

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

PROYECTO

“INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD
EN LA CIA. IND. R. NEGRI S. A.”

Para obtener el Título de Ingeniero Industrial

BACHILLER

ARMANDO NEGRI PIEROLA

LIMA - PERU

1968

I N D I C E

	Pag
- Breve historia	1
- Situación y ubicación actual	4
- Estudio del mercado	4-i
- Relación de piezas fabricadas	5
- Agrupamiento de los productos	16
- Grupos de trabajos	17
- Ilustraciones	23
- Análisis de diversificación P - Q	24
- Análisis según P y T	26
Características de maquinaria	27
- Ilustraciones	29
- Clasificación de la maquinaria y equipo	30
- Plano general de distribución en planta	33
- Areas generales	
- Flujo de materiales	36
Diagrama de operaciones del proceso	36
- Diagrama de flujo del proceso(Métodos actuales)	40
- Nota	41
- Diagrama No 1	42
- Diagrama No 2	43
- Diagrama No 3	44
- Diagrama No 4	45

	Pag
- Dibujo de interruptor de 1,000 amp.	46
- Diagrama No 5	47
- Diagrama No 6	48
- Diagrama de circulación o recorrido	52
- D. C. No 1	53
- D. C. No 2	54
- D. C. No 3	55
- D. C. No 4	56
- D. C. No 5	57
- D. C. No 6	58
Diagrama de multiproducto ú hoja de ruta	59
Análisis de intensidad de flujo	62
Análisis de adyacencia de áreas	64
Cálculo de los porcentajes	64
Hoja No 1 de adyacencia	68
- Hoja No 2 de adyacencia	69
- Espacio requerido	70
Consideraciones y limitaciones previas al arreglo	71
- Método seguido	72
- Plan propuesto	72
- Plano general de distribución propuesto	76-i
- Áreas en detalle	77
- Diagrama de las operaciones del proceso para interruptores 1,000 amp. (E)	78-i
- Estudio de tiempos	79

	Pag
- Platinas 60 X 80	91
- Cuchillos 80 X 6	100
- Mango de fibra	105
- Tapones de fibra	106
- Remaches	108
- Escuadras	109
Diagrama de flujo del proceso(Métodos propuestos)	113
- Diagrama No 1 - P	115
- Diagrama No 2 - P	117
- Diagrama No 3 - P	119
- Diagrama No 4 - P	121
- Diagrama No 5 - P	123
- Diagrama No 6 - P	125
- Areas de oficinas,almacenes y fundición	134
- Oficinas	134
- Almacenes	134
- Fundición	137
- Plancamiento y control de la producción	140
Fichas de maquinaria	140
Gráfico de Gantt para carga de máquinas	160
- Gráfico de Gantt para progresión de trabajos	162
- Justificación económica	164
- Conclusiones	168
- Recomendaciones	169
- Bibliografía	171

Breve Historia:

El fundador de esta institución fue Don Roberto Negri D' Lorenzo nacido en Napoles, Italia de profesión escultor y cincelador. Ganador de Un concurso para cinceladores celebrado en París al ejecutar una miniatura en plata del David de Miguel Angel, al tamaño de 10 cm., se hizo acreedor a un contrato en Buenos Aires con la casa acuñadora de medallas y monedas "Bellagamba y Rossi" para crear los modelos de dicha casa; viniendo a América a principios de siglo.

Como escultor ejecutó diversos monumentos en bronce en Buenos Aires, Montevideo y Santiago de Chile, donde posteriormente se radicará y fundara su fábrica de esculturas y artefactos artísticos para decorado e iluminación.

Motivos de salud y clima lo trajeron a Lima en el año 1928. Instaló aquí su fábrica, cuyo primer local estuvo ubicado en Chacra Colorada. Luego se trasladó a la Victoria donde funcionaba la fundición y en la Calle San Agustín (Lima) se instaló un taller de montaje y almacén de ventas.

Fallecido en 1946 lo sucedieron en la dirección de la fábrica sus dos hijos, Roberto y Armando Negri

Schuldreich.

Por motivos de erradicación de industrias en las citadas zonas, en el año 1952 se construyó el actual local, situado en la calle Virrey Abascal 275, Distrito de San Martín de Porres (en aquel entonces Distrito Industrial 27 de Octubre). Al mismo tiempo se instaló un almacén de ventas en el Pasaje Santa Rosa de Lima, el cual se cerró en 1962 por motivos de falta de demanda suficiente de la línea antigua y el hecho de encontrarse la fábrica dedicada prácticamente en su totalidad a un nuevo giro, más industrial y técnico.

Este nuevo giro consiste en trabajos de Fundición de Fierro, Bronce, Cobre y Aluminio; y carpintería y cerrajería metálica, casi en su totalidad para las Empresas Eléctricas Asociadas, y en el ramo técnico.

Por supuesto no se ha descartado por completo la línea antigua para la cual se dispuso de un muestrario en dos grandes salas de exhibición y ventas dentro de la misma fábrica.

Entre las obras ejecutadas en la fábrica se encuentran las farolas ornamentales del Paseo de la República, Plaza de Armas, San Martín, Dos de Mayo, Bolognesi, Av. Alfonso Ugarte, Paseo Colón etc. También

se hicieron lámparas y candelabros para el Palacio de Gobierno, Municipalidad de Lima, Teatro Municipal, Palacio de Justicia, Plaza de Acho, Hoteles de Turistas y muchas residencias de Lima de 1930 a 1950, aproximadamente. Una de las últimas obras ejecutadas, a la cual se le adjudica mucho valor técnico y artístico son las tres puertas de bronce para el Templo de María Auxiliadora de Lima (Av. Brasil). Su ejecución demoró aproximadamente 24 meses y se trata de tres puertas dobles de más o menos 6m. de alto por 4m. de ancho y con peso de 1 1/2 tons. cada una.

Se fabrican además braqueteros, biombos, mesas, candelabros y toda la línea de artículos de decoración en bronce.

Como repito, en la actualidad, esta línea casi no se sigue y la producción actual de la fábrica está dedicada casi en su totalidad para las Empresas Eléctricas Asociadas, en una línea completamente diferente.

