

8812/7

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

ESCUELA DE INGENIERIA

Con Estudios Incorporados a la Universidad Nacional Autónoma de México

3
29'



VINCE IN BONO MALUM

**MEJORAS EN LA DISTRIBUCION DE PLANTA DE UNA
LINEA DE FABRICACION DE ARTICULOS
DOMESTICOS DE ALUMINIO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
Ingeniero Mecánico Electricista
Area Industrial
P R E S E N T A

JESUS MARIA CARCAMO LLANOS

Director de Tesis: ING. GABRIEL TORNELL M.
MEXICO, D. F. 1989

**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.

C O N T E N I D O

PAGINA:

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1	ANTECEDENTES.....	2
1.2	OBJETIVO.....	3

CAPITULO 2

OPERACION ACTUAL DE LA PLANTA

2.1	GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	6
	2.1.1 CONOCIMIENTO DE LA EMPRESA.....	6
	2.1.2 SINDICATO.....	7
	2.1.3 DIVERSIDAD DE ARTICULOS.....	8
2.2	MATERIALES.....	10
	2.2.1 CARACTERISTICAS DEL ALUMINIO.....	10
	2.2.2 MATERIA PRIMA.....	12
	2.2.3 EQUIPO DE MANEJO DE MATERIALES.....	13
2.3	PROCESO PRODUCTIVO.....	14
	2.3.1 DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO.....	14
	2.3.2 GRAFICO DE PRODUCTOS MULTIPLES.....	18
	2.3.3 DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO.....	20
	2.3.4 DESCRIPCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO.....	20
2.4	DISTRIBUCION DE PLANTA.....	29
	2.4.1 DIAGRAMA DE BLOQUES (BLOCK-LAYOUT).....	29

2.4.2 DISTRIBUCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO.....	30
2.4.3 DIAGRAMA DE RECORRIDO.....	31

CAPITULO 3

DISTRIBUCION DE PLANTA

3.1 GENERALIDADES.....	37
3.2 OBJETIVOS DE UNA DISTRIBUCION DE PLANTA.....	38
3.3 PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.....	39
3.4 CARACTERISTICAS DEL FLUJO INTERMITENTE.....	41
3.5 CRITERIOS PARA LA DISTRIBUCION DE PLANTA.....	42
3.5.1 CRITERIO CUANTITATIVO.....	42
3.5.2 CRITERIO CUALITATIVO.....	44

CAPITULO 4

DISTRIBUCION DE PLANTA PROPUESTA PARA LA LINEA DE ARTICULOS TRIPLE FUERTE

4.1 GRAFICA DE RELACION DE ACTIVIDADES.....	47
4.2 DETERMINACION DEL ESPACIO.....	48
4.2.1 ESPACIO DISPONIBLE.....	51
4.2.2 ESPACIO MINIMO REQUERIDO.....	52
4.3 DISTRIBUCION DE PLANTA.....	59
4.3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES (BLOCK-LAYOUT).....	59
4.3.2 DISTRIBUCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO.....	60
4.3.3 DIAGRAMA DE RECORRIDO.....	60

CAPITULO 5

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RESULTADOS

5.1	ESTUDIO DE TIEMPOS.....	67
5.2	CALCULO DE LAS DISTANCIAS RECORRIDAS POR EL ARTICULO EJEMPLO EN LA SITUACION ACTUAL Y PROPUESTA.....	69
5.3	CURSOGRAMAS ANALITICOS.....	82

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	CONCLUSIONES.....	94
6.2	RECOMENDACIONES.....	96
	BIBLIOGRAFIA.....	98
	APENDICE.....	101

C A P I T U L O 1

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

1.2 OBJETIVO

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

En 1946 empezaron a funcionar en el país las primeras empresas dedicadas al procesamiento del aluminio, aunque éste ya había sido utilizado en México varios años antes.

La industria del aluminio en México adquiere día a día mayor importancia debido a las ventajas del metal y a su cada vez mayor número de aplicaciones con lo que se ha logrado un notable crecimiento tanto en el número como en el tamaño de las empresas de esta industria. Este

crecimiento ha beneficiado directamente a los consumidores industriales y finales de productos de aluminio, quienes ahora encuentran más y mejores opciones para satisfacer sus requerimientos.

En toda industria de transformación se trasladan materias primas y productos ya sea por medios manuales o con ayuda de algún medio mecánico sin embargo, la experiencia nos ha demostrado que no basta con modernizar estos medios sino que es preciso también organizar la planta. A veces se instalan máquinas nuevas cuando posiblemente sería más rentable reubicar las existentes.

Cuando en una planta se planea hacer una mejora y ésta resulta costosa, requiere de mucho tiempo u ocasiona una pérdida de producción considerable la experiencia ha demostrado que lo más frecuente es que la dirección renuncie a hacerla. Si por el contrario, la mejora es económicamente factible y realizable en poco tiempo no se duda en llevarla a cabo.

1.2 OBJETIVO

Este estudio fue hecho en una planta productora de artículos de aluminio para el hogar con la idea de proponer una solución al problema de distribución de planta. Generalmente este problema crea una serie de conflictos

que repercuten en el proceso de fabricación.

El objetivo del presente trabajo es hacer un diagnóstico de la operación actual de la planta y proponer una serie de modificaciones siguiendo algunas técnicas de la Ingeniería Industrial. De lo anterior, se derivan varias ventajas que pueden ser fácilmente evaluadas por la dirección.

C A P I T U L O 2

OPERACION ACTUAL DE LA PLANTA

- 2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA
- 2.2 MATERIALES
- 2.3 PROCESO PRODUCTIVO
- 2.4 DISTRIBUCION DE PLANTA

CAPITULO 2

OPERACION ACTUAL DE LA PLANTA

2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1.1 CONOCIMIENTO DE LA EMPRESA

La empresa Industrias Ferysan S.A. de C.V. esta dedicada a la fabricación de artículos de aluminio para el hogar desde hace más de 25 años. La planta esta ubicada en el fraccionamiento industrial Xalostoc, Municipio de San Cristobal Ecatepec, Estado de México y se puede decir que el lugar es satisfactorio en cuanto a vías de comunicación, servicios y proveedores.

En lo que a mercado se refiere el D.F. consume aproximadamente una tercera parte de la producción siendo la provincia el principal comprador repartido en los estados de: Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Querétaro, Veracruz y Yucatán.

En cuanto a su organización, ésta se halla encabezada por un director general y un gerente general. El primero de ellos es responsable directo de las fases operativas tales como personal y producción a través de un supervisor. El otro es responsable de los aspectos administrativos incluyendo compras de todo tipo de materia prima, venta de artículo terminado y desperdicios.

La planta trabaja un turno de ocho horas de lunes a viernes y los sábados cinco horas. El horario de trabajo es de 8:00 a 16:30 Hrs. con media hora para tomar los alimentos de las 13:00 a las 13:30 Hrs.

2.1.2 SINDICATO

Debido al interés y preocupación de la empresa por lograr el mejor desarrollo humano, las relaciones con el Sindicato Nacional De Trabajadores Y Empleados De La Industria Metálica En General De La República Mexicana, al cual pertenece ésta, han sido satisfactorias, esto permite trabajar sin interrupción por este concepto.

Los contratos colectivos de trabajo, a la fecha, se han venido revisando en una completa armonía y buen entendimiento de las partes.

2.1.3 DIVERSIDAD DE ARTICULOS

La variedad de artículos de aluminio para el hogar es amplia y por lo tanto de diferentes medidas y capacidades. En la actualidad esta empresa maneja dos tipos de líneas: la línea sencilla y la línea triple fuerte o de restaurantes.

Dentro de la línea sencilla se encuentran los siguientes artículos:

ARTICULO	VARIEDAD DE TAMAÑOS
Cacerola budinera	7
Cazo combado	3
Cucharón sin pico	3
Charola redonda	5
Espumadera	3
Hervidor de leche	3
Lechera	7
Olla abombada	8
Olla cazo	7
Olla media recta	7

Olla recta *	2
Sartén combado	4
Sartén cónico	6
Vaporera	4
Estuche hipodérmico	2
TOTAL DE ARTICULOS 15	

Dentro de esta línea se encuentra la batería de cocina, la cual se compone con artículos de medidas estándar sin embargo, a veces el mismo cliente puede formar la suya. A continuación se especifica la de mayor demanda:

ARTICULO	MEDIDA
Cacerola budinera	24 cm
Cazo combado con tapa	20 cm
Cucharón sin pico	9 cm
Espumadera	11 cm
Olla cazo	24 cm
Olla media recta	24 cm
Olla media recta	20 cm
Sartén combado	24 cm
Hervidor de leche	3 lt

* Cuando el diámetro y la altura son iguales.

Dentro de la línea triple fuerte o de restaurantes con borde cortado y asas fundidas de aluminio se encuentran los siguientes artículos:

ARTICULO	VARIEDAD DE TAMAÑOS
Cacerola budinera	14
Cazo cónico	3
Olla recta	12
Olla media recta	16
Tartera cónica	4
TOTAL DE ARTICULOS 5	

2.2 MATERIALES

2.2.1 CARACTERISTICAS DEL ALUMINIO

Uno de los materiales metálicos no ferrosos de uso más generalizado es el aluminio. Este goza de una gran diversidad de propiedades y aplicaciones. Se produce con la fusión y la refinación de la bauxita, que es el mineral de aluminio. La bauxita se tritura y se mezcla con agua, sosa y cal para disolver y separar la alúmina, la cual es el óxido de aluminio y tras otros procedimientos se obtiene el aluminio que se conoce. Su punto de ebullición es de aproximadamente 2200 °C y su punto de fusión de aproximadamente 660 °C. Algunas de sus propiedades son las siguientes:

DENSIDAD:

La densidad específica del aluminio es de 2.71 gramos por centímetro cúbico, aproximadamente la tercera parte de la densidad del acero, y sus aleaciones oscilan entre 2.56 y 2.94 gramos por centímetro cúbico.

RESISTENCIA A LA CORROSION:

Las aleaciones de aluminio tienen alta resistencia a la corrosión. Su durabilidad esta demostrada por muchos años de éxito en sus aplicaciones en la aviación, arquitectura y otras industrias.

MAQUINABILIDAD:

El aluminio es fácil de trabajar y por eso puede obtenerse en diversas formas. Puede moldearse en arena, moldes permanentes y matrices. Sus formas comerciales incluyen plancha, lámina y hoja; alambre, varilla y barras; remaches y productos de tornos, etc.

RESISTENCIA:

El aluminio es ligero, fuerte, trabajable y blando. La resistencia a la tracción es de unos 910 Kg/cm² (13000 lb/pul²) para aluminio fundido comercialmente puro pero se puede aumentar en forma considerable hasta 5740 Kg/cm² (82000 lb/pul²) con tratamiento térmico, aleaciones y trabajado en frío.

2.2.2 MATERIA PRIMA

La materia prima básica para el formado de los artículos es el disco de aluminio, que de acuerdo a la designación del Aluminum Association (AA) es: 1200-0 (temple recocido o blando para estirado severo).

Los diámetros de los discos oscilan entre 110 mm y 980 mm. Los utilizados por la línea sencilla se encuentran entre 110 mm y 840 mm con espesores que van de .7 mm a 1.4 mm y para la línea triple fuerte los discos oscilan de 320 mm a 980 mm con espesores que van de 2.5 mm a 3.0 mm. Además se utilizan otras formas tales como:

- barra redonda de 6, 7, 9 y 11 mm de diámetro,
- lámina de 75 y 150 mm de ancho y de .8 mm de espesor,
- solera estriada de 9 y 15 mm de ancho y de 1 mm de espesor.

En la fabricación de los artículos son empleados diversos materiales como son:

MATERIALES PROCESIVOS

Aceite

Grasa

Lija

Pasta para pulir y abrillantar

Gasolina, etc.

MATERIALES DE EMPAQUE

Bolsas de plástico

Etiquetas adheribles

Cajas de cartón, etc.

Además de algunas partes adquiridas para la producción:

Asas y mangos fundidas de aluminio

Asas y botones de baquelita

Remaches cabeza de gota, etc.

2.2.3 EQUIPO DE MANEJO DE MATERIALES

El manejo y transporte de materiales hasta su última operación se lleva a cabo por medios totalmente manuales.

- Para el manejo de materia prima se utilizan carros de plataforma y carretillas de estibador,
- para el manejo de artículos en proceso que sean llevados de un área a otra se utilizan carros rectangulares chicos (1m x 0.8m x 0.8m) y grandes (2m x 1m x 1.25m) de acuerdo a la zona por donde transiten,
- para el manejo y embarque de los artículos terminados son utilizados los carros anteriormente mencionados o un montacargas.

