMPLEADOS
Y DE MAQUINAS

1a. Etapa: Análisis de la demanda

Las previsiones, o pronósticos, de la demanda constituyen el punto de partida del análisis de la capacidad. Estas se expresan en la unidad de medida propia de la empresa. (Las técnicas de previsión requieren de todo un apartado para ser expuestas de modo que se ha reservado para este fin el inciso i del capítulo V del temario).

2a. Etapa: Determinación de la capacidad de producción

Según el análisis efectuado sobre el comportamiento de la demanda en el periodo Enero-Septiembre de 1992, se aprecia que la política de producción que más se ajusta a aquella es la de producción variable según la demanda. Esta política permite hacer frente a las fluctuaciones bajas de ciertos productos que en SOLTEC se fabrican recurriendo al tiempo suplementario y variar la capacidad de producción mediante la contratación de nuevos empleados o el despido de personal para el caso en que las fluctuaciones son importantes en un rubro diferente de productos.

Ahora bien, para determinar la capacidad instalada de la empresa es necesario especificar que ciertos factores técnicos a emplear han sufrido un ajuste debido a las justificaciones que aparecen en el apartado sobre el *Factor humano en la aplicación del Estudio del Trabajo*.

Dichos factores son:

-*El número de periodos de trabajo.* La capacidad de producción puede estar asegurada por uno a varios periodos de trabajo de ocho horas. Dichos periodos se han contabilizado a partir de 6 horas efectivas de trabajo debido al tiempo de *contingencia*.

-*Límites de tiempo suplementario.* Los límites de la capacidad humana determinan los de la utilización del tiempo suplementario. Puede decirse que un tiempo suplementario que represente un 25% del tiempo regular se encuentra dentro de límites aceptables. Por otra parte, las horas suplementarias aumentan los costos de producción debido a las primas que deben pagarse por horas extras y a la disminución respectiva en la productividad. En vista de todo esto se ha vigilado

que dichos tiempos no sean significativos en la toma de datos para obtener resultados más apegados a la capacidad instalada real.

-*Demora en la entrega.* A falta de datos reales sobre este aspecto se ha optado que los resultados obtenidos sobre la capacidad dictaminen el período de entrega del producto y el nivel de inventarios de reserva que respondan a las exigencias de la demanda.

3a. Etapa: Cálculo de los factores de producción

Se procede a continuación a calcular las variables propias de la capacidad:

a) *Cantidad por producir.* La cantidad total de producto por producir (alambre, varillas, cargas, mezclas o electrodos) se calcula considerando la demanda anual o mensual, según sea el caso de la empresa, el número de piezas por unidad y se calcula la tasa de desperdicio (unidades defectuosas).

Tomando en cuenta el desperdicio o desecho que arroja la operación tenemos que:

$$Q_t = Q_r / (1-d) \quad \text{donde:} \quad \begin{array}{l} Q_t = \text{Cantidad total a producir} \\ Q_r = \text{Cantidad requerida} \\ d = \text{desperdicio} \end{array}$$

b) *Número de horas de trabajo.* Si se considera que el número de semanas laborables por mes es de 4 y que el número de horas laborables por semana es de 30, el número de horas de trabajo por mes será de 120. Este número corresponde a un período de 6 horas efectivas de trabajo por día.

c) *Tasa real de producción de la máquina.* Las máquinas suelen detenerse por diversas razones: mantenimiento preventivo, preparación y ajuste, ausencia del operador, falta de material o por mantenimiento correctivo, por lo tanto se tiene que evaluar la tasa de utilización de cada máquina. Esta tasa se ha expresado como porcentaje y es diferente la que nos da el fabricante o el distribuidor de maquinaria.

Con la ayuda de este resultado se obtiene la tasa real de producción de una máquina, la cual corresponde a la tasa regular multiplicada por la tasa de utilización.

Teniendo en cuenta estos tres elementos: el número de máquinas, la cantidad total a producir y la tasa real de producción, se puede obtener la capacidad real instalada de cada área.

Para el área de trefilado:

Se cuenta con dos trefiladoras en una área de trabajo de 112.05 metros cuadrados. Una trefiladora es de 4 pasos y la otra solo de 3.

Para la obtención de los datos se registró una serie de muestras con el tiempo de trabajo de la trefiladora en terminar un rollo de 400 kg (promedio) al utilizarse tres pasos; a partir de estos tiempos se obtuvo el tiempo promedio de producción de un rollo que es el que se empleó para los datos subsiguientes. La tasa de utilización se calculó con el número promedio de descomposturas al mes y la tasa de desperdicio con los kilogramos de alambro que se cortan para la unión del siguiente rollo, expresadas estas tasas en porcentajes mensuales.

Para el área de corte:

En un área de trabajo de 43.5 metros cuadrados, existen dos tipos de máquinas: 3 de un golpe y 1 de dos golpes. Para estas máquinas se registró el número de golpes o de varillas que se obtenían en 5 minutos, posteriormente se pesaron las varillas, a partir de este dato se obtuvo matemáticamente el número de varillas por rollo y el tiempo de obtención respectivo.

Con una serie de observaciones aleatorias, se pesaron los desperdicios diarios y obtuvimos la tasa de desperdicio mensual, la tasa de utilización se calculó igual que en el área de trefilado.

Para el área del Molino:

Se cuenta con dos molinos de martillo en un área de trabajo de 12 m²; la tasa de producción para esta área (250 kg/hr) se ha calculado de la siguiente forma: Según los datos recabados en esta área la producción diaria promedio es de 1500 kg, considerando un periodo de

trabajo de 6 hrs (restado ya el tiempo de contingencia) tenemos que por molino la tasa de producción es de 125 kg/hr. En vista del bajo índice de descomposturas en esta área se ha tomado una tasa de utilización mensual del 98%. La tasa de desperdicio mensual se ha calculado en un 2% por molino, a razón de que diariamente se tiene un desperdicio de 15 kg por molino.

En base a los datos anteriores se obtiene una tasa real de 735 kg/turno por molino y una capacidad real de 7350 kg/sem en toda el área de molienda.

Para el área de mezcla:

En un área de trabajo de 8.75 metros cuadrados, se cuenta con una mezcladora de aspas cuya tasa de producción se ha calculado en base a la producción promedio de un día de máximo trabajo en el cual se tuvo que dar abasto a 10 cargas por extrusora cuya demanda tipo correspondía a los dos tipos de mezcla, esto es: cargas de 44 kilogramos, que se realizan en 15 minutos, y cargas de 84 kilogramos que se efectúan en 4 minutos (el tiempo de mezcla está en función a sus componentes y no a su peso).

Las tasas de utilización y desperdicio se obtuvieron de registros propios de la empresa. La tasa real y la capacidad real se obtuvieron matemáticamente, tomando en cuentas las tasas anteriores.

Para el área de extrusión:

Se cuenta con dos extrusoras horizontales y una vertical en un área de trabajo combinada de 86.56 metros cuadrados. La toma de tiempos de producción y tasa de desperdicio se efectuó auxiliándose de las técnicas de Estudio del Trabajo y se registraron para diferentes diámetros de varillas, así como para diferentes cargas, de modo tal que los resultados se asentaron en la *tabla de capacidad instalada de maquinaria*.

Para el área de horneado:

Se tienen dos hornos de aire caliente de tamaño diferente en un área de trabajo de 22.5 metros cuadrados cuya tasa de producción se obtuvo a partir de los tiempos de horneado y del área de trabajo. La tasa de utilización del 100% corresponde con la ausencia de descomposturas en dicha área o a su largo intervalo de mantenimiento. La tasa de desperdicio del 0% se evaluó en base a los electrodos dañados debido a mal horneado y se consideró que era despreciable la cantidad de defectos obtenidos debido a esta falla.

Para el área de marcaje:

Se cuenta actualmente con solo una marcadora semiautomática cuya tasa de producción, de utilización y de desperdicio se obtuvieron de datos verbales por parte del operador (esto debido a su casi nula utilización y a su consiguiente imposibilidad de registrar), por ende la tasa real y la capacidad real de la marcadora se basan en estos datos.

A continuación aparecen los datos obtenidos a partir del Sistema de Decisión y de Planificación para la demanda que se siguió.

GRUPO BOLTEC S.A. DE C.V.

CAPACIDAD INSTALADA DE MAQUINARIA

MAQUINARIA	No. EN EL PLANO	ESPECIFICACIONES	AREA DE TRABAJO (m ²)	TASA DE PRODUCCION (kg/hr)	TASA DE UTILIZACION (%)	TASA DE DESPERDICIO (%)	TASA REAL (kg/torneo)	CAPACIDAD REAL (kg/semana)
2 TREFILADORA	14	1 1/4", 3/16", 5/32", 1/8"	77.85	1200	99.5	0.05	7164	35820
2 TREFILADORA	15	1/8", 3/32"	24.2	700	75	0.05	3150	15750
3 CORTADORA	22	UN GOLFE (1/8")	10.5	133.2	90	0.002	719	3596
3 CORTADORA	21	UN GOLFE (1/8")	10.5	133.2	90	0.002	719	3596
3 CORTADORA	20	UN GOLFE (1/8")	10.5	133.2	30	0.002	240	1199
3 CORTADORA	23	DOS DOLPES (1/8")	12	240	93	0.002	1296	6480
4 MOLINO	29	DE MARTILLO	6	125	98	5	735	3675
4 MOLINO	31	DE MARTILLO	6	125	98	5	735	3675
1 MEZCLADORA	5	DE PALETAS	8.75	740	80	2.5	2552	17760
1 EXTRUSORA	1	HORIZONTAL (1/8")	33.44	1108	89	1.2	5210	26592
2 EXTRUSORA	4	HORIZONTAL (1/8")	33.44	1108	70	1.2	4654	23268
1 EXTRUSORA	3	VERTICAL	19.76	1237	96	1.2	7528	37642
(*) HORNO	10	AIRE CALIENTE	13.8	1209	100	0	7254	36270
(*) HORNO	9	AIRE CALIENTE	8.7	744	100	0	4664	23320
1 MARCADORA	11	SEMIAUTOMATICA	2.28	1320	40	0	2168	15640
(*) TASA DE PRODUCCION EN PUENTES/HORNEADO								
(*) TASA Y CAPACIDAD REALES EN NUMERO DE PUENTES								

TABELA DE RESUMEN

CAPACIDAD INSTALADA (kg/semana)	TIPO DE MAQUINARIA
51570	TREFILADORAS
14971.6	CORTADORAS
7350	MOLINOS
17760	MEZCLADORA
87501.6	EXTRUSORAS
50590	HORNOS
15640	MARCADORA

II.4 ARREGLO DE INSTALACIONES Y MANUTENCION.

El arreglo físico de las instalaciones de la empresa Soltec, esto es, la disposición de sus recursos humanos y materiales así como la distribución de sus instalaciones, condiciona la productividad de la mano de obra. Es por esta causa que se ha incluido este apartado en el cual se calcula el costo que conlleva el tiempo del desplazamiento de los empleados a los puestos de trabajo, de los tiempos perdidos por los empleados al realizar ellos mismos operaciones de mantenimiento, el costo de los espacios mal utilizados y las pérdidas por disminución de la productividad.

ARREGLO FISICO DE INSTALACIONES

En general existen tres tipos clásicos de arreglo físico de instalaciones: por puesto fijo, por procedimiento y por producto.

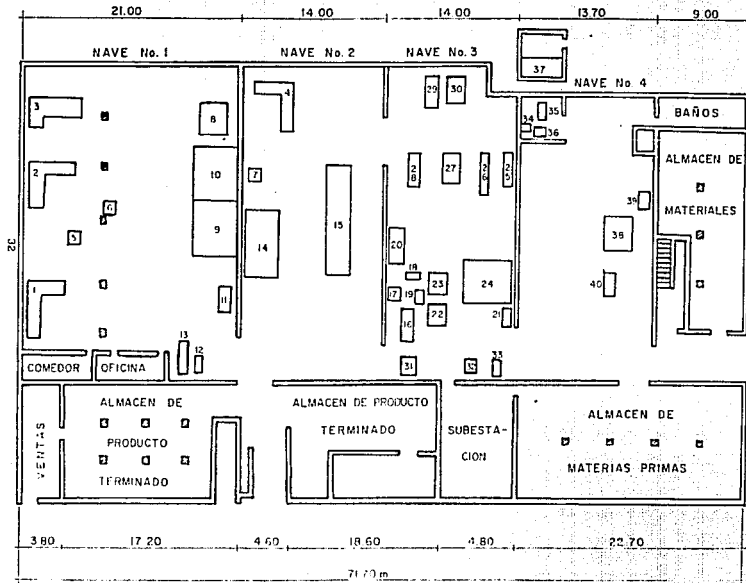
- a) Por puesto fijo. En este caso el producto está fijo al puesto de trabajo; la mano de obra, las materias primas y las herramientas se desplazan hacia él. Este tipo de distribución física es conveniente para los productos que tienen ciertas particularidades en cuanto a volumen, peso o modo de producción. Como ejemplo tenemos la construcción naval y civil, la aeronáutica y la artesanía.
- b) Por procedimiento. El reagrupamiento de las máquinas y los equipos está en función de sus características técnicas. El producto se desplaza de un taller a otro según las etapas del proceso de fabricación, como es en la producción por pedido y en los hospitales.

c) Por producto. Las máquinas y los equipos están dispuestos en este caso en el orden exacto del proceso y fabricación y los puestos de trabajo se encuentran físicamente distribuidos en función de un producto o de una categoría de productos que tengan las mismas características técnicas, las líneas de montaje son un ejemplo de este tipo de distribución.

De estos tres tipos clásicos de arreglos de instalaciones la empresa Soltec tiene el arreglo físico por procedimiento.

El plano de distribución de planta que a continuación aparece permite visualizar el arreglo de las instalaciones del área productiva.

DISPOSICION DE LA PLANTA

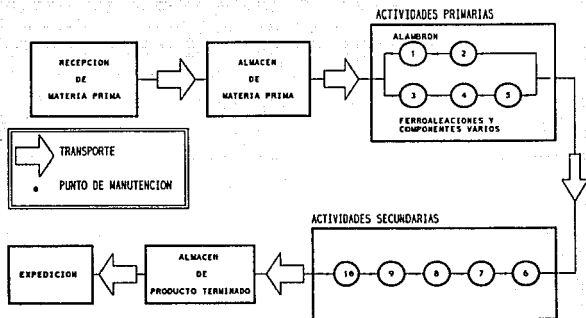


MANUTENCION Y TRANSPORTE DE MATERIALES

Para la mayoría de las empresas la manutención y el transporte de los materiales representa un porcentaje importante de los costos de producción, el cual se sitúa entre un 20 y un 30% de la masa salarial obrera.

Como la manutención y el transporte son actividades que no transforman el producto y no añaden nada a su valor intrínseco se encuentran entre las pocas actividades que podrían ser eliminadas. Como se deduce de los diagramas analítico de material y de operario, la empresa Soltec tuvo como necesidad estudiar al sistema de manutención a fin de adaptarlo adecuadamente al proceso de fabricación y reducir sus costos al mínimo. En la siguiente figura se muestran los diferentes puntos de manutención y de transporte de los materiales para los cuatro tipos de electrodos estudiados dentro del sistema de producción de la planta.

PUNTOS DE MANUTENCION Y TRANSPORTE



ACTIVIDADES PRIMARIAS:

- ① TREFILADO
- ② CORTE
- ③ MOLIENDA
- ④ PESADO Y SELECCION
- ⑤ MEZCLA

ACTIVIDADES SECUNDARIAS:

- ⑥ EXTRUSION
- ⑦ OREO
- ⑧ HORNEADO
- ⑨ ETIQUETADO
- ⑩ EMPAQUE

EQUIPOS DE TRANSPORTE Y DE MANUTENCION

Los equipos pueden clasificarse en dos categorías: equipos fijos y equipos móviles. Los equipos fijos permiten sólo una trayectoria determinada. Este es un modo de desplazamiento de naturaleza rígida. Los equipos móviles permiten trayectorias variables y constituyen un medio de transporte de naturaleza flexible.

Los equipos fijos se utilizan en las siguientes condiciones:

- El trayecto de los materiales es fijo.
- Las líneas de producción son estables.
- El volumen de producción es constante.
- La frecuencia de desplazamiento es elevada.

Los equipos móviles se utilizan en distancias cortas y variables. Para volúmenes de producción bajos, los equipos móviles son menos costosos que los fijos.

A continuación se presenta un resumen del equipo de transporte empleado en el área productiva de la planta, su clasificación y capacidad.

CAPACIDAD DEL EQUIPO DE TRANSPORTE

EQUIPO	CLASIFICACION	CAPACIDAD (kg)	CANTIDAD
POLIPASTO	FIJO	1000	4
PLUMA NEUMATICA	FIJO	500	1
MONTACARGAS	MOVIBLE	3500	2 (1 FUERA DE SERVICIO)
PATINES HIDRAULICOS	MOVIBLE	1000	5
DIABLITOS	MOVIBLE	500 (MAX)	10
PUESTES	MOVIBLE	1500	35
CHAROLAS	MOVIBLE	20	4000

PRINCIPIOS GENERALES DE MANUTENCION

Resolver todos los problemas de manutención es difícil, y a veces imposible. Cada empresa se enfrenta a problemas y a situaciones diferentes. Puede ocurrir que dos empresas que fabriquen un producto idéntico utilicen procesos de manutención diferentes.

Por este motivo se da gran importancia a los principios generales de manutención, en virtud de la reducción de los costos de transporte y de tiempo de maniobras.

- 1er. principio: Identificar y clasificar los diferentes materiales y productos.
- 2o. principio: Transportar el material la distancia más pequeña posible (movimientos en línea recta de ser posible).
- 3er. principio: Reducir el tiempo de detención o de no utilización del equipo al mínimo.
- 4o. principio: Eliminar las cargas parciales.
- 5o. principio : Reemplazar la manipulación o la manutención manual por métodos mecánicos o automáticos de ser posible.

METODO DE ANALISIS DEL ARREGLO FISICO DE LAS INSTALACIONES

Los dos principales métodos de análisis que existen son el método de análisis secuencial de los recorridos, el cual se utiliza en el estudio del arreglo físico por procedimiento, y el método de balanceo de líneas de ensamble, que se utiliza en el estudio del arreglo físico por producto.

Lo que se pretende con estos métodos es:

- Analizar las distribuciones actuales de la planta.
- Determinar la mejor localización respecto a las diferentes áreas de trabajo dentro de la planta.
- Analizar la centralización o descentralización de ciertos servicios (recepción, almacenes, mantenimiento, expedición, etc.).

En vista de que la planta cuenta con un arreglo físico por procedimiento en la planta utilizaremos el método de análisis secuencial de los recorridos de modo que obtengamos una distribución ideal de la planta, donde los costos de transporte se reducirían al máximo, y una distribución propuesta, que combine los beneficios de la ideal con las posibilidades de mejora en la planta (esto último, en vista de que no se podrían llevar a cabo movimientos drásticos en las naves que impliquen muchos gastos e hicieran inaplicable la mejora).

METODO DE ANALISIS SECUENCIAL DE LOS RECORRIDOS

Este método se utiliza para encontrar las mejores posiciones respecto a diferentes elementos dentro de un espacio determinado. Estas posiciones son aquellas que reducen la distancia total de desplazamiento de la mano de obra y el material. Se utilizan la *matriz de recorridos* y la *gráfica de rutas*.

A continuación describiremos las principales etapas del método.

1a. Etapa : Elaboración de la matriz de recorridos.

Primeramente hemos registrado los desplazamientos, en las naves, de las diferentes materiales que se emplean para la fabricación de los 4 productos a que se enfoca este trabajo, agrupándolos de la siguiente manera para su mejor manejo:

-SOLTEC-7018-----	A
-SUPERMATIC	} B
-VERSAMATIC	
-SUAVEMATIC	

La siguiente tabla muestra las trayectorias que se siguen de nave en nave y la frecuencia de las mismas para un lote de producción normal.

TABLA DE TRAYECTORIAS Y SECUENCIAS

AREA DE TRABAJO	DE	A	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	OBSERVACIONES
(1) Almacen	A		1		3				5		Materiales y Materia prima
	B		1		4				5		
(2) TREFILADO	A			3							Rollo de alambre
	B			3							
(3) CORTE	A				2						Varillas en puentes
	B				1						
(4) MEZCLA	A					15					Cargas de mezcla
	B					15					
(5) EXTRUSION	A							11			Puentes con electrodos
	B							18			
(6) HORNIZADO	A								11		Electrodos
	B								18		
(7) ENPAQUE	A									20	Cajas con electrodos
	B									10	
(8) EXPEDICION	A										Espera de salida
	B										

A partir de los datos tabulados se ha elaborado la matriz de recorridos como sigue: Se calcularon los desplazamientos entre las áreas de trabajo y se inscribieron en la casilla adecuada. Así, por ejemplo, el número de desplazamientos del área de ALMACEN al área de TREFILADO es de 1 para el producto A (SOLTEC-7018) ya que el rollo de alambón de dos toneladas es el que se trefila. El número de desplazamientos para el producto 2 en estas mismas áreas es de 1 por la misma razón. El total de los desplazamientos de ALMACEN a TREFILADO es por tanto de 2. Se replten los mismos cálculos para cada casilla que se relacione con un desplazamiento y se obtiene de esta forma la siguiente matriz de recorridos:

MATRIZ DE RECORRIDOS

De \ A	<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>	<7>	<8>
(1) ALMACEN		2		7			10	
(2) TREFILADO			6					
(3) CORTE				3				
(4) MEZCLA					30			
(5) EXTRUSION						21		
(6) HORNEADO							21	
(7) ENPAQUE								30
(8) EXPEDICION								

2a. Etapa : Elaboración de un arreglo físico esquemático.

Puede elaborarse un primer arreglo físico de naturaleza esquemático después de hacer un análisis de los datos de la matriz de recorridos; este análisis de los datos puede dividirse en tres partes:

a) Análisis y clasificación del número total de desplazamientos

1. Se suman los desplazamientos hacia delante (casillas arriba de la diagonal de la matriz de recorridos) y los desplazamientos hacia atrás (casillas bajo la diagonal). Por ejemplo, se suman los desplazamientos de las áreas 2 y 3 con los de las áreas 3 y 2, y se obtiene el total de desplazamientos entre las áreas 2 y 3.
2. Se construye la matriz triangular, indicando el número total de desplazamientos entre cada par de áreas de trabajo. La cifra dentro de un pequeño círculo indica el número de vínculos entre el área de la hilera y el conjunto de las demás áreas.

MATRIZ TRIANGULAR DE DESPLAZAMIENTO TOTAL

De \ A	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(8)							3	①
(7)	10					21	①	
(6)					21	①		
(5)				30	①			
(4)	7		3	①				
(3)		6	①					
(2)	2	①						
(1)	③							

3. Se clasifican los desplazamientos de cada casilla en orden decreciente, obteniendose así la siguiente tabla:

DESPLAZAMIENTOS DE ORDEN DESCENDENTE

NUMERO	VINCULO	NUMERO DE DESPLAZAMIENTOS
1	4-5	30
2	7-8	30
3	5-6	21
4	6-7	21
5	1-7	10
6	1-4	7
7	2-3	6
8	7-8	4
9	3-4	3
10	1-2	2

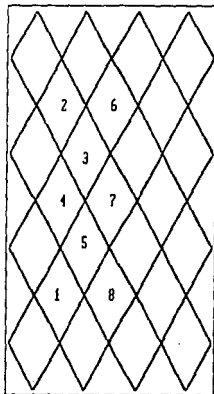
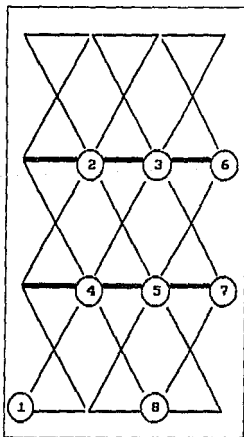
b) Análisis de los arreglos posibles de las áreas de trabajo.

1. Se trazan rectas a 60 grados de la horizontal y se forman paralelepípedos cuyos cuatro lados sean iguales.

2. A partir de la tabla de desplazamientos de orden descendente se comienza por colocar en el centro del bosquejo las áreas de trabajo con mayor carga sobre los puntos de intersección y después las siguientes áreas teniendo en cuenta el vínculo que existe entre ellos y considerando los siguientes puntos :

- El número total de desplazamientos entre talleres.
- El número de vínculos con el conjunto de talleres.

ARREGLO ESQUEMATICO DE LAS AREAS DE TRABAJO

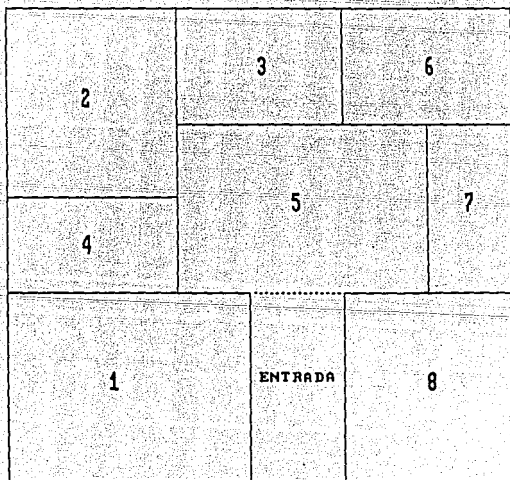


3a. Etapa: Determinación del arreglo físico final.

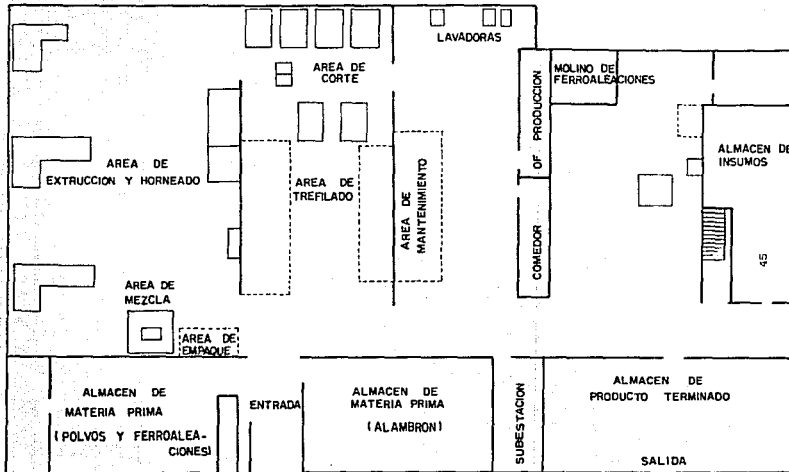
Se determina la superficie necesaria de cada área a partir del número de máquinas y sus dimensiones, los equipos por instalar, el espacio necesario para el almacenamiento temporal y la duración de los viajes.

En las siguientes figuras se pueden apreciar los dos arreglos físicos globales: el ideal y el propuesto.

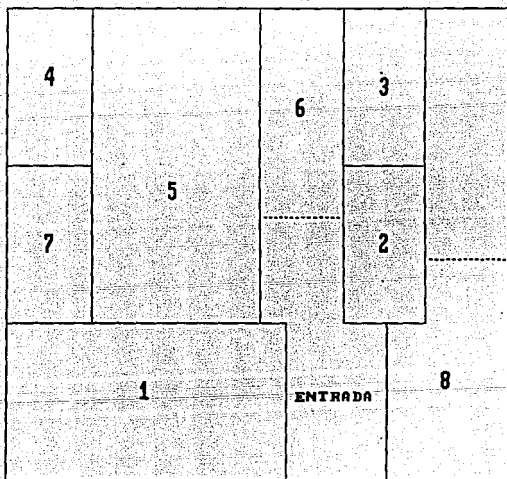
ARREGLO FISICO IDEAL (SEGUN RESULTADOS)



DISTRIBUCION PROPUESTA DE LA PLANTA



ARREGLO FISICO PROPUESTO DE LA PLANTA
(ADECUADO A LAS INSTALACIONES)



CAPITULO III ESTUDIO DE METODOS

III. 1 EL FACTOR HUMANO EN LA APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO.

Antes de aplicar el estudio del trabajo es necesario establecer buenas relaciones de trabajo. Algunos dirigentes abrumados por problemas urgentes e importantes, olvidan a menudo quiénes trabajan con ellos, especialmente que quienes están bajo sus órdenes son seres humanos como ellos, que sienten lo mismo que ellos. El último del escalafón, el peón más humilde, reacciona ante una injusticia real o imaginaria, con la misma intensidad que cualquier otro hombre. Teme lo desconocido y si lo desconocido le parece ser una amenaza para su seguridad en el empleo o para su dignidad se opondrá disimuladamente, al menos con falta de colaboración o con una colaboración a medias. Si se quiere que el estudio del trabajo contribuya sanamente al aumento de la productividad, antes de pensar en aplicarlo habrá que lograr que las relaciones entre la dirección y los trabajadores sean bastante buenas y que los trabajadores crean en la sinceridad de la dirección, pues de lo contrario pensarán que es un nuevo truco para hacerlos trabajar más sin beneficio alguno para ellos.

En determinadas circunstancias acaso sea posible imponerlo, especialmente cuando hay mucho desempleo en un país o en una industria, pero lo impuesto se acepta de mala gana y a menudo no subsiste cuando cambian las circunstancias.

EL ESTUDIO DEL TRABAJO Y LA DIRECCION DE LA EMPRESA

Todo estudio analítico del trabajo bien hecho es tan sistemático que implacablemente va poniendo al descubierto, uno por uno, los puntos donde se desperdician tiempo y energías. Para suprimir ese desperdicio hay que determinar sus causas que suelen ser la mala planificación, un control insuficiente o una formación inadecuada. Además, la mayor productividad que suele originar un estudio del trabajo bien hecho agravará la impresión desfavorable. Una técnica con efectos tan importantes debe, evidentemente, aplicarse con el mayor

cuidado y tacto. A nadie le gusta que se ponga en evidencia su fracaso, especialmente ante sus superiores. El trabajador pierde la confianza en si mismo, empieza a preguntarse si no será reemplazado por otro y se deja dominar por la inseguridad. A primera vista, este resultado del estudio del trabajo puede parecer injusto. Los directores, contramaestres y trabajadores en términos generales son gente honrada y laboriosa, que desempeña su cometido lo mejor que puede. En todo caso, tiene muchos años de experiencia y grandes conocimientos prácticos; si no han sacado el máximo partido de los recursos disponibles, ello se debe a que nadie les ha enseñado un método sistemático, como el estudio del trabajo, para resolver los problemas de organización del trabajo ya que muchos desconocen su utilidad.

Para que el estudio del trabajo se aplique con éxito en una empresa es indispensable contar con la comprensión y apoyo del personal dirigente en todas sus categorías, desde la más alta a la más baja.

EL ESTUDIO DEL TRABAJO Y LOS TRABAJADORES

Cuando se efectuaron a principios de siglo las primeras tentativas serias de estudio del trabajo, poco se sabía sobre la forma en que se comportan las personas mientras trabajan. A menudo, los trabajadores opusieron resistencia o se mostraron hostiles a dicho estudio. Pero en estos últimos cuarenta años se han llevado a cabo numerosas investigaciones para averiguar mejor cómo se conducen los seres humanos, con objeto no sólo de explicar su comportamiento, sino también, de ser posible, prever cómo reaccionarán ante una nueva situación. Para el especialista en estudio del trabajo en un dato de particular importancia, puesto que sus intervenciones originarán continuamente y cada vez nuevas situaciones.

Según los especialistas en ciencias del comportamiento, lo que mueve a las personas a actuar de tal o cual modo es el deseo de satisfacer determinada necesidad. En la práctica, la mayoría de las personas sólo satisfacen algunas de sus necesidades quedándose otras sin satisfacer en lo absoluto.

III.2 ESTUDIO DEL METODO DE TRABAJO.

Con el fin de determinar si las actividades del área de producción se estaban realizando en tiempos adecuados y con el mejor método, se consideró realizar un estudio para analizar el sistema. Por lo anterior fué necesario introducirse al área de producción, y de esta forma identificar el método de trabajo utilizado, seleccionando las operaciones que se van a analizar.