Situación y Ubicación Actual.-

La fábrica se encuentra ubicada actualmente, como ya se mencionó en el Distrito de San Martín de Porres. Sin embargo la puerta de entrada original que era por la calle Virrey Abascal, fue imposibilitada hace algunos años por la creación de un mercadito que impedía el acceso a la planta. Se tuvo que hacer una entrada por la parte posterior (calle Mártir Olaya N° 378) lo que deja la fábrica totalmente al revés. Esta entrada es la única posible a usarse, pues se tiene en un frente el mercadito y a ambos lados casas de vivienda , pequeños talleres, edificios, etc. Esta puerta está a sólo una cuadra (sin pavimentar) de la Av. Zarumulla (carretera Norte).

Estudio del Mercado

Se ha decidido analizar por separado los siguientes casos:

- Competencia (Fundiciones, broncerías y Fábricas de arañas y braquetes.)
- Caso de las EE. EE. AA.
- Posibilidad de un nuevo giro.
- Caso del bronce decorativo.

Competencia.-

Se van a citar los principales fundiciones para tener una idea de lo que existe en Lima:

- Caballero Hernón (Motores Marinos - Hélicos)
- Consorcio Metalúrgico S.A. (Fierro, Al, Bronce)
- Bruno Campiolo (Fundición Artística, a la cera perdida)
- Delcraso S.A. (Maquinarias herramientas, motores eléctricos)
- Fundición A. Polo García.
- Fundición Americana
- Fundición Bloise
- Fundición Collao S.A.
- Fundición Córcamo S.A.

- Fundición Central Segura y Hno.
- Fundición Centrífuga S.A.
- Fundición Factoría Cárdenas S.A.
- Fundición Lima Ind. y Com. S.A.
- Fundición Maquero (maquinaria agrícola)
- Fundición Mazzetti.
- Fundición Moreno
- Fundición Prado (Fierro, Bronce, Al, a coquilla)
- Fundición River
- Fundición Solval
- Fundimer S.A.
- Hidrostat S.A. (Hierro, Mehanite, licenciados, fierro modular)
- Inventos Peruanos Enrique Marzano (agrícola)
- Mar del Cobre S.A. (Br y Sulfato de Cobre)
- Fundición Medina
- Metalúrgica Peruana S.A. (MEPSA)
- Modelso Ind. y Com. (placas y modelos)

En cuanto a Broncerías:

- Siam - Mario Cénepa y Cía. S.A.
- Habromor S.A.

En lo que se refiere a arañas y braqueros:

- Arañas la Bohemia S.A.
- Electra
- Mainso
- La Alianza
La Linterna
- Siam
Suarez y Cía.
- E. Ferrand y Cía.
- Neisser

En carpintería metálica, existen una infinidad de talleres de diversos tamaños, lo mismo que talleres de tratamiento de metales.

Sin embargo es necesario anotar que la mayoría de las industrias mencionadas producen piezas de bastante mala calidad, usando métodos obsoletos y errados y sin ningún control. Se podría aprovechar el factor Calidad.

Caso de las E.E.E.A.A.

En la actualidad la mayoría de la producción de la fábrica es para las Empresas. El problema radica en que los pedidos no son constantes, hay una gran di-

versidad de piezas y no existe un contrato a largo plazo; sin embargo es un magnífico cliente.

Se recomendaría:

- Ver la forma de conseguir un contrato a largo plazo para poder regularizar la producción.
- Indagar quienes son otros proveedores de las EE. EE. AA. que fabrican y cómo.
- Ver que cosas importan que se pueden fabricar acá y cuanto les cuesta, para poder realizar un estudio técnico-económico que factibilice la fabricación de dichas piezas y luego ofrecerlas. Este podría ser un camino hacia el contrato mencionado.

Posibilidad de un nuevo Giro.-

Es decir, cambiar ú orientar la fábrica hacia algo nuevo que se pueda fabricar usando la maquinaria disponible, o invirtiendo en nueva.

Habría que considerar:

- Ver la forma de trabajar en serie y con una demanda establecida.
- Piezas que se importen fabricarlos aquí.
- Trabajar bajo licencia.

Abastecer a otras fábricas que trabajen en serie y operen en el Perú.

- Podría en este momento citar algunas posibilidades pero prefiero abstenerme.

Caso del Bronce Decorativo.-

Se sugieren las siguientes ideas o posibilidades; sería materia de evaluarlos y ponerlos en práctica:

- Impulsar o no esta línea.
- Disminuir el Stock que se tiene.
- Participar en remates
- Publicidad (que no se usa hace años)
- Aprovechar la fama y el prestigio de tantos años y tantos trabajos realizados.
- Posibilidad de poner una tienda (hacer un estudio de lo que costaría y de lo que necesitaría venderse para que justifique la inversión)

Entre otras cosas habría que considerar:

- Inicialmente: Apertura, Mudanza, muebles, instalación, publicidad, alquiler o compras.
Mensualmente: alquiler, transporte, repuestos, impuestos, intereses, seguros, sueldo de vendedores y limpiador, publicidad, teléfono, energía, agua, etc.

- Otra idea a la que se le dé bastante crédito, sería la de confeccionar catálogos con fotos en colores y especificaciones de cada producto y distribuirlos en lugares claves. Esto evitaría costos de mantenimiento excesivos, pues se trabajaría por pedidos, manteniendo en stock un muestrario.

A continuación se muestra la idea de como sería una hoja del catálogo, considerando en cada corillo un modelo o colores con sus características.



No : M - 138

MODELO : Estilo Luis XV

DESCRIPCION : Cuerpo de
bronce fundido y tallado. Prismas y colgajos de cristal Checoslovaco. 30 luces.

DIMENSIONES : 1.30m. de
altura por 1m. de diámetro.

TIEMPO DE ENTREGA :

PRECIO :

No : M - 1351

MODELO : Estilo Luis XV

DESCRIPCION : Cuerpo de
bronce fundido y tallado. Prismas y colgajos de cristal Checoslovaco. 12 luces con fanalitos de cristal cortado.