2.3 PROCESO PRODUCTIVO

2.3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO

El proceso que siguen los artículos de aluminio es de tipo intermitente donde los artículos a fabricar se van agrupando en lotes y éstos son trasladados a otra área para ejecutar la siguiente operación. A continuación se describen estas operaciones:

SELLADO:

Una vez aceptados los discos de aluminio en éstos es impreso el logotipo de la empresa y el número correspondiente a su medida mediante una pequeña prensa. Después de esto se almacenan debidamente para su uso posterior.

ENGRASADO:

En esta operación el disco es lubricado con aceite mediante pistola neumática por ambos lados.

EMBUTIDO:

Por el término de embutición se designa el proceso de transformar una chapa plana de metal laminado en un recipiente cilíndrico o cúbico procediendo gradualmente con una o más pasadas. El material es embutido en prensas de simple y doble efecto.

Cabe hacer notar que la operación de engrasado aquí cumple dos funciones importantes. Primero; permite

el deslizamiento fácil del material entre el pisador y la matriz de la prensa, segundo; evita que se raye o raspe el material cuando tiene lugar el embutido.

RECHAZADO:

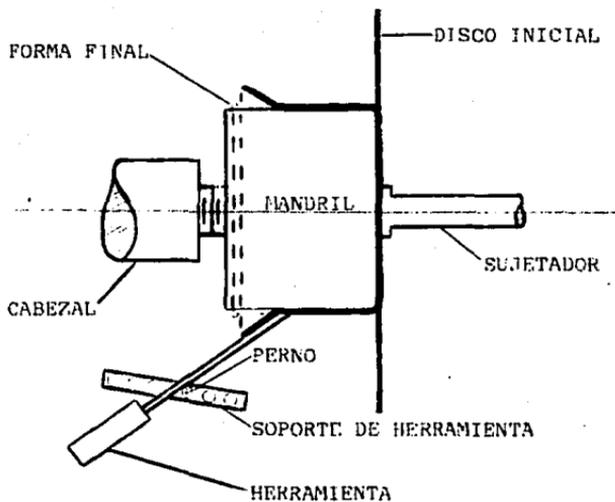
En la operación de rechazado es usado un torno para hacer girar el disco de aluminio o un artículo preformado (en este caso para hacer caja y cordón o el corte al borde) contra un mandril rotatorio con la forma que se desea dar al material (ver esquema 1). El material se empuja contra el mandril por medio de herramientas formadoras adecuadas las que se manejan a mano entre las que se encuentran: la bola de acero, acero plano y madera de nogal. Antes de comprimir el disco se aplica una capa de grasa para que no se pegue la herramienta al material.

DESENGRASADO:

En esta operación, los artículos se introducen en las tinas de una máquina desengrasadora por ultrasonido en donde la acción del agente limpiador elimina la grasa y mugre de la superficie de los mismos. Usualmente este desengrasador es tricloroetileno.

ESMERILADO:

Esta operación da al artículo un acabado rayado, por así decirlo, en toda su superficie. Para ello es usado un torno que hace girar al artículo y a continuación un operario con una lija acciona sobre su superficie. El desen-



ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PRESENTA: JESUS MA. CARCANO LLANOS	
OPERACION DE RECHAZADO	U. A
	ACOT: SIN
	ESC: SIN
	ESQUEMA I

grasado anterior es importante ya que evita que la lija se tape.

PULIDO:

El pulido consiste en dos pasos; pulir y abrillantar. La pulidora manual esta formada por un pedestal con un motor eléctrico que acciona dos ejes en cuyos extremos giran las ruedas pulidoras a altas velocidades. Una de las ruedas es para pulir el artículo y la otra es para abrillantar. Cada una aderezada con el tipo adecuado de pasta.

BARRENADO:

Esta operación consite en hacer barrenos a los artículos, según se requiera, mediante plantillas para que posteriormente pueda ser remachada el asa, mango de aluminio o la base de lámina para las asas de baquelita.

REMACHADO:

Aquí se presenta la asa, mango de aluminio o la base de lámina, según el artículo, a los barrenos hechos en la operación anterior y se procede con el remachado.

LIMPIEZA:

En esta operación los artículos son limpiados manualmente con gasolina en una pequeña tina y a continuación se secan con viruta de cuero en otra, después se les aplica aire a presión por medio de pistola para remover los residuos de viruta y polvo.

ETIQUETADO:

Aquí son colocadas las asas y botones de baquelita (en este caso a las tapas) a los artículos que lo requieran, son puestas las etiquetas adheribles de la empresa y finalmente introducidos en bolsas de plástico o envueltos en papel kraft para los artículos de gran tamaño.

EMPAcado:

En esta última operación, algunos artículos son colocados directamente en sus respectivas cajas, previamente armadas; otros son almacenados en anaqueles para posteriormente conformar la batería o artículos que el cliente desea que se empaquen en la misma caja. Una vez hecho esto son transportados al almacén de producto terminado en espera de ser embarcados.

2.3.2 GRAFICO DE PRODUCTOS MULTIPLES

El gráfico de productos múltiples se utiliza cuando se requiere mostrar la secuencia de operaciones de varios artículos. El gráfico mostrado en el cuadro 1 están representados los cinco artículos que componen la línea triple fuerte, objeto de esta tesis. Como se ve, éstos siguen una secuencia uniforme de operaciones y es por ello que cualquier artículo que se tome puede ser representativo de esta línea y servir como base de estudio y análisis para nuestro fin. En consecuencia, se escogió la olla media recta

OPERACIONES	CACEROLA BUDINERA	CAZO CONICO	OLLA MEDIA RECTA	OLLA MEDIA	TARTERA CONICA
SELLADO	1	1	1	1	1
ENGRASADO	2		2	2	
ENRUTIDO	3		3	3/3'	
RECHAZADO	4	2	4	4	2
DESENGRASADO	5	3	5	5	3
ESMERILLADO	6	4	6	6	4
BARRENADO	7	5	7	7	5
REMACHADO	8	6	8	8	6
LIMPIEZA	9	7	9	9	7
ETIQUETADO	10	8	10	10	8
EMPAcado	11	9	11	11	9

CUADRO 1

de 30 cm por ser la de mayor demanda actualmente.

2.3.3 DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

El diagrama de operaciones de proceso es una representación gráfica en donde se muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, con sus entradas de materiales, en un proceso de fabricación.

El diagrama 1 muestra la secuencia de operaciones del artículo ejemplo de la línea en estudio. Por otro lado, el diagrama 2 muestra la secuencia de operaciones de un artículo de la línea sencilla. Este se tomó arbitrariamente en base a que la mayoría de éstos siguen las mismas operaciones y lo único que cambia es el tamaño y la forma de los troqueles y mandriles.

2.3.4 DESCRIPCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO

Para llevar a cabo el levantamiento y clasificación de maquinaria y equipo productivo y de servicio, del cual no había información, fue necesario partir de cero y con la ayuda del supervisor, obreros, directores y literatura técnica se elaboró el catálogo del mismo.

DISCO DE ALUMINIO DE 570 mm
DE DIAMETRO Y 2.5 mm DE
ESPESOR

0-1
I-1

SELLADO DE DISCO E INSPECCION

0-2

ENCRASAR EL DISCO POR AMBOS
LADOS

0-3

EMBUTIDO

I-2

INSPECCION VISUAL

0-4

CORTE AL BORDE

I-3

INSPECCION DIMENSIONAL

0-5

DEENCRASADO

0-6

ESMERILADO INTERIOR Y EXTERIOR

I-4

INSPECCION VISUAL

0-7

HACER 6 BARRENOS E INSPECCION

I-5

2 ASAS FUNDIDAS DE ALUMINIO
Y 6 REMACHES CABEZA DE GOTA
(4.8 mm x 16 mm)

0-8

REMACHADO E INSPECCION

I-6

I-7

INSPECCION DE PRODUCTO
TERMINADO

0-9

LIMPIEZA

ETIQUETA ADHERIBLE Y BOLSA
DE PLASTICO

0-10

PEGAR ETIQUETA Y METER EN BOLSA

CAJA DE CARTON

0-11

METER OLLA EN CAJA
CORRESPONDIENTE

ESCUELA DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

PRESENTA: JESUS MA. CARCANO ELANOS

DIAGRAMA DE OPERACIONES
OLLA MEDIA

D.A

ACOT: SIN

RECTA DE 30 CM T.F.

ESC: SIN

DIAGRAMA 1

DISCO DE ALUMINIO DE 400 mm
DE DIAMETRO Y .7 mm DE
ESPESOR

0-1
I-1

SELLADO DE DISCO E INSPECCION

0-2

ENGRASAR EL DISCO POR AMBOS
LADOS

0-3

EMBUTIDO

I-2

INSPECCION VISUAL

0-4

HACER CAJA Y CORDON

I-3

INSPECCION DIMENSIONAL

0-5

DESENGRASADO

0-6

ESMERILADO INTERIOR

I-4

INSPECCION VISUAL

0-7

PULIDO EXTERIOR

I-5

INSPECCION VISUAL

0-8
I-6

HACER 6 BARRENOS E INSPECCION

2 ASAS FUNDIDAS DE ALUMINIO
Y 6 REMACHES CABEZA DE GOTA
(3.2 mm x 16 mm)

0-9
I-7

REMACHADO E INSPECCION

I-8

INSPECCION DE PRODUCTO
TERMINADO

0-10

LIMPIEZA

ETIQUETA ADHERIBLE Y BOLSA
DE PLASTICO

0-11

PEGAR ETIQUETA Y METER EN BOLSA

CAJA DE CARTON

0-12

METER CACEROLA EN CAJA
CORRESPONDIENTE

ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PRESENTA: JESUS MA. CARCAMO LLANOS	
DIAGRAMA DE OPERACIONES CACEROLA	U.A.
BUDINERA DE 24 CM	ACOT: SIN
L.S.	ESC: SIN
	DIAGRAMA 2

Se adoptó una clave de identificación compuesta por las iniciales del nombre de la máquina o equipo y en el caso de tener varias del mismo tipo se anotó a continuación de ellas, un guión seguido de un número progresivo. Esto permite localizar las máquinas y el equipo con mayor facilidad en los planos que aparecen en la sección 2.4 y 4.3.

Para elaborar este catálogo primeramente se clasificó la maquinaria y el equipo como sigue:

- MAQUINAS HERRAMIENTA Y EQUIPOS
- PRENSAS DE TROQUELADO
- TORNOS DE RECHAZADO
- TORNOS DE ESMERILADO
- DESENGRASADORAS
- PULIDORAS
- PRENSAS DE BARRENADO Y REMACHADO

C A T A L O G O

<u>MAQUINAS HERRAMIENTA</u>

<p>Torno horizontal estandar, distancia entre puntos 1000 mm y volteo sobre la bancada de 250 mm.</p>

TH

Cepillo de codo horizontal simple
para superficies planas de 300 mm
de carrera CE

Taladro vertical de banco tres ve-
locidades. TA-1 TA-2

Prensa de tornillo de 150 mm de a-
vance. PT-1 PT-2

Esmeriladora de mesa dos cabezales. ES

EQUIPOS

Subestación eléctrica compacta inte-
rior de 300 KVA para operar en
20/23 KV, 60 Hertz. SB

Compresora de aire con tanque alma-
cenador de 500 litros de capacidad
y motor trifásico 220/440 V de
5 H.P., 60 Hertz. CO-1 CO-2

Compresora de aire con tanque alma-
cenador de 235 litros de capacidad
y motor trifásico 220/440 V de
1 H.P., 60 Hertz. CO-3

PRENSAS DE TROQUELADO

Prensa mecánica de bancada fija en
pórtico dos montantes de 50 Tm a
simple reducción de engranes doble
efecto PM-1

Prensa mecánica de bancada fija en
pórtico cuatro montantes de 75 Tm
con doble reducción de engranes
doble efecto PM-2

Prensa mecánica cuello de cisne in-
clinable de 50 Tm a volante directo
simple efecto PM-3

Prensa mecánica cuello de cisne in-
clinable de 75 Tm a simple reducción
de engranes simple efecto PM-4

Prensa mecánica de bancada fija en
pórtico dos montantes de 75 Tm a
simple reducción de engranes doble
efecto PM-5