Aunque ya se explicaron en el capítulo anterior las actividades que se siguen para la elaboración del electrodo revestido, en este capítulo se verán con mayor detalle y por áreas para su mejor estudio. Además se han analizado las actividades del proceso siguiendo la secuencia de operaciones en que se realizan.

RECEPCION E INSPECCION DE MATERIA PRIMA

En esta área se hace la recepción de materia prima que consiste principalmente de: Alambón (10110 AISE), arena de rutilo, polvo de hierro, carbonato de calcio, fluorita, ferromanganeso, celulosa, silicatos, etc. Dicha recepción se efectúa a las mismas puertas de la planta y posteriormente se lleva la materia prima a su respectivo almacén.

Para iniciar el proceso, primero se obtiene la varilla, por lo que se realiza una inspección de control de calidad en el rollo de alambón de 2000 kg. Después, éste es transportado a la trefiladora en montacargas desde el almacén de materia prima.

TREFILADO Y ENROLLADO

Para efectuar el trefilado, el rollo de alambón es cargado en la bobina de la trefiladora, se esmerila la punta del rollo y se suelda para iniciar el decapado (donde se le quita la capa superficial de óxido, cáscara de carbono, etc.) que es necesario para limpiar el alambón.

Para poder obtener el diámetro deseado, es necesario ajustar el número de dados. El diámetro es verificado por el operario. Una vez que ha sido trefilado, el alambón es embobinado en rollos más pequeños aproximadamente de 400-450 kg; el operario lo sujeta y con las poleas lo saca de la bobina, lo comprime, lo sujeta con alambre, lo pesa en la báscula y finalmente lo marca con especificaciones como: peso, diámetro, fecha y número de folio. Si el diámetro todavía no es el requerido pasa a la segunda trefiladora en la que se pueden obtener diámetros más pequeños realizando las mismas operaciones que en la primera trefiladora.

Una vez obtenido el alambre al diámetro deseado se le transporta al área de almacén temporal para su posterior transporte a las cortadoras.

CORTE Y OBTENCION DE VARILLAS.

El rollo de alambre es montado en la bobina alimentadora de la cortadora. Esto lo realiza el operario con una grúa neumática, se ajusta el largo de la varilla en la máquina y la de velocidad de empuje de alambre, el operario rocía constantemente el alambón con agua ya que se calienta con la fricción. Una vez obtenida la varilla esta es colocada en contenedores móviles que una vez llenados son transportados a la extrusora.

ELABORACION DE MEZCLA PARA REVESTIMIENTO.

Para la elaboración de la mezcla son necesarias las ferroaleaciones pero como éstas no llegan en polvo es necesario que se muelan en el molino. Una vez molidas son transportadas al almacén de materia prima para su utilización en la mezcla. Dependiendo del tipo de electrodo, el mezclador selecciona los diferentes componentes para la mezcla; una vez seleccionados los materiales son pesados y trasladados a recipientes pequeños de aproximadamente 90 kg de capacidad. La elaboración de la mezcla se hace en dos partes, cada una de las cuales es llevada a cabo por diferente operario, uniéndose estas partes para terminar la mezcla.

Después de realizada la mezcla es llevada hasta la mezcladora donde, dependiendo del tipo de electrodo a fabricar, se le agrega la cantidad requerida de agua y de aglutinantes; en la mezcladora se verifica el contenido de humedad en la mezcla y el tiempo de mezclado variará de acuerdo al tipo de electrodo (de 4 a 20 min aproximadamente). La mezcla es sacada de la mezcladora y transportada a la máquina de extrusión.

EXTRUSION

Con la pasta de la mezcla se cargan los cilindros alimentadores de la extrusora, que sirven para inyectar la mezcla y recubrir las varillas que están en el contenedor. Una vez comenzado el proceso de revestimiento, la excentricidad de las varillas es verificada por el operario (al principio, a mitad del proceso y al final) tomando para ello algunas muestras de los electrodos. Las varillas revestidas son colocadas en puentes para eliminar un porcentaje de humedad por oreo simple. Después de un tiempo estos puentes son transportados a cualquiera de los dos hornos donde se les quita gradualmente la humedad y se les hornea. El tiempo de permanencia del electrodo en el horno y las temperatura de este último varía dependiendo del tipo de electrodo.

Una vez transcurrido el tiempo de horneo los electrodos se dejan enfriar dentro del mismo horno un poco de tiempo y después se les saca para que continúen enfriándose al aire libre. Enfriado el electrodo es transportado al área de marcaje.

MARCAJE Y EMPAQUE

Para ser marcados los electrodos son depositados a lo largo de la marcadora semiautomática la cual los rotula con las especificaciones apropiadas y después se les transporta al área de empaque donde se lleva a cabo una inspección al 100% de los electrodos. Aquí también se les puede marcar con pintura, pero esto se realiza sólo para electrodos especiales. Una vez inspeccionados son empaquetados en bolsas, pesados en báscula y sellados, estas bolsas son empaquetadas en cajas de cartón, se las estiba y se llevan al almacén de producto terminado.

III.3 DIAGRAMAS Y GRAFICOS.

Los diagramas de operaciones están diseñados para ayudar en el análisis de los sistemas de producción, proporcionando las secuencias detalladas de las operaciones ejecutadas. Estos diagramas presentan la secuencia de operaciones y los movimientos del material a través del área de producción, con lo que se puede visualizar: transportes innecesarios, colocación de equipos que entorpecen las actividades, espacios mal aprovechados, almacenajes de material, entre otras ineficiencias que se traducen en costos afectando el costo del producto. Se utilizan varios símbolos para expresar gráficamente las secuencia de actividades.

SIMBOLOS EMPLEADOS EN LOS CURSOGRAMAS

Para hacer constar en un cursograma todo lo referente a un trabajo u operación resulta mucho más fácil emplear una serie de cinco símbolos uniformes que conjuntamente sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que probablemente se den en cualquier fábrica u oficina.

OPERACION

Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica durante la operación. La operación hace avanzar al material, elemento o servicio un paso más hacia el final, bien sea al modificar su forma, o su composición.

INSPECCION

Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas. La inspección no contribuye a la conversión del material en producto acabado. Sólo sirve para comprobar si una operación se ejecutó correctamente en lo que se refiere a calidad y cantidad.

TRANSPORTE

Indica el movimiento en los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro. Existe transporte cuando un objeto se traslada de un lugar a otro, salvo que el traslado forme parte de una operación o inspección.

DEPOSITO PROVISIONAL O ESPERA

Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.

ALMACENAMIENTO PERMANENTE

Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

ACTIVIDADES COMBINADAS

Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades; por ejemplo: un círculo dentro de un cuadrado representa la actividad combinada de operación e inspección.

CURSOGRAMAS

EL CURSOGRAMA SINOPTICO DEL PROCESO

Es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones. Sin tener en cuenta quién las ejecuta ni dónde se llevan a cabo.

A la información que dan de por sí los símbolos y su sucesión se añade paralelamente una breve nota sobre la naturaleza de cada operación o inspección y, cuando se conoce, el tiempo que se le fija.

Este cursograma sirve para ver de la primera ojeada las actividades de que se trata, con objeto de eliminar las innecesarias o de combinar las que puedan realizarse juntas.

CURSOGRAMA ANALITICO

Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda. Tiene tres bases posibles:

El operario	Diagrama de lo que hace la persona que trabaja.
El material	Diagrama de cómo se manipula o trata el material.
El equipo o maquinaria	Diagrama de cómo se emplea

El cursograma analítico se establece en forma análoga al sinóptico, pero utilizando, además de los símbolos de operación e inspección, los de transporte espera y almacenamiento.

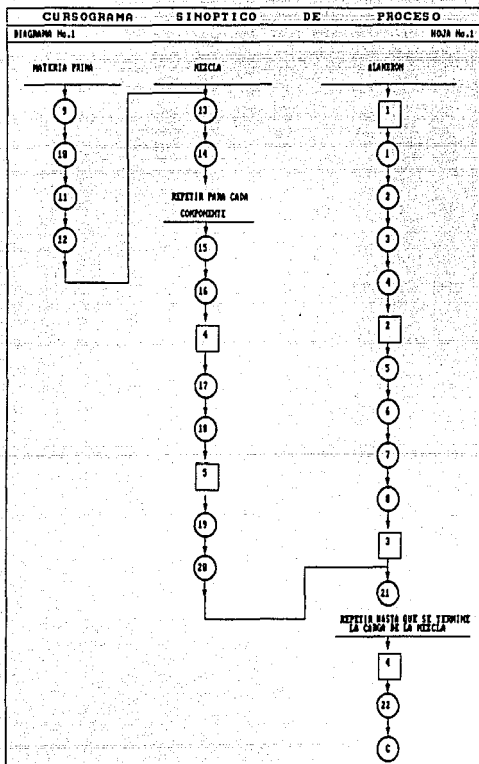
Este cursograma sirve para analizar con ojos críticos el trabajo e idear después métodos más adecuados o para perfeccionarlos.

DIAGRAMA DE RECORRIDO

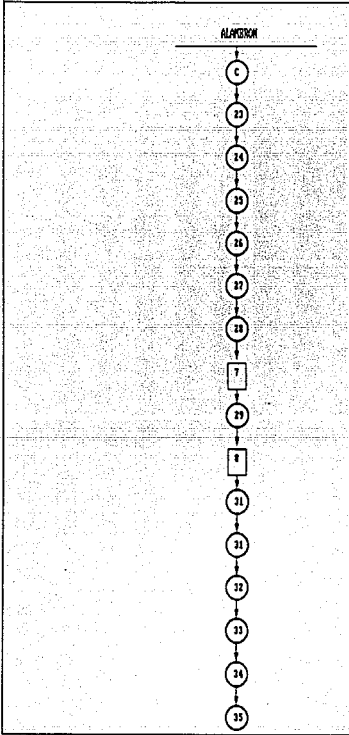
Para establecer el recorrido de un solo producto o proceso se utiliza el cursograma analítico, completándolo con un diagrama de recorrido.

El diagrama de recorrido, viene a ser un plano de la fábrica o zona de trabajo, hecho a escala, que muestra la posición correcta de las máquinas y puestos de trabajo. A partir de las observaciones hechas en el sitio se trazan los movimientos del producto o de sus componentes, utilizando en ciertos casos los símbolos de los cursogramas para indicar las actividades que se efectúan en los diversos puntos.

A continuación aparecen los diagramas que se han elaborado en particular para la empresa con la descripción de las actividades propias de la fabricación de electrodos. Para finalizar se presentan los diagramas propuestos con sus mejoras en los cuales se han combinado los beneficios de la distribución propuesta.



CURSOGRAMA SINOPTICO DE PROCESO
DIAGRAMA No.1 HOJA No.2



CURSOGRAMA SINOPTICO DE PROCESO	
DIAGRAMA No.2	POMA No.1
METODO: ACTUAL	OPERARIOS: 10 PMAA TODO EL PROCESO
PRODUCTO: ELECTRODO REVESTIDO SOLITEC-7010	COMPUESTO PCP: TESISTAS APROBADO POR: Ing. GRACIELA EPIRIEESCA FECHA: 20 DE OCTUBRE DE 1992
PROCESO: FABRICACION Y DOMADO	
SÍMBOLO	A C T I V I D A D
1	Inspección de alambón (L810) AISE, chequeo peso de rollo, tipo de acero medido, etc. en el área de almacén.
1	Transporte del alambón del almacén al área de trefilado, esto en el montacargas.
2	Cargado de la bobina que alimenta la trefiladora con el montacargas, soldar y esmerilar puntas del alambón.
3	Decapado del alambón (quitar óxido de fierro)
4	Reducción del diámetro, por medio de los dados de estiraje al diámetro deseado.
2	Verificado de dimensiones adecuadas del diámetro del alambre.
5	Pesado y etiquetado (fecha, peso, folio y diámetro).
6	Transporte del alambre al área de corte (con montacargas).
7	Cargado de la bobina alimentadora de la máquina cortadora con los rollos de alambre utilizando montacargas o grúa neumática.
8	Enderezado y corte de la varilla en medidas comerciales.
7	Verificado el tamaño de la varilla cortada.
9	Materia prima no molida, transportada a molino.
10	Si el tamaño de la materia prima no está en forma de grava, ésta es reducida para alimentar el molino.
11	Vacuado de la materia prima en el suelo y cargado de molino.
12	Extracción de materia prima del molino y transporte hasta almacén en botes.
13	Seleccionado y pesado de las materias primas que componen la mezcla.
14	Llenado de los recipientes.
	CONTINUA

CURSOGRAMA SINOPTICO DE PROCESO	
DIAGRAMA No.2	HOJA No.2
MEZCLA: ACTUAL	OPERARIO: 18 PARA TODO EL PROCESO
PRODUCTO: ELECTRODO REVESTIDO SOLTEC-7818	CONFECHO POR: TESTISTAS
PROCESO: FABRICACION Y EMPAQUE	AFINADO POR : Ing. GACIELA BRIBLESCH FECHA : 20 DE OCTUBRE DE 1992
SÍMBOLO	ACTIVIDAD
15	Selección y pesado de los materiales.
16	Llenado de los recipientes.
4	Verificación de la mezcla.
17	Transporte de la mezcla a mezcladora.
18	Agrupamiento de componentes en mezcla.
5	Verificación del contenido de humedad en la mezcla.
19	Obtención de la mezcla.
20	Transporte de la mezcla hasta la máquina de extrusión.
21	Carga de máquina de extrusión, comenzando el proceso de revestimiento
6	Verificación de excentricidad en las varillas recubiertas.
22	Electrodos recubiertos colocados en puentes (con cuidado) en proceso de cecoc.
23	Transporte de varillas en los puentes al horno para reducir gradualmente la humedad.
24	Introducción de los electrodos al horno.
25	Enfriamiento del electrodo dentro del horno.
26	Electrodos sacados del horno.
27	Transporte de los puentes hasta el área de marcaje.
28	Marcaje de electrodos según código para su identificación.
CONTINUA . . .	

CURSOGRAMA SINOPTICO DE PROCESO	
DIAGRAMA No.2	HOJA No. 3
METODO: ACTUAL	OPERARIOS: 18 PARA TODO EL PROCESO
PRODUCTO: ELECTRODO REVESTIDO SOLTEC-7W18	COMPUESTO POR: TESISTAS APROBADO POR : Ing. GRACIELA BRISIESCA FECHA : 28 DE OCTUBRE DE 1992
PROCESO: FABRICACION Y EMPAQUE	
SIMBOLO	ACTIVIDAD
7	Inspección sobre el marcaje.
29	Transporte al área de empaque.
8	Inspección al 100% (que no estén desportillados o maltratados).
30	Marcado de electrodos con pintura (sólo electrodos especiales).
31	Empaque en bolsas de plástico.
32	Pesado de electrodos y sellado de bolsa.
33	Empaque de las bolsas en cajas de cartón.
34	Cajas de cartón estibadas en tarimas.
35	Transporte al almacen de producto terminado.
5	Almacen (depósito temporal).

CURSOGRAMA ANALITICO DE MATERIAL						
DIAGRAMA No. 3		HOJA No. 1		ACTIVIDAD		METODO ACTUAL
OBJETO: VARILLA DE 1/8" x 14"				OPERACION		2.1
ACTIVIDAD: OBTENCION				TRABAJOS		7
				INSPECCION		3
				ESPERA		4
				ALMACENAMIENTO		1
METODO ACTUAL				DISTANCIA (m.)		127
LUGAR: AREA DE PRODUCCION				TIEMPO (horas)		8.40
OPERACION: VEASE LISTA DE OBSERVACIONES				COSTO		
COMPLETADO POR: TESTERAS		FECHA: 1/10/92		MANO DE OBRA		\$ 21,662.00
APROBADO POR: [Signature]		FECHA: 2/10/92		MATERIAL		\$ 532,000.00
				TOTAL...		\$ 553,662.00
DESCRIPCION	CAN. TID. KG	DIST. m	T	SIMBOLO	OBSERVACIONES	DEPARTOS
ALMACENAMIENTO DE ALAMBRE "14" EN NAVE A	2000	10	1	OCCEUV	Equipo	Departos
INSPECCION DEL MATERIAL (PRECEDIDO DE ACERO)		10				
ALAMBRE TRANSPORTADO HASTA DEPÓS. PREFILADO	2408	27.1	1		MONTACARGAS	
DESCARGA DE ALAMBRE EN PISO	2000	0.5	2.3		PINZAS DE CORTE	
CARGADO DE BOBINA ALIMENTADORA DE PREFILADORA			28			
DECAPADO DEL ALAMBRE	300		39			
REDUCCION AL DIAMETRO REQUERIDO EN DACOS	300					
DIAMETRO VERIFICADO			9.5			
EMBOSNADO DEL ALAMBRE PREFILADO	300		5			
SUJECION DE ROLLO	300		.58		DACOS	
CORTE DE ALAMBRE			.08		PINZAS DE CORTE	
ROLLO SACADO			1.5		JUEGO DE POLEAS	
TRANSPORTE DE BOBINA AL PUELO		3	.33			
ROLLO DE ALAMBRE COMPRIMIDO Y ACOMODADO			4.7			
ROLLO AMARRADO CON ALAMBRE RECOCIDO						
BOBINA Y ROLLO SEPARADOS			.56			
TRANSPORTE DE ROLLO HASTA BASCULA	300	2.5	.17			
PESADO DE ALAMBRE					EN BASCULA	
ETIQUETADO DE ROLLO CON ESPECIFICACIONES			.08			
TRANSPORTE DE ROLLO HASTA ALMACEN TEMPORAL	300	4.0	.30			
ESPERA DE ROLLO EN ALMACEN TEMPORAL			.00			

CONTINUA . . .

CURSograma ANALITICO DE MATERIAL										
DIAGRAMA No. 3		HOJA No. 3		ACTIVIDAD		METODO ACTUAL				
OBJETO: VARILLA DE 1/8" X 14"				OPERACION		2,1				
				TRANSPORTE		3				
ACTIVIDAD: OBTENCION				INSPECCION		4				
				ESPERA		1				
				ALMACENAMIENTO						
METODO: ACTUAL				DISTANCIA (-)		1 2 7				
LUGAR: AREA DE PRODUCCION				TIEMPO (hr-min)		8.40				
OPERARIO(S):				COSTO						
VEASE COLUMNA DE OBSERVACIONES				MANO DE OBRA		\$ 21.662.99				
				MATERIAL		\$ 532.000.00				
COMPUUESTO POR: RESISTAS		FECHA: 1/10/92		TOTAL..		\$ 553.662.99				
APROBADO POR: Ing. Oracieta Brindiana		FECHA: 5/10/92								
DESCRIPCION		CAN. FIC. KG	DISP. m	T. HRA	SIMBOLO	OBSERVACIONES				
CONTINUA...						Equipo Operarios				
TRANSPORTE DE ROLLO HASTA AREA DE CORTE		360	17.1	68		MONTACARGAS				
MONTAJE DE ROLLO EN BOBINA DE CORTADORA				1.7		GRUA MECANICA				
DESAMARRE DE ROLLO				.23		PIEZAS DE CORTE				
ALIMENTACION DE CORTADORA				.55						
AJUSTE DE LARGO DE VARILLA				.16						
AJUSTE DE VELOCIDAD DE EMPUJE DE ALAMBRE				.08						
HUMEDECIMIENTO DE ROLLO DE ALAMBRE				.18		CON AGUA				
OBTENCION DE VARILLAS				158						
CORTADORA DE UN GOLPE		360		87						
CORTADORA DE DOS GOLPES										
INSPECCION SUPERFICIAL DE VARILLAS				.98						
TRANSPORTE A CONTENEDOR			2	.92						
ESPERA DE CONTENEDOR CON VARILLAS				122						
TRANSPORTE A AREA DE EXTRUSION			79.6	5		PATIN				
ESPERA A ALIMENTACION DE EXTRUSORA										
T O T A L . . .		360	127	398	21	3	7	4	1	5

CURSOGRAMA ANALITICO DE MATERIAL									
DIAGRAMA No. 4		HOJA No. 1		ACTIVIDAD			METODO ACTUAL		
OBJETO: CARGA DE 80 KG. DE RECUBRIMIENTO				OPERACION			13		
ACTIVIDAD: OBTENCION				TRANSPORTE			11		
				INSPECCION			02		
				ESPERA			00		
				ALMACENAMIENTO			01		
METODO: ACTUAL				DISTANCIA (-)			140.7		
LUGAR: AREA DE PRODUCCION				TIEMPO (HRS:MIN)			0.738		
OPERARIOS:				COSTO			S 2.242.33		
VEASE COLUMNA DE OBSERVACIONES				MANO DE OBRA			S 98.100.00 ESTIMADO		
MATERIAL				TOTAL			S 100.342.33		
COMPUSTO POR: TESTISTAS				FECHA: 9/10/92					
APROBADO POR: Ing. Grac. de la BriedescaTECH: 13/18/92									
DESCRIPCION	CANTID. 10	DIST. m	T min	SIMBOLO				OBSERVACIONES	
				□	○	◇	▽	Equipo	Operarios
ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS									
TRANSPORTE DE FERROALEACIONES A MOLINO	10	1.5						Montacargas	1
VACIADO DE FERROALEACIONES EN PISO		.16							
FERROALEACIONES TRANSPORTADAS EN MOLINO	4.8	.67							
MOLIENDA DE FERROALEACIONES	10							Molino de moliendo	
ARENA EXTRAIDA DEL MOLINO	5							Pelis	
LLENADO DE RECIPIENTES CON ARENA	2								
TRANSPORTE DE RECIPIENTES A ALMACEN DE M.P.	35.4	5						Montacargas	1
MATERIA BASICA SELECCIONADA	8.5								2
TRANSPORTE DE BASCULA A CONTENEDOR DE MATERIA	4.5	1.5						Carretilla	
TRANSPORTE DE MATERIAL A BASCULA	1.6	1.7							
PESADO DE MATERIALES		1.7						Bascula	
TRANSPORTE A RECIPIENTES PEQUEÑOS	3.8	2.1							
LLENADO DE RECIPIENTES PEQUEÑOS									
CONTENIDO DE MEZCLA VERIFICADO	0.2								1
TRANSPORTE DE RECIPIENTES AL AREA DE MEZCLADO	61.2	4.4						Patin/mont-carg.	
DESCARGADO DE RECIPIENTES EN PISO	0.5								
LEVANTADO + VACIADO DE MEZCLA EN MEZCLADORA	1.5							Poli-pasto	1
LLENADO DE RECIPIENTE CON POTASIO		.51						Botte	
TRANSPORTADO A LA BASCULA Y PESADO	2.6	.11						Bascu	
TRANSPORTE DE POTASIO A MEZCLADORA	1.8	.15							
LLENADO DE PROBETA CON AGUA	0.3								
TRANSPORTE A MEZCLADORA	1.8	.11							
MEZCLADO HASTA OBTENER PASTA HOMOGENEA	3.4							Mezcladora	
VERIFICACION DE LA MEZCLA	0.2								
VACIADO DE PASTA EN CONTENEDOR	0.5								
TRANSPORTE A MAQUINA DE EXTRUSION	12.4	.39						Carretilla	1
T O T A L . . .	148	45	13	2	11	0	1		7

CURSograma ANALITICO DE MATERIAL									
DIAGRAMA NO. 3 HOJA NO. 1		ACTIVIDAD			METODO ACTUAL				
OBJETO: VARELLA REVESTIDA		OPERACION			19				
ACTIVIDAD: OBTENCION (EN MAQUINA VERTICAL)		TRANSPORTE			4				
METODO: ACTUAL		INSPECCION			0				
LUGAR: AREA DE PRODUCCION		ALMACENAMIENTO			1				
OPERARIOS: VEASE COLUMNA DE OBSERVACIONES		COSTO			MANO DE OBRA				
COMPUUESTO POR: TESTISTAS FECHA: 25/10/92		MATERIAL			\$ 741.79				
APROBADO POR: Ing. Gracilia B. B. Escobar FECHA: 20/10/92		TOTAL			\$ 36,787.50				
DESCRIPCION		CAN-	DIST	T	SIMBOLO			OBSERVACIONES	
		TID.	M	MIN	C	F	D	E	
		KG	M	MIN					Equipo Operaf-os
	ALMACENAMIENTO DE VARILLAS Y MEZCLA								
	TRANSPORTE DE VARILLAS EN ALIMENTADOR		3.2	0.5					MANUAL
	LLENADO DE ALIMENTADOR CON VARELLA			0.4					
	SACADO DE PISTON DE MAQUINA EXTRUSORA			.15					
	LLENADO DE COSTAL CON MEZCLA	10		0.3					CON PALA
	TRANSPORTE DE COSTAL A MAQUINA	10	3.45	.14					
	LLENADO DE CILINDRO	10		.35					
	APISONADO DE MEZCLA CON PISTON			0.6					
	PISTON SACADO			.20					
	LLENADO DE COSTAL CON MEZCLA	10		.35					CON PALA
	TRANSPORTE DE COSTAL A MAQUINA	10	3.45	.10					
	LLENADO DE CILINDRO	10		.30					
	APISONADO DE MEZCLA CON PISTON			.65					
	PISTON SACADO			0.2					
	LLENADO DE COSTAL CON MEZCLA	10		.35					CON PALA
	TRANSPORTE DE COSTAL A MAQUINA	10	3.45	0.2					
	LLENADO DE CILINDRO	10		.25					
	APISONADO DE MEZCLA CON PISTON			0.5					1
	AJUSTE DEL DIAMETRO PERIFERICO			0.7					
	ARRANQUE DE MAQUINA EXTRUSORA			.70					
	VERIFICAR PRESION			.14					
	VERIFICAR EXCENTRICIDAD			.15					MICROMETRO
	OBTENCION DE VARELLAS REVESTIDAS			3.3					
	INSPECCION SOBRE EL RECUBRIMIENTO			0.5					
	QUITAR RECUBRIMIENTO A VARELLAS RECHAZADAS			0.3					
	VERIFICAR EXCENTRICIDAD			0.2					MICROMETRO
	VARELLAS RECUBIERTAS DEPOSITADAS EN PUENTES			.25					
	AL FINAL SE VERIFICA DE NUEVO EXCENTRICIDAD			.15					MICROMETRO 1
	TOTAL . . .	30	13.3	12	10	4	4	0	1

CURSOGRAMA ANALITICO DE MATERIAL											
DIAGRAMA No. 6		HOJA No. 1		ACTIVIDAD			METODO ACTUAL				
OBJETO: ELECTRODO				OPERACION TRANSPORTE INSPECCION ESPERA ALMACENAMIENTO			17 7 0 2 1				
ACTIVIDAD: SECADO, HORNEADO, MARCADO Y EMPAQUE											
METODO: ACTUAL				DISTANCIA (m)			71.38				
LUGAR: AREA DE PRODUCCION				TIEMPO (hr.-Hom)			8.17				
OPERARIOS: VEASE COLUMNA DE OBSERVACIONES				COSTO							
COMPUSTO POR: RESISTAS FECHA:17/10/92				MANO DE OBRA			\$ 32,350.00				
APROBADO POR: Ing. Graciela Bribiesca FECHA:21/10/92				MATERIAL(CAJAS Y BOLSAS)			\$ 75,000.00 *ESTIMADO				
				TOTAL:			\$ 107,350.00				
DESCRIPCION	CAN. TID. kg	DIST. m	T. min	SIMBOLO					OBSERVACIONES		
				□	○	△	◇	◇	Equipo	Operarios	
TRANSPORTE DE PUENTES A ZONA DE ORO		28.3	21							PATIN	
TIEMPO DE ORO DEPENDIENDO DEL TIPO DE ELECTR			180								
PUENTES RECOGIDOS Y TRANSPORTADOS AL HORNO			1.1							PATIN	
HORNEADO DE YARILLAS RECUBIERTAS			120								
ENFRIADO GRADUAL A TEMPERATURA AMBIENTE			180								
PUENTES SACADOS DEL HORNO			.75							PATIN	
TRANSPORTADOS A ZONA DE MARCAJE Y EMPAQUE		9.29	.55								1
COLOCADOS EN MAQUINA MARCADORA		1.3	.24								
ELECTRODOS MARCADOS			1								
COLOCADOS EN PUENTES		1.2	.22								1
TRANSPORTADOS AL AREA DE EMPAQUE		9.29	1.0							PATIN	
COLOCADOS EN MESA DE INSPECCION			.15								
INSPECCION AL 100 % DE LOS ELECTRODOS			.20								
ELIMINAR ELECTRODOS DEFECTUOSOS			1								1
RECORDER AQUELLOS QUE CUMPLEN CON LA SELECC			9.1								
SUMERGIR PUNTA DE EN PINTURA (SOLO ESPECIAL)			.63								1
INTRODUCIROS EN BOLSAS DE PLASTICO			.15								
LLEVAR BOLSAS A BASCULA		1.5	0.1							MANUAL	
PESADO DE BOLSAS			.44								
TRANSPORTE A MAQUINA SELLADORA		1.2	.05							MANUAL	
SELLADO DE BOLSAS			.13								
PEGADO DE CAJAS			.15								
EMPAcado DE BOLSAS EN CAJAS			0.3								
ETIQUETAR CAJAS			.33								
ESTIBAR CAJAS			0.3								1
TRANSPORTE HASTA ALMACEN DE PRODUCTO TERMINAD		19.3	2.2							MANTECARRAS	1
ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO											
T O T A L . . .		71.4	490	17	0	7	2	1			6

CURSOGRAMA ANALITICO DE MATERIAL		ACTIVIDAD		METODO PROPUESTO					
DIAGRAMA No. 3	HOJA No. 1								
OBJETO:	VARILLA DE 1/8" X 14"								
ACTIVIDAD:	OBTENCION	OPERACION TRANSPORTE INSPECCION ESPERA ALMACENAMIENTO		2 1 3 4 1					
METODO:	PROPUESTO			1 2 7					
LUGAR:	AREA DE PRODUCCION	TIEMPO (Hrs-Homs)		6. 3 7					
OPERARIO(S):	VEASE COLUMNA DE OBSERVACIONES	COSTO		USD 10,766.35					
COMPLETADO POR: TESTISTAS	FECHA: 07/03/73	USO DE OBRAS		\$532,000.00					
APROBADO POR: Jefe Operación y Brind. Escala	FECHA: 07/03/73	MATERIALES							
		TOTAL...		\$551,766.35					
DESCRIPCION	CAN- TID. kg	DIST. m	T m/h	SÍMBOLO		OBSERVACIONES			
				O	I	T	D	Equipo	Operarios
ALMACENAMIENTO DE ALAMBRO 1/4" EN NAVE 4	2000								
INSPECCION DEL MATERIAL (PESO, TIPO DE ACERO)			30						1
ALAMBRO TRANSPORTADO HASTA DEPTO. TREFILADO	2000	10.8	2.1					MONTACARGAS	
DESCARGA DE ALAMBRO EN PISO	2000	0.5	2.1					PINZAS DE CORTE	
CARGADO DE BOBINA ALIMENTADORA DE TREFILADORA			.58						1
DESCAPADO DEL ALAMBRO	300		39						
REDUCCION AL DIAMETRO REQUERIDO EN DADOS	300								
DIAMETRO VERIFICADO			0.5						
EMBRODADO DEL ALAMBRE TREFILADO	300		5						
SUJECION DE ROLLO	300		.58					GANCHOS	
CORTE DE ALAMBRE			.05					PINZAS DE CORTE	
ROLLO SACADO			1.5					JUEGO DE ROLEAS	
TRANSPORTE DE BOBINA AL SUELO		3	.33						
ROLLO DE ALAMBRO COMPRIMIDO Y ACORDADO			4.7						
ROLLO AMARRADO CON ALAMBRE RECOCIDO									
BOBINA Y ROLLO SEPARADOS			.58						
TRANSPORTE DE ROLLO HASTA BASCULA	300	2.5	.17						
PESADO DE ALAMBRE								EN BASCULA	
ETIQUETADO DE ROLLO CON ESPECIFICACIONES			.05						
TRANSPORTE DE ROLLO HASTA AREA DE CORTE	300	5.27	.20					MONTACARGAS	1
MONTAJE DE ROLLO EN BOBINA DE CORTADORA			1.7					GRUA NEUMATICA	1
DESAMARRE DE ROLLO			.25					PINZAS DE CORTE	
ALIMENTACION DE CORTADORA			.58						
AJUSTE DE LARGO DE VARILLA			.10						
AJUSTE DE VELOCIDAD DE EMPUJE DE ALAMBRE			.08						
HUMEDECIMIENTO DE ROLLO DE ALAMBRE			.18					CON AGUA	
OBTENCION DE VARILLAS CORTADORA DE UN GOLPE	300		150						
CORTADORA DE DOS GOLPES	300		87						
INSPECCION SUPERFICIAL DE VARILLAS			.08						
TRANSPORTE A CONTENEDOR		2	.05						
ESPERA DE CONTENEDOR CON VARILLAS			.22						
TRANSPORTE A AREA DE EXTRUSION		30.8	2.8					PALIN	1
ESPERA A ALIMENTACION DE EXTRUSORA									
T O T A L . . .	350	55.4	370	21	3	6	2	1	5