DIMENSIONES : 1.05m. de
altura por 90 cm. de diámetro.

TIEMPO DE ENTREGA :

PRECIO :



Relación de Piezas Fabricadas.-

Durante el período de un año, desde el 1^o de Setiembre de 1966 hasta el 30 de Agosto de 1967, se realizaron para las E.E.E.L.A.A. los trabajos que voy a citar a continuación. No se incluyen trabajos en bronce decorativo y que no sean para las E.E.L.E.A.A. pues representan un porcentaje mínimo. Los datos son de ventas, o sea trabajos entregados cada mes.

CANTIDAD	PIEZAS FABRICADAS	MES
	<u>Fierro Fundido</u>	
100	Cajas toma T-C - 30	Setiembre, 1966
10	Tapas para cajas esquineras	Setiembre, 1966
10	Tapas de medidor	Setiembre, 1966
	<u>Otros Materiales</u>	
176	Interruptores	Setiembre, 1966
650	Bornes de Bronce	Setiembre, 1966
32	Columnas de Bronce	Setiembre, 1966
10	Perillas de Bronce	Setiembre, 1966
19	Armazones de Hierro	Setiembre, 1966
10	Puertas de Hierro	Setiembre, 1966

CANTIDAD	PIEZAS FABRICADAS	MES
4	Rejas para Piso	Setiembre, 1966
100	Tubos de Bronce Galvanizado	Setiembre, 1966
30	Tapas de madera para torpederos	Setiembre, 1966
100	Embocaduras de madera	Setiembre, 1966
	<u>Fierro Fundido</u>	
100	Cajas Toma T-C- 30	Octubre, 1966
30	Cajas Terminales	Octubre, 1966
32	Torpederos para cajas esquineras	Octubre, 1966
	<u>Otros Materiales</u>	
30	Armazones de Hierro	Octubre, 1966
100	Columnas de Bronce	Octubre, 1966
70	Interruptores	Octubre, 1966
100	Juegos de piezas de Bronce para cortocircuito	Octubre, 1966
100	Tapas de madera para interruptores	Octubre, 1966
	<u>Fierro Fundido</u>	
3	Aros de Fierro Fundido para poste	Noviembre, 1966

CANTIDAD	PIEZAS FABRICADAS	MES
30	Cajas Terminales de 10 Kw	Noviembre, 1966
129	Cajas de Toma T-C- 30	Noviembre, 1966
8	Torpederos para esquineros	Noviembre, 1966
5	Cajas empalmes	Noviembre, 1966
5	Cajas de Hierro al aceite, medidoras	Noviembre, 1966
	<u>Otros Materiales</u>	
10	Puertas de Hierro	Noviembre, 1966
16	Armazones de Hierro para celdas de Interruptores y transf.	Noviembre, 1966
50	Interruptores unipolares de 2,500 amp.	Noviembre, 1966
200	Tapas de Aluminio para ca- jas terminales	Noviembre, 1966

CANTIDAD	PIEZAS FUNDIDAS	MES
	<u>Fierro Fundido</u>	
65	Cajas Terminales Trifásicas 10 Kv	Diciembre, 1966
171	Cajas Toma T-C- 30	Diciembre, 1966
5	Cajas Empalmes A.T.	Diciembre, 1966
30	Tapas para cajas M.T.	Diciembre, 1966
1	Aro de Hierro	Diciembre, 1966
	<u>Otros Materiales</u>	
16	Armazones para celdas de Transformad.	Diciembre, 1966
1	Farola de Hierro de 5 luces	Diciembre, 1966
80	Columnas de Bronce	Diciembre, 1966
50	Perillas de Bronce	Diciembre, 1966
500	Contactos de Cobre para cajas esquineras	Diciembre, 1966
250	Contactos de Bronce F.M.G. para cajas	Diciembre, 1966
1	Aro hierro- repararlo	Diciembre, 1966
	<u>Fierro Fundido</u>	
30	Cajas esquineras	Enero, 1967

CANTIDAD	PIEZAS FUNDIDAS	MES
64	Cajas Terminales 10 kw	Enero, 1967
139	Cajas Toma T-C - 30	Enero, 1967
10	Tapas para cajas esquineras	Enero, 1967
	<u>Otros Materiales</u>	
261	Interruptores	Enero, 1967
800	Bornes de Bronce	Enero, 1967
50	Columnas de Bronce	Enero, 1967
30	Centros de Bronce	Enero, 1967
200	Tapas de Aluminio	Enero, 1967
24	Armazones para celdas	Enero, 1967
600	Tapas de madera para in- terruptores	Enero, 1967

CANTIDAD	PIEZAS FUNDIDAS	MES
	<u>Fierro Fundido</u>	
41	Cajas Terminales Trifási cas 10 Kw	Febrero, 1967
70	Cajas Toma T-C - 30	Febrero, 1967
10	Cajas M.T. Incompletas	Febrero, 1967
3	Anillos de hierro para cajas esquineras	Febrero, 1967
	<u>Otros Materiales</u>	
1	Parrilla de Fierro	Febrero, 1967
21	Armazones para celdas de 10 Kw	Febrero, 1967
100	Tubos de Hierro galvaniza- do	Febrero, 1967
300	Perillas de Bronce	Febrero, 1967
500	Perillas de madera	Febrero, 1967
50	Tapas de madera dura	Febrero, 1967
	<u>Fierro Fundido</u>	
10	Cajas empalmes F.M.G.	Marzo, 1967
91	Cajas Toma T-C- N ^o 30	Marzo, 1967
22	Cajas Terminales Trifási cas	Marzo, 1967