Prensa mecánica de 3Tm a simple re-
ducción de engranes simple efecto PM-6 PM-7

Prensa hidráulica de bancada fija
en pórtico dos montantes de 100 Tm
doble efecto

PH-1

Prensa hidráulica de bancada fija
en pórtico cuatro montantes de
200 Tm doble efecto

PH-2

TORNOS DE RECHAZADO

Torno con volteo sobre la bancada
de 500 mm, RPM variable y motor
trifásico de 5 H.P., 60 Hertz

TR-1 TR-2

Torno con volteo sobre la bancada
de 450 mm, RPM variable y motor
trifásico de 5 H.P., 60 Hertz

TR-3

Torno con volteo sobre la bancada
de 430 mm, RPM variable y motor
trifásico de 4 H.P., 60 Hertz

TR-4 TR-5

Torno con volteo sobre la bancada
de 375 mm, RPM variable y motor
trifásico de 4 H.P., 60 Hertz

TR-6 TR-7

Torno con volteo sobre la bancada
de 250 mm. RPM variable y motor
trifásico de 4 H.P., 60 Hertz

TR-8

TORNOS DE ESMERILADO

Torno con volteo sobre la bancada
de 400 mm. RPM variable y motor
trifásico de 4 H.P., 60 Hertz

TE-1 TE-2

Torno con volteo sobre la bancada
de 375 mm. RPM variable y motor
trifásico de 4 H.P., 60 Hertz

TE-3

Torno con volteo sobre la bancada
de 350 mm. RPM variable y motor
trifásico de 4 H.P., 60 Hertz

TE-4 TE-5

Torno con volteo sobre la bancada
de 300 mm. RPM variable y motor
trifásico de 4 H.P., 60 Hertz

TE-6 TE-7

DESENGRASADORAS

Máquina de desengrasado por ultra-
sonido y tablero de control

D-1 D-2*

* sin instalarse

PULIDORAS

Pulidora de dos cabezales con motor
trifásico 220/440 V., 5 H.P., 60 Hertz PU-1 PU-2

Pulidora automática de cuatro cabe-
zales y tablero de control PU-3

(todas ellas con boquillas de aspira-
ción y sistema de extracción de polvo)

PRENSAS DE BARRENADO Y REMACHADO

Prensa mecánica de barrenado de
3 Tm a volante directo PB-1 PB-2 PB-3 PB-4

Prensa mecánica de remachado de
3 Tm a volante directo PR-1 PR-2 PR-3 PR-4

Nota: Estas con solo cambiar el punzón y la matriz pueden
servir tanto para barrenar como para remachar.

2.4 DISTRIBUCION DE PLANTA

Se tomó como base un plano antiguo de construcción y se fueron formando los planos actualizados y detallados de la situación actual con el objeto de que éstos nos sirvan para analizarlos y así poder diseñar la nueva distribución de planta para la línea de artículos triple fuerte.

2.4.1 DIAGRAMA DE BLOQUES (BLOCK-LAYOUT)

El plano 1 muestra mediante bloques las distintas áreas que actualmente integran la planta. La superficie que ocupa ésta es de 2500 m² dividida en dos naves de 1250 m² cada una y de diferente tipo de construcción siendo la nave 2 la última en edificarse.

Las iniciales L.S. o L.T. que aparecen en los bloques indican que en dichas áreas solo se llevan a cabo operaciones para los artículos de la línea sencilla (L.S.) o para los de triple fuerte (L.T.). En las que no aparezcan éstas, querrá decir que en esas áreas se realizan operaciones para ambas líneas.

En la nave 1 se encuentran los almacenes de materia prima y producto terminado de la línea sencilla. El primero de ellos ocupa una superficie de 82.9 m² el cual,

puede almacenar hasta 85 toneladas de aluminio y el otro ocupa una superficie de 166.25 m². En la nave 2 también se encuentran dichos almacenes pero de la línea triple fuerte. El primero ocupa una superficie de 94.5 m² el cual, puede almacenar hasta 110 toneladas de aluminio y el otro ocupa una superficie de 210 m².

Además existen otros dos almacenes; uno de 105 m² que se localiza en la nave 2 y el otro de 12.25 m² en la nave 1 los cuales se llaman almacenes diversos ya que en ellos se encuentran los distintos materiales procesivos, empaque y partes adquiridas para producción. En el almacén mayor también se encuentran algunas piezas de repuesto para algunas de las máquinas.

2.4.2 DISTRIBUCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO

La distribución de maquinaria y equipo es la forma como esta colgado éste en la planta con sus áreas de trabajo y auxiliares, almacenes y oficinas.

Cada máquina o equipo esta indicado con la clave anteriormente adoptada (ver sección 2.3.4).

En el plano 2 se ve que en la nave 1 están localizadas algunas máquinas utilizadas por la línea triple fuerte. Por otro lado, en la nave 2 sólo se encuentran insta-

ladas las prensas PH-1 y PH-2 y en el futuro funcionará la desengrasadora D-2.

2.4.3 DIAGRAMA DE RECORRIDO

En el diagrama de recorrido se muestran las zonas donde ocurren las distintas operaciones y la trayectoria que sigue el artículo. Para ello son utilizados los cuatro símbolos usados en la Ingeniería Industrial. El diagrama de recorrido mostrado en el plano 3 va acompañado con el cursograma analítico que aparece en la sección 5.3.

Para elaborar este diagrama se siguió el recorrido del artículo ejemplo de la línea en estudio y de una manera general se distinguen los siguientes puntos:

- El recorrido inicia en la nave 2 en donde se efectúan las tres primeras operaciones del proceso para que posteriormente los artículos tengan que ser transportados a la nave 1 para ejecutar las operaciones restantes. Esto trae consigo que los obreros frecuentemente transiten por la calle con todos los inconvenientes que esta operación pueda acarrear.

- Una vez hecha la operación de corte al borde a los artículos, éstos en algunas ocasiones, llegan a congestionar la estación de trabajo y obstaculizar el tránsito de carros al tener que esperar un mayor tiempo para ser transportados a la

máquina desengrasadora como consecuencia, de que ésta es utilizada por ambas líneas.

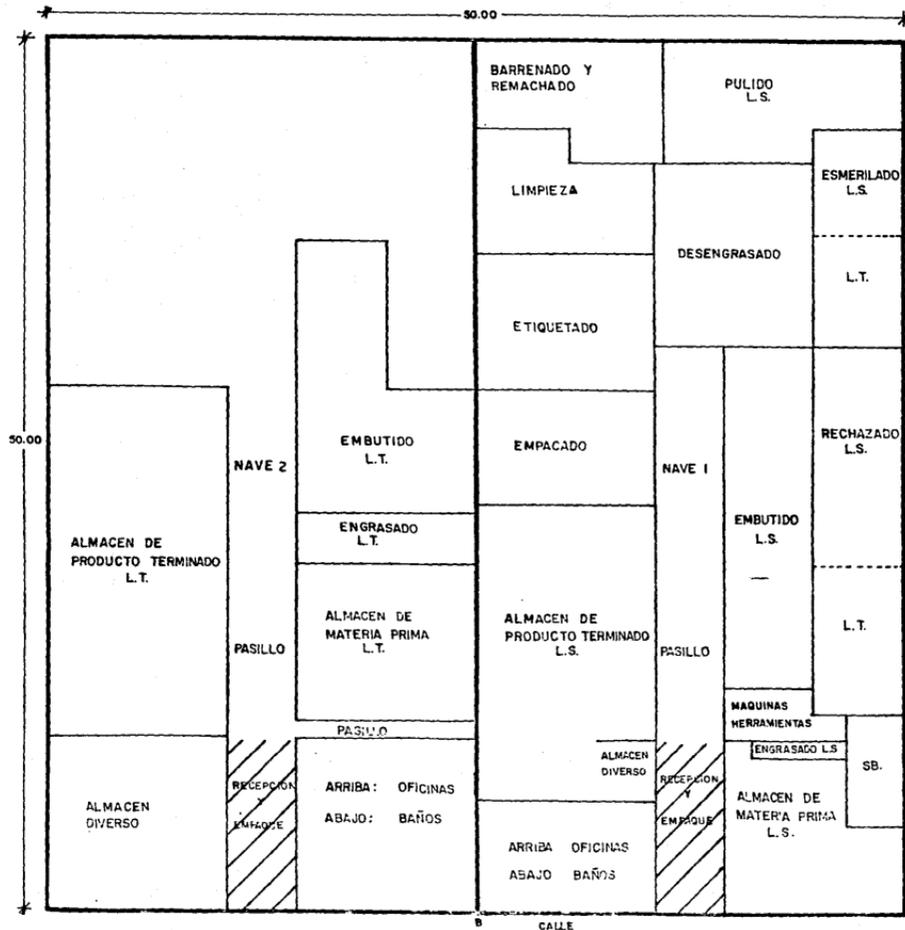
- El área de desengrasado, aparte de ser ésta compartida por ambas líneas, el flujo de los artículos esta limitado por su tamaño debido a las dimensiones que tienen las tinas de la máquina.

- En el área de esmerilado se llega a sentir la falta de espacio sobre todo cuando se trabaja con artículos grandes además de obstaculizar a veces el tránsito de carros.

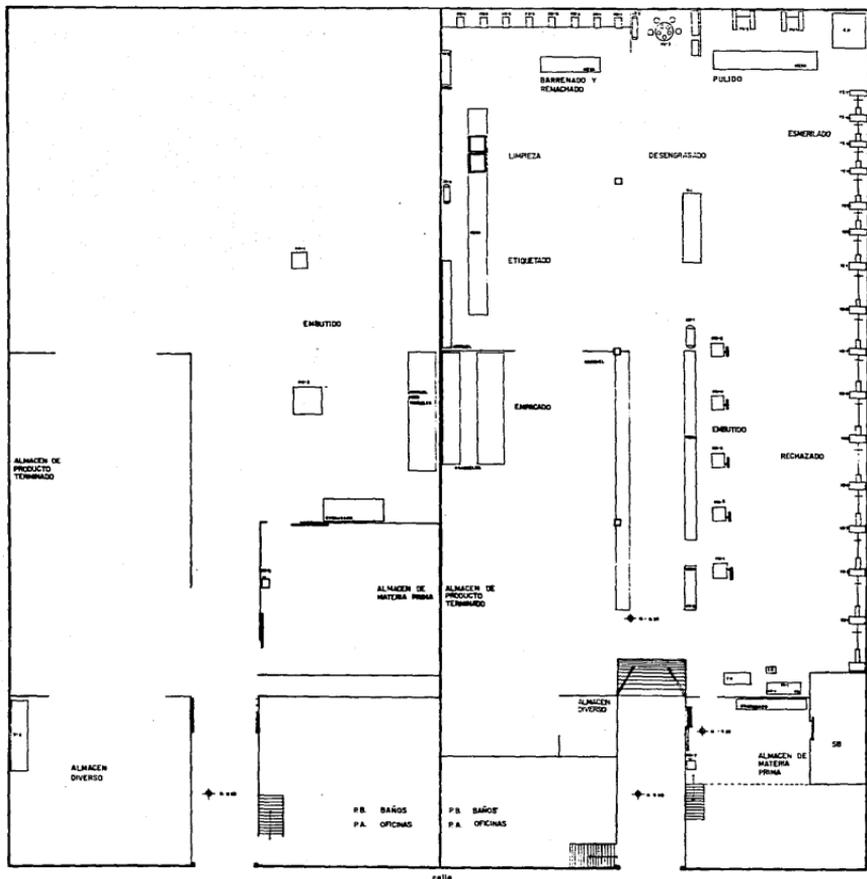
- En el área de barrenado y remachado se observa que el flujo de los artículos de una y otra línea se lleva a cabo sin interrupción debido al número de prensas que existen.

- En las áreas de limpieza, etiquetado y empaque el problema que presentan es de espacio debido a la cantidad de artículos de ambas líneas que se acumulan. Esto se resiente más en el área de empaque en donde primeramente se tienen que armar las cajas tanto para los artículos de una y otra línea.

- Una vez en su correspondiente caja los artículos son transportados de vuelta a la nave 2 para ser depositados en el almacén de producto terminado en espera de ser embarcados.



ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PRESENTA JESUS MA CARCAMO LLANOS	
DIAGRAMA DE BLOQUES	U. A.
ACTUAL	ACOT. M
	ESC. 1:200
	PLANO 1



LEYENDA	
—	FUERTA DE CORTINA
A	NIVEL DE PISO
C.P.	COLECCION DE PUNTO
□	COLUMNA

ESUELA DE INGENIERIA	
TENI3 PROFESIONAL	
PRESENTA JELIS NA CARGAND LIANDS	
DISTRIBUCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO	J.B.
A B C T U A L	AGOSTO 1950
	PLANO 2

C A P I T U L O 3

DISTRIBUCION DE PLANTA

- 3.1 GENERALIDADES
- 3.2 OBJETIVOS DE UNA DISTRIBUCION DE PLANTA
- 3.3 PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA
- 3.4 CARACTERISTICAS DEL FLUJO INTERMITENTE
- 3.5 CRITERIOS PARA LA DISTRIBUCION DE PLANTA

CAPITULO 3

DISTRIBUCION DE PLANTA

3.1 GENERALIDADES

Un concepto importante para un Ingeniero Industrial es la distribución de planta. Esta estudia el arreglo de las instalaciones físicas de proceso para un tipo determinado de producto y las rutas de manejo de materiales. No podemos afirmar que existe un tipo de distribución que tienda a ser la mejor; una cierta distribución puede ser la mejor en un conjunto de condiciones y ser completamente inadecuado en otras.

El Ingeniero Industrial debe aprender a identi-

ficar una distribución deficiente y buscar soluciones mostrando los hechos a la dirección para su estudio. Las decisiones de distribución de planta constituyen un desafío para la dirección y éstas tienen efectos a corto y largo plazo. Estas decisiones determinan el mejor aprovechamiento del espacio para una operación eficiente. De aquí la importancia del estudio de las condiciones actuales como base para su análisis y la posterior sugestión de nuevas condiciones.

3.2 OBJETIVOS DE UNA DISTRIBUCION DE PLANTA

Los problemas de distribución de planta pueden presentarse de varias maneras y tener efectos en la eficiencia del sistema de producción. Dependiendo de la planta que se este analizando existen diferentes objetivos que son importantes alcanzar entre los que se encuentran los siguientes:

- Emplear más eficientemente la mano de obra, materiales y equipo.
- Reducir las distancias en el manejo de materiales.
- Proporcionar un ambiente de satisfacción y seguridad para los obreros y empleados.
- Minimizar la inversión en equipo.
- Utilizar el espacio de la mejor manera posible.
- Mejorar el flujo de fabricación de los productos.

3.3 PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA

PRINCIPIO DE LA INTEGRACION TOTAL:

La mejor distribución es aquella que integra a los hombres, materiales, equipo, servicios y demás auxiliares de la mejor manera posible.

Deberá ser adecuada a las personas que ejecutan las operaciones; tiene que facilitar todas las maniobras tanto de mantenimiento como de control y necesita proteger a los hombres, materiales y equipo de riesgos tales como incendios, etc.

PRINCIPIO DE LA MINIMA DISTANCIA:

En igualdad de circunstancias, será mejor aquella distribución que permita mover el material el mínimo de distancia entre las diferentes áreas de trabajo.

El flujo de material hace necesario moverlo de un área a otra. El problema a resolver en un plan de distribución es que esa distancia se reduzca en lo posible. Esto se consigue colocando contiguo el equipo que ejecuta las operaciones consecutivas de tal manera que el producto que sale de una pase inmediatamente a la siguiente operación y si es posible sin manejo.

PRINCIPIO DEL RECORRIDO:

En igualdad de circunstancias, será mejor aquella distribución que disponga el área de trabajo para cada operación o proceso en el mismo orden en que se forman o se montan los materiales.

El material se deberá mover sin interrupciones de una operación a la siguiente, hasta su terminación. No debe haber movimientos de retroceso o cruce y los congestionamientos con otros productos o con otras piezas del mismo producto deberá ser mínimo; el material debe deslizarse sin interrupción a través de la planta.

PRINCIPIO DEL ESPACIO CUBICO:

Se tiene economía utilizando provechosamente todo el espacio disponible tanto vertical como horizontal.

PRINCIPIO DE SATISFACCION Y SEGURIDAD:

En igualdad de circunstancias, será mejor aquella distribución que haga el trabajo satisfactorio y seguro para los obreros y empleados.

La seguridad es un factor principal en la mayoría de las distribuciones y vital en algunas de ellas. No puede ser buena una distribución si expone a los obreros y empleados a riesgos o accidentes.

3.4 CARACTERISTICAS DEL FLUJO INTERMITENTE

Los procesos de flujo intermitente se caracterizan por la producción a intervalos irregulares. Aquí todas las operaciones del mismo tipo se organizan en áreas o departamentos por tipos similares de habilidades o equipo, esto también se conoce como una forma de distribución por proceso. Las operaciones intermitentes pueden justificarse cuando el producto carece de estandarización o el volumen de producción es bajo, en este caso, la operación intermitente es la más económica e involucra menor riesgo.

Las operaciones intermitentes usan equipos diseñados para fines generales y mano de obra calificada por lo tanto, son muy flexibles para cambiar el producto o el volumen de producción pero también son bastante ineficientes. Al mismo tiempo su flexibilidad conduce a severos problemas de control de inventarios, programación de actividades y calidad.

Cuando una operación intermitente funciona a casi toda su capacidad, existe el peligro de que se acumulen altos inventarios de producto en proceso y aumente el tiempo de producción de los lotes completos, esto se debe a la interferencia que se produce cuando distintos productos requieren el mismo equipo o la misma mano de obra en el mismo momento.

3.5 CRITERIOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La decisión sobre la distribución de planta determina la localización relativa de las áreas o departamentos. Algunos ejemplos de criterios de decisión pueden ser acortar las distancias que recorren los artículos y lograr la máxima cercanía entre las áreas.

Entre las restricciones más comunes están las limitaciones de espacio, la necesidad de mantener una ubicación fija para ciertas áreas (por ejemplo carga y descarga), las disposiciones de seguridad industrial, etc.

Los problemas de distribución de flujo intermitente, el cual es nuestro caso, caen dentro de dos categorías: los que involucran criterios cuantitativos que requieren decisiones que pueden ser expresadas en términos mesurables y los criterios cualitativos.

3.5.1 CRITERIO CUANTITATIVO

El diagrama DE-A o gráfico cruzado normalmente es usado para analizar el flujo de materiales en una distribución por proceso. La idea principal es determinar la magnitud de movimientos entre dos áreas, edificios o máquinas, según el caso.

A continuación se incluyen 3 diagramas teóricos ilustrativos. El primero de ellos, figura 1, consiste en determinar las distancias que existen entre cada par de áreas. Estas distancias dependen de la distribución de planta que se este analizando.

DIAGRAMA DE DISTANCIAS

A	1	2	3
DE			
1		A	
2			
3			

FIGURA 1

El segundo, figura 2, consiste en determinar el número de viajes que ocurren entre cada par de áreas. Este número puede estimarse tomando como base los diagramas de operaciones y el volumen de artículos manejados.

DIAGRAMA DE VIAJES

A	1	2	3
DE			
1		B	
2			
3			

FIGURA 2

Por último, el producto de los elementos de los diagramas anteriores y la suma de éstos nos da la distancia total recorrida, figura 3.

DIAGRAMA DE DISTANCIA
TOTAL RECORRIDA

	1	2	3	T
1		C		
2				
3				
T				

FIGURA 3

3.5.2 CRITERIO CUALITATIVO

Con el fin de ayudarnos a resolver los problemas de ubicación de naturaleza cualitativa es usada la carta o gráfica de relación de actividades en la cual, el grado de cercanía entre cada par de áreas es registrado y evaluado mediante una clasificación de letras que simbolizan la necesidad de cercanía.

Además esta provista de un código numérico que da la razón o las razones por las cuales se requiere la cercanía en algunos casos particulares.

La gráfica de relación de actividades utilizada en esta tesis es la mostrada en la sección 4.1.

C A P I T U L O 4

DISTRIBUCION DE PLANTA PROPUESTA PARA LA LINEA DE ARTICULOS TRIPLE FUERTE

- 4.1 GRAFICA DE RELACION DE ACTIVIDADES
- 4.2 DETERMINACION DEL ESPACIO
- 4.3 DISTRIBUCION DE PLANTA

CAPITULO 4
DISTRIBUCION DE PLANTA PROPUESTA PARA LA LINEA
DE ARTICULOS TRIPLE FUERTE

Para el diseño de la nueva distribución de planta se realizaron entrevistas con: obreros, directores y supervisor con el fin de intercambiar ideas y experiencias de trabajo considerando así al aspecto humano como un factor importante de decisión.

4.1 GRAFICA DE RELACION DE ACTIVIDADES

Con la información obtenida se elaboró la grá-

fica 1 con la salvedad de que las áreas de:

recepción y embarque,
baños y oficinas,
engrasado,
embutido,
almacenes de: materia prima,
producto terminado y diverso

se dejan en su ubicación actual con el objeto de aprovechar las instalaciones existentes.

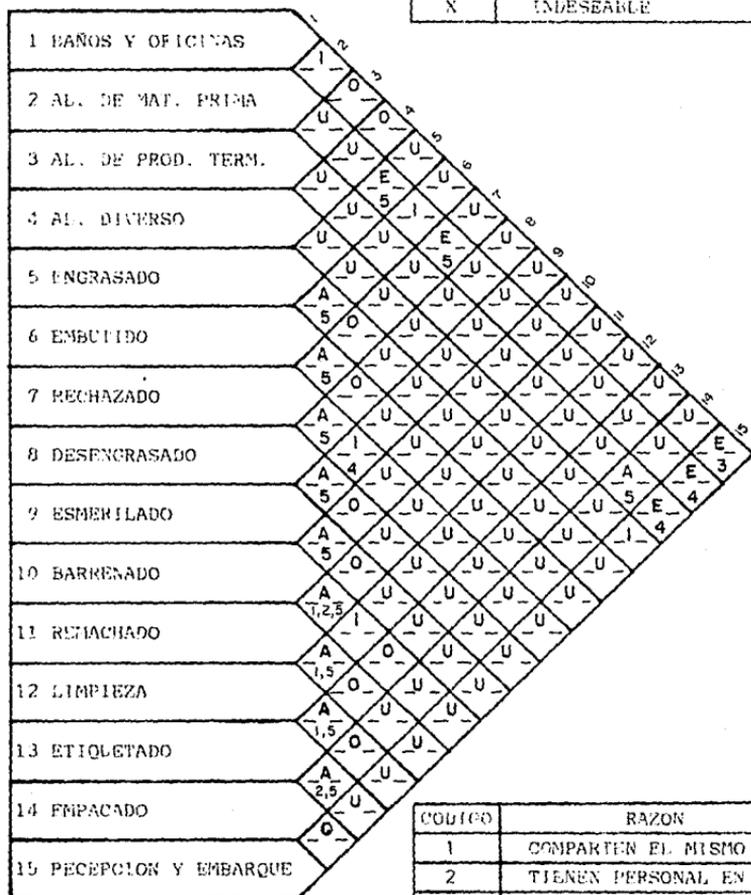
Otra forma de representar lo expuesto en la gráfica de relación es utilizando el diagrama de relación de actividades. En este diagrama las distintas áreas que intervienen en el proceso de distribución se muestran por medio de bloques de igual tamaño enumeradas de igual manera que las diferentes áreas de la gráfica de relación. Estos bloques son conectados por cierto tipo de línea que simbolizan los grados de cercanía. Esto se ve en el diagrama 3.

4.2 DETERMINACION DEL ESPACIO

La superficie de las áreas que se mantienen en su ubicación se calcularon a partir del plano 1 obteniendo la siguiente tabla.