CURSograma ANALITICO DE MATERIAL						
DIBUJOS No. 4 HOJA No. 1		ACTIVIDAD		METODO PROPUESTO		
OBJETO: RECUBRIMIENTO	CARGA DE 88 KG. DE RECUBRIMIENTO		OPERACION		1 3	
ACTIVIDAD: OBTENCION			TRANSPORTE		1 1	
			INSPECCION		2	
			ESPERA		0	
			ALMACENAMIENTO		1	
METODO: PROPUESTO			DISTANCIA (m.)		103.6	
LUGAR: AREA DE PRODUCCION			TIEMPO (hr.-min)		0.707	
OPERARIOS: VEASE COLUMNA DE OBSERVACIONES			COSTO		MANO DE OBRA	
CONUESTO POR: TESTISTAS FECHA: 4/03/93			MATERIAL		\$ 2.177.73	
APROBADO POR: Ing. Graciana Brindleyca FECHA: 03/93			TOTAL...		\$ 98.100.00 ESTIMADO	
						\$ 100.277.73
DESCRIPCION	CANTIDAD	DIST	1	SIMBOLO	OBSERVACIONES	
	m ²	m	MIN		Edujo	Operarios
ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS						
TRANSPORTE DE FERROALEACIONES A MOLINO	10.6	1.5			Montacargas	1
VACIADO DE FERROALEACIONES EN PISO		.75				
FERROALEACIONES TRANSPORTADAS EN MOLINO	4.8	2.7				
MOLIENDA DE FERROALEACIONES		10			Molino de martillo	
ARENA EXTRAIDA DEL MOLINO		5			Pajas	
LLENADO DE RECIPIENTES CON ARENA		2				
TRANSPORTE DE RECIPIENTES A ALMACEN DE M.P.	50.9	7			Montacargas	1
MATERIA BASICA SELECCIONADA		0.6				2
TRANSPORTE DE BASCULA A CONTENEDOR DE MATERIA	4.5	1.6			Carrilla	
TRANSPORTE DE MATERIAL A BASCULA	1.6	1.7				
PESADO DE MATERIALES		1.7			Bascula	
TRANSPORTE A RECIPIENTES PEQUEÑOS	3.8	2.1				
LLENADO DE RECIPIENTES PEQUEÑOS						
CONTENIDO DE MEZCLA VERIFICADO		0.2				
TRANSPORTE DE RECIPIENTES AL AREA DE MEZCLADO	6.6	.47			Pat. - Mont. carg.	1
DESCARGADO DE RECIPIENTES EN PISO		0.4				
LEVANTADO Y VACIADO DE MEZCLA EN MEZCLADORA	1.5				Pala - pato	1
LLENADO DE RECIPIENTE CON POTASIO		.81			Bote	
TRANSPORTADO A LA BASCULA Y PESADO	2.0	.11			Bascula	
TRANSPORTE DE POTASIO A MEZCLADORA	1.8	.75				
LLENADO DE PROBETA CON AGUA		0.3				
TRANSPORTE A MEZCLADORA	1.8	.11				
MEZCLADO HASTA OBTENER PASTA HOMOGENEA		3.4			Mezcladora	
VERIFICACION DE LA MEZCLA		0.2				
VACIADO DE PASTA EN CONTENEDOR		0.3				
TRANSPORTE A MAQUINA DE EXTRUSION	14.6	.46			Carrillita	1
T O T A L . . .	103	42	13	2	0	1
						7

CURSOGRAMA ANALITICO DE MATERIAL											
CIADRAMA NO. 5		HOJA NO. 1		ACTIVIDAD			METODO PROPUESTO				
OBJETO: VARILLA REVESTIDA				OPERACION			1.2				
ACTIVIDAD: OBTENCION				TRANSPORTE			2				
(EN MAQUINA VERTICAL)				INSPECCION			4				
MOTIVO: PROPUESTO				ALMACENAMIENTO			0				
LUGAR: AREA DE PRODUCCION				DISTANCIA (m)			6.2				
OPERARIO(S):				TIEMPO (hr.-min)			0.143				
VEASE COLUMNA DE OBSERVACIONES				COSTO			MANO DE OBRA				
COMPUUESTO POR: RESISTAS				MATERIAL			1				
APROBADO POR: Ing. Graciela Brindipisca				TOTAL...			536.613.23				
FECHA: 12/03/93							613.23				
FECHA: 16/03/93							536.787.50				
TOTAL...							537.400.73				
DESCRIPCION	CAN- TID. kg	DISI- n	I m/m	SIMBOLO					OBSERVACIONES		
				O	Q	D	V		Equipo	Operarios	
ALMACENAMIENTO DE VARILLAS + MEZCLA											
TRANSPORTE DE VARILLAS EN ALIMENTADOR		3.2	9.5						MANUAL		
LLENADO DE ALIMENTADOR CON VARILLA			0.4								
SACADO DE PISTON DE MAQUINA EXTRUSORA			.15								1
PISTON SACADO			0.2								
LLENADO DE MAQUINA COMPACTADORA	30		.35						CON PALA		
OBTENCION DE PELET	30		0.5								
TRANSPORTE DE PELET A EXTRUSORA	30	3.0	.10								
LLENADO DE CILINDRO			.25								1
AJUSTE DEL DIAMETRO REQUERIDO			0.7								
ARRANQUE DE MAQUINA EXTRUSORA			.10								
VERIFICAR PRESION			.14								
VERIFICAR EXCENTRICIDAD			.15						MICROMETRO		
OBTENCION DE VARILLAS RECUBIERTAS			3.3								
INSPECCION SOBRE EL RECUBRIMIENTO			0.8								
QUITAR RECUBRIMIENTO A VARILLAS RECHAZADAS			0.3								
VERIFICAR EXCENTRICIDAD			0.2						MICROMETRO		
VARILLAS RECUBIERTAS DEPOSITADAS EN PUENTES			.25								1
AL FINAL SE VERIFICA DE NUEVO EXCENTRICIDAD			.15						MICROMETRO		
T O T A L . . .	30	6.2	0.6	12	4	2	0	1			3

CURSOGRAMA ANALITICO DE MATERIAL		ACTIVIDAD		METODO PROPUESTO				
DIAGRAMA No. 8 HOJA No. 1								
OBJETO: ELECTRODO		OPERACION: TRANSPORTE Y INSPECCION ESPEFA ALMACENAMIENTO		17 7 0 2 1				
ACTIVIDAD: SECADO, HORNEADO, MARCADO Y EMPAQUE								
METODO: PROPUESTO		DISTANCIA (m)		88.78				
LUGAR: AREA DE PRODUCCION		TIEMPO (hr.-Min)		5.23				
OPERARIOS: VEASE COLUMNA DE OBSERVACIONES		COSTO						
COMPUESTO POR: TESTISTAS FECHA: 1/3/93		MANO DE OBRA		\$ 32,915.80				
APROBADO POR: Ing. Graciela Brindleyca FECHA: 5/3/93		MATERIAL (CAJAS Y BOLSAS)		\$ 75,000.00				
		TOTAL..		\$ 107,915.80				
DESCRIPCION	CAN- TID. KG	DISI- m	1 -min	SIMBOLO	OBSERVACIONES			
TRANSPORTE DE PUENTES A ZONA DE OREG	15.0	.11		ODECV				
TIEMPO DE OREG DEPENDIENDO DEL TIPO DE ELECTRO		.180						
PUENTES RECOGIDOS Y TRANSPORTADOS AL HORNO	1.1				PATIN			
HORNEADO DE VARILLAS RECUBIERTAS		.128						
ENFRIADO GRADUAL A TEMPERATURA AMBIENTE		.189						
PUENTES SACADOS DEL HORNO		.75			PATIN			
TRANSPORTADOS A ZONA DE MARCAJE Y EMPAQUE	9.3	.55			1			
COLOCADOS EN MAQUINA MARCADORA	1.3	.21						
ELECTRODOS MARCADOS		0.1						
COLOCADOS EN PUENTES	1.2	.22			1			
TRANSPORTADOS AL AREA DE EMPAQUE	9.3	1.0			PATIN			
COLOCADOS EN MESA DE INSPECCION		.15						
INSPECCION AL 100 % DE LOS ELECTRODOS		.26						
ELIMINAR ELECTRODOS DEFECTUOSOS					1			
RECOGER AQUELLOS QUE CUMPLIERON CON LA SELECC		0.1						
SUERGIR PUNTA DE EN PINTURA (SOLO ESPECIAL)		.03			1			
INTRODUCIRLOS EN BOLSAS DE PLASTICO		.18						
LLEVAR BOLSAS A BASCULA	1.5	0.1			MANUAL			
PESADO DE BOLSAS		.41						
TRANSPORTE A MAQUINA SELLADORA	1.2	.05			MANUAL			
SELLADO DE BOLSAS		.17						
PEGADO DE CAJAS		.15						
EMPAQUADO DE BOLSAS EN CAJAS		0.3						
ETIQUETAR		.33						
ESTIBAR		0.3			1			
TRANSPORTE HASTA ALMACEN DE PRODUCTO TERMINAD	43.1	3.0			MONTACARGAS 1			
ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO								
TOTAL . . .	88.8	304	17	6	7	2	1	8

**COSTOS DE PRODUCCION
 POR ACTIVIDADES**

AREA: TREFILADO Y COSTE

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO (MIN)	COSTO X MIN (RES EN OPERACION)	COSTO EN FUNCION DE LA UNIDAD	COSTO REAL (\$/TON)
1	TRANSPORTE DE ALAMBRE Y DESCARGA (2000 KG)	5,3	33,2	\$170,66	\$85,33
2	CARGADO, DESCARGO, REDUCCION, VERIFICADO, EMBOBINADO, SUJER- CION, CORTE, SACADO, TRANSPOR- TE, COMPRIMIDO, AMARRADO, SE- PARACION, TRANSPORTE, PESADO, ETIQUETADO, TRANSPORTE DE PULLOS (380 KG)	33,76	53,7	\$2.566,91	\$7.597,14
3	TRANSPORTE Y MONTAJE (380 KG)	2,36	32,3	\$76,23	\$200,60
4	DESAMARRE, ALIMENTACION, HUMEDECIMIENTO, OBTENCION DE VARIILLAS, INSPECCION, TRANSPORTE (380 KG)	210,69	79,42	\$16.749,88	\$59.617,44
5	TRANSPORTE A EXTRUSORAS (380 KG)	5	32,3	\$161,50	\$425,00
TOTAL:					\$68.125,51

ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN
POR ACTIVIDAD

ÁREA: ALMACÉN - MEZCLA

NO.	ACTIVIDAD	TIEMPO (MIN.)	DEBTE A MIN. SEGUN OPERARIO	DEBTE EN FUNCION DE LA UNIDAD	COSTO REAL (MILLON)
1	TRANSPORTE FERROALEACIONES (1500 KILÓGRAMOS)	11.76	33.0	311.75	\$145.11
2	TRANSPORTE FERROALEACIONES VACIADO EN PISO TRANSPORTER EN MOLINO, MOLINDE DE FERROALEACIONES, EXTRACCION DE ARENA EN MOLINO, LLENADO DE RECIPIENTES (100 KG)	24.8	53.7	1331.75	\$60,538.00
3	TRANSPORTE DE RECIPIENTE AL ALMACEN DE M. P. (100 KG)	1.5	33.3	43.45	\$2,422.50
4	MATERIA EMERIDA SELECCIONADA TRANSPORTE DE ESCULA A CONTENEDOR, TRANSPORTE DE MATERIAL A BASCULA, PESADO DE MATERIALES, TRANSPORTE A RECIPIENTES PEQUEÑOS, LLENADO DE RECIPIENTES VERIFICADOS DE MEZCLA (90 KG)	7.9	53.7	724.23	\$5,302.98
5	TRANSPORTE DE RECIPIENTES AL AREA DE MEZCLADO, DESCARGADO DE RECIPIENTES EN PISO (90 KG)	4.9	33.0	157.78	\$1,972.25
6	LLEVANTADO Y VACIADO DE MEZCLADORA, LLENADO DE PROBETA, LLENADO DE PROBETA CON AGUA, MEZCLADO, VERIFICACION DE MEZCLA, VACIADO EN CONTENEDOR (89 KG)	5.78	53.7	364.88	\$4,551.08
7	TRANSPORTE A MAQUINA DE EXTRUSION (80 KG)	0.39	32.3	12.597	\$157.46
TOTAL:					\$61,139.28

COSTOS DE PRODUCCION
POR ACTIVIDAD

AREA: EXTRUSION Y EMPAQUE

NO.	ACTIVIDAD	TIEMPO (MIN)	COSTO X MIN (SEGUN OPERARIO)	COSTO EN FUNCION DE LA UNIDAD	COSTO REAL (\$/TON)
11	SACADO DE CILINDRO DE MAQUINA, COLOCADO EN PISO (80 KG)	0,55	63,96	35,178	9439,73
12	LLENADO DE CILINDRO CON MEZCLA, APIZOMADO, COLOCADO EN EXTRUSORA, TRANSPORTE DE VARILLA EN ALIMENTADORA, AJUSTE DIAMETRO, EXCENTRICIDAD (96,268 KG)	5,18	32,3	167,314	81.737,60
13	ARRANQUE DE MAQUINA, OBTENCION VARILLA REVESTIDA, VERIFICAR EXCENTRICIDAD, SELECCION ELECTRODOS, TRANSPORTE A PUENTE, Y AREA DE HORNO, PUENTES RECOGIDOS Y LLEVADOS A HORNO, DESCARGA EN HORNO, PUENTES SACADOS DEL HORNO, TRAVIS A AREA DE MARCAJE (96,075 KG)	8,65	63,96	553,254	85.738,56
14	ELECTRODOS COLOCADOS EN MAQUINA MARCADORA, ELECTRODOS MARCADOS, COLOCADOS EN PUENTES (2,821 KG)	0,416	32,3	13,4368	44.763,13
15	TRANSPORTADOS AL AREA DE EMPAQUE (101,556)	1,9	32,3	61,37	9604,30
16	VERIFICACION EN MESA DE SELECCION, ELIMINAR DEFECTIVOS (3,1 KG)	0,27	32,3	8,721	82.813,23
17	INSERIR PUNTA EN PINTURA, INTRODUCIR EN BOLSAS DE PLASTICO, LLEVAR A BASCULA, PESAR BOLSAS (1,31 KG)	1,35	32,3	43,605	8140.661,29
18	TRANSPORTAR A MAQUINA SELLADORA, SELLAR BOLSAS, EMPACAR EN CAJAS DE CARTON, ENRAVAR, ETIQUETAR Y ESTIBAR, TRANSPORTE A ALMACEN (25 Y6)	4,35	32,3	140,505	85.620,20

70 TOTAL: \$162.298,04

T A B U L A D O R A N E X O
A L A S H O J A S D E
C O S T O S

C A T E G O R I A	S A L A R I O		
	FOR MES	FOR DIA	FOR MINUTO
TORNERO	\$985,964.00	\$35,213.00	\$73.36
MECANICO DE PRIMERA	\$978,124.00	\$34,933.00	\$72.78
ELECTRICISTA DE MANTENIMIENTO	\$898,972.00	\$31,749.00	\$66.14
MAQUINISTA DE EXTRUSION	\$859,656.00	\$30,702.00	\$63.96
SOLDADOR	\$638,012.00	\$29,929.00	\$62.35
MECANICO DE SEGUNDA	\$827,288.00	\$29,546.00	\$61.55
CORTADOR	\$787,416.00	\$29,122.00	\$60.59
ESTIRADOR	\$721,840.00	\$25,780.00	\$53.71
HORNERO	\$721,840.00	\$25,780.00	\$53.71
MEZCLADOR	\$721,840.00	\$25,780.00	\$53.71
MOLINERO	\$721,840.00	\$25,780.00	\$53.71
AYUDANTE GENERAL	\$434,000.00	\$15,500.00	\$32.29

III.4 Disposición de la planta

Una vez aplicado el estudio de métodos, es conveniente proceder a hacer un examen crítico de la trayectoria que siguen los operarios y los materiales a través de la zona de trabajo y observar la disposición de la planta.

Como en muchas otras fábricas, en esta empresa, se nota la mala disposición inicial en donde, a medida que la empresa se ampliaba o cambiaba algunos de sus productos o procesos de fabricación, se fueron añadiendo máquinas, equipo u oficinas en los espacios libres. El resultado lógico es que el material y los trabajadores siguen con frecuencia una larga y complicada trayectoria durante el proceso de elaboración, con la consiguiente pérdida de tiempo y energía y sin que se agregue nada al valor del producto.

Determinar la disposición de una fábrica, es colocar las máquinas y demás equipo de la manera que permita a los materiales avanzar con mayor facilidad, al costo más bajo y con el mínimo de manipulación, desde que se reciben las materias primas hasta que se despachan los productos acabados.

Para el caso en que lo que hay que efectuar es una redistribución a partir de una ya existente se enfrentan muchos problemas. El principal de ellos consiste en determinar el mejor recorrido posible del trabajo, la mejor distribución de la maquinaria en vista de las instalaciones hidráulicas, eléctricas y sanitarias ya existentes y los gastos que todo este movimiento acarreará, de modo que se pueda determinar lo factible de varias opciones y sus ventajas contra lo existente en la planta. Con este fin se recurrió al uso de varios diagramas esquemáticos de *layout* que muestran las diversas áreas, a escala, y su ubicación óptima en la planta.

En vista de su obvia conexión con la manutención y el transporte de materiales, esta sección se ha analizado en el apartado II.4, donde se muestran los diagramas esquemáticos y el proceso de análisis de distribución de planta.

CAPITULO IV ESTUDIO DE TIEMPOS

IV. 1 TOMA DE TIEMPO

Para poder cronometrar las actividades, se llevó a cabo un estudio de tiempos, el cual es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajos correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas. Además sirve para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido en efectuar una tarea según una forma preestablecida, es decir un estándar. Para obtener dicho estándar fué necesario separar en elementos el proceso de fabricación y, antes de iniciar la toma de tiempos, se realizaron varias obsevaciones de las actividades desarrolladas en la planta, para familiarizarse con los operarios e identificar las operaciones de las cuales podrian obtenerse los tiempos estándar.

Lo primero que se hace en el estudio de tiempos es seleccionar el trabajo que se va a estudiar.

Mientras no se haya encontrado, definido y estandarizado el mejor método, no estará estabilizada la cantidad de trabajo que supone la tarea o proceso, no habrá manera de planificar los programas y si el tiempo tipo influye en el calculo de la remuneración, tal vez resulte antieconómico el costo de mano de obra de esa tarea o proceso. Al obrero puede resultarle imposible terminar dentro del tiempo asignado o bien, por el contrario, puede sobrarle el tiempo, en este último caso, muy probablemente reducirá su rendimiento.

En vista de lo anterior se ha seleccionado el proceso de fabricación del electrodo revestido, y en especial de los cuatro tipos de electrodos ya mencionados, porque representan el 70% de las ventas totales obtenidas.

Una vez elegido el trabajo, se proceden a aplicar las etapas del estudio de métodos descritas a continuación:

1. Se registra información de la tarea a realizar, del operario y de las condiciones que pueden influir en la ejecución de su trabajo.
2. Se registra el método utilizado, descomponiendo el proceso en elementos y dando solución a algunas deficiencias evidentes.
3. Se mide el tiempo con un instrumento adecuado (cronómetro) y se registra el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada elemento de la operación.
4. Se evalúa la velocidad de trabajo del operario para aplicar la escala de valoración.
5. Se procede a convertir, con la escala de valoración, los tiempos observados en tiempos básicos.
6. Se determinan los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
7. Se determina el tiempo tipo propio de la operación.

IV.2 ANALISIS DE LA INFORMACION

Al conocer e identificar las actividades del proceso de fabricación de electrodos, se observó que se generan problemas que pueden solucionarse por medio de la medición del trabajo que consiste en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

Al principio la medición del trabajo fue analizada desde un punto de vista macro, pero profundizando en varios aspectos se analizó todas las operaciones del proceso.

El continuo contacto con los operarios y el ver de manera directa la realización de su trabajo, permitió identificar actividades que requieren de lapsos muy cortos de tiempo y que no son posibles de registrar, de tal manera que se optó por unir operaciones para poder tomar el tiempo (por ejemplo en la preparación de la mezcla). Este examen previo, ayuda a tener cierta visión de las actividades que fallan y de lo que podría mejorarse.

IV.3 ESTABLECIMIENTO DEL TIEMPO ESTANDAR

El estudio de tiempos es una actividad mediante la cual se determinan estándares de tiempo. Un estándar de tiempo es el lapso que tomaría a un trabajador calificado en ejecutar determinado trabajo.

EL TRABAJADOR CALIFICADO

Al aplicar el estudio de tiempos en esta empresa se ha preferido enfocar varios trabajadores calificados, ya que es preferible evitar a los muy rápidos o muy lentos.

Una definición adecuada del trabajador calificado es: aquel de quien se reconoce las aptitudes físicas necesarias, que posee la requerida inteligencia e instrucción y que ha adquirido la destreza y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

Cada clase de trabajos requiere cualidades humanas distintas: unos exigen agilidad mental, concentración, buena vista; otros fuerza física, y la mayor parte, alguna destreza o conocimiento especial adquirido.

Como el ritmo óptimo de cada operario depende del esfuerzo físico que le exija el trabajo además del cuidado que tenga y su experiencia, se hace previamente un análisis en este sentido por áreas en la empresa, para aplicar posteriormente la valoración del ritmo de trabajo.

En el área de Trefilado:

El operador casi nunca tiene ayudante por lo que el trabajo le exige gran fuerza física, además de un conocimiento especial adquirido ya que conoce perfectamente el número de dados exactos para alguna medida en especial que se le pida.

En el área de corte:

En ésta se cuenta con cuatro cortadoras que son atendidas por dos operarios, este tipo de trabajo no les exige un gran esfuerzo físico pero si una gran habilidad ya que por lo general atienden dos cortadoras al mismo tiempo, vigilando el largo, calidad de la varilla obtenida y alimentando la cortadora.

En el área de molienda:

El encargado es sólo un operador al cual se le exige esfuerzo físico ya que tiene que alimentar el molino con las ferroaleaciones y ésta tarea la realiza manualmente (con pala); posteriormente las transporta al área de mezclado donde son clasificadas para su utilización.

En el área de mezclado:

Se cuenta con dos mezcladores los cuales realizan la mitad de cada una de las mezclas en partes iguales de acuerdo a los requerimientos de las extrusoras. En ésta actividad no es necesario gran esfuerzo físico, pero sí un conocimiento previo de la composición de cada mezcla y la cantidad exacta de cada componente, ya que la mezcla determina las características futuras del electrodo.

Una vez que se tiene la mezcla es transportada a la mezcladora donde se le agregan aglutinantes y agua. Para esta parte del proceso se cuenta con un operario, al cual se le exige habilidad y destreza para realizar varias actividades, como transportar las mezclas del almacén a la mezcladora, agregar aglutinantes, efectuar en sí el recubrimiento y transportarlas a las extrusoras.

En el área de extrusión:

Para cada extrusora se cuenta con un operario y dos ayudantes. Para el operario su trabajo consiste en obtener el diámetro adecuado de cada electrodo, conocer el funcionamiento de su máquina y aplicarle, si es necesario, el mantenimiento correctivo, a los ayudantes esta tarea sólo les exige coordinación y cierta habilidad para alimentar la extrusora y acomodar los electrodos en los puentes.

En el área de marcaje:

Sólo se cuenta con un operador, que ya conoce perfectamente el funcionamiento de la máquina y no es necesario un gran esfuerzo físico.

En el área de empaque:

En esta área se tienen tres operarios, que a través del tiempo han adquirido la habilidad para realizar su trabajo, además de coordinación para llevar a cabo sus funciones.

La empresa cuenta con obreros experimentados en casi todas las áreas que presentan las siguientes ventajas:

- Dan a sus movimientos soltura y regularidad
- Adquiere ritmo
- Reacciona pronto a las señales
- Prevee las dificultades y está preparado para superarlas

La medición del trabajo, hecha en el capítulo anterior, se utiliza para fijar tiempos tipo a las diversas tareas del proceso en estudio, con el propósito de una planificación y cálculo de costos. Para que estos tiempos tipo tengan alguna utilidad, deben estar a la medida de la mayoría de los trabajadores de la empresa, para que se puedan cumplir los programas o cálculos basados en ellos.

Para continuar con el estudio se consideró necesario realizar una evaluación de las operaciones y para obtener éstas, se han utilizado las técnicas que comprende la "medición del trabajo". Primero se realizó el muestreo, tomándose al azar las muestras, y valorando el desempeño de los trabajadores, dependiendo de la rapidez con la que efectuaban el trabajo con respecto a un estándar de valoración.

IV.4 RITMO TIPO

Para obtener el tiempo estándar de una tarea determinada debe dividirse en actividades, de las cuales se obtiene el tiempo total de ejecución de la tarea al ritmo tipo, entendiéndose por este último el rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método específico que se les haya establecido.

Para establecer los tiempos tipo es necesario evaluar el ritmo de los trabajadores y situarlo con relación al ritmo normal formado mentalmente al ver cómo trabajan naturalmente los trabajadores calificados cuando utilizan el método que corresponde.

Se necesitan varias horas para darse cuenta de cuál es el desempeño tipo del trabajador calificado medio, o sea el dotado de suficiente inteligencia y aptitud física, con la debida capacitación y experiencia para el trabajo que hace. Cuando se trata de trabajo manual, generalmente cada uno efectúa los movimientos directamente relacionados con el trabajo al ritmo natural propio, que muchas veces no coincide con el ritmo tipo, puesto que varía de una persona a otra. Además cambia la velocidad de los movimientos según la actividad de que se trate, y entre otras cosas, según la complejidad o dificultad de los elementos que la constituyan, de modo que trabajar al ritmo tipo no siempre significa mover las manos o los miembros a la misma velocidad. Con frecuencia los trabajadores adelantan más a ciertas horas del día que a otras, de modo que el desempeño tipo es el producto acumulado de periodos de trabajo realizados a ritmos diversos.

Los operarios, por momentos sobrepasan el ritmo tipo y por momentos no llegan a alcanzarlo. El desempeño tipo se logra trabajando durante el turno a velocidades que dan en promedio el ritmo tipo.

La valoración tiene por fin determinar, a partir del tiempo que invierte realmente el operario observado, cuál es el tiempo que el trabajador calificado medio puede mantener y que sirva de base realista para la planificación y el control.

La velocidad de trabajo representada por el tiempo invertido en ejecutar los elementos de la operación es, en realidad, lo único que se puede medir con el cronómetro. Lo único que importa es la velocidad útil de la operación, y sólo se logra valorarla cuando se conocen por experiencia, las operaciones que se observan.

Factores que influyen en el ritmo de trabajo:

Los factores que dependen del operario pueden ser:

- Las variaciones aceptables de la calidad del producto;
- Las variaciones debidas a su pericia;
- Las variaciones debidas a su estado de ánimo, particularmente respecto de su empresa.

Factores ajenos a la voluntad del operario:

- Las variaciones de la calidad u otras características del material utilizado, aunque sean dentro de los límites de tolerancia previstos.
- La eficacia de las herramientas o del equipo dentro de su vida normal;
- Los pequeños cambios inevitables en los métodos o condiciones de ejecución;
- Los cambios de clima y otros factores del medio ambiente, como luz, temperatura, etc.

El ritmo óptimo de cada operario depende:

- Del esfuerzo físico que exija el trabajo;
- Del cuidado con que deba hacerlo;
- De su formación y experiencia.

Un esfuerzo físico mayor hará más lento el ritmo de trabajo. También influirá la facilidad con que se realice el esfuerzo. Por ejemplo en el área de trefilado, las condiciones no permiten al operario emplear su fuerza en la postura más cómoda, adelanta menos que haciendo el mismo esfuerzo sin molestias.

Escalas de valoración

A través del registro de muestras se pudieron observar diferentes ritmos de trabajo de entre los cuales se identificaron velocidades de movimientos rápidos, normales y lentos, que son aquellos que efectúan su actividad con movimientos torpes e inseguros. El empleado muy rápido es aquel que actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, es decir muy por encima del empleado calificado. El trabajador excepcionalmente rápido es aquel que realiza su tarea, con esfuerzo y concentración intensa.

Al distinguir los diferentes desempeños fue necesario aplicar una escala de valoración que permitiese determinar cual es el tiempo que invierte realmente el operario, observando el tiempo tipo que el trabajador calificado pudiera mantener y que sirviera de base para la realización de este estudio.

Para comparar acertadamente el ritmo de trabajo observado con el ritmo tipo hace falta una escala numérica que sirva de metro para calcularlos. Se decidió utilizar la escala de 0-100. En dicha escala, 0 representa la actividad nula y 100 el ritmo normal del trabajo del obrero calificado motivado, es decir el ritmo tipo.

E S C A L A S				DESCRIPCION DE DESEMPEÑO	VELOCIDAD DE MARCHA COMPARABLE (L/M/H)
60 - 80	75 - 100	100 - 133	0 - 100 NORM. BRITAN.		
0	0	0	0	ACTIVIDAD NULA	0
40	50	67	50	MUY LENTO: MOVIMIENTOS TORPES E INSEGUROS. EL OPERARIO PARECE MEDIO DORMIDO Y SIN INTERÉS EN EL TRABAJO.	3.2
60	75	100	75	CONSTANTE, RESUELTO, SIN PRISA. COMO DE OBRERO NO PAGADO A DESTAJO. PERO BIEN DORMIDO Y VIGILADO; PARECE LENTO, PERO NO PIERDE TIEMPO A PROPOSITO MIENTRAS LO OBSERVAN.	4.0
80	100	133	100 (RITMO TIPO)	ACTIVO, CAPAZ, COMO DE OBRERO CALIFICADO MEDIO. PAGADO A DESTAJO; LLEVA CON TRANQUILIDAD EL NIVEL DE CALIDAD Y PRESTACION FIJADO.	6.4
100	125	167	125	MUY RAPIDO: EL OPERARIO ACTUA CON GRAN SEGURIDAD, DESTREZA Y COORDINACION DE MOVIMIENTOS, MUY POR ENCIMA DEL OBRERO CALIFICADO MEDIO	8.0
120	150	200	150	EXCEPCIONALMENTE RAPIDO; CONCENTRACION Y ESFUERZO INTENSO SIN PROBABILIDAD DE DURAN POR LARGOS PERIODOS; ACTUACION DE "VIRTUOSO", SOLO ALCANZADA POR UNOS	10

La valoración:

La cifra 100 representa el desempeño tipo, si la operación se está realizando a una velocidad inferior a la norma aplicamos un factor inferior a 100, si en cambio, el ritmo es superior a la norma aplicamos un factor superior a 100.

Para obtener el tiempo básico tenemos:

$$\text{Tiempo observado} \times (\text{Valor atribuido} / \text{Valor tipo}) = \text{Tiempo básico}$$

Por ejemplo:

Al transportar la mezcla a la extrusora el tiempo que se tarda es:

$$0.39 \text{min} \times (90/100) = 0.35 \text{min}$$

Este tiempo básico representa el tiempo que se invertiría en ejecutar la operación descrita.

A continuación realizamos esto para todos los tiempos del proceso.