CANTIDADES	PIEZAS FUNDIDAS	MES
130	Tapas para Cajas T.C-30	Marzo,1967
9	Tapas para Cajas esquineras	Marzo,1967
9	Aros para Cajas esquineras	Marzo,1967
3	Campanas para poste	Marzo,1967
	<u>Otros Materiales</u>	
15	Armazones para celdas 10 Kw	Marzo,1967
8	Puertas para Sub-estación	Marzo,1967
	<u>Fierro Fundido</u>	
81	Cajas Terminales Trifásicas	Abril,1967
3	Cajas esquineras	Abril,1967
3	Anillos para cajas esquineras	Abril,1967
1	Tapas para cajas esquineral	Abril,1967
	<u>Otros Materiales</u>	
45	Interruptores a palanca	Abril,1967
80	Terminales de Bronce niquelados	Abril,1967
7	Puertas para Sub-estaciones	Abril,1967
10	Rejas para piso	Abril,1967
10	Rejas de barrotes para S.E.	Abril,1967
170	Tapas de Al. para cajas terminales	Abril,1967

CANTIDAD	PIEZAS FUNDIDAS	MES
600	Tapas de madera para interruptores	Abril,1967
50	Tapas de madera dura	Abril,1967
6	Cajas esquineras (repararlas y comp.)	Abril,1967
	Fierro Fundido	
67	Cajas Terminales	Mayo,1967
78	Cajas Toma T.C.- 30	Mayo,1967
5	Anillos para cajas esquineras	Mayo,1967
100	Tapas para caja T-C -30	Mayo,1967
40	Torpederos para cajas esquineras	Mayo,1967
	<u>Otros Materiales</u>	
169	Interruptores	Mayo,1967
100	Columnas de Bronce para Interruptores	Mayo,1967
490	Bornes de Bronce	Mayo,1967
40	Mordaza de Bronce para cable de comunicación	Mayo,1967
100	Terminales de Bronce	Mayo,1967

CANTIDAD	PIEZAS FABRICADAS	MES
40	Terminales de Bronce niquelados	Mayo, 1967
50	Escuadras de cobre para interruptores	Mayo, 1967
130	Tapas de Alum. para cajas terminales	Mayo, 1967
100	Tapas de protección de madera para Interruptores	Mayo, 1967
20	Centros de madera para cajas esquineras.	Mayo, 1967
100	Embocaduras de madera	Mayo, 1967
	<u>Fierro Fundido</u>	
86	Cajas Toma T-C -30	Junio, 1967
13	Tapas para cajas esquineras	Junio, 1967
6	Anillos para cajas esquineras	Junio, 1967
10	Bridas para cajas esquineras	Junio, 1967
	<u>Otros Materiales</u>	
350	Interruptores	Junio, 1967
710	Bornes de Bronce	Junio, 1967
200	Juegos de Platina para cable de comunicación	Junio, 1967

CANTIDAD	PUEZAS FABRICADAS	MES
10	Puertas de Hierro para celdas	Junio,1967
30	Terminales de Bronce	Junio,1967
20	Centros de Bronce	Junio,1967
200	Tuercas de Hierro Cónicas	Junio,1967
30	Bisagras de Hierro	Junio,1967
	<u>Fierro Fundido</u>	
86	Cajas Toma T-C-30	Julio,1967
5	Tapas para cajas esquineras	Julio,1967
30	Tapas de Toma	Julio,1967
2	Anillos para cajas esquineras	Julio,1967
	<u>Otros Materiales</u>	
220	Interruptores	Julio,1967
94	Columnas de Bronce	Julio,1967
150	Bornes de Bronce	Julio,1967
350	Contactos de Cobre	Julio,1967
50	Escuadras de Cobre	Julio,1967
10	Centros de Bronce	Julio,1967
6	Armazones para celdas de Interruptores	Julio,1967

CANTIDAD	PIEZAS FUNDIDAS	MES
	<u>Fierro Fundido</u>	
26	Cajas esquineras	Agosto, 1967
50	Tapas de fierro para Cajas T-C - 30	Agosto, 1967
50	Tapas de fierro para cajas M.T.	Agosto, 1967
10	Tapas de fierro para faro- les	Agosto, 1967
	<u>Otros materiales</u>	
350	Interruptores	Agosto, 1967
106	Columnas de Bronce	Agosto, 1967
300	Bornes de Bronce	Agosto, 1967
50	Terminales de Bronce	Agosto, 1967
100	Escuadras de cobre para interruptores	Agosto, 1967
150	Tubos de hierro galvaniza <u>d</u> do 2 1/2 x 3 m	Agosto, 1967
200	Tubos de hierro galvaniza <u>d</u> do 2 x 3m.	Agosto, 1967
500	Tapas de madera para inte <u>r</u> ruptores	Agosto, 1967
150	Cajas empalmes (reparar y completar)	Agosto, 1967

CANTIDAD	PIEZAS FUNDIDAS	MES
30	Cajas esquineras (reparar y completar)	Agosto, 1967

- Se ve claramente que se trata de una producción por pedidos. Estos son casi en su totalidad por lotes y en algunos casos por unidades.

Se puede observar también que hay gran diversidad de pedidos y no se repiten en forma consecutiva ni ordenada. En años anteriores se fabricaban productos diferentes, no existe una secuencia estable de pedidos, y además no se han tomado en cuenta otros trabajos que no fueron para los E.E.E.E.A.A. pero que aunque son un mínimo porcentaje, representan trabajo.

Debido a la gran diversidad de trabajos, me parece conveniente para los fines del estudio tratar de agruparlos.

Agrupamiento de los Productos.-Para agrupar los productos se han tomado en cuenta los siguientes criterios:

- Los que pasan por operaciones similares
- Los de características de peso y volumen

similares.

- Los de naturaleza similares.
- Los que se producen en mayor cantidad.
- Los que dejan mayores utilidades
- Aquellos cuyos pedidos se repiten en forma más consecutiva u ordenada.
- Los que ocupan mayor personal en su manufactura.

Usando estos criterios, se han agrupado los trabajos en siete grupos principales, a los cuales se asignó una letra a cada uno (A, B, C, D, E, F, G). A continuación voy a hacer una relación de cada grupo indicando porque se han agrupado los de cada grupo y dando ejemplos de los principales trabajos realizados en cada grupo, con sus cantidades durante el año. tomado en cuenta.

Grupos de Trabajos:

- A.- Fundición de fierro de piezas, cuyo volumen y peso son similares y las operaciones posteriores también son similares (rebanado, esmerilado, limado, torneado, fresado, roscado, ensamble, acabado, etc. Son más o menos grandes.