GRAFICA DE RELACION
DE ACTIVIDADES

AREAS



VALOR	DEFINICION
A	ABSOLUTAMENTE NECESARIO
E	ESPECIALMENTE IMPORTANTE
I	IMPORTANTE
O	CERCANIA COMUN CORRECTA
U	FOCO IMPORTANTE
X	INDESEABLE

CODIGO	RAZON
1	COMPARTEN EL MISMO ESPACIO
2	TIENEN PERSONAL EN COMUN
3	FACIL SUPERVISION
4	CONVENIENCIA
5	FLUJO DE MATERIALES

GRAFICA 1

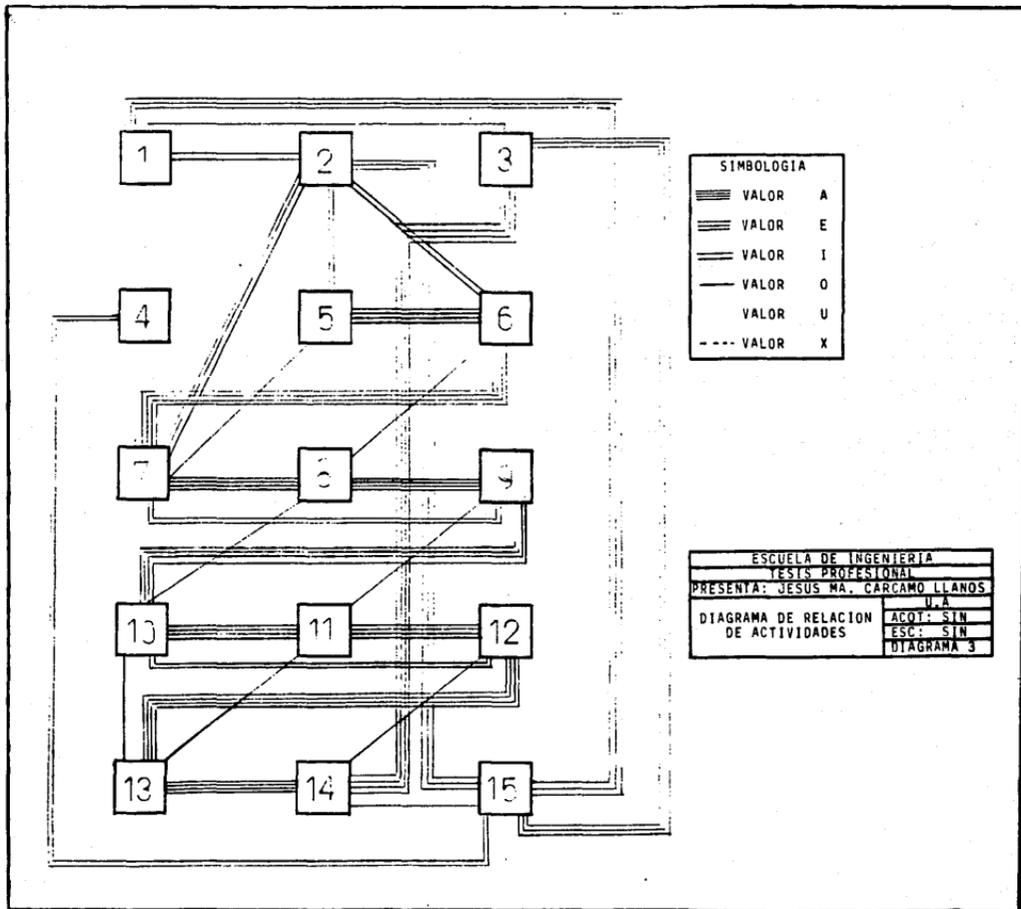


TABLA 1

AREAS	SUPERFICIE
Baños y oficinas	105 m2
Al. de materia prima	94.5 m2
Al. de prod. terminado	210 m2
Al. diverso	105 m2
Recepción y embarque	40 m2
Engrasado	31.5 m2
Embutido	118.55 m2
Pasillo	<u>10.5 m2</u>
	TOTAL 715.05 m2

Por lo tanto, las áreas por distribuir son: rechazado, desengrasado, esmerilado, barrenado, remachado, limpieza, etiquetado y empacado.

4.2.1 ESPACIO DISPONIBLE

La superficie con la que se cuenta para los cambios propuestos se denomina espacio disponible. Esta se obtiene de la siguiente manera:

SUPERFICIE DISPONIBLE - SUPERFICIE TOTAL-SUPERFICIE OCUPADA

esto es:

S.D = 1250 m² - 715.05 m²

S.D = 534.95 m²

4.2.2 ESPACIO MINIMO REQUERIDO

Después de haber identificado las áreas que se van a reubicar ahora es necesario conocer que máquina se va a mover y la superficie que ocupa por consiguiente, se elaboró la tabla 2.

Para el cálculo del espacio requerido se consideró que para cada elemento a distribuir la superficie total necesaria se calcula como la suma de las siguientes:

- Superficie física
- Superficie de maniobra
- Superficie de circulación

SUPERFICIE FISICA Sf: Es la superficie que ocupa la maquinaria, equipo y mobiliario.

SUPERFICIE DE MANIOBRA Sm: Es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el obrero y por el material involucrado en las operaciones del proceso. Esta superficie se obtiene para cada puesto de trabajo multiplicando la superficie física por el número de lados (N) a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

TABLA 2
SUPERFICIE DE MAQUINAS A MOVER

AREA	MAQUINA	CLAVE	DIMENSIONES DE LA MAQUINA (LxA) m	SUPERFICIE EN m ²
RECHAZADO	TORNO DE RECHAZADO	TR-1	2.75x1	2.75
		TR-2	2.75x1	2.75
		TR-3	2.5 x1	2.5
ESMERILADO	TORNO DE ESMERILADO	TE-1	2.5 x1	2.5
		TE-2	2 x1	2
		TE-3	1.5 x1	1.5
DESENGRASADO	DESENGRASADORA POR ULTRASONIDO	D-2	4 x1	4
BARRENADO	PRENSA	PB-1	.3 x.6	.18
		PB-4	.3 x.6	.18
REMACHADO	PRENSA	PR-1	.3 x.6	.18
		PR-4	.3 x.6	.18

Esto es:

$$S_m = S_f \times N$$

SUPERFICIE DE CIRCULACION S_c : Es la superficie que es necesario dejar entre los puestos de trabajo para el movimiento de obreros y el manejo de materiales. Esto es:

$$S_c = (S_f + S_m) \times k$$

k es un coeficiente que ha sido obtenido en base a estudios hechos en diferentes tipos de industria y en forma general muestra la relación entre:

las proporciones de los obreros u objetos desplazados y el doble de las cotas medias de máquinas o muebles entre los cuales laboran.

En nuestro caso este coeficiente tiene un valor de 1.5. El cálculo de estas superficies se muestra en la tabla 3.

Hay que recordar que con el equipo actual de las áreas de: limpieza, etiquetado y empacado son llevadas a cabo las operaciones de los artículos de ambas líneas, en consecuencia, para las mismas áreas que se requieren

TABLA 3

CALCULO DE LA SUPERFICIE MINIMA REQUERIDA

AREA	Sf	N	Sm	Sf+Sm	Sc	SUPERFICIE TOTAL EN m ²
RECHAZADO	2.75	1	2.75	5.5	8.25	13.75
	2.75	1	2.75	5.5	8.25	13.75
	2.5	1	2.5	5	7.5	<u>12.5</u>
						40.00
ESMERILADO	2.5	1	2.5	5	7.5	12.5
	2	1	2	4	6	10
	1.5	1	1.5	3	4.5	<u>7.5</u>
						30.0
DESENGRASADO	4	3	12	16	24	40
BARRENADO	.18	1	.18	.36	.54	.9
	.18	1	.18	.36	.54	<u>.9</u>
						1.8
REMACHADO	.18	1	.18	.36	.54	.9
	.18	1	.18	.36	.54	<u>.9</u>
						1.8

en triple fuerte es necesario la adquisición del siguiente equipo y mobiliario:

LIMPIEZA

- Dos mesas de trabajo con medidas aproximadas de 6 m x 1.1 m y 2 m x 1.1 m.
- Dos tinas, una para la gasolina y otra para la viruta de cuero con medidas aproximadas de 1 m x 1.1 m y de .15 a .20 m de alto para ser colocadas sobre la mesa.
- Un compresor de aire con tanque almacenador de 235 litros de capacidad (igual a CO-3) y pistola, siendo las medidas de éste de .48 m de diámetro y 1.32 m de largo.

ETIQUETADO

- Una mesa de trabajo con medidas aproximadas de 5 m x 1.1 m.
- Anaquel para guardar diversos materiales con medidas aproximadas de 1.5 m de largo .8 m de ancho y 5 m de altura.

EMPACADO

- Máquina engomadora de papel para pegar cajas.
- Anaquel para depositar algunos artículos terminados con medidas aproximadas de 5 m de largo por 2 m de ancho y 5 m de alto.

Para el cálculo del espacio requerido de las áreas de limpieza y etiquetado se elaboró la tabla 4. Por otra parte, al área total de limpieza obtenida hay que agregarle la superficie que ocupa el compresor;

$$44 \text{ m}^2 + .63 \text{ m}^2 = 44.63 \text{ m}^2$$

De igual manera al área total de etiquetado se le suma la superficie que ocupa el anaquel;

$$27.5 \text{ m}^2 + 1.2 \text{ m}^2 = 28.7 \text{ m}^2$$

Para determinar el espacio requerido en la nueva área de empaque de la línea triple fuerte fue necesario hacer observaciones en el área actual y conocer las operaciones que en ella se realizan observando lo siguiente:

- depositar los artículos que llegan de la operación anterior;
- efectuar el armado de cajas,
- estibar éstas antes de moverlas al almacén de producto terminado,
- facilitar el tránsito de carros y desplazamiento de obreros.

Más adelante el diagrama de bloques muestra todas estas áreas integradas.

TABLA 4

CALCULO DE LA SUPERFICIE MINIMA REQUERIDA

AREA	MOBILIARIO	Sf	N	Sm	Sm+Sf	Sc	SUPERFICIE TOTAL EN m ²
LIMPIEZA	MESA DE TRABAJO	6.6	1	6.6	13.2	19.8	33
		2.2	1	2.2	4.4	6.6	<u>11</u> 44
ETIQUETADO	MESA DE TRABAJO	5.5	1	5.5	11	16.5	27.5

4.3 DISTRIBUCION DE PLANTA

4.3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES (BLOCK-LAYOUT)

Anteriormente se calculo teóricamente un espacio mínimo requerido para las diferentes áreas involucradas en el proceso de distribución; sin embargo, al contar con un mayor espacio se aumentó la superficie de éstas de acuerdo a posibles necesidades futuras, sin que esto lleve a un incremento considerable en las distancias recorridas por los artículos. Por lo tanto, la superficie final de las áreas quedó como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 5

AREA	SUPERFICIE
Rechazado	57.2 m ²
Esmerilado	46.8 m ²
Desengrasado	60.45 m ²
Barrenado y remachado	46.5 m ²
Limpieza	63 m ²
Etiquetado	63 m ²
Empacado	84 m ²
Pasillo central	114 m ²
	<u>total 534.95 m²</u>

El plano 4 muestra la ubicación propuesta de las áreas de triple fuerte. Como se ve, ahora todas éstas se encuentran integradas en la nave 2 mientras que en la nave 1 permanecen sólo las áreas de la línea sencilla que además contará con dos superficies libres; una de 44.2 m² y la otra de 33.28 m².

4.3.2 DISTRIBUCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO

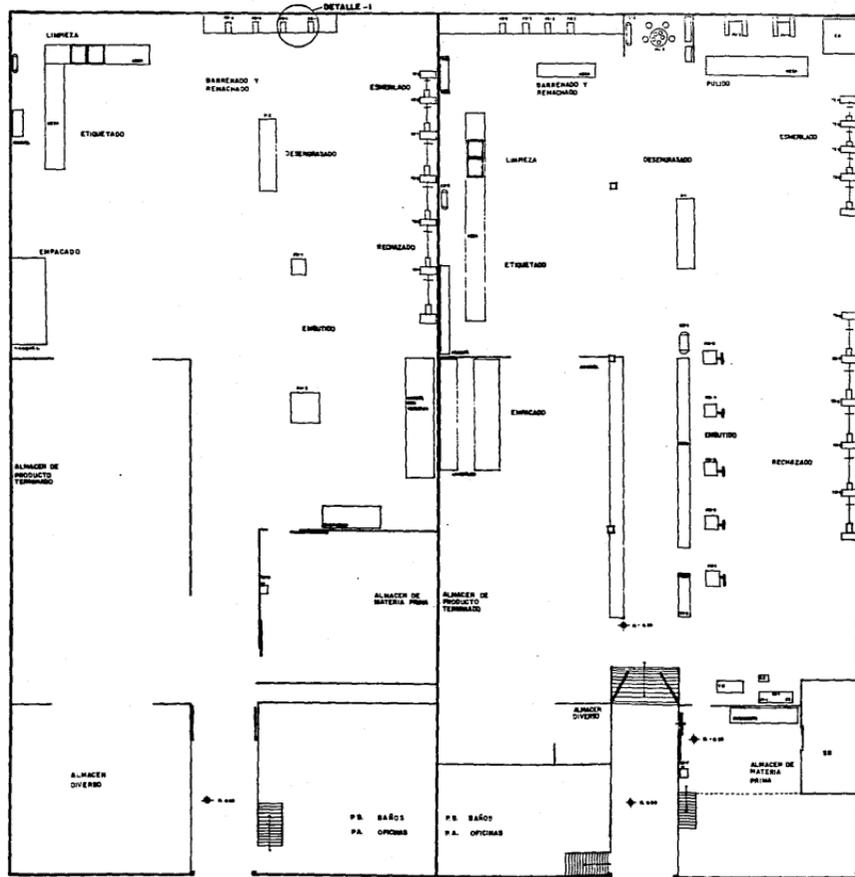
El plano 5 muestra la nueva ubicación de la maquinaria y equipo. Por otra parte, el detalle 1 muestra la manera de cómo las prensas de barrenado y remachado deben ser colocadas.