GRUPO SOLTEC S.A. DE C.V.
AJUSTE DE TIEMPOS MEDIANTE
EL FACTOR DE VALORACION

OBTECION DE VARILLA

# OPERACIONES	TIEMPO	
	CRONOMETRADO (MIN)	VALORACION AJUSTADO (MIN)
1 DESCARGA DE ALAMBRE EN EL PISO	2.3	125
2 CARGADO DE BOBINA		
3 ALIMENTADORA DEL TREFILADO	0.58	100
4 ISUJEION DE ROLLO	0.58	89
5 CORTE DE ALAMBRE	0.8	85
6 ROLLO SACADO	1.5	99
7 ROLLO DE ALAMBRE		
8 COMPRIMIDO Y ACOMODADO	2.8	85
9 ROLLO AMARRADO CON ALAMBRE PEQUEÑO	2	109
10 BOBINA Y ROLLO SEPARADO	0.58	95
11 PEGADO DE ALAMBRE	0.1	89
12 ETIQUETADO DE ROLLO CON ESPECIFICACIONES	0.8	110
13 MONTAJE DE ROLLO EN BOBINA DE CORTADORA	1.7	89
14 DESMARRA DE ROLLO	0.25	85
15 ALIMENTACION DE CORTADORA	0.58	99
16 AJUSTE DE LARGO DE VARILLA	0.16	95
17 AJUSTE DE VELOCIDAD DE EMPUJE DE ALAMBRE	0.8	89

AJUSTE DE TIEMPOS MEDIANTE
EL FACTOR DE VALORACION

OBTENCION DE MEZCLA

No.	OPERACIONES	TIEMPO CRONOMETRADO (MIN)	VALORACION (%)	TIEMPO AJUSTADO (MIN)
1	ARENA EXTRAIDA DEL MOLINO	4,80	70	3,36
2	LLENADO DE RECIPIENTES CON ARENA	9,00	75	6,75
3	MATERIA BASICA SELECCIONADA	0,60	85	0,51
4	PESADO DE MATERIALES	1,70	90	1,53
5	LLENADO DE RECIPIENTES PEQUEÑOS	1,10	100	1,10
6	DESCARGA DE RECIPIENTE EN EL PISO	0,50	75	0,38
7	LEVANTADO Y VACIADO DE MEZCLA EN MEZCLADORA	1,50	85	1,28
8	LLENADO DE RECIPIENTE CON POTASIO	0,51	100	0,51
9	LLENADO DE PROSETA CON AGUA	0,30	80	0,24
10	VACIADO DE PASTA EN CONTENEDOR	0,50	110	0,55

AJUSTE DE TIEMPOS MEDIANTE
EL FACTOR DE VALORACION

DETENCION DEL ELECTRODO

Nº.	OPERACIONES	TIEMPO CROMOMETRADO (MIN)	VALORACION (%)	TIEMPO AJUSTADO (MIN)
1	LLENADO DE ALIMENTADOR CON VARILLA	0.40	80	0.32
2	LLENADO DE COSTAL CON MEZCLA	0.30	85	0.26
3	LLENADO DE CILINDRO	0.35	80	0.28
4	VERIFICAR EXCENTRICIDAD	0.15	90	0.14
5	VARILLAS RECUBIERTAS DEPOSITADAS EN PUENTES	0.25	85	0.21
6	TRANSPORTE A ZONAS DE CREC	0.20	100	0.20
7	PUENTES SACADOS DEL HORNO	0.75	75	0.36
8	TRANSPORTE A ZONAS DE MARCAJE	0.55	90	0.50
9	INSPECCION AL 100%	0.26	85	0.22
10	MARCAR CON PINTURA	0.63	100	0.63
11	EMPACAR EN BOLSAS DE PLASTICO	0.18	100	0.18
12	PESAR BOLSAS	0.41	95	0.39
13	SELLAR BOLSAS	0.13	95	0.12
14	PEGAR CAJAS	0.15	100	0.15
15	EMPACAR EN CAJAS	0.30	90	0.27
16	ETIQUETAR	0.33	85	0.28
17	REVISAR EL PRODUCTO TERMINADO	0.30	85	0.26

El registro de las operaciones no fue sencilla debido a que se trata directamente con personas que se sienten observadas por gente extraña a su área, repercutiendo en su desempeño normal. Así mismo es importante entablar una conversación con las personas a observar para que exista un ambiente propicio para la evaluación de los trabajadores y el adecuado desarrollo del registro de tiempos.

El tiempo estándar se compone de varios elementos: El tiempo real que el empleado dedica al trabajo, tolerancias por demoras personales, por demoras inevitables, y en ocasiones por fatiga.

Una vez obtenido el tiempo básico se procederá al cálculo de los suplementos.

SUPLEMENTOS POR DESCANSO

Este suplemento se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo.

Los suplementos para descanso pueden traducirse en verdaderas pausas, éstas resultan importantes porque:

- Atenuan las fluctuaciones de rendimiento del trabajador a lo largo del día y contribuyen a estabilizarlo más cerca del óptimo;
- Rompen la monotonía de la jornada;
- Ofrecen a los trabajadores la posibilidad de reponerse de la fatiga y atender sus necesidades personales;
- Reducen las interrupciones del trabajo efectuadas por los interesados durante las horas de trabajo.

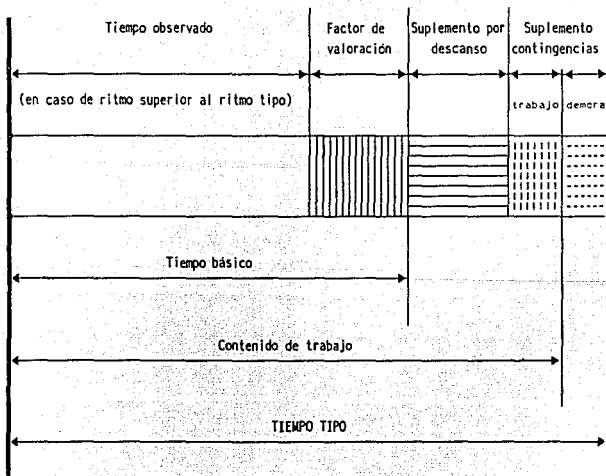
Este suplemento se expresa como porcentaje del tiempo básico.

SUPLEMENTOS POR CONTINGENCIAS

Es el pequeño margen que se incluye en el tiempo tipo para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensan medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad.

El tiempo tipo correspondiente a una tarea u operación, será la suma de los tiempos tipo de todos los elementos que la componen, más el suplemento por contingencias o sea: *Tiempo tipo es el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo.*

El tiempo tipo se puede representar de la manera indicada en la siguiente figura:



CAPITULO V ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION

V.1 PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

La administración de operaciones es el conjunto de actividades que aseguran la continuidad y funcionamiento armónico de un sistema productivo. Comprende la planificación, la coordinación y el control de las operaciones para lograr los objetivos de la empresa.

Los objetivos de un sistema productivo son la obtención de un producto con una calidad determinada, en cantidad suficiente para cumplir con la demanda, el momento y el lugar oportuno y a un costo mínimo. Para el logro de estos objetivos se requiere la elaboración de planes y la implantación de controles que informen lo que está pasando en la planta.

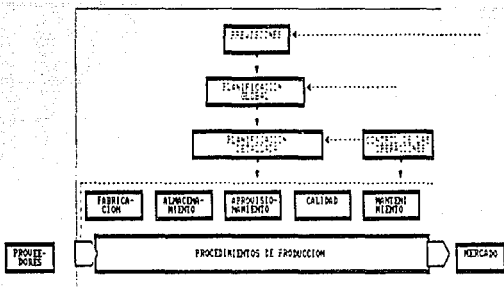
En la figura que aparece a continuación se muestra el ciclo de planificación y control del sistema productivo de la planta, donde se detalla el papel que juegan los pronósticos, la planificación, el programa de producción, etc.

Los *pronósticos* de la demanda constituyen los datos básicos para la planificación global. El *programa general de producción* es el resultado de la planificación global, y en él se definen las grandes orientaciones del sistema.

La *planificación detallada* proporciona los planes necesarios para cada división del sistema productivo, implicada en la realización del programa general. Las divisiones afectadas son: fabricación, almacenamiento, aprovisionamiento, aseguramiento de la calidad y mantenimiento.

El control de las operaciones completa el ciclo de la planificación. Los resultados de este control constituyen la "retroalimentación" necesaria para corregir y evaluar las actividades del sistema. Es por tanto posible verificar ciertas condiciones previstas en los planes relativos a producción, inventarios, costos y calidad.

CICLO DE PLANIFICACION



V.2 PRONOSTICOS

Pronosticar se define como la técnica para trasladar experiencias pasadas dentro de los acontecimientos futuros. Esto requiere estimar la magnitud y el significado relativo y absoluto de las fuerzas que influirán en condiciones futuras de operación. Si un pronóstico puede ser usado por la gerencia de producción, debe llenar las condiciones siguientes:

- a) Debe definir la demanda esperada en unidades físicas.
- b) Debe incluir una indicación de la probable variación en torno a la demanda esperada, admitiendo, sin embargo, aquella información que a menudo es muy difícil de evaluar.
- c) Debe repetirse en periodos futuros, para permitir los ajustes necesarios de producción.
- e) Debe ser hasta cierto punto digno de confianza, puesto que, errores en el mismo pueden costar considerables montos de dinero.

Esencialmente, el pronóstico de demanda es una herramienta muy útil que sirve para:

- Determinar los objetivos, presupuestos y cuotas de venta, por vendedor, por territorio y por producto.
- Organizar el departamento de compras, para que éste opere eficientemente con el menor inventario posible.
- Programar eficientemente la producción.

Es bien sabido que la demanda de un producto o un servicio está condicionada por varios factores, a veces controlables, a menudo incontrolables, entre los cuales pueden citarse los factores técnicos (especificaciones, precio, distribución, etc.), sociológicos (actitud del consumidor, valores culturales, etc.), económicos (nuevas invenciones o modificaciones) y políticos (restricciones jurídicas, reglamentos, etc.).

Para analizar los efectos de estos factores en la demanda deben conocerse los componentes de la demanda: media, tendencia, variaciones aleatorias. Estos componentes definen el comportamiento de la demanda.

Los métodos que se utilizan para estimar los eventos futuros pueden clasificarse en dos grandes categorías: métodos de predicción y métodos de previsión. Entre los primeros se encuentran el método Delphi, las técnicas de investigación comercial y el método de analogías. Entre los segundos se tienen los métodos estadísticos (media móvil, media ponderada, análisis de correlación y regresión, modelos econométricos y media móvil de dos términos con ajuste de tendencia) y los métodos aritméticos (series de Fourier y métodos de suavización exponencial).

Para fines de la empresa se empleará uno de los métodos estadísticos que más se apegan al comportamiento de la demanda. Este método es el de la media móvil de dos términos con ajuste de tendencia. Dicho método se explica a continuación, así como la obtención de las gráficas para los cuatro productos analizados en el presente trabajo.

Para este método se tiene que, entre más pronunciada sea la tendencia de los datos y mayor sea el número de términos del promedio, más atrasados serán los pronósticos por lo tanto es adecuado únicamente cuando la tendencia de los datos es horizontal y las ventas oscilan alrededor de un determinado valor de una forma aleatoria.

Los pasos que se siguen para la obtención de los pronósticos a partir de la demanda son:

- 1.- Se determina el promedio móvil simple Y_1n .
- 2.- Se calcula el promedio doble Y_2n .
- 3.- Se calcula la diferencia entre $Y_1n - Y_2n$.
- 4.- Se calcula el promedio móvil ajustado mediante la siguiente expresión:

$$Y_3n = Y_1n + (Y_1n - Y_2n) + (2/k-1) (Y_1n - Y_2n)$$

Realizando lo anterior para los cuatro productos estudiados, se obtienen los siguientes pronósticos con sus respectivas gráficas:

 TABLA DE PRONOSTICOS

METODO: MEDIA MOVIL DE DOS TERMINOS
 CON AJUSTE DE TENDENCIA

***** SUPERMATIC *****

MESE	DEMANDA (K6)	1a.MEDIA	2a.MEDIA	AJUSTE DE TENDENCIA	PRONOSTICO (K6)
ENERO	11705,00	11465,00			
FEBRERO	111825,00	10926,00	11275,50		
MARZO	110027,00	10248,00	11057,00	20273,50	20273,50
ABRIL	110469,00	110934,50	110591,25	11604,00	11604,00
MAYO	111400,00	11180,00	111057,25	9675,92	9675,92
JUNIO	10960,00	11205,00	111192,50	10750,38	10750,38
JULIO	11450,00	10656,50	10930,75	11162,50	11162,50
AGOSTO	9843,00	10915,00	110785,75	11570,67	11570,67
SEPTIEMBRE	11967,00	5982,50	8449,25	10490,32	10490,32
OCTUBRE			2991,75	14085,25	14085,25
NOVIEMBRE				9830,04	9830,04

 TABLA DE PRONOSTICOS

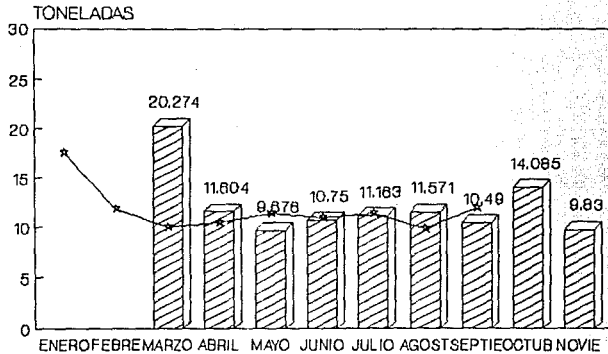
METODO: MEDIA MOVIL DE DOS TERMINOS
 CON AJUSTE DE TENDENCIA

***** VERSAMATIC *****

MESE	DEMANDA (K6)	1a.MEDIA	2a.MEDIA	AJUSTE DE TENDENCIA	PRONOSTICO (K6)
ENERO	1966,00	14093,00			
FEBRERO	8520,00	8830,00	11461,50		
MARZO	9140,00	8455,00	8642,50	21987,50	21987,50
ABRIL	7770,00	8185,00	8320,00	9205,00	9205,00
MAYO	8600,00	8700,00	8442,50	8680,00	8680,00
JUNIO	6900,00	9005,00	8652,50	7798,75	7798,75
JULIO	8410,00	8950,00	8792,50	8766,50	8766,50
AGOSTO	9550,00	9488,50	9234,25	8355,00	8355,00
SEPTIEMBRE	9427,00	4713,50	7101,00	8653,11	8653,11
OCTUBRE			2356,75	12558,14	12558,14
NOVIEMBRE				7743,61	7743,61

GRAFICA DE PRONOSTICOS

METODO: MEDIA MOVIL DE DOS TERMINOS
CON AJUSTE DE TENDENCIA

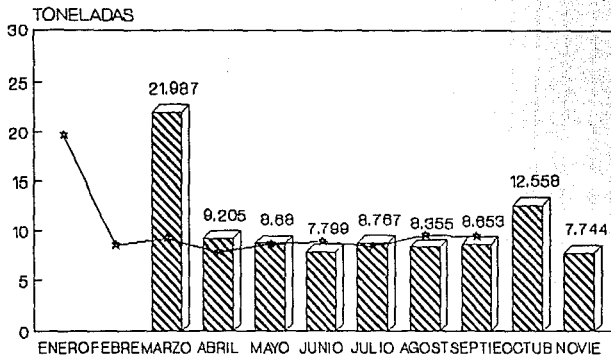


—* DEMANDA ▨ PRONOSTICO

SUPERMATIC

GRAFICA DE PRONOSTICOS

METODO: MEDIA MOVIL DE DOS TERMINOS
CON AJUSTE DE TENDENCIA



—*— DEMANDA ▨ PRONOSTICO

VERSAMATIC

 TABLA DE PRONOSTICOS

METODO: MEDIA MOVIL DE DOS TERMINOS
 CON AJUSTE DE TENDENCIA
 ***** SOLTEC-7016 *****

MES	DEMANDA (RS)	1a.MEDIA	2a.MEDIA	AJUSTE DE PRONOSTICO (TENDENCIA)	(RS)
ENERO	23115.00	20612.50			
FEBRERO	28510.00	29337.50	20075.00		
MARZO	30165.00	32365.00	23681.25	23025.00	33025.00
ABRIL	34565.00	33682.50	22723.75	26310.00	26310.00
MAYO	31600.00	34182.50	22632.50	31767.08	31767.08
JUNIO	36765.00	33150.00	22666.25	32257.50	32257.50
JULIO	29335.00	31425.00	22287.50	34905.25	34905.25
AGOSTO	33315.00	35037.00	23231.00	24300.00	24300.00
SEPTIEMBRE	36759.00	28379.50	22608.25	29103.00	29103.00
OCTUBRE			9169.75	45745.39	45745.39
NOVIEMBRE				20194.39	30194.39

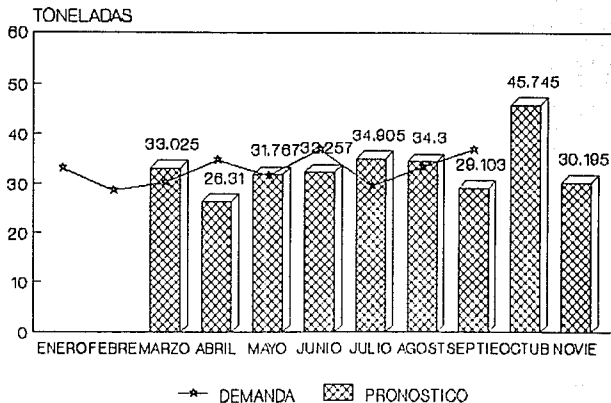
 TABLA DE PRONOSTICOS

METODO: MEDIA MOVIL DE DOS TERMINOS
 CON AJUSTE DE TENDENCIA
 ***** SUAVENOTIC *****

MES	DEMANDA (RS)	1a.MEDIA	2a.MEDIA	AJUSTE DE PRONOSTICO (TENDENCIA)	(RS)
ENERO	11255.00	113415.00			
FEBRERO	112575.00	111676.00	113545.50		
MARZO	110777.00	110998.00	111337.00	21023.50	21023.50
ABRIL	111219.00	111684.50	111341.25	11354.00	12354.00
MAYO	112150.00	111920.00	111807.25	10425.92	10425.92
JUNIO	111710.00	111955.00	111942.50	11500.38	11500.38
JULIO	112200.00	111406.50	111680.75	111912.50	111912.50
AGOSTO	110417.00	111665.00	111335.75	112250.67	112250.67
SEPTIEMBRE	112717.00	8359.50	9011.75	111240.32	11240.32
OCTUBRE			3179.25	115076.02	15076.02
NOVIEMBRE				10446.11	10446.11

GRAFICA DE PRONOSTICOS

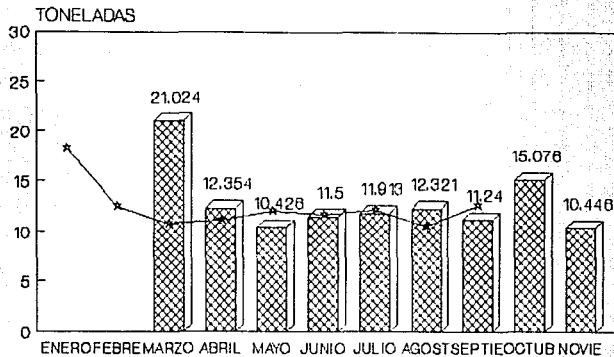
METODO: MEDIA MOVIL DE DOS TERMINOS
CON AJUSTE DE TENDENCIA



SOLTEC-7018

GRAFICA DE PRONOSTICOS

METODO: MEDIA MOVIL DE DOS TERMINOS
CON AJUSTE DE TENDENCIA



—★— DEMANDA ▨ PRONOSTICO

SUAVEMATIC

Como puede apreciarse en las anteriores tablas y gráficas, para el método aplicado se necesitan tener los valores de la demanda de, por lo menos, tres meses anteriores al pronóstico. El valor así obtenido corresponde a un desplazamiento en los meses de pronóstico igual a estos tres meses. Esto es, tenemos la demanda para Enero, Febrero y Marzo; el pronóstico obtenido con el método de la media móvil de dos términos con ajuste de tendencia corresponderá al mes de marzo.

Los valores obtenidos por el método permiten hacer pronósticos importantes que requerirá el departamento de producción para efectuar las previsiones respectivas y realizar el debido Plan de Producción.

Cabe señalar aquí la utilidad de los anteriores valores y sus respectivas gráficas:

- Permitirán a la empresa continuar los pronósticos para el año de 1993 al vaciar las fórmulas en una hoja de cálculo;
- Ayudarán en la comparación de tendencias en la demanda;
- Señalarán cualquier baja imprevista en la misma;
- Permitirán tener un vislumbre global de ventas para todo el año, si se les emplea con el método de analogía de ciclos de vida.

V.3 ADMINISTRACION DE LOS INVENTARIOS

El almacenamiento es una forma de asegurar la continuidad de las operaciones de un sistema de producción. Sin embargo, al mismo tiempo dicha actividad desencadena costos suplementarios, lo que tiene como efecto una reducción del margen de utilidad. En consecuencia, es necesario que la empresa asegure la continuidad de sus operaciones con una garantía razonable contra la escasez de materia prima, pero evitando los excesos de inventarios.

Los inventarios varían dependiendo de las actividades de la empresa. Pero en general los inventarios pueden dividirse en cuatro categorías:

a) INVENTARIO DE FABRICACION

Es el formado por las materias primas brutas, los empaques y las pinturas para rotulado que entran en la composición de los productos terminados.

b) INVENTARIOS DE PRODUCTOS EN CURSO

Se trata de los componentes que se encuentran en las diferentes etapas de fabricación. Dichos productos pueden alcanzarse en los locales de fabricación, pues el proceso de fabricación implica etapas sucesivas.

c) INVENTARIOS DE PRODUCTOS TERMINADOS

Estos productos, que son el resultado final del sistema de producción, se guardan en almacenes apropiadamente acondicionados hasta el momento de su expedición.

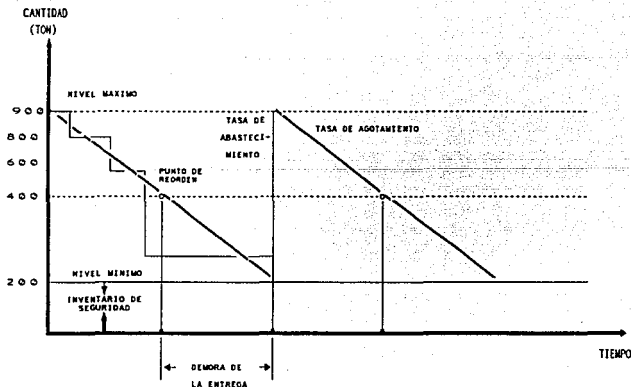
d) INVENTARIO MRO (MANTENIMIENTO, REPARACION Y OPERACION).

Estos productos no forman parte integral de un producto terminado, pero intervienen directamente en el proceso de fabricación. El aceite, el jabón, la grasa, las piezas de repuesto para las máquinas y los muebles de oficina son algunos ejemplos. Se les conoce también como inventario de abastecimiento.

REGLA DE ADMINISTRACION DE LOS INVENTARIOS

Una representación gráfica de la evolución de los inventarios permitirá comprender más fácilmente los elementos necesarios para elaborar una regla de administración. Por lo general esta regla define los siguientes elementos: nivel de inventario, inventario activo, inventario de seguridad, punto de reorden, tasa de agotamiento y demora de reabastecimiento o de entrega.

MODELO DE ALMACENAMIENTO



NIVELES DE INVENTARIO

Representan los límites predeterminados de las cantidades por almacenar. Estas cantidades varían entre un nivel máximo y un nivel mínimo. La determinación de estos dos niveles depende del consumo anual, de la tasa de agotamiento, del costo unitario del producto, de las demoras de entrega, etc.

INVENTARIO ACTIVO

Este es el inventario que varía constantemente al ritmo de las entradas y salidas del almacén, y puede corresponder a la cantidad económica o al consumo actual. Este inventario es igual a la diferencia entre los niveles máximo y mínimo.

NIVEL DE SERVICIO

Este se refiere a la intensidad con la cual la empresa desea satisfacer la demanda. El nivel de servicio puede concebirse en dos formas:

- 1.-La relación entre el número de unidades ofrecidas y el número demandado.
- 2.-La relación entre el número de clientes que han comprado el producto y los que lo han demandado.

PUNTO DE REORDEN

Es el nivel del inventario a partir del cual se decide ordenar el producto. Este punto, que se establece para asegurar la disponibilidad de los productos en los períodos de abastecimiento, designa una cantidad que está en función de la tasa de la demanda durante el período de reabastecimiento y de la demora de entrega.

INVENTARIO DE SEGURIDAD

Este tiene como finalidad impedir toda interrupción en el aprovisionamiento, causada por demoras en la entrega o por un aumento imprevisto de la demanda durante el período de reabastecimiento. La importancia del inventario de seguridad está ligada al nivel de servicio, la fluctuación de la demanda y la variación de las demoras de entrega. Si una empresa desea aumentar su nivel de servicio, deberá acrecentar su inventario de seguridad a fin de poder responder a la alza imprevisible de la demanda y adaptar el punto de reorden en consecuencia.

COSTO DE ABASTECIMIENTO Y ALMACENAMIENTO

Una etapa importante en el estudio de la política de administración de inventarios es el análisis de los diferentes costos asociados con la compra, el almacenamiento y la utilización de los productos. Estos costos pueden clasificarse en tres categorías:

- Costo de aprovisionamiento
- Costo de almacenamiento
- Costo de escasez

COSTOS DE APROVISIONAMIENTO

Este se refiere a la adquisición o renovación del inventario. Este costo, también denominado costo de adquisición, comprende el costo de la orden y el precio pagado por la mercancía. El costo de la orden incluye los gastos inherentes a la emisión de una solicitud de pedido, el transporte, la recepción y la inspección.

Ciertos elementos del costo de la orden son fijos e independientes del número de pedidos emitidos o de la cantidad de artículos por pedido. Otros gastos varían en función del trabajo suplementario y contribuyen sólo en cierta medida al costo del pedido. Por tanto, en todos los gastos puede distinguirse una parte fija y una parte variable. En el caso del costo del pedido, los gastos que intervienen son los siguientes:

- a) Costo de mano de obra:
 - oficina de compras (director, compradores y otros).
 - almacen (personal dedicado a la recepción de la mercancía)
- b) Gastos inmobiliarios (superficie y mantenimiento de la oficina y del almacén);
- c) Deudas pasivas (intereses sobre préstamos);
- d) Costos del suministro;
- e) Comunicaciones;
- f) Transporte y distribución;
- g) Recepción e inspección.

COSTO DE ALMACENAMIENTO

Por lo común, el costo anual de almacenamiento representa más del 25% del valor promedio de los productos almacenados (este porcentaje se sitúa entre el 14 y 36%) En principio, este costo se compone de los siguientes elementos:

- a) Valor promedio de los inventarios
- b) Intereses sobre la inversión
- c) Costos de seguro
- d) Impuestos prediales
- e) Mano de obra
- f) Costo de ocupación
- g) Costo de obsolescencia
- h) Costo de deterioro

De una forma general, estos costos varían con el incremento o decremento del inventario. Es por ello que dichos costos se expresan como un porcentaje del valor medio del inventario.

CALCULO DE INVENTARIOS

Se han realizado diversos análisis para combinar ciertos factores cuantitativos en una fórmula o modelo matemático, con el objeto de determinar la cantidad económica por comprar. Partiendo de las características de los datos disponibles (tasa de consumo, costos, demoras, etc.) y del contexto del problema, se han desarrollado varios modelos matemáticos con el objeto de reducir el costo de los inventarios.

La fórmula de Wilson es el modelo básico para el cálculo del lote económico por ordenar. Se debe considerar que los resultados son válidos en la medida en que el lote económico no es más que un punto de referencia que debe complementarse por la experiencia adquirida.

Este método no debe aplicarse rigidamente, sino en función de los procedimientos establecidos y considerando los resultados existentes.

SIMBOLOGIA:

A continuación se incluye la lista de símbolos que se utilizan en el cálculo del lote económico:

a) El inventario promedio es igual a la mitad del inventario activo, al que se le ha añadido previamente el inventario de seguridad o la suma de las cantidades máxima y mínima dividida entre dos:

$$\text{Inventario promedio} = \text{inventario activo}/2 + \text{inventario de seguridad}$$
$$\text{o bien} = (\text{nivel máximo} + \text{nivel mínimo})/2$$

- b) Q representa la cantidad anual por ordenar. Esta corresponde al consumo anual estimado del producto.
- c) q representa la cantidad económica de unidades que deberán comprarse por pedido; es el resultado de aplicar la fórmula del lote económico.
- d) c_1 es el costo por pedido.
- e) c_2 es el costo anual de almacenamiento por unidad.
- f) l es el costo de almacenamiento expresado como porcentaje del valor promedio del inventario.
- g) U es el costo unitario de compra del producto.
- h) C_c es el costo anual de orden.
- i) C_s es el costo anual de almacenamiento.

Sería muy monótono y a menudo inexacto aplicar esta fórmula a cada artículo, debido a que el consumo anual, el costo unitario y las condiciones de almacenamiento varían de un artículo a otro. Para remediar este problema, se han reagrupado los artículos según el método ABC en el que se agrupan las materias primas de acuerdo a su importancia en la fabricación de los electrodos revestidos de nuestro interés.

La materia prima que vamos a clasificar como A va a ser el alambón porque es el de más importancia y es de importancia.

En segundo plano consideraremos a los silicatos y a las ferroaleaciones como B.

Y para finalizar el resto lo agruparemos en la categoría C.

Así, aplicaremos el método de lote económico primeramente para el alambón.

$$Q = 1\ 200 \text{ ton/anuales}$$

$$c_1 = \$27,450$$

$$c_2 = \$168,000$$

$$I = 12\% \text{ anual.}$$

$$U = \$1'537,500 \text{ por tonelada de alambón.}$$

$$C_c = \$329,400$$

$$C_s = \$201'600,000 \text{ anuales de las 1200 toneladas estimadas.}$$

Así podemos calcular el costo de almacenamiento por orden.

$$C_a = [(q/2)U]I$$

$$\text{o bien} = [(q/2)c_2]$$

Entonces tenemos que si mensualmente requerimos una cantidad de 100 ton/mens:

$$\begin{aligned} C_a &= [(100/2) 1'537,500] 0.12 \\ &= \$ 9'225,000.00 \end{aligned}$$

También tenemos el costo anual por orden:

$$C_o = (Q/q)c_1$$

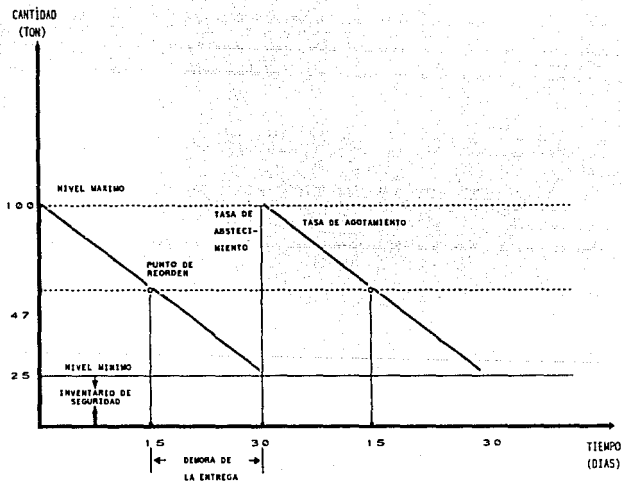
$$\begin{aligned} C_o &= (1200/100) 27,450 \\ &= \$ 329,400.00 \end{aligned}$$

Y finalmente el costo total se calcula como costo de almacenamiento más el costo anual de orden.

$$C_t = C_a + C_o$$

$$\begin{aligned} C_t &= 9'225,000 + 329,400 \\ &= \$ 9'554,400.00 \end{aligned}$$

GRÁFICA DE INVENTARIO DEL ALAMBRO



Método de lote económico para las ferroaleaciones.