Ejemplos de trabajos principales en el período del año tomado:

1.- Cajas toma T-C -30; se fabricó un promedio de $100-100-129-171-139-70-91-78-86-86= 1050$ o sea, 1,050 cajas que salieron pedidos en 10 de los 12 meses del año.

Además se fabricaron tapas para Cajas 7-C-30 durante 5 meses:

$30-130-100-30-50 - 340$

2.- Cajas esquineras en diferentes modelos sólo dos meses: $30-26 = 56$, pero también se fabricaron tapas para esquineras, durante 6 meses:

$10-10-9-1-13-5 - 48$

Además torpederos para esquineras: $3-9-3-5-6-2 = 28$ y 10 bridas para esquineras.

3.- Cajas terminales de 10 Kw en diferentes modelos:

$30-30-65-64-41-22-81-67 - 400$ durante 8 meses.

4.- Cajas empalmes: $5-5-10 = 20$ durante 3 meses.

5.- Cajas medidoras M.T. : $5-10 = 15$ durante 2

meses, también tapas para medidores M.T.:
10-30-50 - 90,3 mescs.

- También se fabrican (datos de otros años y no para las E.E.E.E. A.A.A.) Culatas, abrazaderas, bridas etc.

B.- Fundición de Bronce, Cobre, y Aluminio de piezas más pequeñas, de peso y volumen similares y las operaciones que se van a realizar sobre ellas son también similares (rebabado, ensamblaje, etc.).

Ejemplos principales:

- 1.- Bornes de Bronce: 650-800-490-710-150-300 -
= 3,100 bornes durante 6 meses del año en cuestión.
- 2.- Perillas de Bronce: 300-10-50 = 360 durante 3 meses (las perillas van ensambladas a las puertas para las Sub-estaciones. A veces se producen individualmente.).
- 3.- Contactos de Bronce: 250 (van ensamblados).
- 4.- Terminales de bronce niquelados:
80-140-30-50 = 300 durante 4 meses (van ensamblados).

- 5.- Centros de Bronce: 30-20-10 - 60 durante meses (van ensamblados).
- 6.- Tapas de aluminio para cajas terminales:
200-200-170-130 = 700 durante cuatro meses.
(van ensamblados).
- 7.- Contactos de cobre para cajas esquineras:
500-350 = 850 durante dos meses, (van ensamblados).
- Además: mordazas, tuercas cónicas etc.

C.- Carpintería metálica: piezas que implican corte, doblado, calentado y soldadura eléctrica (son en fierro).

Ejemplos Principales:

- 1.- Armazones de fierro para celdas de interruptores y transformadores:
19-30-16 -16-24-21-15-6 = 146 durante 8 meses.
- 2.- Puertas de fierro para Sub -estaciones:
10-10-8-7-10 = 45 durante 5 meses.
- 3.- Rejas para piso y de barrotes:
4-1-20 = 25 durante 3 meses.

- 4.- Tubos de hierro para cortar puntas, calentarlas y desbocarlas: $100-100-350 = 550$
- Además: bisagras, abrazaderas, soportes etc.

D.- Trabajos en cobre y bronce a partir de platinas y planchas, que implican corte, estampado, taladro, doblado, limado, punzonado, remachado y ensamblado, acabado etc.

Ejemplos Principales:

- 1.- Columnas de bronce (a las cuales van sujetos los interruptores).
- $32-100-80-50-100-94-106 - 462$ durante 7 meses.
- 2.- Escuadras de cobre: $50-50-100 - 200$ durante los tres últimos meses.
- Además: platinas para cable de comunicación

E.- Interruptores de 1,000 amperios para S.E. Se han considerado aparte, debido a que ocupan gran parte del personal cuando se trabajan, sus pedidos se repiten con bastante consecución y deparan mayores utilidades pues implican un alto número de piezas.

Se fabricaron: $176-70-50-261-45-169-350-220-350 = 1,691$.

durante 9 meses del año en cuestión.

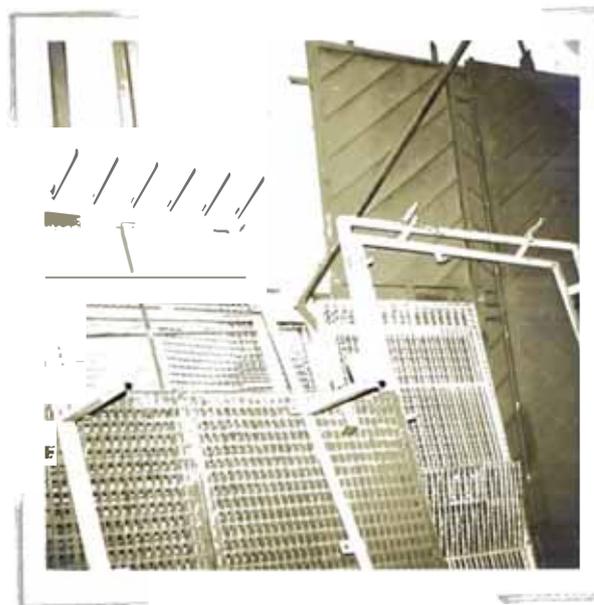
F.- Artículos de bronce para decoración (toda la gama).
casi no se fabrican, pero también se reparan y se acondiciona para la venta lo que se tiene en stock.
Además se toma en cuenta pues es una línea que podría sacársele mayor provecho en el futuro.

G.- Piezas para reparar.- (generalmente piezas de la fundición de fierro). Además piezas de bronce decorativo a reparar.

Ejemplo: 1.- 150 cajas empalmes a reparar.

2.- 30 cajas esquineras a reparar.





Análisis de Diversificación P-Q

Consiste en graficar los productos (items o variedades) contra las cantidades de cada producto por período.

Está perfectamente claro que se trata de una fabricación por lotes o por proceso pues se trata de muchos tipos de productos por pedidos especiales. Algunos pedidos son más frecuentes y podría estandarizarse más su producción para lo que habría que disponerse una producción en línea.