4.3.3 DIAGRAMA DE RECORRIDO

El diagrama de recorrido mostrado en el plano 6 va acompañado con el cursograma analítico que aparece en la sección 5.3.

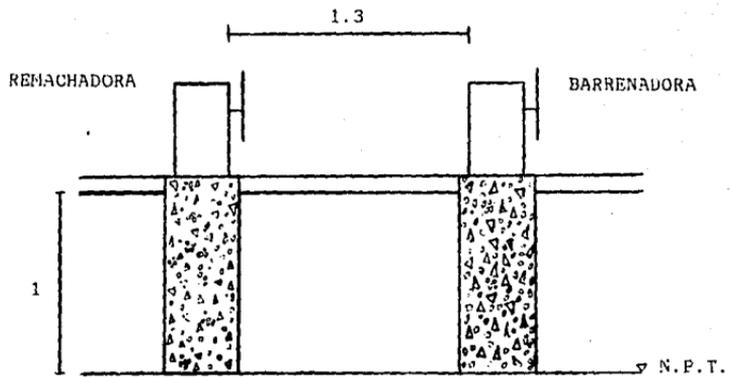
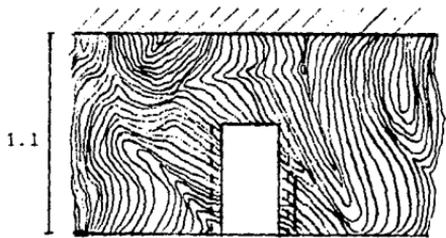
Con el nuevo recorrido del artículo ejemplo y en general con todos los de esta línea, se logran las siguientes ventajas:

- El proceso se inicia y se termina en la nave 2.
- Se evita que los obreros tengan que transitar por la calle.
- El recorrido de los artículos es más corto.
- Se aprovecha el espacio que actualmente esta ocioso.
- Disminuye el tránsito de carros en la nave 1 beneficiando al flujo de fabricación de los artículos de la línea sencilla.

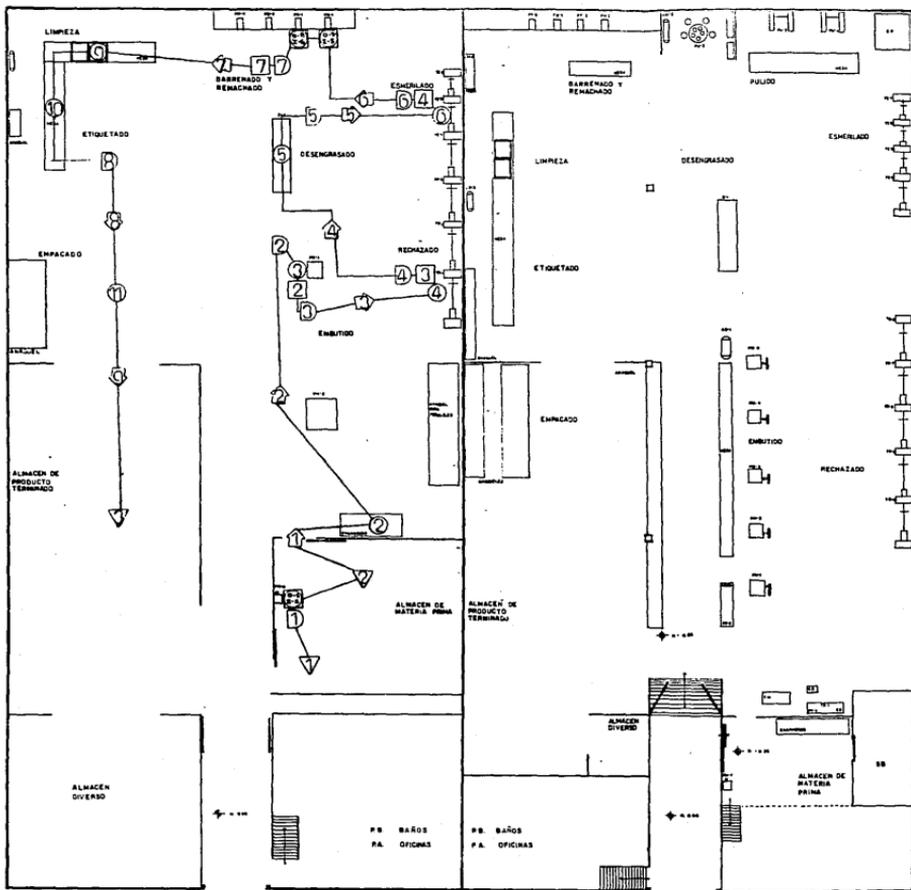


LEYENDA	
□	PUERTA DE COSTURA
+	NIVEL DE PISO
○	COLECCION DE PULSO
□	COLUMNA

ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
INGENIERO JESUS MA. GARCIA LLANOS	
DISTRIBUCION	I. S. A.
DE MAQUINARIA Y EQUIPO	ACOT. M
PROPUESTO	FECH. 1960
	PL. ANO. 2



ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PRESENTA: JESUS MA. CARCAMO LLANOS	
COLOCACION PRENSAS	U.A
DE BARRENADO Y	ACOT: m
REMACHADO	ESC: 1:25
	DETALLE 1



LEYENDA	
■	PUERTA DE CORTINA
⬆	NIVEL DE PISO
C-R	COLECCIÓN DE POLVO
	COLUMNA

ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE	TESIS NA CAROLINA LLANOS
DIAGRAMA DE	U.A.
RECORRIDO	ACOT. M.
PROPUESTO	ESC. 1005
	PLANO 5

C A P I T U L O 5

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RESULTADOS

- 5.1 ESTUDIO DE TIEMPOS
- 5.2 CALCULO DE LAS DISTANCIAS RECORRIDAS POR EL ARTICULO
EJEMPLO EN LA SITUACION ACTUAL Y PROPUESTA
- 5.3 CURSOGRAMAS ANALITICOS

CAPITULO 5

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RESULTADOS

La distribución de planta propuesta para los artículos de la línea triple fuerte hasta ahora parece evidente sin embargo, es necesario agregar cálculos que apoyen esta afirmación.

5.1 ESTUDIO DE TIEMPOS

La empresa al no contar con datos históricos específicos sobre los tiempos empleados en cada una de las operaciones del proceso para el artículo ejemplo, se elaboró un estudio de tiempos y así obtener un punto de partida

que nos indique la reducción en el tiempo total.

"El estudio de tiempos es el análisis de una operación dada para determinar los elementos de trabajo necesarios para ejecutarla, el orden en que suceden estos elementos y los tiempos requeridos para desarrollarlos con efectividad." (1)

Para la realización del estudio de tiempos se procedió de la siguiente manera:

- El estudio de tiempos fue hecho para el artículo ejemplo.
- Se escogió al azar a los obreros para la toma de tiempos.
- Para registrar el estudio de tiempos se diseñó la forma 1, la cual contiene los requerimientos para ello.
- En la forma 1, anteriormente mencionada, el nombre de cada operación esta indicado según una clave formada por las tres primeras letras de su nombre.
- Para la elaboración del mismo, se tomaron cinco muestras de tiempo cronometrado (T) en segundos con su respectiva actuación (A); se obtuvo un promedio de ambas y éstas se multiplicaron para obtener el tiempo normal. El tiempo estándar se obtuvo agregando al tiempo normal las siguientes tolerancias: (2)

(1) Definición tomada del "Manual De La Ingeniería De La Producción Industrial" H.B. Maynard.

(2) Tomadas del libro "Ingeniería Industrial" B. Niobel.

TOLERANCIAS CONSTANTES

- Tolerancia personal	5%
- Tolerancia básica por fatiga	4%

TOLERANCIAS VARIABLES

- Tolerancia por estar de pie	2%
-------------------------------	----

NIVEL DE RUIDO

- Intermitente-fuerte	<u>2%</u>
-----------------------	-----------

TOTAL 13%

5.2 CALCULO DE DISTANCIAS RECORRIDAS POR EL ARTICULO EJEMPLO EN LA SITUACION ACTUAL Y PROPUESTA

Una manera cuantitativa para poder comparar la distribución actual con la distribución propuesta es cotejar las distancias totales que recorre el artículo ejemplo en uno y otro caso (ver diagrama 6 y diagrama 9). Así para el cálculo de las distancias se utilizaron los diagramas DE-A descritos anteriormente en la sección 3.5.1 y en la elaboración de los mismos se procedió de la siguiente manera:

Para el cálculo de la separación que hay entre las distintas áreas se procedió primeramente a definir el centro de cada una de ellas (tabla 4 y 5) por medio de coordenadas, tomando como referencia de coordenadas (0,0) el punto B marcado en los planos 1 y 4. Posteriormente se sumó

ESTUDIO DE TIEMPOS

ARTICULO:		LINEA:									
MEDIDA:		FECHA:									
ELABORADO: Jesús Ma. Carcamo Llanos.											
OPERACIONES											
	SEL	ENG	EMD	REC	DES	ESM	HAR	REM	LIM	ETI	EMP
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1											
2											
3											
4											
5											
TIEMPO MEDIO											
TIEMPO NORMAL											
TIEMPO ESTANDAR											

ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PRESENTA: JESUS MA. CARCAMO LLANOS	
ESTUDIO DE TIEMPOS	U.A
	ACOT: SIN
	ESC: SIN
	FOR: 1

ESTUDIO DE TIEMPOS

ARTICULO: Olla media recta

LINEA: Triple fuerte

MEDIDA: 30 cm

FECHA: Mayo de 88

ELABORO: Jesús Ma. Cárcamo Llanos.

OPERACIONES

	SEL		ENG		EMB		REC		DES		ESM		BAR		REM		LIM		ETI		EMP	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A
1	4.2	95	4	105	38	95	30	90	360	100	125	85	30	85	50	85	27	95	10	95	10	100
2	3.8	105	4.5	100	35	100	25	105	350	110	100	110	29	85	40	100	22	105	10	95	10	100
3	5	90	4.5	100	35	100	31	90	350	110	130	80	22	100	45	95	25	100	12	90	9	105
4	4.5	95	5	95	40	90	28	95	365	95	120	90	22	100	38	105	33	85	8	105	10	100
5	3.9	100	5	95	37	95	30	90	365	95	110	95	25	90	36	105	25	100	9	100	10	100
TIEMPO MEDIO	4.2		4.6		37		28.8		358		117		25.6		41.8		26.4		9.8		10.2	
ACTUACION MEDIA	97		99		96		94		102		92		92		98		97		97		99	
TIEMPO NORMAL	4.1		4.5		35.5		27		365		107		23.5		40.9		25.6		9.5		10	
TOLERANCIAS(%)	13		13		13		15		13		13		13		13		13		13		13	
TIEMPO ESTANDAR	4.6		5.1		40.1		31.1		412		121		26.6		46.2		28.9		10.7		11.3	

NOTA: En la operación de rechazado se agregó un 2% como tolerancia por posición no normal. (cuerpo encorvado)

el valor absoluto de la resta de las coordenadas en "X" de las áreas Ac y Ae con el valor absoluto de la resta de sus coordenadas en "Y" y así obtener la distancia existente entre dos áreas:

$$\left| X_c - X_e \right| + \left| Y_c - Y_e \right|$$

Por otro lado, como se muestra en el plano 3 (situación actual) para ir de las áreas de una nave a otra es necesario salir a la calle dando por resultado que las distancias sean mayores. Para poder reflejar esto se consideró sumar las coordenadas en "Y" ;

$$\left| X_c - X_e \right| + \left| Y_c + Y_e \right|$$

El diagrama 4 muestra estas distancias para la distribución actual y el diagrama 7 para la distribución propuesta.