Q = 60 ton/anales

c₁ = \$ 27,450

c₂ = \$ 549.65 por kilogramo.

l = 12% anual

U = \$ 4,955.49 por kilogramo

Cc = \$ 329,400 por pedido anual

Cs = \$ 1'486,647 por 5 000 kilogramos

El costo de almacenamiento que tendremos por 60 toneladas anuales es el siguiente:

Ca = [(q/2)U]l

q = 60 Ton/año

U = \$ 4,955.95 por kilogramo

l = 12% anual

∴

Ca = [(60,000/2)4,955.95]0.12

\$ 17'841,420 pesos anuales

El costo anual por orden será el siguiente:

Co = (Q/q)C₁

= [(60,000/5,000) 27,450

= \$ 329,400.00

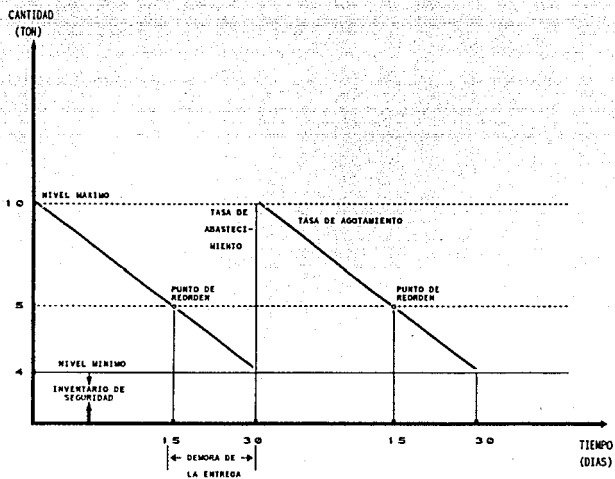
Y El costo total de almacenamiento es:

Ct = Ca + Co

Ct = 17'841,420 + 329,400

= \$ 18'170,820.00 anuales de 60 toneladas que se estima se llegan a tener por año.

GRAFICA DE INVENTARIO DE LAS FERROALEACIONES



Método de lote económico para los silicatos:

Q = 168 ton/anales.

c₁ = \$ 27,450 por pedido.

c₂ = \$ 1,922 por kilogramo

l = 12% anual.

U = \$ 1'920,000 por tonelada.

Cc = \$ 320,400

**Cs = \$ 26'881,960 Costo anual de almacenamiento de
14 toneladas.**

La obtención de los costos de almacenamiento de los silicatos es la siguiente:

$$\begin{aligned}C_a &= [(q/2)U]l \\ &= [(14 /2)1920 000]0.12 \\ &= \$ 1'612,800.00\end{aligned}$$

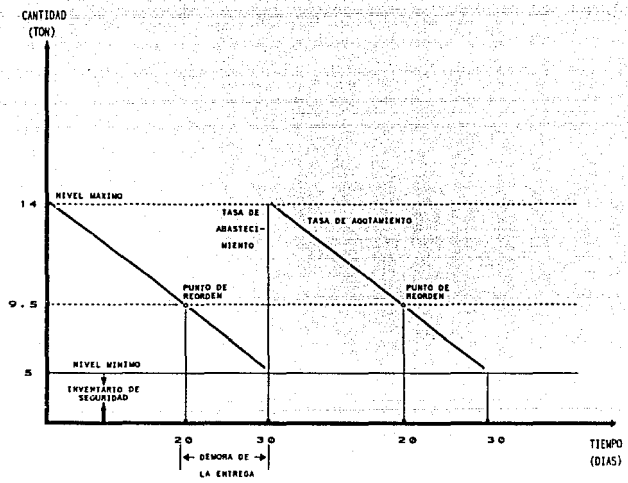
Costo de pedido:

$$\begin{aligned}C_o &= (Q/q)C_1 \\ &= (168/14) 27,450 \\ &= \$ 329,400.00\end{aligned}$$

Costo total:

$$\begin{aligned}C_t &= 1'612,800 + 329,400 \\ &= \$ 1'942,200 \text{ anuales.}\end{aligned}$$

GRAFICA DE INVENTARIO DE LOS SILICATOS



Método de lote económico para los Carbonatos:

Q = 120 toneladas anuales.

c1= \$ 27,450 por orden de compra mensual.

c2= \$ 48.35 por kilogramo.

l = 12% anual.

U = \$ 400,000.00 por tonelada.

Cc= \$ 329,400.00

Cs= \$ 483,294 por diez toneladas mensuales

Costo de almacenamiento:

$$Ca = [(q/2)U]l$$

$$= [(10/2)400,000]0.12$$

$$= \$ 240,000 \text{ pesos anuales}$$

Costo anual de pedido:

$$Co = \$ 329,400.00$$

Costo total:

$$Ct = \$ 240,000 + 329,400$$

$$= \$ 569,400.00 \text{ anuales.}$$

Método de lote económico para la fluorita:

Q= 60 toneladas anuales.

c1= \$ 27,450 por pedido mensual

c2= \$ 101.45 por kilogramo.

l = 12% anual.

U = \$ 840,000 por tonelada de compra.

Cc= \$329,400 anuales.

Cs= \$ 104,094 por diez toneladas.

Costo de almacenamiento para diez toneladas.

$$Ca = [(10/2)840,000]0.12$$

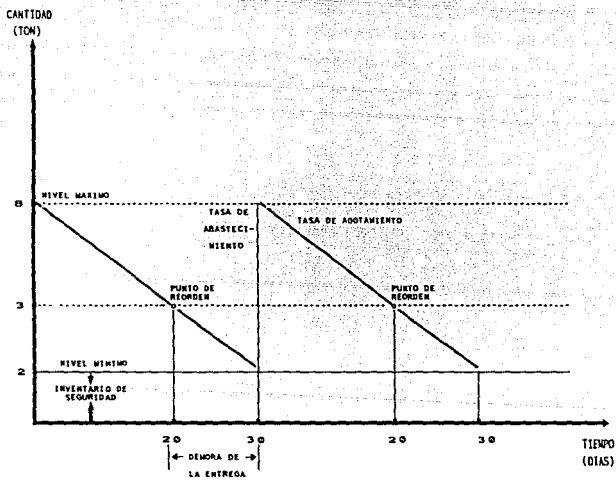
$$= \$ 504,000 \text{ anuales}$$

Costo de pedido anual:

$$Co = \$329,400.00$$

Costo total = \$ 833,400 por diez toneladas.

GRAFICA DE INVENTARIO DE LA FLUORITA



Método de lote económico para el feldespato de potasio:

$Q = 48$ toneladas anuales.

$c_1 = \$ 27,450$ por orden mensual.

$c_2 = \$ 14.02$ pesos por kilogramo mensual.

$i = 12\%$ anual.

$U = \$ 1'100,000$ por tonelada.

$C_c = \$ 329,400$ anuales por pedido.

$C_s = \$ 171,528$ anuales por tonelada.

Costo de almacenamiento anual:

$C_a = [(q/2)U]i$

$= [(4/2)1'100,000]0.12$

$= \$ 264,000$ por cuatro toneladas anuales.

Costo de pedido anual:

$C_o = \$ 329,400.00$

Costo total = $\$ 264,000 + 329,400$

$= \$ 593,400$ anuales.

Método de lote económico para la mica:

$Q=30$ Toneladas anuales.

$c_1 = \$ 27,450$ por pedido mensual

$c_2 = \$ 1167.31$ por kilogramo anualmente.

$i = 12\%$ anual.

$U = \$ 810.9$ por kilogramo.

$C_c = \$ 329,400$ por pedido anualmente.

$C_s = \$ 96,000$ anual por tonelada.

Costo de anual de almacenamiento:

$C_a = [(q/2)U]i$

$= [(2.5/2)810,900]0.12$

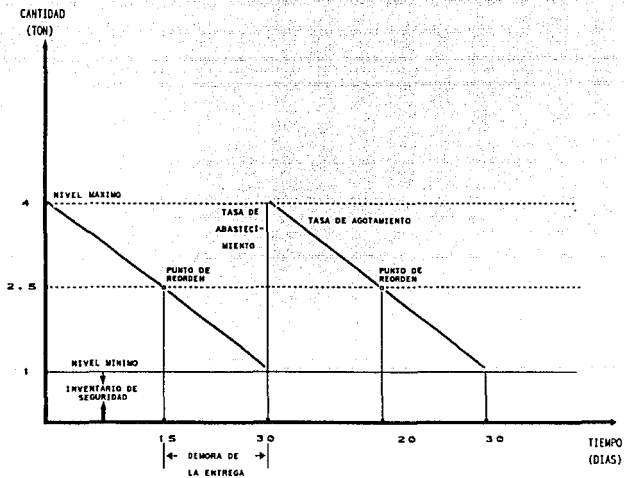
$= \$ 121,635.00$

Costo anual de orden: $\$ 329,400.00$

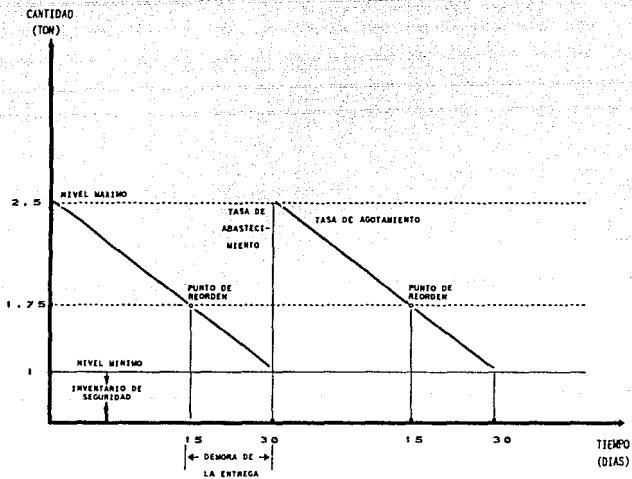
Costo total por tonelada: $\$ 121,635 + \$ 329,400$

$C_t = \$ 451,035.00$ por tonelada anualmente.

GRAFICA DE INVENTARIO DEL FELDESPATO DE POTASIO



GRAFICA DE INVENTARIO DE LA MICA



Método de lote económico para el caolín:

Q = 30 toneladas anualmente.

c₁ = \$ 27 450 mensualmente.

c₂ = \$ 49.31 por kilogramo.

i = 12% anual.

U = \$ 427.45 por kilogramo de caolín.

C_c = \$ 329,400 por pedido anual.

C_s = \$ 1'479,528 por 30 toneladas.

Costo de almacenamiento para 2.5 toneladas por año.

$$Ca = [(q/2)U]i$$

$$= [(2.5/2)427,45]0.12$$

$$= \$ 64,117.50$$

Costo de orden: \$ 329,400.00

Costo total = Ca + Co = \$ 64,117.5 + 329,400 = \$ 393,517.5

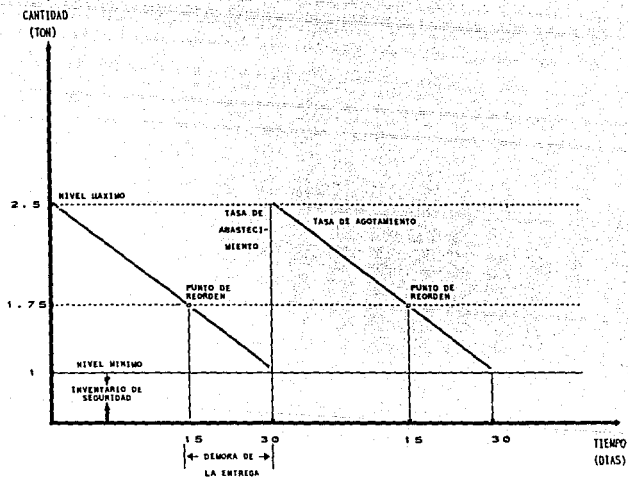
Compete al departamento de planeación hacer uso de estos resultados para elaborar el conjunto de reglas y procedimientos que aseguren la continuidad de la producción en la empresa, permitiendo una seguridad razonable en cuanto a la escasez de materia prima e impidiendo el exceso de inventarios, con el objeto de mejorar la tasa de rendimiento.

La política de administración de inventarios que se decida seguir tendrá éxito si se respetan los siguientes imperativos:

- Establecer relaciones exactas entre las necesidades probables y los abastecimientos de diferentes productos.
- Mantener un nivel adecuado de inventarios.
- Satisfacer rápidamente la demanda.
- Recurrir a la informática.

La política de administración de los inventarios deberá también estar adaptada al sistema de producción.

GRAFICA DE INVENTARIO DEL CAOLIN



V.4 ADMINISTRACION DEL ABASTECIMIENTO

La administración del abastecimiento consiste en procurar a un sistema de producción los bienes y servicios en la cantidad y calidad requeridas, al mejor precio, del mejor proveedor en el lugar y el momento oportunos, a fin de satisfacer las exigencias de sus operaciones. En síntesis, se trata de responder a las siguientes preguntas:

¿QUE COMPRAR? ¿EN QUE CANTIDAD? ¿COMO COMPRARLO? ¿CUANDO Y CON QUIEN?

El abastecimiento de materias primas y la distribución de productos terminados están asegurados por el *sistema logístico*. Este sistema se compone de varios subsistemas productivos como los de compras, administración de inventarios, planificación y control de la producción, transporte y tratamientos de pedidos.

Ciclo de Compra

Es una serie de actividades o etapas que se encadenan e inician con una demanda interna, denominada requisición. A continuación se muestran los pasos de este ciclo.

a) *Emisión de una requisición de compra*. Esta es la etapa en la que se comunica la necesidad al departamento de abastecimiento. Esto puede hacerlo cualquier departamento de la empresa o exclusivamente el departamento de control de inventarios.

b) *Análisis de la requisición*. El departamento de abastecimiento dirige la requisición al comprador responsable de esta categoría de bienes y servicio, debe a su vez revisar ciertos puntos antes de proceder a la elección de un proveedor o simplemente a la emisión de pedido.

c) *Investigación y Elección de un Proveedor*. Esta etapa existe en las siguientes situaciones:

- compras nuevas
- compras importantes desde el punto de vista económico o técnico
- insuficiencia del proveedor actual
- evolución del mercado (disminución de los precios, aparición de un nuevo producto, de un nuevo proveedor)

d) *Emisión de una solicitud de pedido.* Una vez que se ha hecho la elección, se expide al proveedor una solicitud de pedido. Huelga decir que los datos asentados en dicha solicitud deben estar correctos y aprobados por la persona indicada.

e) *Recepción e inspección de la mercancía.* En el momento de la recepción, la inspección se debe hacer en dos etapas, que pueden denominarse *inspección general* e *inspección técnica*. La inspección general debe realizarla alguien del almacén, el cual verificará el estado general de la mercancía, y posteriormente la guardará en el área del almacén, en espera de la inspección técnica por control de calidad.

f) *Verificación y pago de factura.* Si el informe de inspección es favorable para la aceptación de la mercancía, este se enviará al departamento de contabilidad para programar el pago.

Política de Compra.

Este el enunciado de los principios y reglas que definirán la actitud de la empresa en materia de abastecimiento. Dicha política podría formularse de la siguiente manera:

- El departamento de compras es el responsable y el único autorizado para la selección de los proveedores y comprometerlos con la empresa.
- Este departamento debe recurrir sistemáticamente a la competencia entre los proveedores.
- Debe limitar las compras a los proveedores que juzgue responsables, es decir aquellos que cuenten con una reputación, situación financiera y estructura de precios estable, para que sean una fuente adecuada de abastecimiento.
- Debe asegurar que los proveedores respeten íntegramente las condiciones en las cuales se hayan comprometido.

El Código de Procedimiento.

Este es una guía para que la empresa defina las responsabilidades del departamento de abastecimiento y fije los métodos a los cuales debe recurrirse en las actividades de compras. El contenido del código de procedimiento se basa en los siguientes puntos:

- responsabilidad de las compras;
- autoridad y delegación de autoridad;
- procedimientos de compra: negociación oral, negociación escrita (demanda de preso o de sumisión), invitación a concurso de ofertas;
- elección de los proveedores;
- elección de las ofertas;
- estándares de calidad;
- comunicación con los proveedores.

Claro que estas políticas y este código no son aplicables en todas las empresas, ya sean manufactureras o de servicios; simplemente son puntos que se proponen para su aplicación en SOLTEC S.A. DE C.V. y están sujetos al tipo de organización con que cuenta la empresa.

Para la acción de este sistema se plantean varias preguntas que involucran a toda la administración de la empresa, es decir, a la resolución de los problemas, la planificación y el control de las actividades del abastecimiento y de otras áreas dentro de la empresa. Estas preguntas se encuentra redactadas en la siguiente tabla:

ELEMENTOS DE RESPUESTA A LAS PREGUNTAS RELATIVAS A LAS COMPRAS

¿QUE COMPRAR?	¿QUE CANTIDAD COMPRAR?	¿COMO COMPRAR?	¿DE QUIEN COMPRAR?	¿CUANDO COMPRAR?
A partir de las necesidades se determina la lista de bienes y servicios necesarios para la producción, y se precisan sus especificaciones	A partir del análisis de las necesidades se evalúa la cantidad económica por comprar, teniendo en cuenta las ofertas de descuento o de rebaja.	Según la importancia del valor monetario de las compras, se procede a: -investigación verbal -investigación escrita -convocatoria de ofertas por invitación -convocatoria pública de ofertas.	Además de las interpretaciones comerciales, otros criterios para la elección de los proveedores son: -precio/calidad, -capacidad técnica del proveedor, -garantía, -situación financiera, etc.	-Según un calendario de compras razonadas con las necesidades de la producción. -Después de cada revisión de los inventarios disponibles.

V.5 PLAN GENERAL DE PRODUCCION

La planificación es una etapa esencial que precede a los trabajos y engloba todas las previsiones inherentes a la elaboración de planes de acción eficaces. Estos planes futuros de acción han de concebirse en un contexto dinámico que lleve a los administradores a ajustar los planes al ritmo de los cambios.

La finalidad de la planificación global es evaluar el conjunto de recursos materiales, humanos y financieros necesarios para las operaciones de producción de un periodo dado. El principal objetivo es satisfacer, al más bajo costo posible, las previsiones de demanda de este periodo.

La realización de este objetivo está sujeta a restricciones internas y externas. La política de la empresa en materia de mano de obra, horas suplementarias, almacenamiento y nivel de servicio a la clientela constituyen las restricciones internas. Las restricciones externas provienen de las condiciones tecnológicas -las cuales limitan la capacidad técnica de producción- y de la situación sociológica, económica y de la competencia, las cuales condicionan las variaciones de la demanda.

El *programa general de producción* (PGP) es el resultado de la planificación global. Se ha elaborado a partir de las previsiones de la demanda para el conjunto de los productos analizados en este trabajo, y define las cantidades por producir, los niveles de inventario y la composición de la mano de obra para cada periodo.

A fin de mantener un control adecuado de este plan se han asignado tareas específicas para las distintas áreas de la empresa, quienes se encargarán de suministrar los elementos necesarios de información que coadyuven a la actualización de dicho plan.

El departamento de mercadotecnia elaborará las previsiones de la demanda. El departamento de contabilidad se ocupará de los costos de producción. El departamento de planificación y control de la producción determinará la capacidad de producción y los niveles de inventarios apropiados. Este departamento deberá también rectificar los planes de producción.

a) Previsiones de la demanda. Ante todo, el PGP se elabora a partir de las previsiones de la demanda para este producto. Para el caso de la empresa Grupo SOLTEC se ha determinado como unidad común las toneladas por mes, para todos los productos analizados.

b) Niveles de inventario. Como puede observarse en el capítulo relativo a inventarios, se ha determinado el nivel de inventario de productos terminados para el principio y para el final del periodo de planificación. Según los niveles fijados, la cantidad por producir durante el periodo es más o menos elevada. La determinación de estos niveles dependió principalmente de la estabilidad de la demanda. Consecuentemente, cuando la demanda del mes deba ser satisfecha al principio del mes, es necesario prever un inventario final.

c) Capacidad de producción. Los informes relativos a la capacidad de producción se han dividido en dos categorías: mano de obra (en tiempo regular y suplementario) y maquinaria. Es a partir de esta información como se han evaluado los medios de responder a la demanda.

d) Costos de producción. Una vez que el PGP se juzgó técnicamente realizable, se calcularon sus costos diferenciales al nivel de la mano de obra, los inventarios y la variación de la tasa de producción, para elegir posteriormente el más económico y el menos restrictivo.

Con el fin de evaluar el costo de fabricación de los productos analizados se recurrió al acopio de la siguiente información:

- Costo de la mano de obra
- Costos de almacenamiento
- Costo de la variación de la tasa de producción
- Restricciones

ESTRATEGIA DE PRODUCCION

Se han combinado racional y económicamente las variables del sistema productivo dentro del plan de acción para satisfacer la demanda en estricto apego a la naturaleza de los recursos con que cuenta la empresa, de modo que se sugiere como estrategia de producción la siguiente:

Variar el nivel de la mano de obra según la variación de la demanda

De los varios métodos para elaborar un PGP que existen se ha optado por el método gráfico debido a su sencillez y aplicación a las necesidades de la empresa.

Este método permite analizar las variaciones de la demanda con ayuda de una curva acumulativa a fin de encontrar la mejor forma de satisfacer la demanda.

En las siguientes tablas se dan las previsiones de la demanda para el periodo de enero a septiembre de 1992, por producto, y el número de días laborables por mes.

TABLA DE PREVISIONES DE LA DEMANDA
 ***** SUPERMATIC *****

PERIODO MESES	NUMERO DE DIAS	DEMANDA (kg/mes)	DEMANDA ACUMULATIVA (kg/mes)	INVENTARIO
ENERO	23			1500.00
FEBRERO	19			
MARZO	22	20273.50	-18773.50	
ABRIL	20	11604.00	-7169.50	
MAYO	20	9675.92	2506.42	
JUNIO	22	10750.38	13256.80	
JULIO	23	11162.50	24419.30	
AGOSTO	21	11570.67	35989.97	
SEPTIEMBRE	21	10490.00	46479.97	1052.90

TABLA DE PREVISIONES DE LA DEMANDA
 ***** SOLTEC-701B *****

PERIODO MESES	NUMERO DE DIAS	DEMANDA (kg/mes)	DEMANDA ACUMULATIVA (kg/mes)	INVENTARIO
ENERO	23			2000.00
FEBRERO	19			
MARZO	22	33025.00	-31025.00	
ABRIL	20	26310.00	-4715.00	
MAYO	20	31767.08	27052.08	
JUNIO	22	32257.50	59309.58	
JULIO	23	34905.25	94214.83	
AGOSTO	21	34300.00	128514.83	
SEPTIEMBRE	21	29103.00	157617.83	598.22

TABLA DE PREVISIONES DE LA DEMANDA

***** VERSAMATIC *****

PERIODO MESES	NUMERO DE DIAS	DEMANDA (kg/mes)	DEMANDA ACUMULATIVA (kg/mes)	INVENTARIO
ENERO	23			4000.00
FEBRERO	19			
MARZO	22	21987.50	-17987.50	
ABRIL	20	5205.00	-6782.50	
MAYO	20	8680.00	-102.50	
JUNIO	22	7795.75	7696.25	
JULIO	23	8766.50	16462.75	
AGOSTO	21	8335.00	24817.75	
SEPTIEMBRE	21	6652.11	32470.86	1439.76

TABLA DE PREVISIONES DE LA DEMANDA

***** SUAVEMATIC *****

PERIODO MESES	NUMERO DE DIAS	DEMANDA (kg/mes)	DEMANDA ACUMULATIVA (kg/mes)	INVENTARIO
ENERO	23	11909.52	11906.74	1500.00
FEBRERO	19	11909.53	23816.27	
MARZO	22	11909.53	35725.79	
ABRIL	20	12354.00	48079.79	
MAYO	20	10425.92	58505.71	
JUNIO	22	11500.38	70006.09	
JULIO	23	11912.50	81918.59	
AGOSTO	21	12320.67	94239.26	
SEPTIEMBRE	21	11240.32	105479.58	
OCTUBRE	20	15076.32	120555.90	
NOVIEMBRE	20	10446.11	131002.01	1475.20

A continuación se procede a elaborar el PGP¹ lo más económico posible teniendo en cuenta la siguiente información:

Capacidad de producción:

	<u>7018</u>	<u>SUPER</u>	<u>VERSA</u>	<u>SUAVE</u>
-en tiempo regular:				
máxima (Ton/día)	2.100	0.610	0.700	0.630
mínima (Ton/día)	1.400	0.480	0.360	0.360
-en tiempo suplementario:	20% de la capacidad del tiempo regular.			

Nivel de inventario:

-inventario inicial disponible (Kilogramos)	2000	1500	4000	1500
-inventario final deseado (kilogramos)	2000	1000	1000	1000

Costos:

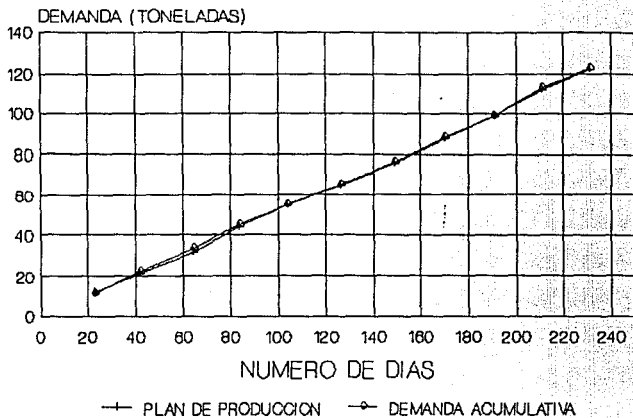
-en tiempo regular	\$311,662.83 por tonelada
-en tiempo suplementario:	\$623,325.66 por tonelada
-de almacenamiento	\$ 960.00 (mensual/kg)
-de escasez	\$ 8,000.00 por kilogramo

Los pasos que se han seguido para la elaboración del PGP se explican a continuación:

1.- Se procedió a construir las curvas acumulativas de la demanda, para los cuatro productos analizados, teniendo en cuenta los inventarios inicial y final. Las gráficas acompañantes muestran dichas curvas.

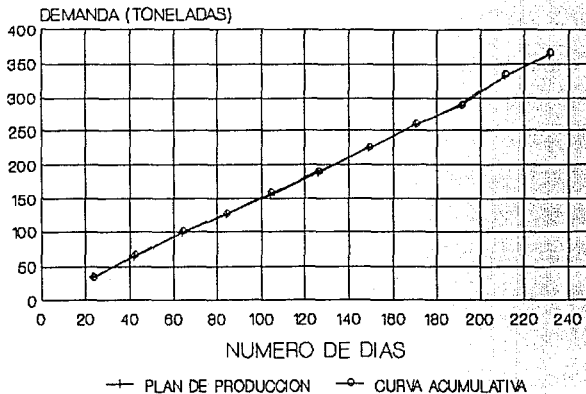
¹ El PGP aquí elaborado está referido a los meses de Enero a Noviembre de 1992; toma los datos de la demanda para dicho periodo y sigue el plan ideal que se debía haber llevado a cabo en el mismo. Solamente ejemplifica los resultados, tan provechosos en sentido económico, que se pueden derivar de efectuar un PGP para todo el año. Tiene como finalidad concientizar y motivar al departamento de planeación de la producción en su eventual actualización para bien de los intereses de la empresa.

CURVA ACUMULATIVA DE LA DEMANDA



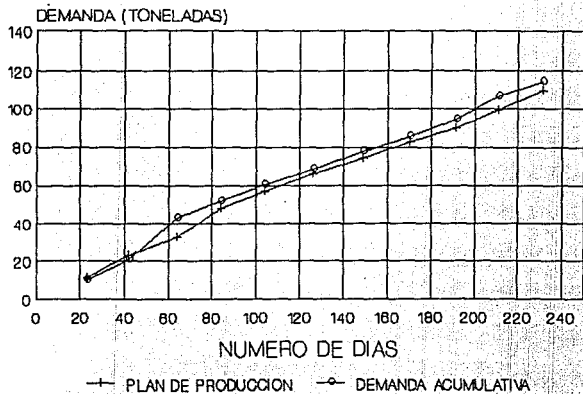
SUPERMATIC

CURVA ACUMULATIVA DE LA DEMANDA



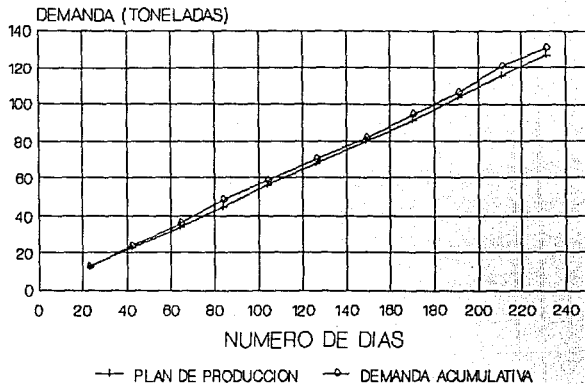
SOLTEC-7018

CURVA ACUMULATIVA DE LA DEMANDA



VERSAMATIC

CURVA ACUMULATIVA DE LA DEMANDA



SUAVEMATIC

2.- Se procedió a analizar cada una de las curvas acumulativas de la demanda con el fin de obtener una posible solución o estrategia de producción para responder a la demanda. Dicha solución se muestra en las anteriores gráficas como PLAN DE PRODUCCION.

Plan: Se sugiere utilizar varias tasas de producción durante el año, ajustando los niveles de producción según las previsiones para la demanda del mes en curso, y a partir de una tasa promedio de producción. Esta última se ha obtenido de la siguiente manera:

$$\text{Tasa promedio de producción} = \frac{\text{demanda total} - \text{inventario inicial} + \text{inventario final}}{\text{número total de días}}$$

SOLTEC-7018:

$$\text{T. P. P.} = \frac{363,801.781 - 2,000 + 1,500}{231} = 1,572.73 \text{ kg/día}$$

SUPERMATIC:

$$\text{T. P. P.} = \frac{122,603.102 - 1,500 + 1,000}{231} = 528.52 \text{ kg/día}$$

SUAVEMATIC:

$$\text{T. P. P.} = \frac{131,002.01 - 1,500 + 1,000}{231} = 564.94 \text{ kg/día}$$

VERSAMATIC:

$$\text{T. P. P.} = \frac{114,580.25 - 4,000 + 1,000}{231} = 483.03 \text{ kg/día}$$

3.- Se definieron las hipótesis de trabajo necesarias para el cálculo de los niveles de inventario al inicio y al final del periodo enero-noviembre. Dichas hipótesis se refieren al hecho de que, con una capacidad instalada de 60 Ton/mes, se puede responder a una demanda mensual equiparable trabajando solamente con tiempo regular, es decir, periodos de trabajo de 8 horas diarias. A un aumento hasta del 20 % de la demanda mensual se prevé un tiempo suplementario de trabajo consecuentemente del 20 % (lo que significan dos horas extras por turno). De igual forma se plantean periodos de entrega mensuales y hasta semanales dependiendo del monto del pedido.

4.- Se calcularon las cantidades por producir en vista de los pronósticos para la demanda obtenidos en un capítulo anterior. De igual forma, se obtuvieron los niveles de inventario inicial y final a partir de registros de la propia empresa.

5.- Se calcularon los costos diferenciales para el plan de producción planteado. Esto quiere decir el cálculo de los costos por escasez de los productos y de los costos por almacenamiento de los mismos.

En el caso de los costos por escasez se tiene que:

$$\text{costo de escasez} = \text{inventario inicial}^2 \times \text{costo unitario de escasez}$$

Para el costo de almacenamiento:

$$\text{costo de almacenamiento} = \text{inventario inicial} \times \text{costo unitario de almacen}$$

6.- Analizando las ventajas y desventajas de este plan tenemos que, al reducirse los costos de almacenamiento aumenta el riesgo de tener escasez de productos, pero en vista de los pronósticos que se tienen para la demanda se prevé que la capacidad instalada de la planta es suficiente para responder a un alza inesperada en la demanda, de modo que el Programa General de Producción para los principales productos que se fabrican en la empresa es como aparece en las tablas de resumen que a continuación se presentan.