En ocasiones también se trabaja por unidades pero principalmente es por lotes; además, se dice que las disposiciones de planta prácticas son las combinaciones.

Para una visualización más clara, vamos a graficar productos (P) contra cantidades en el período de un año (Q).

Primero ordenamos por cantidades:

B-1	E	A-1	B-7	B-6	C-4	D-1	A-3	B-2	B-4	B-3
3,100	1,691	1,390	850	700	550	462	400	360	300	250
A-2	D-2	G-1	C-1	F	B-5	C-2	G-2	C-3	A-4	A-5
222	222	150	146	100	60	45	30	25	20	15

otros

1

En el gráfico vemos que la mayor parte de la producción es por lotes. No debemos guiarnos completamente por el gráfico y las cantidades, pues algunos productos aunque son mayores en número no ocupan tanto trabajo ni tiempo como otros cuyo pedido es menor.

Análisis según P y T. (Producto contra tiempo).

Tiene como objeto comparar el Peso y Volumen de los productos que se fabrican actualmente con los que se fabricaron en los últimos años, es decir como ha ido variando con los años. Actualmente: las piezas de fundición de fierro varían desde aproximadamente 0.20 m^3 a 1 m^3 en volumen, y en peso de 5 Kg a 30 kg. Antiguamente se fundían piezas más grandes (postes por ejemplo).

Las piezas de fundición de Bronce, Cobre y Aluminio son en la actualidad pequeñas; varían de 60 cm^3 a $5,000 \text{ cm}^3$ de volumen y en peso de 0.20 Kgs. a 10 Kgs. Antiguamente se producían artículos de decoración (pequeños y grandes incluyendo postes de bronce).

En carpintería metálica también el tamaño y peso: desde abrazaderas hasta puertas metálicas.

Las escuadras e interruptores de cobre varían

de aproximadamente 15 x 5 cm x 1 cm (platinas) a 30 cm x 20 cm x 3 cm y el peso de 1 Kg a 3 Kg.

Las columnas de bronce (plancha) son de aproximadamente 1.50m x 30 cm x 10 cm y su peso es de 20 kg aproximadamente.

Se ve pues que los productos se han ido achicando en su mayoría y la maquinaria antigua es demasiado grande.

Hay todo un sistema de poleas para mover maquinaria que no se necesita, es decir la maquinaria en parte es obsoleta.

Existe también un horno vertical que no se usa por viejo. Toda esta maquinaria ocupa espacio que podría aprovecharse mejor. También hay maquinaria nueva más apropiada para los nuevos productos.

Características de Maquinaria:

Es necesario conocer de que maquinaria se dispone, cual es la capacidad de esta maquinaria y el espacio que ocupa.

Por ahora sólo expongo fotografías de estas, más adelante al tratar el control y planeamiento de

la producción y mantenimiento se harán fichas para cada máquina, con sus características y espacio, posición, mantenimiento, etc. .Por el momento sólo me limito al problema de la disposición de las máquinas y la planta.

Clasificación de la Maquinaria y Equipo.-

- 1 torno - To - 1 (mov. por poleas)
- 1 torno - To - 2 (mov. por poleas)
- $\frac{1}{3}$ torno - To - 3 nuevo.

- 1 taladro - ta - 1 (movido por poleas)
- 1 taladro - ta - 2
- 1 taladro - ta - 3
- $\frac{1}{4}$ taladro - ta - 4 (movido por poleas)

- 1 taladro portátil - t. P - 1
- 1 taladro portátil - t. P - 2

- 1 esmeril doble - E 1a y E 1b - movido por poleas
- 1 esmeril doble - E - 2a - y E - 2b - movido por poleas
- $\frac{1}{3}$ esmeril doble - E - 3a - y E - 3b - movido en desuso

- 1 esmeril portátil - E.P. - 1
- 1 esmeril portátil (eje flexible) - E.F. - 2

- 1 cizalla manual - C - 1 (de palanca)
- 1 cizalla manual - C - 2 (de palanca
- $\frac{1}{3}$ cizalla manual - C - 3 (de palanca, es a la vez unzonadora y dobladora).

- 1 prensa (manual) - P - 1
- 1 sierra de Vaivén S. n - 1 (mov. por poleas).
- 1 sierra Circular - S. c - 1 - (mov. por poleas).
- 1 punzonadora (manual) - P - 1 (es a la vez cizalla y dobladora.)
- 1 fresadora (improvisada) - f - 1 (es usada como S.c - 1 sierra circular).
- 1 pulidora doble - pul - la - 16 (mov. por poleas).
- 1 pulidora simple - pul - 2
- 1 motor - M - 1 (mueve poleas de dos tornos)
- 1 motor - M - 2 (mueve poleas de dos tronos, una pulidora doble y una sierra circular).
- 1 motor - M - 3 (mueve poleas de un esmeril doble).
- 1 motor - M - 5 (mueve ventiladores de horno a petróleo para fierro).
- 1 motor - M - 6 (mueve ventilador de horno a petróleo para bronce).
- 1 motor - M - 4 (mueve taladro ta - 1).
- 1 Horno de fierro - Hf - 1 (a petróleo. En actividad)

- 1 horno de fierro - Hf - 2 (a carbón. En desuso)
- 1 horno de Bronce - Hf - 1 (a petróleo y subterrá-
neo)

- 1 equipo de soldadura. Elu portátil Sol 1
- 1 equipo de soldadura. portátil - Sol 2

- 1 ventilador - V - 1 - (para horno Hf - 1)
- 1 ventilador - V - 2 - (para horno Hb - 1)

- 19 tornillos Mecánicos - t.m. - 1 19
- 10 bancos de trabajo - Bco. - 1 10

Ya tenemos clasificada la maquinaria, ahora vamos a ubicarla dentro del plano de distribución actual de la planta. Se ha confeccionado un plano pues no existía ninguno, indicando la posición exacta de cada maquinaria y almacenes. Se ha hecho en escala 1:100 y papel milimetrado para poder leer directamente las distancias requeridas.