El número de viajes que ocurren entre cada par de áreas fue estimado primero; en base al volumen de artículos que se fabrican siendo este de 1200* ollas media recta de 30 cm semanales y segundo; la cantidad de artículos que se transportan a través de las distintas áreas del proceso con el equipo de manejo de materiales (ver sección 2.2.3) que se tiene. Por lo tanto, se tuvo que seguir el recorrido

* Dato proporcionado por la empresa.

del artículo y con las observaciones hechas prácticamente se asignó valores.

Es importante señalar que actualmente en la mayoría de las áreas de la nave 1 son utilizados carros chicos y es por esto que en el diagrama 5 (situación actual) en algunos cuadros aparece una "G" indicando que en ese viaje se utilizaron carros grandes. Por otro lado, para estimar el número de viajes necesarios con la distribución propuesta, diagrama 8, se consideró que el transporte se llevará a cabo con carros grandes.

Una vez obtenidas las distancias totales recorridas se procedió a calcular el índice de productividad en una y otra situación de la siguiente manera:

PRODUCTIVIDAD = ARTICULOS FABRICADOS / DISTANCIA TOTAL RECORRIDA PARA FABRICARLOS

SITUACION ACTUAL

PRODUCTIVIDAD = 1200 ollas / 4027 m = .29

SITUACION PROPUESTA

PRODUCTIVIDAD = 1200 ollas / 868 m = 1.38

SITUACION ACTUAL

AREA	CLAVE	COORDENADAS
AL. DE MATERIA PRIMA T.F.	NPT	(-5.25,15.5)
AL. DE PROD. TERM. T.F.	PTT	(-19.75,20)
ENGRASADO T.F.	ENT	(-5.25,21.5)
EMBUTIDO T.F.	EMT	(-5.25,30.75)
RECHAZADO T.F.	RET	(22.4,15.75)
DESENGRASADO	DES	(15.15,37.75)
ESMERILADO T.F.	EST	(22.4,35.7)
BARRENADO Y REMACHADO	BYR	(5.5,47.5)
LIMPIEZA	LIM	(5.25,41.4)
ETIQUETADO	ETI	(5.25,33.9)
EMPACADO	EMF	(5.25,26.75)

ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PRESENTA: JESUS MA. CARCAMO LLANOS	
U. A	
COORDENADAS DE LAS AREAS ACTUALES	ACOT: SIN
	ESC: SIN
	TABLA 6

SITUACION ACTUAL

A	MPT	ENT	EMT	RET	DES	EST	BYR	LIM	ETI	EMP	PIT
MPT		6	15	59	74	79	74	68	60	53	19
ENT	6		9	65	80	85	79	73	66	59	16
EMT	15	9		74	89	94	89	83	75	68	25
RET	59	65	74		29	20	19	13	35	28	78
DES	71	80	89	29		9	19	14	14	21	93
EST	79	85	94	20	9		29	23	19	26	98
BYR	74	79	89	19	19	29		6	14	21	93
LIM	68	73	83	43	14	23	6		7	15	86
ETI	60	66	75	35	14	19	14	7		7	79
EMP	53	59	68	28	21	26	21	15	7		72
PIT	19	16	25	78	93	98	93	86	79	72	

ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PRESENTA: JESUS MA. CARCAMO LLANOS	
DISTANCIA ENTRE CADA PAR DE AREAS	U.A
	ACOT: SIN
	ESC: SIN
	DIAGRAMA 4

SITUACION ACTUAL

DE	A	MPT	ENT	EMT	RET	DES	EST	BYR	LIM	ETI	EMP	PTT
MPT		3										
ENT			3									
EMT				11 ^G								
RET					27							
DES						27						
EST							27					
BYR								27				
LIM									0			
ETI										27		
EMP											14 ^G	
PTT												

ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PRESENTA: JESUS MA. CARCAMO LLANOS	
NUMERO DE VIAJES SEMANALES	U. A.
	ACOL: SIN
	ESC: SIN
	DIAGRAMA 5

SITUACION ACTUAL

A DE	NPT	ENT	FMT	RET	DES	EST	BYR	LIM	ETI	EMP	PTT
MPT	18										
ENT		27									
FMT			814								
RET				783							
DES					243						
EST						783					
BYR							152				
LIM								0			
ETI									189		
EMP										1000	
PTT											

DISTANCIA TOTAL RECORRIDA SEMANALMENTE: 4027 m

ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PRESENTA: JESUS MA. CARCAHO LLANOS	
U.A.	
DISTANCIA TOTAL RECORRIDA	ACOF: SIN
	ESC: SIN
	DIAGRAMA 6

SITUACION PROPUESTA

AREA	CLAVE	COORDENADAS
AL. DE MATERIA PRIMA T.F.	MPT	(-5.25, 15.5)
AL. DE PROD. TERM. T.F.	PIT	(-19.75, 20)
ENGRASADO T.F.	ENT	(-5.25, 21.5)
EMBUTIDO T.F.	EMT	(-5.25, 30.75)
RECHAZADO T.F.	REI	(-2.6, 35.5)
DESENGRASADO T.F.	DET	(-9.85, 41.75)
ESMERILADO T.F.	EST	(-2.6, 45.5)
BARRENADO Y REMACHADO T.F.	BRT	(-9.85, 47.5)
LIMPIEZA T.F.	LIT	(-19.75, 47)
ETIQUETADO T.F.	ETT	(-19.75, 41)
EMPACADO T.F.	EMT	(-19.75, 34)

ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PRESENTA: JESUS MA. CARGAMO LLANOS	
COORDENADAS DE LAS AREAS PROPUESTAS	D.A
	ACOT: SIN
	ESC: SIN
	TABLA 7

SITUACION PROPUESTA

A DE	MPT	ENT	EMC	RET	DET	EST	BRT	LIT	ETT	EPT	PTT
MPT		6	15	23	31	33	37	46	40	33	19
ENT	6		9	17	25	27	31	40	34	27	16
EMC	15	9		7	16	17	21	31	25	18	25
RET	23	17	7		13	10	19	29	23	19	33
DET	31	25	16	13		11	6	15	11	13	32
EST	33	27	17	10	11		9	19	22	29	43
BRT	37	31	21	19	6	9		10	16	23	37
LIT	46	40	31	29	15	19	10		6	13	27
ETT	40	34	25	23	11	22	16	6		7	21
EPT	33	27	18	19	18	29	23	13	7		14
PTT	19	16	25	33	32	43	37	27	21	14	

ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PRESENTA: JESUS MA. CARCAMO LLANOS	
DISTANCIA ENTRE CADA PAR DE AREAS	U.A
	ACOT: SIN
	ESC: SIN
	DIAGRAMA 7

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

SITUACION PROPUESTA

A DE	MPT	ENT	EMT	RET	DET	EST	BRT	LIT	FTT	EPT	PTT
MPT		3									
ENT			3								
EMT				11							
RET					11						
DET						11					
EST							11				
BRT								11			
LIT									0		
FTT										11	
EPT											14
PTT											

ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PRESENTA: JESUS MA. CARRASCO LLAROS	
NUMERO DE VIAJES SEMANALES	U.A
	ACOT: SIN
	ESC: SIN
	DIAGRAMA 6

SITUACION PROPUESTA

A DE	MPT	ENT	EMT	RET	DET	EST	BRT	LIT	ETT	EPT	PTT
MPT	18										
ENT		27									
EMT			77								
RET				143							
DET					121						
EST						99					
BRT							110				
LIT								0			
ETT									77		
EPT											196
PTT											

DISTANCIA TOTAL RECORRIDA SEMANALMENTE: 868 m.

ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PRESENTA: JESUS MA. CARCAMO LLANOS	
U. A.	
DISTANCIA TOTAL RECORRIDA	ACOT: SIN
	PSC: SIN
	DIAGRAMA 9

Al comparar estos índices se ve como la productividad que se logra con la distribución propuesta es mayor.

5.3 CURSOGRAMAS ANALITICOS

Estos cursogramas, como se había mencionado anteriormente, son el complemento de los diagramas de recorrido actual y propuesto que aparecen en las secciones 2.4.3 y 4.3.3 respectivamente.

El cursograma analítico es una representación gráfica de cómo se suceden todas las operaciones, inspecciones, transportes, esperas y almacenamientos que tienen lugar a lo largo de un proceso y en éstos figuran también los datos que se consideran útiles para el análisis o estudio tales como tiempos invertidos y distancias recorridas. Para la realización de los cursogramas se procedió de la siguiente manera:

- Se diseñó la forma 2 la cual contiene los requerimientos necesarios para ello.
- El tiempo invertido en cada operación del proceso fueron tomadas del estudio de tiempos previamente hecho. (ver sección 5.1)
- Las distancias que existen entre cada par de áreas para el transporte de artículos fueron tomadas del diagrama 4 para la situación actual y del diagrama 7 para la situación

propuesta.

- Los tiempos empleados en demoras fueron sugeridos por el supervisor en base a su experiencia.

- Para calcular el tiempo de transporte se elaboró el siguiente estudio:

* Primeramente se tomó como referencia un patrón de un metro de largo, esto con el fin de tener un parámetro y poder tomar las mediciones en cualquier parte de la planta registrando los tiempos empleados para mover los carros chicos, grandes y de plataforma por separado.

* El estudio tuvo una duración de 5 días.

* Los obreros elegidos fueron al azar.

* El tiempo promedio se obtuvo sumando todas las mediciones hechas en cada caso y dividiendo entre el número total de las mismas.

CARROS GRANDES

DIA	1	2	3	4	5
OB1	2.27		3	2.3	2.4
OB2	2.4		2.5		2.3
OB3		2.2		2.15	2.2
OB4		2.5	2.2		2.3
OB5	2.35	2.24		2.2	2.32
OB6		2.1	2.6		2.23

Tiempo promedio = $46.76 / 20 = 2.33$ seg.

Ahora bién, se tomaron 20 lecturas pero no se sabe si el número de éstas es representativo del trabajo. Por consiguiente, se utilizó la siguiente fórmula* para un nivel de confianza del 95% y un límite de error del 5% debiendo ser N' menor al número de lecturas tomadas:

$$N' = ((40N/\Sigma X) \times \sqrt{((\Sigma X^2) - ((\Sigma X)^2/N))/(N-1)})^2$$

Donde:

N' = Número de lecturas necesarias

X = Lecturas de los elementos

Σ = Suma de las anteriores

N = Número de lecturas tomadas realmente

* Fórmula tomada del "Manual De Ingeniería De La Producción Industrial" H.B. Maynard.

Calculando:

$$\Sigma x = 46.76$$

$$\Sigma x^2 = 110.09$$

$$N = 20$$

$$(\Sigma x)^2 = 2186.49$$

Metiendo los datos en la fórmula:

$$N' = ((40 \times 20) / (46.76) \times \sqrt{((110.09) - ((2186.49) / 20)) / (20 - 1)})^2$$

$$N' = 12$$

Esto indica que el número de lecturas tomadas fueron suficientes.

CARROS CHICOS

DIA	1	2	3	4	5
OB1	2		1.98		1.78
OB2		2		1.95	2
OB3	1.9	1.85		1.95	2.11
OB4	2.1		2		1.92
OB5	1.8	2.1	2.16	2.13	
OB6		1.8		1.86	1.8

Tiempo promedio = $39.19 / 20 = 1.95$ seg.

Calculando:

$$\Sigma X = 39.19$$

$$\Sigma X^2 = 77.06$$

$$N = 20$$

$$(\Sigma X)^2 = 1535.85$$

Metiendo los datos en la fórmula;

$$N' = ((40 \times 20) / (39.19) \times \sqrt{((77.06) - ((1535.05) / 20)) / (20 - 1)})^2$$

$$N' = 6$$

CARROS DE PLATAFORMA

DIA	1	2	3	4	5
OB1	2.6		2.9	2.9	3.5
OB2	2.9	3	3.1	3.1	3
OB3	3		2.9	2.9	3.5

Tiempo promedio = $39.3 / 13 = 3.02$ seg.