²Se refiere a la resta del inventario final del mes anterior menos la demanda para el mes en curso expresada como:

$$\text{Escasez} = \text{inventario final} - \text{demanda del mes}$$

PLAN GENERAL DE PRODUCCION
A-4 TASAS DE PRODUCCION

***** SOLTEC-7018 *****

PERIODO	No. / TASA DE DE PRODUCCION		PRODUCCION (kg/mes)					DEMANDA	INVENTARIO (kg/mes)		COSTOS (\$/MES)	
	DIAS	(kg/dia)	TR	TS	IM.A.	TOTAL	(kg/mes)	INICIAL	FINAL	ESCASEZ	ALMACENAMIENTO	
A	B	C	D=B+C	E	F	G=D+E+F	H	I+J-H	J+G-I	K=I-B000	L=J+G60	
SECC INICIAL									2000.00		\$1,520.000	
ENERO	23	1500	124500			124500.00	132072.89	1-31072.89	12427.11	(\$248,582,110)	\$3,290.027	
FEBRERO	19	1500	129500	1500		130050.00	132072.89	1-29645.78	354.22	(\$217,166,220)	\$340.054	
MARZO	22	1500	132000	0		132000.00	132072.89	1-32718.67	281.33	(\$261,749,330)	\$279.769	
ABRIL	20	1400	129000	0		129000.00	126210.00	1-26028.67	11971.33	(\$268,229,330)	\$1,852.480	
MAYO	20	1400	129000	12000		130000.00	131767.08	1-29795.75	204.25	(\$238,365,970)	\$156.084	
JUNIO	22	1400	130800	11000		132100.00	132257.50	1-32053.25	46.75	(\$256,425,970)	\$44.884	
JULIO	23	1600	126000	0		126000.00	13495.25	1-34258.53	11941.50	(\$278,567,970)	\$1,863.844	
AGOSTO	21	1600	132600	0		132600.00	134300.00	1-32228.50	11241.50	(\$258,867,970)	\$1,191.844	
SEPTIEMBRE	21	1400	129400	0		129400.00	129103.00	1-2781.50	1528.50	(\$222,851,970)	\$1,476.964	
OCTUBRE	20	2100	142000	12000		145000.00	145745.29	1-44206.89	793.11	(\$253,655,050)	\$71.389	
NOVIEMBRE	20	1500	120000			120000.00	130194.89	1-29401.78	598.22	(\$235,214,210)	\$574.295	

NOTA: PARA EFECTOS DE CALCULO LA DEMANDA ES
PROMEDIADA PARA LOS MESES ENERO-MARZO

COSTO TOTAL DIFERENCIAL

(\$2,900,017,140)

\$13,821,943

COSTO TOTAL ABSOLUTO

(\$2,817,839,082)

IMPORTANTE: LOS COSTOS POR ESCASEZ SERIAN REALES
SI PRODUCCION NO SATIFICARA LA DEMANDA

PLAN GENERAL DE PRODUCCION
A TARTAS DE PRODUCCION
***** SUPERMATIC *****

PERIODO	No. TASA DE		PRODUCCION (kg/seg)				DEMANDA		INVENTARIO (kg/seg)		COSTOS (\$/MES)	
	DE PRODUCCION		TR	TS	IN.A	TOTAL	(kg/seg)		INICIAL	FINAL	ESCAZOS	ALMACENAMIENTO
	A	B	C	D=B+C	E	F	G=D+E+F	H	I=H	J=H+I	K=ESCAZ	L=I+K
SENO INICIAL										11599.00		\$1,440.000
ENERO	23	500.00	11500	0		111500.00	111146.10	-6646.10	1857.99		177,148.89001	\$1,779,744
FEBRERO	19	500.00	9500	0		95000.00	111146.10	-6292.20	207.80		174,217.69001	\$1,995,422
MARZO	22	500.00	11000	0		111000.00	111146.10	-16928.20	51.70		187,566.40001	\$2,222,222
ABRIL	20	550.00	11000	600		111600.00	111624.00	-11542.20	57.70		182,228.45001	\$2,459,372
MAYO	20	550.00	11000	0		111000.00	9675.92	-9618.22	1381.78		176,945.76001	\$2,705,309
JUNIO	22	480.00	10560	0		110560.00	10750.28	-9368.69	1191.40		174,946.89001	\$2,954,744
JULIO	23	480.00	11040	0		111040.00	111162.50	-9921.10	1068.90		179,768.80001	\$3,216,144
AGOSTO	21	520.00	11120	0		111120.00	111370.67	-10561.77	628.23		184,013.16001	\$3,485,101
SEPTIEMBRE	21	520.00	11120	0		111120.00	110490.00	-9861.77	1268.23		178,894.16001	\$3,766,501
OCTUBRE	20	520.00	10660	12500		112160.00	114085.29	-12917.06	282.94		182,526.46001	\$4,059,022
NOVIEMBRE	20	520.00	10660	0		110660.00	9830.04	-9547.10	1052.99		176,376.80001	\$4,345,784
NOTA: PARA EFECTOS DE CALCULO LA DEMANDA ES							COSTO TOTAL DIFERENCIAL				1904,626,16001	\$9,692,241
FROCASTICO PARA LOS MESES ENERO-MARZO.												
IMPORTANTE: LOS COSTOS POR ESCAZOS SERIAN REALES SI PRODUCCION NO SATISFICIERA LA DEMANDA											COSTO TOTAL ABSOLUTO	\$13,527,421

PLAN GENERAL DE PRODUCCION
A LAS TASAS DE PRODUCCION

***** VEREMATIC *****

PERIODO	No. DE DIAS	TASA DE PRODUCCION (kg/ha)	PRODUCCION (tonnes)				DEMANDA (kg/ha)	INVENTARIO (kg/ha)		COSTOS (€/MES)		
			TR	TS	TA	TOTAL		INICIAL	FINAL	ESCASEZ	ALMACENAMIENTO	
A	B	C	D=BxC	E	F	G=D+E+F	H	I=J-H	J=K+I	K=198000	L=J+K	
ENERO INICIAL:									4500.00		12.640.000	
ENERO	23	500.00	11300			11300.00	10416.35	-816.35	5683.61	151.331.081	14.880.270	
FEBRERO	19	500.00	9500			9500.00	10416.35	-922.77	4167.22	142.662.165	14.000.340	
MARZO	22	700.00	15400	12500		17900.00	12198.50	-17820.27	79.73	142.562.169	176.540	
ABRIL	20	460.00	9200	0		9200.00	9205.00	-9125.27	74.73	143.002.169	171.740	
MAYO	20	460.00	9200	0		9200.00	8620.00	-8605.27	554.73	148.842.169	1570.940	
JUNIO	22	560.00	12320	0		12320.00	7798.75	-7204.02	715.98	147.632.169	1687.240	
JULIO	23	560.00	12920	0		12920.00	8766.50	-8050.52	229.48	144.404.169	920.200	
AGOSTO	21	560.00	11760	600		12360.00	8355.00	-8125.52	24.48	145.004.169	133.100	
SEPTIEMBRE	21	460.00	9240	0		9240.00	8653.11	-8618.63	1641.37	148.949.049	999.714	
OCTUBRE	20	500.00	10000	1500		11500.00	12538.00	-11516.63	-16.63	192.132.049		
NOVIEMBRE	20	460.00	9200	0		9200.00	7743.61	-7760.24	1439.76	142.081.929	11.382.169	

NOTA: PARA EFECTOS DE CALCULO LA DEMANDA ES FICTICIA PARA LOS MESES ENERO-MARZO

COSTO TOTAL DIFERENCIAL (1788.604.291) 112.922.651

IMPORTANTE: LOS COSTOS POR ESCASEZ SERIAN REALES SI PRODUCCION NO SATISFICIERA LA DEMANDA

COSTO TOTAL ABSOLUTO 1801.526.944

PLAN GENERAL DE PRODUCCION
A LAS TASAS DE PRODUCCION
***** SYMATIC *****

PERIODO	No. DE DIAS	TASA DE PRODUCCION (kg/día)	PRODUCCION (kg/mes)				DEMANDA INICIAL (kg/mes)	DEMANDA INCREMENTAL (kg/mes)		COSTOS (\$/MES)		
			TR	TS	M.A.	TOTAL		INICIAL	FINAL	ESCASEZ	ALMACENAMIENTO	
A	B	C	D+B+C	E	F	G+D+F+E+F	H	I+J-H	K+G-I	L+I+K+G	M+J+G	
SEDO INICIAL									1500,00		\$1.440,000	
ENERO	23	520,00	12190	0		12190,00	11909,53	-10409,53	1780,47	(982,276,22)	\$1.709,254	
FEBRERO	19	520,00	10070	500		10570,00	11909,53	-10129,06	440,94	(821,032,440)	\$423,267	
MARZO	22	520,00	11660	500		12160,00	11909,53	-11468,58	691,42	(651,748,620)	\$663,761	
ABRIL	20	560,00	11200	600		11800,00	12354,00	-11662,58	137,42	(893,200,660)	\$131,921	
MAYO	20	560,00	11200	0		11200,00	10425,92	-10285,50	911,50	(882,305,020)	\$875,038	
JUNIO	22	520,00	11660	0		11660,00	11590,38	-10589,88	1071,12	(824,711,660)	\$1.025,272	
JULIO	23	520,00	12190	0		12190,00	11912,50	-10641,38	1348,62	(826,731,660)	\$1.294,673	
AGOSTO	21	520,00	11130	0		11130,00	12320,67	-10972,05	157,95	(887,776,420)	\$151,620	
SEPTIEMBRE	21	580,00	12180	0		12180,00	11240,32	-11082,37	1097,63	(888,659,580)	\$1.052,722	
OCTUBRE	20	580,00	11660	12700		14200,00	11576,32	-13578,69	221,31	(8111,829,540)	\$208,455	
NOVIEMBRE	20	580,00	11660	0		11660,00	10446,11	-10124,80	1475,20	(880,998,420)	\$1.416,190	
NOTA: PARA EFECTOS DE CALCULO LA DEMANDA ES PROYECTADA PARA LOS MESES ENERO-MARZO.									COSTO TOTAL DIFERENCIAL	\$ 972,371,490	\$9.655,222	
IMPORTANTE: LOS COSTOS POR ESCASEZ SERIAN REALES SI PRODUCCION NO SATISFICIERA LA DEMANDA									COSTO TOTAL ABSOLUTO	\$981,427,702	*****	

ANALISIS DEL PGP:

Una vez realizados y registrados los cálculos en las tablas se extrae la información más importante para cada uno de los productos analizados y se concluye lo oportuno de efectuar el Plan General de Producción:

SOLTEC-7018

Se sugiere utilizar cuatro tasas de producción para el periodo enero-noviembre, en vista de las variaciones existentes en la demanda y a la acumulación de inventarios en almacén. El uso de cuatro meses de tiempo suplementario obedece a la imposibilidad de satisfacer la demanda con la capacidad instalada en tiempo regular. Los datos arrojados indican que, para el mes de octubre, se necesita emplear a fondo la capacidad instalada y hacer uso de horas extras para satisfacer la demanda. La producción en dicho tiempo de 3,000 kg es el resultado de trabajar 15 horas extras en todo el mes; esto es, a razón de 200 kg por cada hora extra.

El costo diferencial por almacenamiento nos indica un promedio de 1,000,000 de pesos por mes, mismos que son necesarios en vista del promedio de demanda que se tiene para los siguientes meses.

SUPERMATIC

Se sugiere utilizar cuatro tasas de producción para el periodo enero-noviembre, en vista de las variaciones existentes en la demanda y a la acumulación de inventarios en almacén. El uso de dos meses de tiempo suplementario obedece a la imposibilidad de satisfacer la demanda con la capacidad instalada en tiempo regular. Los datos arrojados indican que, para el mes de octubre, se necesita hacer uso de horas extras para satisfacer la demanda. La producción en dicho tiempo de 2,500 kg es el resultado de trabajar 13 horas extras en todo el mes; esto es, a razón de 200 kg por cada hora extra.

El costo diferencial por almacenamiento nos indica un promedio de 700,000 de pesos por mes, mismos que son necesarios en vista del promedio de demanda que se tiene para los siguientes meses.

VERSAMATIC

Se sugiere utilizar cinco tasas de producción para el período enero-noviembre, en vista de las variaciones existentes en la demanda y a la acumulación de inventarios en almacén. El uso de tres meses de tiempo suplementario obedece a la imposibilidad de satisfacer la demanda con la capacidad instalada en tiempo regular. Los datos arrojados indican que, para el mes de marzo, se necesita emplear a fondo la capacidad instalada y hacer uso de horas extras para satisfacer la demanda. La producción en dicho tiempo de 2,500 kg es el resultado de trabajar 13 horas extras en todo el mes; esto es, a razón de 200 kg por cada hora extra.

El costo diferencial por almacenamiento nos indica un promedio de 1,000,000 de pesos por mes, mismos que son necesarios en vista del promedio de demanda que se tiene para los siguientes meses, así como por el rango de variación en la demanda que se tiene.

SUAVEMATIC

Se sugiere utilizar cinco tasas de producción para el período enero-noviembre, en vista de las variaciones existentes en la demanda y a la acumulación de inventarios en almacén. El uso de cuatro meses de tiempo suplementario obedece a la imposibilidad de satisfacer la demanda con la capacidad instalada en tiempo regular. Los datos arrojados indican que, para el mes de octubre, se necesita emplear a fondo la capacidad instalada y hacer uso de horas extras para satisfacer la demanda. La producción en dicho tiempo de 2,700 kg es el resultado de trabajar 14 horas extras en todo el mes; esto es, a razón de 200 kg por cada hora extra.

El costo diferencial por almacenamiento nos indica un promedio de 755,000 pesos por mes, mismos que son necesarios en vista del promedio de demanda que se tiene para los siguientes meses, así como por el rango de variación en la demanda que se tiene.

Cabe aclarar que el tiempo de trabajo en horas extras, para todos los productos, solamente es imputable al área de corte y obtención de varillas, pues su capacidad instalada es la de más bajo rendimiento.

Los costos por escasez de producto, en las cuatro tablas de resumen, sirven para justificar periodos de entrega mensuales y avance en la producción.

Las ventajas de efectuar este Plan de Producción son:

- 1.- Poder variar las tasas de producción y visualizar sus efectos en inventarios y escasez de producto con ayuda de una hoja de cálculo y elegir así lo que más convenga a los intereses de la empresa.
- 2.- Permite comparar demanda contra producción y controlar así los inventarios, evitando grandes volúmenes de producto en almacén y reduciendo sustancialmente los costos y el espacio utilizado.

CAPITULO VI CONTROL DE CALIDAD

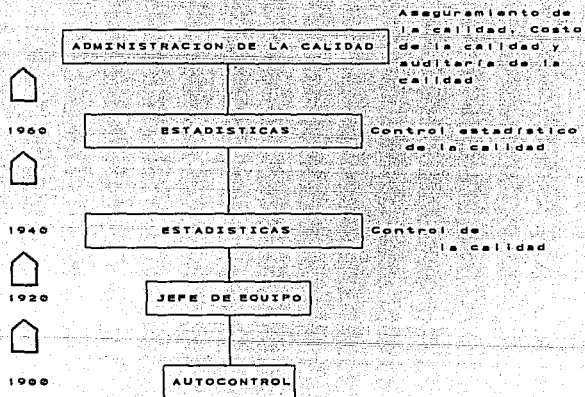
VI.1 EL CONCEPTO DE CALIDAD

La calidad de un objeto o de un producto ha sido siempre una meta buscada por el hombre. El artista crea obras únicas con el deseo de impartirles un valor permanente, y los artesanos fabrican sus productos siguiendo normas que fueron establecidas desde la antigüedad. El año 1790 marcó el inicio de una nueva era de la industrialización con la producción de piezas de repuesto. A partir de 1900, con el nacimiento de las grandes fábricas, el obrero, que hasta entonces era responsable de la calidad de su producción (auto-control) vio pasar esta responsabilidad a un jefe de grupo.

Durante la segunda guerra mundial, las demandas de equipo y de provisiones para el ejército hicieron necesario el aumento de la productividad de las empresas. Para mantener la productividad y la calidad a un nivel aceptable, se transfirió la responsabilidad de la calidad a un inspector. Con esto se desencadenó la producción en masa y una serie de nuevos avances tecnológicos. Entonces la evaluación de la calidad se transfirió a un grupo especializado denominado control de la calidad. Para esto se introdujeron principios científicos, y de control estadístico. Con la explosión industrial de los años sesentas apareció la administración de la calidad.

A continuación se presenta un cuadro del avance del concepto de calidad, a través de los años.

EL CONCEPTO DE CALIDAD A TRAVES DE LOS AÑOS



Como ya se dijo anteriormente el control de la calidad moderno utiliza métodos estadísticos y suele llamarse control de calidad estadístico. Practicar el control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto que sea el más económico, el más útil y que cumpla con las características deseables del consumidor. Para alcanzar esta meta, es preciso que en la empresa todos promuevan y participen en el control de la calidad, incluyendo en esto a los altos ejecutivos así como a todas las áreas y a todos en general.

Hacer control de la calidad significa :

- Emplearlo como base.
- Hacer un control integral de costos, precios y utilidades.
- Controlar la cantidad (producción, ventas, inventarios).
- Controlar las fechas de entrega.

Para realizar un programa de aseguramiento de calidad se necesita:

- Planear lo que se va hacer.
- Hacer lo que se planeó.
- Documentar lo que se hizo.

En cualquier sistema productivo, la entrega a tiempo, el servicio y la calidad son la base sobre las cuales la oportunidad juega un papel primordial. Esta oportunidad es la de ingresar a un mercado y poder mantenerse en él, con base en la productividad, precio, calidad, tiempo de entrega y servicio.

VI.2 ORGANIZACION DEL DEPARTAMENTO DE CALIDAD

Una vez que la política y la función calidad han sido definidas y reconocidas dentro de la empresa, el responsable debe organizar el departamento de calidad. Este departamento depende del tamaño de la empresa, de la naturaleza de los productos y de los riesgos asociados. Es una elección puramente económica y de la cual se desprenderán separadas o reagrupadas al nivel de:

- Calidad de concepción: Actividades que permiten elaborar los documentos de trabajo necesarios para la elaboración del producto.
- Calidad de conformidad: Actividades que permiten fabricar un producto conforme las especificaciones y la política de calidad de la empresa.
- Calidad de ejecución : Actividades que permiten verificar que el producto procure el servicio esperado por el consumidor.

La estructura del departamento de calidad puede por tanto tomar varias formas:

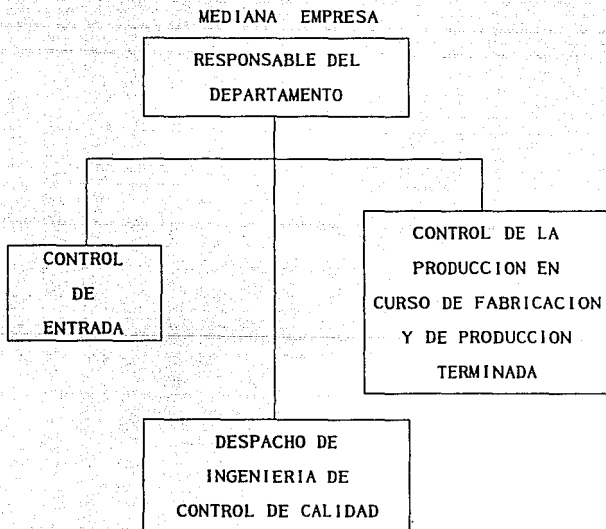
Pequeña Empresa : El responsable del departamento de la calidad trabaja muy a menudo al nivel de concepción y ejecución, y es asistido por uno o varios técnicos para el control de la conformidad, para esto, tenemos en la figura lo que corresponde a este caso.

PEQUEÑA EMPRESA

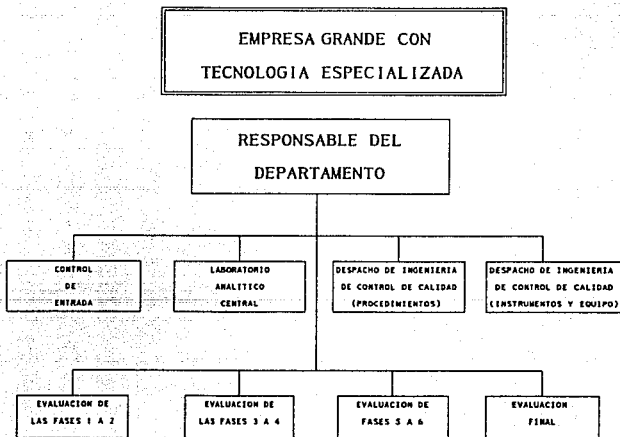
RESPONSABLE DEL
DEPARTAMENTO

TECNICO
(UNO O VARIOS
RESPONSABLES)

Mediana Empresa : El responsable de la calidad puede aislar ciertas actividades y confiarlas a responsables de grupos (control de entrada, control de la producción en curso y de los productos terminados). Un despacho de Ingeniería de la calidad se encargará de la concepción y de la ejecución como se muestra en siguiente figura.



Empresa Grande : Aquí el responsable puede estructurar su área para responder a diferentes necesidades de la empresa: control de entrada, control de la producción en proceso y de los productos terminados (control separado o conexo a uno o varios procedimientos de fabricación), laboratorio central de análisis, despacho de ingeniería especializado en una tecnología o una actividad de servicio.



De acuerdo a la clasificación anterior Soltec es una empresa mediana por su volumen de venta. Entrando en la organización del departamento de calidad dicha empresa tendrá su responsable o su jefe de departamento, una persona que tenga el control de las entradas de los datos, que lleve el control de la producción en curso y de la terminada y los reportes para su jefe inmediato y la gerencia.

El control de la calidad en la fabricación es, de hecho, lo que viene a la mente en la mayor parte de las personas cuando escuchan el término control de la calidad. En realidad, hay tres subfases importantes que describen el control a largo del proceso de fabricación.

Estas tres subfases comprenden lo siguientes aspectos:

- a) Inspección y control de calidad en las materias primas recién adquiridas.
- b) La inspección de los productos y el control de los procesos.
- c) La inspección y verificación del correcto funcionamiento del producto.

Es en estas tres subfases en donde encuentran su mayor aplicación las acreditadas técnicas para la inspección y control estadístico de la calidad.

En este nivel es oportuno indicar que las técnicas que se han venido señalando desempeñan funciones distintas. Así, las inspecciones y la verificación de productos, proporcionan el control necesario para evitar la filtración de artículos que no satisfacen los patrones de calidad así como aquellos con pocas posibilidades de satisfacerlos. Las técnicas de control del proceso de producción, tienen como finalidad determinar cuándo el proceso, que genera las medidas patrones de calidad, tiene una probable falla. Estas técnicas proporcionan la acción correctiva a seguir antes de que las pérdidas por material de desecho se vuelvan mayores.

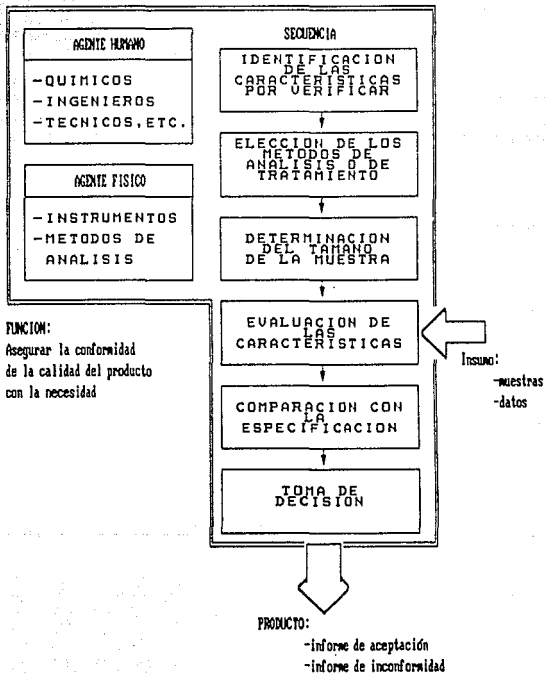
VI.3 SISTEMA DE ADMINISTRACION DE LA CALIDAD

Como ayuda gráfica para explicar el funcionamiento del sistema de administración de la calidad se anexa, en la siguiente hoja, una figura cuyas partes se explican a continuación:

La función consiste aquí en asegurar la conformidad del producto con la necesidad. El insumo corresponde a las muestras (productos y materiales que serán analizados) y a las condiciones de la línea de fabricación. El agente humano es el personal administrativo y técnico del departamento de control o de aseguramiento de calidad. El agente físico es el conjunto de documentos y de instrumentos que permiten la evaluación de los productos. La secuencia va de la identificación de las características a la toma de decisiones: los productos están conformes o no con la necesidad. El medio ambiente interno está compuesto por los laboratorios, presupuestos de operación, especificaciones, la política de calidad y los procedimientos administrativos; el medio ambiente externo comprende las leyes de los reglamentos que regulan la industria y sus productos. Finalmente, el producto corresponde a los informes sobre la calidad de los productos.

En el sistema de administración de la calidad, el sistema de control se crea para evitar los productos defectuosos e informar a los demás departamentos sobre la calidad de los productos en las diferentes fases de su transformación. El sistema organizacional depende de la naturaleza de los productos y de la magnitud de la empresa. El sistema de información identifica separadamente los informes necesarios para las actividades del departamento y los emitidos por el departamento de aseguramiento de la calidad. El sistema operacional comprende un conjunto de secuencias cuya finalidad es la de obtener productos conformes con las necesidades.

SISTEMA DE LA CALIDAD DE UN PRODUCTO



VI.4 CONTROL ESTADISTICO

Para tener un entendimiento claro de lo que es el control estadístico de calidad conviene definir lo que es estadística.

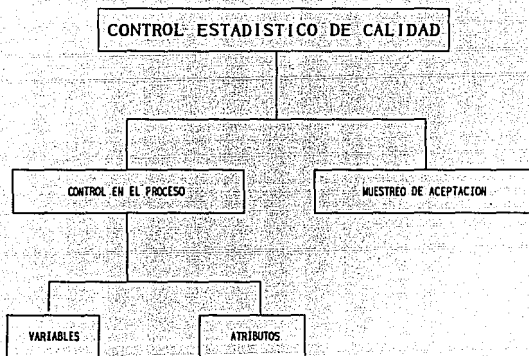
No se limita simplemente a la recopilación de una serie de datos que son representados en forma de tablas o gráficos. La estadística es una ciencia que trata de responder preguntas tales como:
¿Cuál es la forma de plantear un programa para obtener datos de tal manera que se puedan inferir buenas conclusiones a partir de estos datos? ¿Que tan dignas de confianza son las conclusiones?

Los métodos estadísticos consisten en hacer inferencias a partir de datos recopilados para llegar a conclusiones satisfactorias en el estudio de un evento determinado.

Obviamente el control estadístico de calidad, es el control de calidad en el que se utilizan métodos estadísticos.

En otras palabras, es un sistema de inspección, análisis y acción, aplicado al proceso de manufactura, de tal manera que, por medio del estudio de una pequeña parte del producto manufacturado y analizando adecuadamente los datos concernientes a sus características de calidad, se puede determinar la acción a seguir en el proceso, para mantener un nivel deseado de calidad.

La colección, análisis e interpretación, son realizados por el Departamento de Calidad. La acción correctiva es prescrita por el Departamento de Producción. En su más amplia aplicación, el control estadístico de calidad es una herramienta preventiva usada para minimizar el desperdicio, aumentando la producción. En la figura siguiente se muestra el organigrama del control estadístico de calidad.



Para tener un buen departamento de calidad y poderlo administrar bien debe complementarse con un control de la calidad, es decir por la verificación de los productos y los procedimientos de fabricación. Esto se hace con el objetivo de medir el grado de apego de productos y procedimientos a las especificaciones que definen la calidad requerida.

EXIGENCIAS PREVIAS AL CONTROL ESTADISTICO

-Especificaciones: estas son las prescripciones que permiten realizar un producto de calidad. Deben describir el trabajo en detalle. Se les puede reclasificar en dos grupos según la estructura organizacional de la empresa y las características del producto.

- Especificaciones de abastecimiento (materia prima, material de embalaje).

- Especificaciones operacionales (procedimiento, producto en curso de fabricación, producto terminado).

Los primeros son utilizados principalmente por el departamento de abastecimiento para negociar con los proveedores y por el departamento de calidad y verificar éste las compras. También son muy útiles al almacén para conocer las condiciones de almacenamiento.

Cada especificación, debe contener los siguientes elementos:

-Nombre del producto.

-Normas generales, es decir principios aceptables por la industria o reconocidos como normas.

-Estándares particulares, es decir, los criterios que indiquen las tolerancias y hagan referencia a los métodos de evaluación.

-Almacenamiento y entrega.

-Medidas de seguridad para el operador o el empleado.

Los segundos en la clasificación anterior, son documentos utilizados sobre todo en el departamento de producción, por la división de aseguramiento de la calidad a fin de verificar la ejecución y la conformidad del producto y del procedimiento y en ciertos casos por el departamento de ventas para negociar con el cliente algunos atributos.

Ahora bien, las especificaciones de procedimiento o de ensamble deben explicar con detalle el curso del producto y describir en cada etapa de la transformación las condiciones de producción (temperatura, presión, velocidad, etc.), así como los puntos de control que permitirán obtener un producto que cumpla las especificaciones. Con este fin resultan muy útiles los diagramas de ruta o de recorrido.

Las especificaciones del producto en curso deben indicar las características, normas, estándares y tolerancias, las referencias a los métodos de evaluación y la listas de defectos, con su nivel aceptable en las etapas del procedimiento; los planes y los diseños son a veces indispensables.

Las especificaciones del producto terminado contienen los mismos elementos, pero se refieren a la fase final de la fabricación. Estas indican los análisis a los que deben someterse el producto antes de la comercialización y las pruebas sobre las muestras guardadas en el almacén, a fin de confirmar la estabilidad y la fiabilidad del producto cuando se encuentre en el mercado, y este punto es muy importante porque es un paso antes del cliente. Finalmente, el producto debe respetar las leyes y los reglamentos que rijan este tipo de producto.

Con estos puntos aplicados en Soltec el nivel de confianza en los productos se incrementará notablemente.

Para la descripción del producto se necesitan indicar ciertas especificaciones para cada característica, la norma, el estándar y la tolerancia. A continuación se dan las definiciones de estos términos:

Característica: Aspecto o dimensión del producto sujeto a una norma o estándar. La característica también puede clasificarse conforme algunas propiedades (física, química, eléctrica, biológica, etc.), también puede ser una variable cuantitativa o cualitativa.

Norma: Es un dato de referencia resultante de una elección, destinada a servir de base en la interpretación, la norma está definida y protegida por un estatuto legal.

Estándar: Regla definida en el interior de la empresa para caracterizar el producto. Cuando una característica está sujeta a una norma, el estándar debe ser favorable a la norma.

Tolerancia: Variación dentro de la cual todo valor de la característica se considera acorde con la norma o estándar.

BASES DEL CONTROL ESTADISTICO

Considerando que será útil recordar algunas nociones previas a la aplicación del control de calidad, se explican conceptos como:

- La distribución normal y el cálculo de su media y su dispersión, que se utilizan para el control de las magnitudes medibles o control por variables.
- La noción de defecto o de defectuoso, utilizada para el control de las dimensiones no medibles o control por atributos.

Como ya sabemos la calidad es variable, puesto que el proceso de fabricación produce unidades similares pero no idénticas.

Distribución Normal:

Para entender dicho término considérese el caso de dos grupos de estudiantes y, analizando la distribución de las calificaciones obtenidas en un examen, se tienen a continuación los siguientes resultados graficados (obteniéndose, así, la calidad de dos grupos):

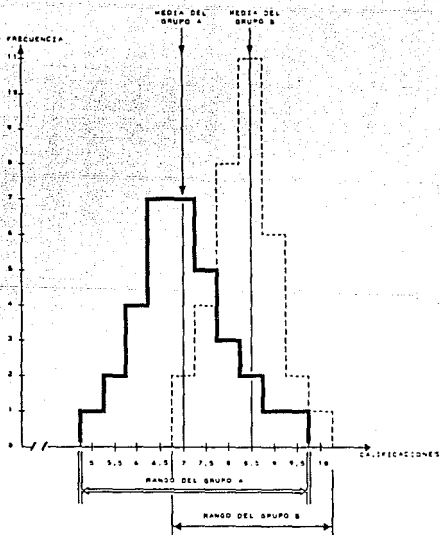
GRUPO A

CALIFICACIONES	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10
FRECUENCIA	1	2	4	7	7	4	3	2	1	1	0

GRUPO B

CALIFICACIONES	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10
FRECUENCIA	0	0	0	0	2	4	8	11	7	2	1

COMPARACION DE LAS CALIFICACIONES OBTENIDAS POR LOS ESTUDIANTES DE DOS GRUPOS.