PLANO GENERAL DE DISTRIBUCION

(Ver sección planos)

Áreas Generales:

El plano de distribución general actual (Layout general) estaría compuesto por las siguientes áreas que se pueden apreciar en el plano general ya expuesto:

- Oficinas
- S.H.
- Fundición
- Almacenes
- Soldadura
- Máquinas Herramientas
 - Torneado
 - Taladro
 - Punzonado
 - Corte (cizallas y sierras)
- Esmerilado
- Pulido
- Trabajos de Banco
 - Marcado
 - Roscado
 - Limado
 - Cincelado
 - Rasqueteado
 - Limpieza

- Ensamblaje
- Pintura
- Despacho.

Al estudiar el flujo del producto no vamos a tomar en cuenta ni las áreas de oficinas, S.H., almacenes, ni fundición. Más tarde se hará el layout detallado de estas áreas para complementar el flujo General dentro de la planta.

FLUJO DE MATERIALES

Diagrama de Operaciones del Proceso:

No sería conveniente realizar un diagrama de las operaciones del proceso en este momento, pues la cantidad de productos es demasiado grande, no se trata de una producción en línea ni de un proceso continuo.

Diagrama de Flujo del Proceso:

Vamos a ejecutarlo para analizar los 7 grupos que hemos escogido; sólo vamos a mostrar distancias, pues para nuestros propósitos actuales no podríamos tomar tiempos ya que en cada grupo se incluyen varios productos y la ruta que vamos a seguir es sólo aproximada. El objeto es conocer el flujo de material y las distancias recorridas para luego comparar estas con las del método propuesto. Cuando se estudie el flujo de un sólo producto o de una estación de trabajo, se hará el estudio de tiempos correspondientes.

- Para las piezas A se ha hecho el diagrama de flujo para la mayoría de las piezas dentro de

ese grupo, tomando como base las que se fabrican en mayor cantidad. Lo mismo para los grupos de piezas B, C, D, y F. Las piezas E, o sea los interruptores de 1,000 amp. los habíamos considerado como un grupo aparte. Siendo un sólo producto podría habersele hecho un diagrama de las operaciones del proceso, pero no se considera necesario en nuestro caso (en este momento).

Sin embargo nuestro diagrama de flujo se ha complicado pues ha habido que anotar el proceso de 3 diferentes partes y su ensamble.

- En cuanto al grupo de piezas G (piezas para reparar) se ha decidido no incluirlo ni analizarlas, pues aparte del almacenamiento inicial, el desarmado y la revisión, se le efectúan las mismas operaciones que otros grupos (pues se trata de piezas fabricadas acá). Se le rectifica, se taladra, se rosca, repinta, etc. Este proceso es naturalmente más rápido.
- También se han anotado "observaciones" que nos sirvan para estudiar nuevos métodos y la nueva disposición.
- Nota.- Es importante el hecho de que todas las piezas

en proceso, excepto las del grupo A, son guardadas todas las noches en el almacén A-1, no importando en que paso de su manufactura se encuentren. El acarreo de estas se realiza manualmente. Es importante luego la situación de A-1. Estos almacenamientos no se han indicado en los diagramas pues es rutina necesaria y no tienen un momento fijo. Tampoco se han considerado como demora en realidad lo son, pero ese es problema a tratarse aparte.

También es importante el hecho de no haber considerado la distancia desde el despacho hasta la salida de la fábrica, pues es muy incómoda, ya que los camiones tienen que hacer un giro y entrar en retroceso hasta el punto de despacho (lo mismo que todo auto que entra en la planta), pues una vez adentro no habría como dar la vuelta. Este es un hecho bastante molesto que habría de tenerse en cuenta.

Al efectuarse los diagramas de flujo se observó que habían muy pocas demoras, o por lo menos demoras tangibles. Esto se debe al hecho de que hay un control estricto del trabajo, tanto para su realización como para su repartición. El proceso radica mayormente en la disposición de la misma.

Además, estamos analizando la circulación en distancias, no las demoras por métodos de trabajo. Las demoras anotadas se han hecho sólo como observaciones para un estudio posterior.

Diagrama de Circulación o Recorrido:

Vamos a efectuarlo para los 6 grupos. En el vamos a apreciar el flujo de los materiales y también podremos ver las distancias recorridas para luego tenerlas en nuestros diagramas de flujo del proceso.

Para mayor claridad se ha efectuado un diagrama para cada grupo. Después discutiremos el análisis de estos diagramas, por ahora sólo recopilamos información.

Para los interruptores sólo se ha seguido el recorrido de las platinas de 60 x 8, ya que es la más representativa y las otras partes sufren más o menos las mismas operaciones.

6 DIAGRAMAS DE CIRCULACION PARA
CADA UNO DE LOS GRUPOS DE PIEZAS

(ver sección planos)

Diagrama de_Multiproducto u Hoja de Ruta.-

Ya hemos agrupado los productos y realizado los diagramas del flujo del proceso y de circulación, los cuales nos sirven para efectuar la hoja de ruta. Para efectuar dicha hoja se han dividido las operaciones o áreas en 17:

- 1.- Rebanar
- 2.- Marcar
- 3.- Cortar cizalla
- 4.- Cortar sierra
- 5.- Estampar
- 6.- Tornear
- 7.- Taladrar
- 8.- Punzonar
- 9.- Soldar
- 10.- Esmerilar
- 11.- Pulir
- 12.- Banco (Limar, Roscar, Cincelar, Doblar etc.)
- 13.- Barnizar (o Bañar).
- 14.- Ensamblar
- 15.- Pintar
- 16.- Almacén.

17.- Despacho.

En la hoja se indica la frecuencia y secuencia del paso de cada grupo de productos (A, B, C, D, E, y F) a través de cada área, incluyendo retrocesos en operaciones que se realizan varias veces la misma para un mismo producto. Para el volumen de trabajo de cada grupo, no se usan cantidades, sino porcentaje del volumen de Trabajo pues es mucho más significativo, ya que de un producto se pueden fabricar muchas piezas y de otro pocas, pero el de pocas toma más tiempo y ocupa mayor personal para su manufactura.

Se han sombreado la primera y la última operación para distinguirlas rápidamente.