Calculando:

$$\Sigma X = 39.3$$

$$\Sigma X^2 = 119.53$$

$$N = 13$$

$$(\Sigma X)^2 = 1544.49$$

Metiendo los datos en la fórmula;

$$N' = ((40 \times 13) / (39.3)) \times \sqrt{((119.53) - ((1544.49) / 13)) / (13 - 1)}$$

$$N' = 11$$

CURSograma ANALITICO			
ARTICULO	Olla media recta	LINIA	Tríplice Fuente
MEDIDA	30 cm	FECHA	Sept. 81.
ELABORO	José Ma. Cárcamo Llanos.	POMA	1 DE 2
SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL METODO ACTUAL	TIEMPO	
		EN S. G.	EN m.
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	ALMACENAR DISCOS		
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	PREPARAR MAQUINA PM-6	600	
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	SELLADO E INSPECCION DE DISCO	4.5	
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	ALMACEN DE MATERIA PRIMA		
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DISCOS A ENRASADO POR OPERADOR PM-1	18.12	6
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	ENCRASAR DISCO POR AMBOS LADOS	5.1	
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	A PRESNA PM-1	27.18	9
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	ESPERAR A PREPARAR LA MAQUINA	2400	
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	HACER EMBUTIDO	10.1	
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION VISUAL		
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	ESPERAR AL CEPAR O DEL TORNO	600	
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	A TORNO B-1	172.1	71
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	HACER COPIE AL BUNDE	10.1	
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION DIMENSIONAL		
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	ESPERAR EL OPERARIO DE LA DESENGRASADORA	300	
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	A DESENGRASADORA B-1	56.55	29
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DESENGRASADO POR ULTRASONIDO	412	
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	ESPERAR AL OPERARIO DEL TORNO	300	
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	A TORNO TE-2	17.55	9
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	ESMERILADO INTERIOR Y EXTERIOR	121	
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION VISUAL		

		HOJA	2	DE	2			
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ESPERAR OPERARIO DE LA PRENSA BARRENADORA	420	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A PRENSA PB-2	56.55	29
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	HACER 6 BARRENOS E INSPECCION	26.6	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	REMACHAR ASAS E INSPECCION EN PR-2	46.2	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ESPERAR OBRERO DE LIMPIEZA	120	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INSPECCION DE PRODUCTO TERMINADO	8	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A LIMPIEZA POR OBRERO	11.7	6
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LIMPIEZA MANUAL	28.9	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEGAR ETIQUETA Y METER EN BOLSA DE PLASTICO	10.7	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ESPERAR AL OBRERO DE EMPAQUE	240	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A EMPACADO POR OBRERO	13.65	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	METER OLLA EN CAJA CORRESPONDIENTE	11.3	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL AL. DE PROD. TERM. POR OBRERO EMPAQUE	67.76	72
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ALMACENAR EN ESPERA DE SER EMBARCADO	INDE.	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	DISTANCIA TOTAL		241m
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS	100.44	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
RESUMEN								
						ACTUAL	PROPUESTO	AHORRO
OPERACIONES						11	11	
INSPECCIONES						7	7	
ACT. COMBINADAS						3	3	
TRANSPORTES						9	9	
ESPERAS						8	8	
ALMACENAJES						3	3	
DISTANCIA TOTAL						241m	86m	155m
TIEMPO TOTAL						100.44min.	94.93min	5.51min

CURSOGRAMA ANALITICO					
ARTICULO	Olla media recta		LINEA	Triple Fuerte	
MEDIDA	30 cm		FECHA	Oct. 88	
ELABORO	Jesús Ma. Cárcamo Llanos.		HOJA	1 DE 2	
SÍMBOLOS	DESCRIPCION DEL METODO PROPUESTO			TIEMPO EN SEG.	DIST. EN m
○ → □ D ✓	ALMACENAR DISCOS				
○ → □ D ✓	REPARAR MAQUINA PH-6			600	
① → □ D ✓	SELLADO E INSPECCION DE DISCO			4.6	
○ → □ D ✓	ALMACEN DE MATERIA PRIMA				
○ → □ D ✓	DISCOS A ENGRASADO POR OPERADOR PH-1			18.12	6
② → □ D ✓	ENGRASAR DISCO POR AMBOS LADOS			5.1	
○ → □ D ✓	A PRESNA PH-1			27.18	9
○ → □ D ✓	ESPERAR A PREPARAR LA MAQUINA			2400	
③ → □ D ✓	HACER EMBUTIDO			40.1	
○ → □ D ✓	INSPECCION VISUAL				
○ → □ D ✓	ESPERAR AL OPERARIO DEL TORNO			360	
○ → □ D ✓	A TORNO TR-1			16.31	7
④ → □ D ✓	HACER CORTE AL BORDE			31.1	
○ → □ D ✓	INSPECCION DIMENSIONAL				
○ → □ D ✓	ESPERAR AL OPERARIO DE LA DESENGRASADORA			300	
○ → □ D ✓	A DESENGRASADORA D-2			30.29	11
⑤ → □ D ✓	DESENGRASADO POR ULTRASONIDO			412	
○ → □ D ✓	ESPERAR AL OPERARIO DEL TORNO			300	
○ → □ D ✓	A TORNO TE-2			25.61	11
⑥ → □ D ✓	ESMERILADO INTERIOR Y EXTERIOR			121	
○ → □ D ✓	INSPECCION VISUAL				

HOJA		2 DE 7			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ESPERAR OBRERO DE LA PRENSA BARRENADORA	120	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A PRENSA P5-1	23.97	9
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	HACER 6 BARRENOS E INSPECCION	26.6	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	REMACHAR ASAS E INSPECCION EN PR-1	25.2	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ESPERAR OBRERO DE LIMPIEZA	120	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION LE PRODUCTO TERMINADO	8	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A LIMPIEZA POR OBRERO	23.3	10
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LIMPIEZA MANUAL	28.9	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PEGAR ETIQUETA Y METER EN BOLSA DE PLASTICO	10.7	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ESPERAR AL OBRERO DE EMPAQUE	240	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A EMPACADO POR OBRERO	16.31	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	METER OLLA EN CAJA CORRESPONDIENTE	11.3	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	AL AL. DE PROD. TERM. POR OBRERO EMPAQUE	32.67	14
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ALMACENAR EN ESPERA DE SER ENBARCADO	INDE.	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	DISTANCIA TOTAL		86 m
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TIEMPO TOTAL EN MINUTOS	94.93	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
RESUMEN					
	ACTUAL	PROPUESTO	AHORRO		
OPERACIONES	11	11			
INSPECCIONES	7	7			
ACT. COMBINADAS	3	3			
TRANSPORTES	9	9			
ESPERAS	8	8			
ALMACENAJES	2	2			
DISTANCIA TOTAL	241 m	86 m	155 m		
TIEMPO TOTAL	100.14 min.	94.93 min.	5.51 min		

C A P I T U L O 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

6.2 RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

La distribución de planta, como se ha visto, juega un papel importante para la obtención de mejores resultados.

Tres aspectos se tuvieron a favor para realizar este trabajo. Primero; disponer de espacio. Segundo; la instalación y puesta en marcha de la máquina desengrasadora por ultrasonido (D-2), y tercero; que el equipo y mobiliario que se necesita adquirir para las últimas etapas del proceso de fabricación no requiere de fuertes inversiones.

Con' la distribución propuesta la dirección y en particular el nivel de supervisión en general tendrán un mejor control de la producción al tener las dos líneas separadas en naves independientes. Las modificaciones que se decidan realizar en una y otra línea no interferirán con el funcionamiento global de la planta, evitando así los inconvenientes que estos trabajos puedan acarrear.

El hecho de evitar el tránsito por la calle, con el consiguiente ahorro de tiempo y control de personal, aumenta la eficiencia operativa, evita posibles accidentes y ahorra equipo de manejo de materiales. No hay que olvidar que el elemento humano es un factor importante para los

cambios propuestos y que de éste dependerá en gran parte el éxito de lo planeado.

Cabe agregar que la implantación de la distribución propuesta se esta llevando a cabo gradualmente coincidiendo con los resultados calculados con pequeñas variaciones.

6.2 RECOMENDACIONES

Durante las observaciones hechas en la planta, se cree que dentro del campo de la Ingeniería Industrial en esta empresa se pueden desarrollar las siguientes actividades:

- Definir con el empleo del estudio de tiempos y movimientos en cada una de las operaciones de cada artículo, los tiempos invertidos, materiales y costos con el fin de buscar simplificaciones, mejoras y economías.

MEDIOS: Utilizar la Ingeniería de Métodos. Para la toma de tiempos emplear el cronómetro decimal de minutos o segundos de lectura continua.

- Dar capacitación y adiestramiento al personal con el objeto de elevar el nivel de productividad según lo estipulado por la Ley Federal Del Trabajo en su artículo 153.

MEDIOS: Exponer audiovisuales o impartir conferencias con instructores especializados dentro o fuera de la empresa además, de distribuir material impreso a los asistentes a los diferentes programas de capacitación.

- Mantener un inventario actualizado de maquinaria y equipo, herramental y equipo de manejo de materiales así como también información gráfica.

MEDIOS: Recopilar datos que se encuentren en archivos o llevar a cabo un levantamiento directo de información y así iniciar el mantenimiento del control para una mejor operación.

- Actualmente no se cuenta con un programa de mantenimiento para la maquinaria, equipo e instalaciones y en algunas ocasiones se ha llegado a observar que el mantenimiento más frecuente que se realiza es de tipo correctivo llegando incluso a degenerar en averías. Por lo anterior, se recomienda elaborar programas a nivel preventivo y así disminuir el tiempo total de paradas imprevistas obteniendo un mejor aprovechamiento de la mano de obra, sin menoscabar la calidad de los artículos producidos y mejorando el control de costos de esta función.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- ADMINISTRACION DE OPERACIONES

Roger G. Schroeder

McGraw-Hill

México, 1983.

- DISTRIBUCION DE PLANTA Y MANEJO DE MATERIALES

Centro Nacional De Productividad

México, 1971.

- DISTRIBUCION EN PLANTA

Pierre Michel

Serie B Tomo 1

Ediciones Deusto

España, 1975.

- FACILITY LAYOUT AND LOCATION AN ANALITICAL APPROACH

Richard L. Francis and John A. White

Prentice-Hall

U.S.A., 1974.

- INGENIERIA INDUSTRIAL

Benjamin W. Niebel

Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.

México, 1980.

- MANUAL DE FABRICACION CON ALUMINIO ALCOA

Alcomex, S.A.

U.S.A., 1955.

- MANUAL DE LA INGENIERIA DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL

H.B. Maynard

Reverté, S.A.

España, 1930.

A P E N D I C E

APENDICE

PAG:

Cuadro 1.- Gráfico de productos múltiples.....	19
Detalle 1.- Colocación prensas de barrenado y remachado....	64
Diagrama 1.- Diagrama de operaciones de proceso artículo triple fuerte.....	21
Diagrama 2.- Diagrama de operaciones de proceso artículo línea sencilla.....	22
Diagrama 3.- Diagrama de relación de actividades.....	50
Diagrama 4.- Diagrama de distancias entre cada par de áreas (actual).....	75
Diagrama 5.- Diagrama de número de viajes para el manejo de materiales que ocurren semanalmente con la distribución actual.....	76
Diagrama 6.- Diagrama de distancia total recorrida con la distribución actual.....	77
Diagrama 7.- Diagrama de distancias entre cada par de áreas (propuesto).....	79
Diagrama 8.- Diagrama de número de viajes para el manejo de materiales que ocurren semanalmente con la distribución propuesta.....	80
Diagrama 9.- Diagrama de distancia total recorrida con la distribución propuesta.....	81
Esquema 1.- Operación de rechazado.....	16
Figura 1.- Diagrama DE-A teórico de distancias.....	43
Figura 2.- Diagrama DE-A teórico de número de viajes.....	43

PAG:

Figura 3.- Diagrama DE-A teórico de distancia total recorrida.....	44
Forma 1.- Estudio de tiempos.....	70
Forma 2.- Cursograma analítico.....	83
Gráfica 1.- Gráfica de relación de actividades.....	49
Plano 1.- Diagrama de bloques actual(block-layout).....	33
Plano 2.- Distribución de maquinaria y equipo actual.....	34
Plano 3.- Diagrama de recorrido actual.....	35
Plano 4.- Diagrama de bloques propuesto (block-layout).....	62
Plano 5.- Distribución de maquinaria y equipo propuesto....	63
Plano 6.- Diagrama de recorrido propuesto.....	65
Tabla 1.- Superficie de áreas fijas triple fuerte.....	51
Tabla 2.- Superficie de máquinas a mover.....	53
Tabla 3.- Cálculo de la superficie mínima requerida para las áreas de: rechazado, desengrasado, esmerilado, barrenado y remachado.....	55
Tabla 4.- Cálculo de la superficie mínima requerida para las áreas de: limpieza y etiquetado.....	58
Tabla 5.- Superficie de áreas reubicadas triple fuerte....	59
Tabla 6.- Coordenadas de las áreas actuales.....	74
Tabla 7.- Coordenadas de las áreas propuestas.....	78