Cada uno de tales grupos puede ser identificado por la media y la dispersión que tendrán las calificaciones alrededor de este valor central. En la industria puede hacerse lo mismo para todas las características de un producto fabricado en serie en una misma máquina o en máquinas idénticas ubicadas en talleres diferentes. Las diferencias entre las unidades de una misma producción provienen de las variaciones en los materiales, la precisión de la máquina y la calificación de la mano de obra. Y por lo general esta distribución normal toma la forma de una campana, y tiene un rango y una desviación estándar.

La media aritmética (\bar{X}) es un valor representativo de un conjunto de datos:

$$\bar{X} = \Sigma x/n$$

Donde:

Σx es la suma de los valores individuales

n es el número de datos

\bar{X} es la media de los datos

El rango (E) de un conjunto de datos, es la diferencia entre el dato más grande y el más pequeño:

$$E = X_{\max} - X_{\min}$$

Donde:

X_{\max} es el valor más grande observado

X_{\min} es el valor más pequeño observado

La desviación estándar (σ) de un conjunto de datos es la expresión de dispersión que se utiliza con mayor frecuencia en el control de la calidad. Es la raíz cuadrada de la varianza o bien la raíz cuadrada del cuadrado de las desviaciones respecto a la media aritmética:

$$\sigma = (\Sigma (x - \bar{X})^2 / n)^{1/2}$$

Donde:

Σ es la suma de

x es un valor individual

\bar{X} es la media aritmética

n es el número de datos

VI.5 CONTROL DE LA CALIDAD DEL SISTEMA DE FABRICACION

Una vez que las especificaciones y métodos de evaluación han sido definidos, se precede a elaborar el programa de control para asegurar que el producto cumplirá con las especificaciones. Para ello se han determinado:

- Los puntos de control (qué y dónde controlar).
- Las técnicas de control (cómo, cuántas unidades y con qué frecuencia).

Puntos de control.

No todas las características del producto van a ser verificadas, se han identificado las características que deben ser verificadas y los puntos exactos en los que se ejecutará el control.

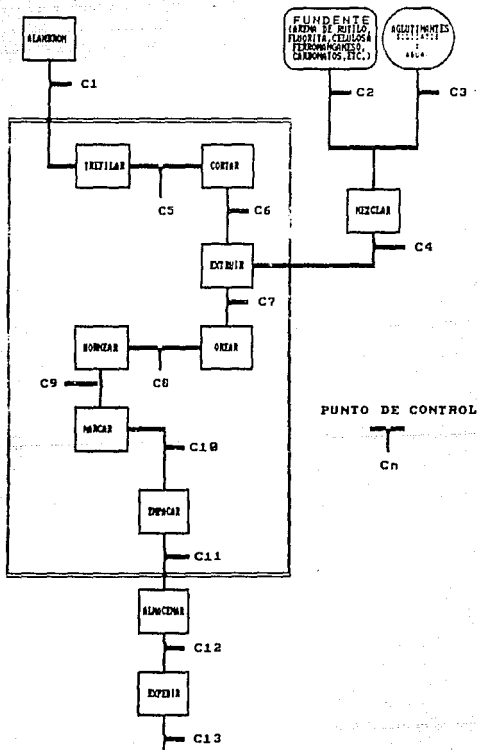
Estos puntos de control se han situado:

- En el insumo, para asegurar que los materiales o componentes defectuosos no entren en la producción.
- Durante la secuencia de fabricación, a fin de señalar las unidades defectuosas lo más cerca posible de su origen e identificar las causas.
- En el producto obtenido, para verificar que la calidad del producto terminado satisface las especificaciones.

En la práctica, el departamento de calidad debe utilizar una combinación de estos tres enfoques, de tal modo que las unidades defectuosas sean detectadas rápidamente y no produzcan costos adicionales de fabricación como los de escrutinio, reproceso y destrucción de productos terminados.

A continuación aparece un esquema que muestra los diferentes puntos de control de la calidad que se proponen durante la fabricación de los electrodos.

PUNTOS DE CONTROL DE LA CALIDAD
DURANTE LA FABRICACION DE LOS ELECTRODOS



**PUNTOS DE CONTROL DE LA CALIDAD
DURANTE LA FABRICACION DE LOS ELECTRODOS**

PUNTO DE CONTROL	METODO DE CONTROL
C 1 C 2 C 3	ALAMBRON, FUNDENTE, AGLUTINANTES: PLAN DE MUESTREO PARA VERIFICAR LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE CADA LOTE, ASI COMO UN CONTROL DE LAS CONDICIONES DEL ALMACEN.
C 4	MEZCLA: CARTA DE CONTROL DIARIA SOBRE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS MEZCLAS.
C 5	TREFILADO: PLAN DE MUESTREO PARA VERIFICAR LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS ROLLOS TREFILADOS ASI COMO UN CONTROL DEL DESGASTE DE LOS DADOS.
C 6	CORTE: PLAN DE MUESTREO PARA VERIFICAR LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS VARILLAS CORTADAS.
C 7	EXTRUSION DE LA MEZCLA: CONTROL RUTINARIO DEL PROCEDIMIENTO PARA VERIFICAR EXCENTRICIDAD, DESGASTE DE ANILLOS, Y ASPECTO DE LOS ELECTRODOS OBTENIDOS.
C 8 C 9	OREO Y HORNEO: PLAN DE MUESTREO PARA VERIFICAR LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS ELECTRODOS ASI COMO UN CONTROL DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD DE LOS MISMOS.
C 10	MARCADO: CARTA DE CONTROL PARA VERIFICAR EL ASPECTO FISICO DE LA(S) MARCA(S).
C 11	EMPAQUE: INSPECCION AL 100% POR LOS OPERADORES PARA VERIFICAR LA APARIENCIA FISICA DE LOS ELECTRODOS Y LA IDENTIFICACION DEL PRODUCTO.
C 12	ALMACENAMIENTO: CONTROL DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO TERMINADO
C 13	EXPEDICION: CONTROL DE LA IDENTIFICACION Y EL DESTINO DEL PRODUCTO EN CASO DE PEDIDO.

Técnicas de Control:

En la hoja previa se han mostrado las técnicas que se sugieren sean utilizadas en los puntos de control del esquema: plan de muestreo, carta de control o inspección al 100 %.

- El plan de muestreo tiene como finalidad evaluar, en un punto, la calidad del lote (N) por medio de una muestra (n) cuyo tamaño se precisa en el plan.
- La carta de control sirve para evaluar la calidad de un producto durante su fabricación con la ayuda de gráficas (media, rango, varianza, etc.) que permita visualizar la calidad y prevengan al operador de toda fluctuación anormal.
- La inspección al 100% consiste en inspeccionar cada una de las unidades que pasa por el punto de control.

Conviene aquí incluir algunas palabras sobre cada técnica:

Inspección al 100%:

Este método es algunas veces técnica y económicamente imposible dado que, con las máquinas de alta producción, se necesitan varios días e inspectores para evaluar la calidad de todos los productos de una jornada, sin embargo el caso que aquí se trata tiene la siguiente característica: se trata de defectos fáciles de detectar y los productos dañados pueden ser eliminados por el operador de la máquina rotuladora durante el curso de la impresión del código o, en su defecto, por el empaquetador de los electrodos.

Plan de Muestreo:

Este plan se basa en la estadística y sirve para diferenciar los lotes adecuados de los defectuosos. La pertinencia de una decisión relativa a un lote depende de la elección aleatoria de las unidades y del tamaño de la muestra. Toda distorsión en el tamaño de la muestra o la forma de tomarla puede proporcionar un error de decisión. Existen varios planes de muestreo normalizados, los cuales pueden clasificarse en dos categorías principales: planes de muestreo por atributos (magnitud no medible) y por variables (magnitud medible).

A todo plan de muestreo corresponde una curva de eficacia.

Curva de eficacia:

La decisión de aceptar o rechazar el producto sometido a la inspección depende del tamaño del lote sujeto a inspección (N), del tamaño de la muestra (n) y del criterio de aceptación (c) prescrito por el plan.

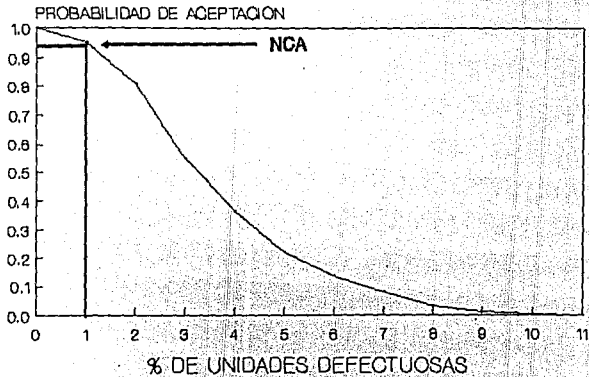
El hecho de que se inspeccione una muestra cuyo tamaño sea inferior al del lote y que los defectos no se distribuyan uniformemente en el lote genera riesgos de error: el de aceptar un lote defectuoso (riesgo β), que se conoce como *riesgo del cliente*, o el de rechazar un lote adecuado (riesgo α), que es conocido como *riesgo del productor*. El precio pagado para evitar una inspección al 100% es muy elevado, y no garantiza la eliminación de todos los defectos cuando dicha inspección se realiza de forma manual.

En cada curva de eficacia relativa al plan de muestreo, la ordenada indica las probabilidades de aceptación (de 0 a 1; es decir, de probabilidad nula a probabilidad de 100% de aceptar el lote) y la abscisa indica la proporción de unidades defectuosas contenidas en el lote sometido a inspección, expresada en fracción o porcentaje de unidades defectuosas.

En la siguiente hoja se presenta un ejemplo de curva de eficacia cuyos cuatro puntos sobresalientes son:

- Una probabilidad de 100% de aceptar un lote que no contenga unidades defectuosas;
- Una probabilidad de 0% de aceptar un lote que contenga 100% de unidades defectuosas;
- Un riesgo alfa, que se sitúa en 5%; es decir, una probabilidad de 95% de aceptar un lote que contenga el nivel de calidad aceptable (NCA) indicado por la especificación.
- Un riesgo beta, que por convención se sitúa en 10%; es decir, una probabilidad de 10% de aceptar un lote que contenga la proporción de unidades defectuosas tolerada dentro de un lote.

CURVA DE EFICACIA PARA UN PLAN DE MUESTREO



160

Carta de Control:

Esta es una representación gráfica de la calidad de un producto o de un proceso de fabricación. Permite medir en el tiempo las variaciones entre la calidad del producto y la calidad prescrita por la especificación y prevenir la formación de unidades defectuosas detectando toda tendencia dentro del proceso de fabricación. La carta de control no indica la razón de la variación o de la tendencia observada, sino que advierte al usuario que el proceso produce o va a producir unidades cuya calidad no satisface la especificación.

En general, una carta de control se compone de una o dos gráficas. La primera es común a todas las cartas y sirve para visualizar la variación entre el valor medido y el valor central prescrito. Esta gráfica corresponde a la media aritmética de los datos, hacia un lado y otro de este valor se encuentran los límites de control superior e inferior, equidistantes del valor central.

La segunda gráfica se utiliza con la primera en las cartas de control para dimensiones medibles y sirve para visualizar la dispersión de los puntos alrededor de la media aritmética. El valor central de esta carta corresponde a la media aritmética de la dispersión y solo se considera el límite de control superior.

La carta de control puede ser utilizada en todos los niveles del sistema de fabricación pero sirve principalmente para la secuencia del sistema, dado que estas permiten un control sobre el producto en las etapas de transformación.

Existen numerosos modelos de cartas de control para responder a una gran variedad de necesidades. Dichos modelos pueden clasificarse en dos grupos principales:

a) Cartas por atributos (dimensiones no medibles) de las cuales las que tendrán aplicación en el proceso son:

-cartas "p" que sirven para controlar la fracción de las unidades defectuosas en muestras de tamaño variable.

-cartas "np" que sirven para controlar el número de unidades defectuosas en muestras de tamaño fijo.

b) Cartas por variables (dimensiones medibles) de las cuales las que se utilizarán son:

-carta "X,R" que sirven para el control de la media aritmética de una característica y de su dispersión, expresada mediante el rango.

-carta "X, σ " que sirve para el control de la media aritmética de una característica y de su dispersión, expresada mediante la desviación estándar.

A continuación se muestra un ejemplo de una carta de control para la empresa y cómo se obtiene los límites de la carta según sea el caso. Es responsabilidad del departamento de calidad el llenado de los límites de control y los de alerta, así como del cálculo del valor medio nominal, con las siguientes fórmulas:

- 1) $V_n = LSE - (DT/2)$
- 2) $LSA = V_n + (DT) \cdot 0.25$
- 3) $LIA = V_n - (DT) \cdot 0.25$

Donde: V_n = Valor nominal medio del lote
 DT = Dispersión Total
 LSE = Límite Superior de Especificación
 LSA = Límite Superior de Alerta
 LIA = Límite Inferior de Alerta

EJEMPLO DE CARTA DE CONTROL

DEPARTAMENTO:	FECHA:
MUESTRA:	MÁQUINA:
OPERACION:	FRECUENCIA:
OPERARIO:	TURNO:

		HORA																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
LSE	→	<div style="display: flex; justify-content: space-between; padding: 0 5px;"> Límite Superior de Control Límite Inferior de Control </div>																				
LSA	→																					
VALOR MEDIO NOMINAL	→																					
LIA	→																					
LIE	→																					

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS:

De igual forma debe verificar que el operador, al terminar de llenar la carta, anote los datos de la parte superior de la carta para su registro en un banco de datos en el departamento de calidad y solucione los problemas que se presenten en coordinación con el departamento de producción. Mientras que para el operario de la máquina lo primero es proceder al llenado de los datos de la carta como son: fecha, departamento, tamaño de la muestra, máquina, operación, frecuencia en la toma de las muestras, turno y nombre del operario.

El operario tomará una muestra de su lote de producción según el tamaño que se le indique en el departamento de calidad, según sea la pieza a inspeccionar, tomará las medidas pertinentes y colocará los resultados en la carta en forma de puntos en la zona que estos caigan, y así saber si se continúa el proceso o se detiene hasta su compostura.

VI.6 COSTO DE CALIDAD

Hay tres tipos de costos que intervienen en un sistema de control de la calidad.

Costos de prevención. Se incurre en estos costos al tratar de prevenir posibles fallas en áreas, tales como las de planeación de la producción, entrenamiento de personal, inspección de la mercancía al llegar y la de proyectos de sistemas de producción.

Costos de inspección. Se incurre en estos costos al comparar los productos de la firma con los patrones de calidad. Los costos de este tipo derivan primordialmente del trabajo de inspección y verificación del producto.

Costos derivados de fallas en el proceso de producción. Estos costos provienen directamente de los artículos defectuosos. Comprenden no solo aquellos que originan el trabajo de corrección y los desechados, sino incluyen también un costo muy valioso que proviene del deterioro tanto de imagen como de la reputación de la compañía en la mente del cliente y se refleja en la pérdida de ventas futuras, las cuales realizarán sus competidores.

Un análisis al que frecuentemente se hace referencia, aplica el 70 por ciento de los costos de calidad a las fallas mencionadas, cerca del 25 por ciento a la inspección de productos y únicamente el 5 por ciento a las actividades preventivas. Estas cifras son verdaderamente sorprendentes, indican que el gasto mayor es el del costo por fallas en el proceso de producción y que el gasto que le sigue es el del esfuerzo por impedir que lleguen al cliente productos defectuosos.

Todo enfoque en cual se dedique una enorme suma de dinero a la corrección de errores pasados, ha demostrado ser ineficaz. Para ejemplificar lo anterior: Cuando se eleva el nivel de productos desechados, se elevan los costos por fallas en el proceso de fabricación; para combatir esto la dirección general aumenta las actividades de inspección, con la consecuente alza en los costos de la misma. Por esta razón el remedio para reducir el costo excesivo de este sistema de control de la calidad consiste en aumentar y no en disminuir los fondos destinados a la previsión y todo aquello que esté dirigido a la obtención de productos confiables y reducir el número de defectos en el producto.

De esta manera se entiende que el costo de la calidad es una herramienta administrativa que permite planificar y orientar los programas de la calidad con el objeto de mejorar el nivel de ésta o reducir sus costos.

El costo de la calidad se basa en cuatro aspectos:

- Prevención
- Evaluación
- Fallas internas
- Fallas externas

Los gastos de prevención y de evaluación representan las inversiones de la empresa en términos de la realización de un producto que satisfaga las necesidades del consumidor. Los costos de los fracasos internos y externos representan las pérdidas financieras de la empresa debidas a errores en la realización de un producto que no satisface las necesidades del consumidor.

El costo de la calidad debe prever una inversión que no rebase las pérdidas eventuales. Se buscará obtener el costo óptimo de la calidad mediante una planificación apropiada.

El costo de la calidad se puede resumir en principio sencillo de causa y efecto.

$$Rq \leq X (A_1 - A_2) - I$$

Donde:

Rq es el resultado económico investigado.

X es la cantidad de unidades manufacturadas después de implantar el programa.

A₁ el costo unitario real del producto antes del programa.

A₂ el costo unitario real del producto después del programa.

I es la inversión en el programa.

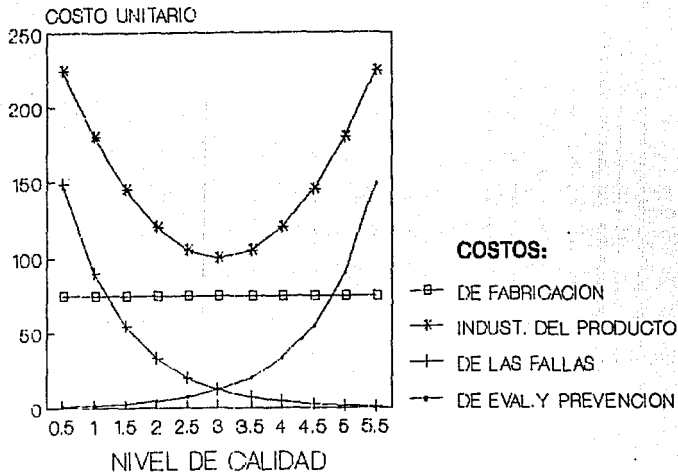
Si se descubre una falla durante la evaluación de un producto, es posible determinar la causa y el efecto de la falla y mediante una acción correctiva planificada, eliminarla.

Generalmente, el costo de una falla aumenta con la demora de su detección en el ciclo productivo, la detección en la fase de comercialización es más costosa que la detección en la fase de fabricación. Es por ello que el primer punto del programa será la detección anticipada de las fallas en la realización del producto.

El segundo será la reducción de los costos ligados a la detección de las fallas, orientando para ello las actividades hacia la prevención.

El aseguramiento de la calidad contribuye a las utilidades de la empresa, cuando para un costo total óptimo de calidad, las actividades de prevención se encuentran a un nivel tal que los costos de la evaluación y de las fallas se reduzcan al mínimo.

COSTO INDUSTRIAL UNITARIO DE UN PRODUCTO



El costo del departamento de calidad es una inversión cuyo presupuesto prevé el funcionamiento como el de cualquier otro departamento (personal, programación, mantenimiento, finanzas, etc.).

El costo de la calidad es la llamada inversión de calidad de la empresa, concretada en los diversos presupuestos y destinada a mantener o mejorar la calidad de los productos en conformidad con la política de calidad y teniendo en cuenta las pérdidas que se ocasionarían por su ausencia.

VI.7 CURSO DE CALIDAD PARA EMPLEADOS

El siguiente curso se incluye como alternativa al control de la calidad sugerido para la empresa. En este se pretende involucrar a los empleados y, así, hacerlos partícipes de la calidad, por lo que el curso está elaborado en un nivel comprensible.

A continuación se describen los puntos principales que contendrá este curso, el cual coloca la responsabilidad de cómo impartirlo y cuándo a la dirección de la empresa.

CONCEPTOS DE CALIDAD

a) En primer término se deberá describir la situación del país, de la empresa Soltec S. A. y del entorno que la afecta, ya que como empresa no se puede mantener independiente; tiene que estar interactuando con su medio ambiente e ir cambiando para amoldarse al desarrollo tecnológico que vive el país.

b) Explicar cómo surgió el concepto calidad, y dar una breve historia del mismo (desde Japón 1950 hasta nuestros días).

c) Hacer sentir a los trabajadores parte de la empresa.

d) Exponer las definiciones sencillas de Calidad como:

- La calidad es cumplimiento de especificaciones.
- Es respuesta a expectativas sobre los productos.
- La calidad no cuesta, lo que cuesta son los errores.
- Hacerlo bien desde la primera vez.
- Sólo podremos exigir calidad si damos calidad.
- Calidad es la satisfacción del cliente.
- Calidad es obtener lo justo por lo que estamos pagando.
- Calidad es evitar desperdicio.

e) Incluir un programa de motivación hacia los empleados para lograr la calidad en equipo basándose en los siguientes puntos:

1. Tener el propósito de mejorar consistentemente el producto y servicio con un plan para comenzar a ser competitivos y permanecer en los negocios.

2. Adoptar la nueva filosofía:

Estamos en una nueva era económica. No podemos vivir más con los niveles de retrasos, errores, materiales defectuosos y personas no deseosas de trabajar.

3. Estudiar el sistema de producción y mejorarlo: este es el trabajo que la administración deberá hacer continuamente (diseño, proveedores de materiales, composición de materiales, mantenimiento, mejora de equipos, entrenamiento, reentrenamiento y supervisión).

4. Participar en el entrenamiento del trabajo.

5. Motivar e incentivar la libertad de expresión: Todos pueden decir lo que está y lo que no está bien en el trabajo; reconocimiento a las aportaciones hechas por los trabajadores con el fin de mejorar el método de trabajo actual y trabajar efectivamente para la compañía.

6. Romper las barreras entre los departamentos. La gente de investigación, diseño, ventas y producción deben trabajar como un equipo.

7. Eliminar estándares de trabajo que prescriban solamente cantidad y no calidad.

8. Motivación a los empleados, con incentivos económicos, reconocimientos públicos sobre su trabajo, etc.

9. Instruir un vigoroso programa de educación (primaria, secundaria) y capacitación constante, estableciendo grados entre los operarios de acuerdo a su tiempo y capacitación, otorgándoles la libertad de capacitarse en el área que quieran.

f) Mantener en control los factores que influyen en la Calidad.

- Las máquinas
- Los materiales
- Los hombres
- El medio ambiente
- El método operacional

Por lo tanto, todos los que trabajan en la empresa tendrán algo que hacer por la calidad:

- En la producción
- En el mantenimiento
- En el laboratorio
- En el almacén
- En las ventas
- En las compras
- En las oficinas, etc.

g) Esclarecer que la Calidad se logra:

- Con la voluntad
- Con capacitación
- Evitando el "Ahi se va"
- Contando con la información necesaria
- Siguiendo las instrucciones
- Con estudio de problemas
- Con optimismo en el trabajo
- Con orgullo de lo bien hecho

LOS GRAFICOS DE CONTROL

Se deberá impartir un curso de información básica sobre el uso y manejo de los gráficos de control de la producción y almacenes:

a) Empezando por describir brevemente en forma clara y sencilla qué es un gráfico de control y cuál es su utilidad dentro de la Calidad:

- Comparando el producto con las normas o diseños de manufactura.
- Por medio de instrumentos de medición.
- Anotando las mediciones en gráficas.
- Anotando los reportes de las mediciones.
- Calculando los índices de calidad, en donde:

$$\text{Índice de Calidad} = \frac{\text{Productos de buena calidad} \times 100}{\text{Producción total}}$$

O, si es mediante las devoluciones y reclamaciones:

$$\text{Índice de Calidad} = \frac{\text{Material defectuoso} \times 100}{\text{Material despechado}}$$

Si es por medio del desperdicio y productividad:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto que sale} \times 100}{\text{Producto que entra}}$$

b) Que hacer si un producto no cumple con la especificación:

- Identificar la falla.
- Buscar la causa de la falla.
- Los especialistas deben dar la disposición más adecuada al material que falló, para no lesionar los intereses del consumidor.
- Avisar de inmediato cualquier falla de calidad, para poder tomar las acciones correctivas necesarias.

- c) Describir la ventajas de la buena calidad:
- Contar con clientes satisfechos.
 - Confiar de los consumidores en los productos.
 - Prestar un buen servicio al mercado.
 - Orgullo del personal.
 - Satisfacción de hacer un buen trabajo.
 - Buenas relaciones humanas.
 - Alta productividad en la empresa.

Aclarar que el técnico del Control Estadístico de la Calidad usa la Gráfica para conocer las condiciones de un proceso, no para medir la eficacia de un trabajador. Esto es, la gráfica ayuda a decidir:

1. Si el proceso avanza bien.
2. Si hay algo que necesita corrección.

El curso de información básica también deberá contener la explicación sobre:

LOS PRINCIPIOS ESTADISTICOS ELEMENTALES

- a) Las variaciones en un producto o un proceso puede medirse.
- b) Las características de los productos obtenidos varían según una figura bien definida, llamada curva normal:
- Existe una distribución de las veces que se repite el mismo número al obtener los datos. A esta figura se le llama distribución de frecuencias.*
- c) Cuando se hacen mediciones, un buen número de ellas tienden a agruparse alrededor de su valor promedio.
- d) Las variaciones de un proceso debidas a causas determinables, provocan una deformación de la curva de distribución normal de la frecuencia.

Con estas bases el encargado del departamento de calidad puede desarrollar un curso al nivel de los trabajadores de la planta, ampliando el tema en el uso del histograma y la carta de control que se ocuparan en la propuesta para el Plan de Aseguramiento de la Calidad en la planta de producción.

En resumen, la idea de este curso es la participación de todo el personal en la calidad del producto y que, tanto trabajadores como empleados y directivos tengan un compromiso con la calidad, porque:

*''La calidad en la empresa GRUPO SOLTEC
S.A DE C.V. la harán todos sus miembros''*

CAPITULO VII MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

VII.1 EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Toda empresa posee recursos humanos y materiales que debe proteger y mantener en estado funcional. Es por ello que el mantenimiento y la seguridad en el trabajo son actividades importantes para la producción.

Las empresas pequeñas y medianas descuidan en diversos grados la seguridad en el trabajo. Sin embargo, las leyes permiten a los trabajadores rehusar, en ciertas condiciones, un trabajo que se juzgue perjudicial para la salud.

No obstante, en lo que concierne a los recursos materiales, el empresario no necesita de leyes para mantenerlos, a menos que no tenga conciencia de su valor económico y técnico. Cuando se considera el costo de la detención de la producción, los montos invertidos en maquinaria y equipo y el costo de su reemplazo, se aprecia la importancia de un departamento de mantenimiento.

El funcionamiento de este departamento afecta las actividades de producción, la seguridad y la productividad de los empleados. Se analizará primeramente la administración del mantenimiento, y después la seguridad en el trabajo, para concluir con la iluminación y el ruido en el área productiva.

La función del departamento de mantenimiento es asegurar la regularidad de la ejecución de los recursos materiales y que su mantenimiento origine un estado propicio para la producción.

Las actividades de este departamento pueden dividirse en cuatro categorías: trabajos de mantenimiento; estimación y programación de estos trabajos; evaluación de costos; control y medición de la eficacia del departamento.

VII.2 PROGRAMACION DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

El análisis de los trabajos de mantenimiento nos lleva a distinguir dos grupos: los trabajos de rutina y los trabajos intermitentes. Los primeros se ejecutan antes de que sobrevenga una descompostura, a fin de evitar así los costos de reparación y la detención de la producción.

Los trabajos intermitentes comprenden:

- las reparaciones consecutivas a una descompostura o una producción defectuosa,
- las modificaciones e instalaciones necesarias para los mejoramientos técnicos o la renovación del equipo.

El mantenimiento (engrasado, lubricación, conserjería, limpieza) y la inspección constituyen el *mantenimiento preventivo*. Este tipo de mantenimiento se ejecuta a intervalos regulares, o después de que se ha alcanzado cierta tasa de utilización o uso.

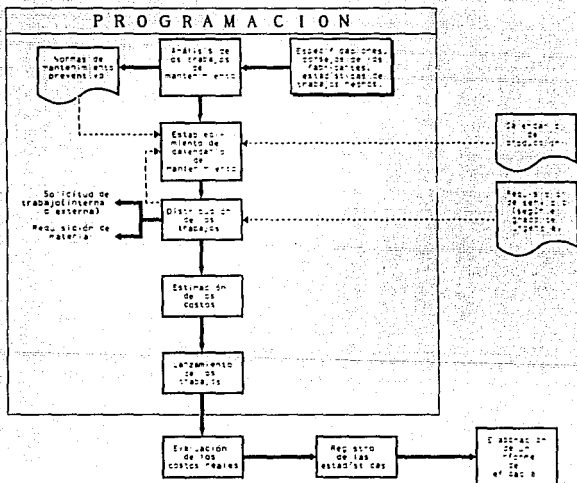
Los trabajos intermitentes son principalmente los de reparación, instalación y modificación.

a) La reparación consiste en devolver a su estado normal un equipo o una máquina que ya no tienen el funcionamiento deseado o que se han vuelto inutilizables por el uso o por una avería. Cuando las reparaciones tienen como finalidad restablecer el funcionamiento por un tiempo limitado, se las califica como actividades de reparación. Estos trabajos pertenecen al *mantenimiento correctivo*. En este tipo de mantenimiento se ignoran el estado anterior del objeto por reparar y el detalle de la reparación por ejecutar, lo cual hace difícil la planeación.

b) Los trabajos de instalación y de modificación son de un carácter particular en cuanto a la realización, pero son previsibles y se ejecutan conforme un calendario.

A continuación se presentan las etapas de la programación de los trabajos de mantenimiento que aquí se han empleado:

ACTIVIDADES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO



a) Análisis de los trabajos. Esta etapa es anterior a la elaboración del calendario de mantenimiento. El análisis de la historia de los trabajos, de las especificaciones técnicas y de los consejos del fabricante permitirá:

- establecer las normas de mantenimiento (inspección, naturaleza y frecuencia de los trabajos);
- hacer el inventario de los trabajos de mantenimiento preventivo para cada equipo.

Tomando como referencia una estadística de los trabajos de mantenimiento efectuados para las distintas máquinas y equipos de la planta, se procedió a realizar el análisis respectivo de los tipos de mantenimiento que deben tener los mismos y la frecuencia con que éstos se han de llevar a cabo para, así, poder elaborar un calendario más acorde a la realidad que se vive en la planta.

b) Establecimiento de un calendario. A partir de las normas de mantenimiento preventivo, se ha elaborado un programa de acción en el que se precisan la calidad y la frecuencia de las intervenciones del departamento de mantenimiento. Este programa se encuentra dividido por áreas de trabajo.

PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO

CONCEPTO	TIPO DE MANTENIMIENTO Y ACTIVIDADES	
ALMACEN	MANTENIMIENTO	A : AL FINAL DE CADA JORNADA (SOLAMENTE A LAS INSTALACIONES).
BASCULAS, CUCHARONES, BOTES, COSTALES Y CONTENEDORES EN GRAL.	MANTENIMIENTO	B : AL INICIO DE CADA SEMANA (SOLAMENTE AL EQUIPO DE MEDICION).
	MANTENIMIENTO	C : SEGUN SURJA LA NECESIDAD.
TREFILADO	MANTENIMIENTO	A : AL FINAL DE CADA JORNADA (SOLAMENTE A LAS INSTALACIONES).
MOTOR, DADOS, BOBINAS, PUNTEADORA, ESMERIL, MAQUINA SACAPUNTAS, POLIPASTO, BASCULAS.	MANTENIMIENTO	B : MOTOR: CHECAR BANDAS Y NIVELES DE ACEITE CADA SEMANA. DADOS: CHECAR CALIBRACION CADA 2 TOM. DEMÁS EQUIPO: AL INICIO DE CADA SEMANA
	MANTENIMIENTO	C : SEGUN REPORTE DEL OPERADOR Y TASA DE DESGASTE O FALLA.
CORTE	MANTENIMIENTO	A : AL FINAL DE CADA JORNADA (SOLAMENTE A LAS INSTALACIONES).
CORTADORAS, BOBINAS, CONTENEDORES, GRUA, PINZAS DE CORTE.	MANTENIMIENTO	B : CORTADORA: AL INICIO DE CADA ROLLO A CORTAR (CHECAR VELOCIDAD Y TAMAÑO)
	MANTENIMIENTO	C : SEGUN REPORTE DEL OPERADOR Y TASA DE DESGASTE O FALLA.
MEZCLA	MANTENIMIENTO	A : AL FINAL DE CADA JORNADA (SOLAMENTE A LAS INSTALACIONES).
MEZCLADORA, BASCULA, POLIPASTO, CONTENEDORES	MANTENIMIENTO	B : BASCULA: AL INICIO DE CADA SEMANA.
	MANTENIMIENTO	C : SEGUN REPORTE DEL OPERADOR Y TASA DE DESGASTE O FALLA.
EXTRUSION	MANTENIMIENTO	A : AL FINAL DE CADA JORNADA (SOLAMENTE A LAS INSTALACIONES).
PISTONES, CILINDROS, BANDAS TRANSPORTADORAS MICROMETRO DE AGUJAS, PUENTES.	MANTENIMIENTO	B : EQUIPO DE MEDICION Y OPERACION: AL INICIO DE CADA JORNADA LABORAL.
	MANTENIMIENTO	C : SEGUN REPORTE DEL OPERADOR Y TASA DE DESGASTE O FALLA.
HORNEO	MANTENIMIENTO	A : AL FINAL DE CADA JORNADA (SOLAMENTE A LAS INSTALACIONES).
HORNOS, PATINES.	MANTENIMIENTO	B : COMBUSTIBLE: SEGUN TASA DE UTILIZACION
	MANTENIMIENTO	C : SEGUN SURJA LA NECESIDAD.
MARCAJE Y EMPAQUETADO	MANTENIMIENTO	A : AL FINAL DE CADA JORNADA (SOLAMENTE A LAS INSTALACIONES).
MARCADORA, BASCULA, SELLADORA, ENGRAPADORAS TARIMAS, PATINES.	MANTENIMIENTO	B : AL INICIO DE CADA SEMANA (SOLAMENTE AL EQUIPO DE MEDICION).
	MANTENIMIENTO	C : SEGUN REPORTE DEL OPERADOR Y TASA DE DESGASTE O FALLA.

TIPOS DE MANTENIMIENTO:

- A: LIMPIEZA
B: CALIBRACION, AJUSTE Y/O NIVEL DE ACEITE.
C: RENOVACION DE PIEZAS DETERIORADAS.

c) Distribución de los trabajos. No puede suponerse que los trabajos correctivos no serán nunca necesarios después del mantenimiento preventivo. Las causas de los trabajos correctivos son diversas, y debe elaborarse un procedimiento que permita su ejecución con las demoras más pequeñas.

En esta etapa debe distribuirse el personal del departamento de mantenimiento y efectuarse los trabajos requeridos. Es obvio que este departamento debe algunas veces recurrir a expertos externos, lo cual le impondrá detalles particulares. En seguida se deben elaborar la solicitud de trabajo, las requisiciones de material y la estimación de costos.

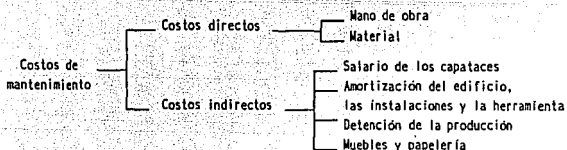
d) Estimación de los costos. En ocasiones es difícil hacer esta estimación, sobre todo para el mantenimiento correctivo. El estimador debe evaluar el tiempo y el material necesarios para los trabajos, y esta estimación debe comprender los costos de mano de obra y material y los costos indirectos.

e) Lanzamiento de los trabajos. Después de la solicitud de trabajo y la requisición de material y herramienta, se procederá a los preparativos a fin de que todo esté listo para el inicio de los trabajos.

f) Evaluación de los costos reales. El análisis de los costos realizado en el departamento de mantenimiento no se limita a la evaluación de los trabajos ejecutados, sino que se extiende a los costos de reemplazo de los equipos usados u obsoletos.

Los costos del mantenimiento pueden dividirse en dos grandes categorías: costos directos y costos indirectos.

COSTOS DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO



g) Registro de las estadísticas. Es importante que el departamento de mantenimiento registre los trabajos ejecutados por cada equipo y su costo, a fin de permitir:

- la planificación de las intervenciones futuras,
- la estimación de los costos de mantenimiento,
- la evaluación de la ejecución del equipo,
- la decisión de reemplazo.

A continuación se muestra un modelo de fórmula de registro cuya información se extrae de las solicitudes de trabajo de mantenimiento.

GRUPO SOLTEC S.A. DE C.V.

No. _____

FICHA DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

EQUIPO O MAQUINARIA

NOMBRE..... FECHA DE COMPRA

CODIGO..... COSTO DE COMPRA

TALLER..... DURACION PROBABLE.....

TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

SOLICITUD DE TRABAJO No.									
FECHA									
PROBLEMA O DEFECTO									
TIPO DE INTERVENCION (REPARACION, REEMPLAZO, ETC.)									
PRINCIPALES PIEZAS DEL EQUIPO	A								
	B								
	C								
	D								
C O S T O	MANO DE OBRA								
	MATERIAL								
	COSTO TOTAL								
	COSTO ACUMULATIVO								

VII.3 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El trabajo puede constituir una fuente de prosperidad solamente cuando la persona conserva su salud y su vida. La salud constituye para el individuo su capacidad de trabajo y de producción. Todo lo que atenta contra la salud del individuo afecta su capacidad de trabajo, su productividad, su satisfacción y su motivación.

La seguridad en el trabajo no consiste sólo en instalar aparatos protectores o en aplicar medidas destinadas a prevenir enfermedades industriales. La seguridad en el trabajo no reside únicamente en la colocación de anuncios, de reglamentos o de consignas, ni en la instalación de un puesto de socorro sin medios de acción en cuanto a personal y material.

La seguridad en el trabajo es consecuencia de un conjunto de actividades organizadas por un responsable competente y estuista dedicado a la causa de la seguridad de la persona.

Los siguientes principios básicos pueden guiar al responsable en la elaboración de una política de seguridad en el trabajo:

1er. *principio*: Las circunstancias propicias para los accidentes deben ser identificadas.

2o. *principio*: La seguridad en el trabajo debe ser administrada con la misma seriedad que las demás actividades del sistema de producción. El responsable debe velar por la seguridad estableciendo objetivos y planificando, organizando, coordinando y controlando su puesta en marcha.

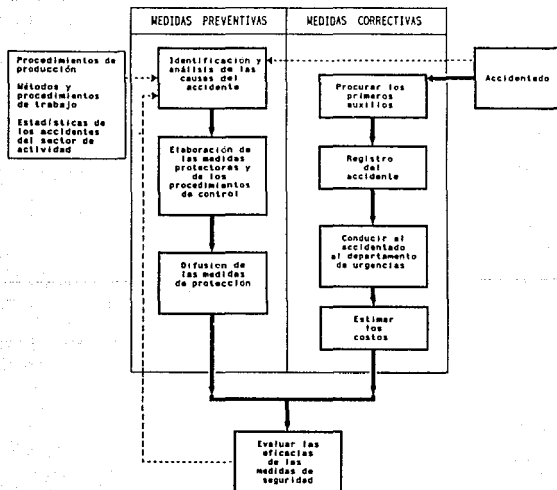
3er. *principio*: La clave de la eficacia de este departamento consiste en contabilizar la ejecución de la seguridad.

4o. *principio*: El departamento de seguridad debe localizar y definir los errores operacionales que causan accidentes. Esta función puede realizarse:

- a) buscando el origen del accidente;
- b) investigando si se han aplicado medidas de control para evitarlo.

Las actividades del departamento de seguridad pueden agruparse en dos categorías. La primera se refiere a las *medidas preventivas*, que tienen como finalidad eliminar o reducir las causas de accidentes; la segunda, que se refiere a las *medidas correctivas*, tiene como finalidad restablecer, por medio de la medicina, la salud de la persona accidentada. A continuación aparece el ciclo de actividades del departamento de seguridad industrial.

CICLO DE ACTIVIDADES DEL DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL



Identificación y análisis de las causas

Para la seguridad en el trabajo, la encuesta y la estadística serán fuentes de diagnóstico necesarias para la determinación de las causas exactas de accidentes o enfermedades, cuyo conocimiento permitirá investigar un remedio eficaz. Analizar las fuentes de peligro consiste en definir las y descubrir sus mecanismos a fin de conocer los eventos que provocan accidentes o enfermedades industriales. Un reporte del accidente puede tener diversas formas, dependiendo de las necesidades del área productiva; sin embargo, a modo de ejemplificar la información que ésta pudiera contener, para llevar a cabo un registro adecuado de las circunstancias del accidente, sus posibles causas y su eventual prevención, se presenta a continuación un modelo de registro para el área de producción.

HOJA PARA IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LAS CAUSAS DE ACCIDENTES O ENFERMEDADES

INFORME DEL ACCIDENTE	
NOMBRE DEL EMPLEADO: _____	FECHA: _____
DEPARTAMENTO: _____	CAPATAZ: _____
FECHA Y HORA DEL ACCIDENTE: _____	ACCIDENTE CON PERDIDA DE TIEMPO:
A) HERIDA: _____	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
B) DESCRIPCION DEL ACCIDENTE: _____	
C) CAUSAS:	
MOVIMIENTOS IMPRUDENTES	CONDICIONES PELIGROSAS
1. <input type="checkbox"/> Actuar sin autorización.	1. <input type="checkbox"/> Falta de protección en las máquinas.
2. <input type="checkbox"/> No utilizar protectores.	2. <input type="checkbox"/> Equipo defectuoso.
3. <input type="checkbox"/> Asumir una posición peligrosa.	3. <input type="checkbox"/> Arreglo peligroso.
4. <input type="checkbox"/> Falta de atención.	4. <input type="checkbox"/> Espacio de trabajo inadecuado.
5. <input type="checkbox"/> No llevar el equipo de protección.	
6. <input type="checkbox"/> Infracción al código de prevención.	
7. <input type="checkbox"/> Otras:	5. <input type="checkbox"/> Otras:
Precise: _____	Precise: _____
MEDIDAS CORRECTIVAS: _____	
D) EL EMPLEADO:	
OCUPACION: _____	TRABAJO EN EL MOMENTO DEL ACCIDENTE: _____
EDAD: _____	_____
DURACION DEL EMPLEO:	
EN LA PLANTA: _____	EN LA OCUPACION: _____
ACCIDENTE ANALIZADO POR _____	
APROBADO POR _____	

Medidas de protección

Puede estimarse, sin temor a equivocación, que más del 80% de los accidentes de trabajo son atribuibles a una causa humana. Aproximadamente el 60% de dichos accidentes surgen en los trabajos manuales. Es la falta de atención o la imprudencia de la persona lo que provoca la mayoría de los accidentes.

Por tanto será necesario atraer mediante medidas adecuadas la atención de las personas hacia las fuentes de peligro, o invitarlas a la prudencia en el momento de la ejecución de los trabajos peligrosos.

Difusión de las medidas de protección

Esta puede efectuarse por diversos métodos:

- enseñanza con la ayuda de proyecciones, conferencias, manuales, revistas, etc.;
- publicidad mediante carteles, campañas de seguridad, etc.;
- emulación suscitada por sugerencias o concursos.

Evaluación de la eficacia de las medidas de seguridad.

Esta evaluación es necesaria debido al progreso y el mejoramiento. En este sentido ha de evaluarse el número de accidentes por período por área de trabajo, el número de horas-hombre improductivas por período, el costo de los accidentes, el costo de la prevención, etc. Se deberán registrar la frecuencia, la naturaleza y la gravedad de los accidentes de trabajo por centro de actividad. Es posible elaborar una tabla de informe de estos accidentes y de la frecuencia de las prácticas peligrosas que los han causado.

La tasa de frecuencia y la tasa de gravedad de los accidentes pueden ser medidas con ayuda de las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{Tasa de frecuencia} &= \frac{\text{número de accidentes X 1 000 000}}{\text{horas de trabajo}} \\ \text{Tasa de gravedad} &= \frac{\text{número de Jornadas perdidas X 1 000 000}}{\text{horas de trabajo}} \end{aligned}$$

VII.4 ILUMINACION

Una mala iluminación es causa de baja productividad y mala calidad, de igual manera ocasiona fatiga visual, cansancio y dolores de cabeza en el trabajador. A través de numerosos estudios se ha confirmado que una mejor iluminación se compensa con una mayor eficacia.

Las mejoras en las condiciones de iluminación realizadas en numerosas empresas produjeron con mucha frecuencia un aumento del 10% de la productividad y una disminución de un 30% en los errores.

Una mejor iluminación no significa necesariamente que se compren más bombillas ni que se utilice más electricidad. Es igualmente importante la forma en que se distribuye y se mantiene la iluminación. La luz natural es mejor que la artificial. Por ejemplo, un cambio en el fondo visual puede permitir que el trabajador realice una tarea en forma eficiente, de otra manera para la realización de la misma se requerirá triplicar el nivel de iluminación.

Este subtema del capítulo de Seguridad Industrial se enfocará a conseguir una mejor iluminación en el área de producción. En muchos casos esto será posible sin aumentar la factura de la luz, y aún quizás pagando menos. Serán evidentes los beneficios de estas mejoras en la empresa.

Ante todo, se requirió conocer si el actual sistema de iluminación necesitaba mejoras. Mediante una visita de reconocimiento y levantamiento de las condiciones de iluminación en el área productiva se pudo comprobar que serían posibles algunas mejoras en este aspecto y sólo en algunas áreas. Las necesidades en materia de iluminación dependían de tres factores fundamentales:

- La naturaleza de la tarea.
- La agudeza visual del trabajador.
- El entorno ambiental en el cual se realizaba el trabajo.

Por ejemplo, un trabajador de edad madura puede requerir dos veces más luz que un joven.

Debido a estos factores, es difícil calcular el nivel requerido de iluminación con instrumentos y tablas de medición, no obstante se pudieron averiguar muchas cosas aproximándose a los puestos de trabajo, observando a los trabajadores y formulándoles preguntas sobre sus problemas visuales. Si se notaba que algún trabajador adoptaba una posición incómoda, con sus ojos muy cerca del trabajo, era probable que existiera algún problema. Si se observaba alguna lámpara al descubierto dentro del campo de acción del trabajador se concluía que esto reducía su eficacia evidente.

El programa de mejoras puede no tener mucho efecto si la visión de los trabajadores es insuficiente.

Teniendo en cuenta estas ideas, a continuación se presentan seis normas que ayudarán a mejorar la iluminación en la fábrica.

1. Usar al máximo la luz natural

La luz natural es la mejor fuente de iluminación y la más económica, aunque en esta empresa no se la utiliza plenamente. Como ejemplo se podrían utilizar los tragaluces ya que estos pueden dar el doble de luz que una ventana; en el área de extrusión se podría pensar en la posibilidad de reemplazar un panel del techo por un panel translúcido de plástico.

La falta de una limpieza periódica puede resultar en un 10 al 20% de pérdidas, por lo menos de pérdida de luz, este aspecto es una deficiencia común en casi todas las áreas de la fábrica, y esto va contra la idea de utilizar al máximo la luz natural, puesto que esta suciedad impide el libre acceso de dicha luz al área de producción.

Una pintura y una terminación bien elegidas para el techo, las paredes y los equipos pueden ayudar a reducir en un 25% la factura de la luz. Al mismo tiempo, esto contribuye a producir mejores condiciones visuales y un entorno de trabajo agradable y alegre que estimula la conservación de niveles altos de limpieza y orden. Se obtienen ventajas mediante menores pérdidas de luz reflejada en todo el interior. Para las paredes los colores pálidos son mejores que el blanco. Es conveniente utilizar un color ligeramente más oscuro para todo lo que se halla ligeramente abajo del eje visual y para el equipo, es decir, las máquinas, las mesas de trabajo, etc., normalmente debería ser más oscuro que las paredes, para distinguirlos mejor.

2. Evitar el resplandor

El resplandor consiste sobre todo en puntos o sectores brillantes dentro del campo de visión. Suele ser una de las causas de baja calidad y productividad debido a que reduce la capacidad de visión y produce incomodidad, perturbaciones y fatiga visual. Es posible mejorar sensiblemente la visibilidad eliminando el resplandor, sin incrementar la intensidad de la luz.

Existen dos tipos de resplandor: el directo y el reflejado (indirecto).

El resplandor directo es causado por una fuente de la luz dentro del campo visual.

Para evitar el resplandor proveniente de las lámparas proponemos lo siguiente:

- No debe haber bombillas ni tubos de luz al descubierto a la vista de los trabajadores.
- Deben usarse pantallas profundas; el borde interior de las pantallas debe pintarse de color negro.
- Las pantallas deben montarse lo suficientemente bajas para asegurarse de que todas las superficies brillantes estén completamente ocultas o lo suficientemente altas para que estén fuera del campo normal de visión.

Resplandor reflejado(indirecto). Aunque se esté protegido del resplandor directo, puede molestar el resplandor reflejado, por ello debería vigilarse este aspecto al realizar un reconocimiento de intensidad de iluminación.

3. *Seleccionar un fondo visual adecuado para la tarea.*

Las tareas visuales que demandan una atención permanente y rigurosa se ejecutan con mucha menos tensión si en el fondo no hay nada que distraiga la vista. La eliminación o el encubrimiento de posibles distracciones contribuye muchísimo a la eficiencia y a la seguridad.

Como sugerencia, en las mesas del área de empaque deben evitarse las tareas prolongadas bajo un único tono de luz y en el medio de un ambiente oscuro, pues en este caso el ojo debe reacomodarse cada vez que el trabajador deja de mirar al punto de trabajo brillantemente iluminado. Como resultado disminuirá la fatiga y aumentará la productividad.

4. *Encontrar el lugar adecuado para las fuentes de luz.*

Al cambiar la posición de las lámparas y la dirección de la luz que se proyecta sobre el objeto, se mejorará sensiblemente la visibilidad sin incrementar la cantidad de iluminación.

Es importante conseguir la orientación más adecuada de la luz para:

- Distinguir un objeto de su fondo;
- Revelar sus formas;
- Revelar su textura superficial;
- Detectar fácilmente cualquier marca sobre su superficie.

En general, la mejor iluminación es la que proviene desde encima del hombro. No obstante, la dirección más apropiada para la luz también depende del tipo de trabajo y la disposición de la superficies de trabajo.

Con respecto a la iluminación general, suele comprobarse que cuanto más altas están las luces son mejores su uniformidad y dispersión.

5. Efectuar un mantenimiento periódico.

Si no se realiza este mantenimiento, en pocos meses el nivel de iluminación inicial puede reducirse en un 50%.

Esa pérdida de iluminación se debe a unas pocas causas importantes:

- Depósito de polvo u otros elementos sobre las lámparas. En el área de producción se ha descuidado esta necesidad de mantener limpias las lámparas porque el polvo se deposita en forma relativamente lenta y pareja, de manera que la película que pueda estar absorbiendo una gran proporción de la luz emitida suele ser difícil de detectar

- El rendimiento de las bombillas y los tubos fluorescentes decrece constantemente a lo largo de su vida útil. Por ejemplo, una lámpara fluorescente puede perder de un 25 a un 30 % de su valor inicial antes de quemarse. Por esta razón se sugiere adoptar un sistema de reemplazo total de lámparas en el momento que haya sido fijado con antelación. Las lámparas reemplazadas no tienen porque desecharse: pueden utilizarse en algunos lugares tales como corredores o depósitos poco frecuentados. Algunas de las lámparas pueden guardarse para reemplazar a las que vayan estropeándose.

- Suciedad en ventanas, tragaluces, cielos rasos y paredes. A menudo puede ganarse un 20% de iluminación o más limpiando periódicamente el interior y el exterior de todas las ventanas y tragaluces. También es importante limpiar cielos rasos, paredes y demás superficies interiores.

VII.5 RUIDO

Las operaciones sumamente mecanizadas, la aceleración del ritmo de las máquinas, la densidad de la maquinaria en el lugar de trabajo y, hasta hace poco tiempo, la falta de conocimientos detallados sobre las molestias y los riesgos debidos al ruido han sido la causa de que en muchas fábricas, como la estudiada, los trabajadores hayan estado expuestos a niveles de ruido que actualmente se consideran excesivos.

El ruido origina problemas diversos. Obstaculiza la transmisión de las señales acústicas, en primer lugar, por el efecto de encubrimiento que cada sonido ejerce sobre los de frecuencia igual o inmediatamente superior y que reduce la inteligibilidad de las palabras emitidas con una voz que no supere en 10 dB el ruido ambiental, y en segundo lugar, porque eleva temporalmente el umbral auditivo cuando el ruido al que se ha estado expuesto supera los 78 u 80 dB.

El ruido puede acarrear trastornos sensoriales, metabólicos y neurovegetativos; de ahí que se lo cite entre las causas de fatiga industrial, irritabilidad, disminución de la productividad y accidentes de trabajo. La exposición prolongada a un ruido que supere determinados niveles estropea en forma permanente el oído y provoca sordera profesional.

Se ha considerado que la exposición a niveles de ruido continuo de 90 dB es peligrosa para el oído, pero el nivel de 85 dB ya es un nivel de alarma que no debería superarse. Es preciso tener especial cuidado con los ruidos impulsivos, es decir, los de muy breve duración, con una intensidad superior, como mínimo, en 3 dB a la del ruido del fondo y separados entre sí por intervalos de un segundo, pues muchas veces no se detectan si los instrumentos de medición son rudimentarios.

No todas las frecuencias acústicas ejercen los mismos efectos sobre el oído; las más peligrosas se sitúan alrededor de 4,000 Hz. Cada vez que el nivel sonoro aumenta en 6 dB, la presión sonora se duplica y la energía acústica se cuadruplica; por lo tanto, se considera que por cada aumento de 3 a 5 dB del nivel sonoro es preciso reducir a la mitad la duración de la exposición para mantener inalterado el efecto biológico. Nadie debería exponerse a niveles superiores a 115 dB sin un medio de protección en el oído.

Numerosas investigaciones han demostrado que la reducción del ruido ambiental conduce a una disminución patente de los errores y a un mejoramiento apreciable de la producción. Si el ruido a que están expuestos los trabajadores pasa sistemáticamente de 90 dB durante las 8 horas de trabajo, deberá reducirse la duración de la exposición para que esta vuelva a ajustarse a límites admisibles.

Como ayuda en el control de la exposición de los trabajadores al ruido se incluye la siguiente tabla:

DURACION DE LA EXPOSICION AL RUIDO CONTINUO TOLERABLE

DURACION DIARIA DEL RUIDO EN HORAS (MAXIMA)	DURACION DEL RUIDO EN DB (EN REACCION LENTA)
16	80
8	85
4	90
2	95
1	100
1/2	105
1/4	110
1/8	115

Los medios de protección personal recomendados para ciertas áreas de producción (trefilado, corte y extrusión), que en su forma más sencilla consisten en taponos de fibra de vidrio o de plástico alveolar para los oídos, permiten reducir la exposición a frecuencias peligrosas por lo menos en 15 ó 20 dB, pero los trabajadores no siempre aceptan utilizarlos, por lo que es necesario una ardua labor de convencimiento ya que es por el bienestar de ellos. De hecho, se los debería emplear solamente como solución transitoria mientras se reforma el lugar de trabajo o cuando lo exijan condiciones especiales.

Se debería informar a los trabajadores sobre la naturaleza de los riesgos inherentes a la exposición al ruido y sobre los medios de protección adecuados, entre los cuales, métodos de trabajo que reduzcan el ruido y la limitación de los trabajos ruidosos a un número determinado de horas. Dada la naturaleza particularmente insidiosa de la sordera profesional (que puede pasar inadvertida durante mucho tiempo porque no se siente con las frecuencias de la voz humana hasta que alcanza una fase muy avanzada), esas informaciones deberían repertirse periódicamente. Los trabajadores sistemáticamente expuestos a ruidos que superen el nivel del peligro deberían someterse a exámenes audiométricos periódicos.

CONCLUSIONES

El conjunto de actividades de concepción, planificación y control del sistema productivo de la empresa Soltec S.A. de C.V., que en este trabajo se ha llevado a cabo, permite visualizar en todo su entorno económico y social a dicha empresa.

La inmensa mayoría de las técnicas de investigación y análisis de resultados, así como de las mejoras propuestas para el estudio completo, se han basado en los conocimientos de Ingeniería Industrial que los expositores hemos tenido a bien utilizar.

A continuación realizamos un resumen de todas las conclusiones que este trabajo ha arrojado y las esquematizamos de tal forma que los interesados puedan, de un vistazo, conocerlas y, si les compete, efectuar las modificaciones y mejoras que aquí se presentan como propuestas.

La empresa Grupo Soltec S.A. de C.V. afronta una etapa de desigual competencia con empresas del ramo que la obliga a poner especial atención en áreas que van desde la organización, distribución de planta y capacitación de personal hasta el control en la calidad de sus productos. En vista de esto recomendamos dar mayor atención a estas áreas con el fin de alcanzar el punto de eficiencia que se pretende en el actual contexto de productividad de la empresa.

Las sugerencias para lo anterior son:

- Organización de personal:

Sugerimos la implantación de un adecuado control en el Departamento de Ventas, en el control de inventarios, materias primas y producto terminado. Esto en vista de que al momento mismo de requerir la información pertinente, nos dimos cuenta de que no se la tenía ordenada ni clasificada en una base de datos. Esto trae como consecuencia mala información, incluso para los directivos quienes no saben con qué recursos cuentan para producir eficientemente.

- Distribución de planta:

Sugerimos que se elimine la maquinaria inservible, ya que ocupa un lugar muy valioso en el área de producción. Además recomendamos eliminar los desechos y materiales que no se utilizan y que provienen de sucursales que han tenido que cerrar. La situación actual de dichos elementos hace que los materiales tengan que sufrir un excesivo desplazamiento a lo largo y ancho de la planta; sirva de ejemplo el caso de la mezcla, la cual se prepara en el lugar que corresponde al almacén de materia prima, ubicado en el extremo oriente de la planta, y después se transporta hasta el lugar donde está ubicada la mezcladora, justo al extremo opuesto de la planta, con lo que se la tiene que llevar a través de todo lo largo del área productiva.

La sugerencia de efectuar cambios en la distribución actual de la planta va acompañada de un plano propuesto y de los diagramas analíticos de material correspondientes, donde se especifican las mejoras en cuanto a distancia recorrida y tiempo empleado en el proceso.

Los cambios planteados incluyen la reubicación de las máquinas de corte a la nave contigua y la extrusora que se encuentra en dicha nave cambiarla al área de extrusión. Así mismo proponemos que se saque el horno inservible y que se abra una puerta en esa zona para poder pasar las varillas del área de corte al área de extrusión y así evitar los recorridos al área de trefilado. Todo esto trae como

necesidad el que también se tenga que sacar la extrusora que no funciona, ubicada entre dos que si funcionan, para llevar a ese lugar la extrusora reubicada.

Otro cambio importante que deseamos resaltar es la reubicación de los almacenes. Se espera tener dos almacenes de recepción de materia prima: el del alambón y el de los polvos que se emplean en los recubrimientos. Dichas materias ocupan los almacenes que actualmente se emplean como almacenes de producto terminado. Por el contrario, se usarían los almacenes de materia prima como almacén de producto terminado y se abriría otra puerta en este almacén para expedir la mercancía cuando sea necesario.

- Capacitación de personal:

Sentimos que ésta es necesaria incluso hasta los niveles de jefatura de la planta. Un rápido vistazo a los valores obtenidos en el capítulo sobre pronósticos e inventarios, deja ver la falta de preparación de los responsables de estos factores. Cabe aclarar que los problemas surgidos en la elaboración del Plan General de Producción se debieron a aspectos relacionados con pronósticos e inventarios.

En cuanto a la capacitación pensamos que es muy importante que la gente que labora en la planta se encuentre preparada al cambio que sufriría la empresa si se implantara un programa de aseguramiento de la calidad.

- Calidad en los productos:

Los aspectos relativos a este tenor abarcan todo el proceso de fabricación de los electrodos. Se sugiere que se eficiente la elaboración de la siguiente manera: para el llenado de las máquinas extrusoras, y en especial de la extrusora vertical, sugerimos que se implemente un sistema de compactación previo de la mezcla. Este sistema de compactación consta de una máquina que comprime la mezcla y la deja moldeada en forma de cilindro, lista para que se coloque en el cilindro de la máquina y empiece el proceso de revestimiento de las varillas.

También sugerimos la puesta en marcha de un sistema de calefacción para orear más rápidamente las varillas revestidas y eliminar la humedad de las mismas en un menor tiempo.

En el plano del control de materiales se propone la implantación de un sistema de registros que controlen la entrada y salida del material, los días y el número de veces que se les da mantenimiento a las máquinas, así como del inventario de abastecimiento.

En el aspecto de la comercialización, creemos que sería beneficioso que la empresa ampliara su mercado; que, sin descuidar la producción de los electrodos convencionales, tratara de incursionar con los electrodos especiales ya que estos son más caros y redituarian en mayores utilidades.

Por otro lado, creemos oportuno sugerir la creación de un departamento de Ingeniería Industrial en el Grupo Soltec S.A. de C.V., las ventajas que esto traería a los intereses de la empresa están íntimamente ligadas con el objetivo de este trabajo: reorganizar las actividades de cada una de las ramas del proceso productivo.

Es de esperar que un apropiado seguimiento de las sugerencias y propuestas de mejora que aquí se han planteado, este a cargo de los profesionales versados en este campo de la Ingeniería.

Esperamos que este trabajo le sea de gran utilidad a la empresa pues, sentimos, se contribuye con mucho de sentido común para que el ambiente en el que laboran casi 100 empleados sea mas apropiado y ellos rindan más y trabajen más seguros. La capacidad con que cuenta la empresa y los logros que hasta ahora han tenido en conjunto son dos armas valiosísimas con que cuenta la empresa Grupo Soltec S.A. de C.V. y creemos que este trabajo solo deja ver la potencialidad que puede ser explotada por sus dirigentes y trabajadores. Volvemos a recalcar que la capacitación y la actitud de los dirigentes de la empresa será mucho más importante para lograr la solución de los problemas que atañen a la empresa, que todas las posibles soluciones que pueda recibir del exterior.

BIBLIOGRAFIA

- ADMINISTRACION DE EMPRESAS.
PRIMERA PARTE
AGUSTIN REYES PONCE
EDITORIAL LIMUSA
MEXICO 1983

- ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION.
LOUIS TAWFIK Y ALAIN M. CHAUVEL
Mc GRAW-HILL
MEXICO 1992

- ADMINISTRACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION.
G. VELAZQUEZ MASTRETTA
EDITORIAL LIMUSA
MEXICO 1989

- GUIA PARA SOLDAR CON ELECTRODOS Y SOLDADURAS AUTOGENAS.
GRUPO SOLTEC S.A. DE C.V.
MEXICO 1980

- INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO.
OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT)
EDITORIAL LIMUSA-NORIEGA
MEXICO 1983

- MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD.

GRUPO HITUTOYO

MEXICO 1990

- MAYOR PRODUCTIVIDAD Y UN MEJOR LUGAR DE TRABAJO.

A. E. LOUZINE, J. E. THURMAN Y K. KOGI

EDITORIAL ALFA OMEGA

MEXICO 1989

- PROCESOS DE MANUFACTURA VERSION SI.

B. H. ANSTEAD, PHILLIP F. OSWALD Y MYRON L. BEGEMAN

EDITORIAL CECSA

MEXICO 1982

- SISTEMAS DE PRODUCCION.

JAMES L. RIGGS

EDITORIAL LIMUSA

MEXICO 1986