Análisis de Intensidad de Flujo: (o tabulación de doble entrada).

Este análisis sirve para determinar la magnitud de movimiento entre cada combinación de dos operaciones o áreas. Los datos son tomados de la hoja de ruta directamente. Cada movimiento es registrado en las columnas apropiadas: "de" y "a", y los movimientos de cada actividad son así contados y totalizados. Nos permite apreciar entre que áreas u operaciones se produce mayor movimiento y cual debe ser la secuencia ideal de operaciones.

Nos encontramos con un problema: con los datos que se tiene en la hoja de ruta, se ve que algunos productos sufren dos o más operaciones iguales en distintos momentos y como se trabaja con porcentajes de volumen de trabajo y no con cantidades, es necesario dividir el porcentaje por el número de veces que se repite la operación. Si no se repiten se pasa directamente de la hoja de ruta.

A consecuencia de esto, los totales no se verifican horizontalmente y verticalmente en la tabulación misma, pero si se puede verificar los totales en columna vertical de la tabulación con los de la hoja con los de la hoja de ruta.

Análisis de Adyacencia de Áreas:

Con los datos del análisis de intensidad de flujo vamos a sacar los porcentajes de volumen de trabajo de cada área a otra para poder así graficar y encontrar el mejor orden en que deben estar estas áreas. El flujo de cada área a otra se a representar por una flecha en la cual se indica el porcentaje respectivo. Una vez que se grafican todas las flechas, se busca el ideal que sería todas las flechas hacia la derecha y el acercamiento de las áreas de flujo más intenso. Se empieza con los porcentajes mayores: Así obtenemos la hoja 1, en la cual se ve claramente una mala secuencia de operaciones. Estudiando las posibilidades llegamos a tener la secuencia más aceptable o ideal (hoja 2).

Cálculo de los Porcentajes:

- 1.- 60--XI-10 X1-10=100%
60--100
- 2.- 11--X2-3 X2-3 =12.2%
90--100
- 3.- 10--X2-4 X2-4 =11.1%
90--100

- 4.- 2.66--X2-5 X2-5 - 2.96%
90-- 100
- 5.- 58.6--X2-7 X2-7 - 65.2%
90--100
- 6.- 2.66--X2-8 X2-8 - 2.96%
90--100
- 7.- 5--X2-12 X2-12= 5.6%
90--100
- 8.- 20--X3-7 X3-7 - 50%
40--100
- 9.- 20--X3-12 X3-12= 50%
40--100
- 10.- 10--X4-12 X4-12= 50%
20--100
- 11.- 10--X4-16 X4-16= 50%
20--100
- 12.- 20--X5-2 X5-2 - 71.4%
28--100
- 13.- 8--X5-12 X5-12= 28.6%
28--100
- 14.- 10--X6-2 X6-2 - 20%
50--100
- 15.- 30--X6-12 X6-12= 60%
50--100
- 16.- 10--X6-16 X6-16= 20%
50--100

- 17.- 12--X7-9 X7-9 - 13.3%
90--100
- 18.- 10--X7-11 X7-11 - 11.1%
90--100
- 19.- 68--X7-12 X7-12 - 75.6%
90--100
- 20.- 10--X8-6 X8-6 - 35.8%
28--100
- 21.- 18--X8-7 X8-7 - 64.3%
28--100
- 22.- 12--X9-10 X9-10 = 40%
30--100
- 23.- 10--X9-11 X9-11 - 33.4%
30--100
- 24.- 8--X9-16 X9-16 - 26.6%
30--100
- 25.- 30--X10-2 X10-2 - 32.6%
92--100
- 26.- 30--X10-6 X10-6 - 32.6%
92--100
- 27.- 20--X10-12 X10-12=21.8%
92--100
- 28.- 12--X10-14 X10-14=13.1%
92--100
- 29.- 30--X11-12 X11-12=100%
30--100
- 30.- 24--X12-2 X12-2 = 24%
100--100

31.-	X12-- 3	= 2%
32.-	X12-- 8	= 8%
33.-	X12-- 9	= 7%
34.-	X12--10	= 4%
35.-	X12--13	=15%
36.-	X12--14	=34%
37.-	X12-- 5	= 6%
38.-	20--X13-14	X13-14 = 66.7%
	30--100	
39.-	10--X13-15	X13-15 = 33.3%
	30--100	
40.-	6--X14-12	X14-12 = 6%
	100--100	
41.-	X14--15	=30%
42.-	X14--16	=58%
43.-	X14--17	= 6%
44.-	12--X15-14	X15-14 = 29.9%
	42--100	
45.-	30--X15-17	X15-17 = 71.4%
	42--100	
46.-	6.66--X16-5	X16- 5 = 11.6%
	58--100	
47.-	6.66--X16-6	X16- 6 = 11.5%
	58--100	
48.-	4--X16-14	X16-14 = 6.9%
	58--100	
49.-	40.66--X16-17	X16-17 = 70%

Espacio Requerido:

Vamos a calcular el espacio requerido por el método del metrado y cálculo de elementos; que consiste en determinar el área ocupada por cada elemento, sumarle el espacio extra para el operador, materiales, circulación, etc. y multiplicarla por el número de elementos. Estos datos los sacamos directamente del plano de distribución de planta a escala que se tiene, y de las fichas de maquinaria, donde se midió el área total para cada máquina:

Resumiendo, tenemos el tamaño de cada área:

- Rebabado: $8 \times 3 = 24 \text{ m}$
- Soldar: $6 \times 5 = 30 \text{ m}$
- Esmerilado: $2 \times 32 \times 22 \times 2 = 144 \text{ m}$
- Punzón: $3 \times 3 = 9 \text{ m}$
- Torneado: $4.5 \times 2.5, 2.5 \times 2.5, 3.5 \times 2.5 = 27 \text{ m}$
- Cizalla: $2 \times 3.2 \times 3.1 \times 2 = 14 \text{ m}$
- Sierra: $2 \times 2.2 \times 3 = 10 \text{ m}$
- Estampar: $3 \times 3 = 9 \text{ m}$
- Marcar: $6 \times 2 = 12 \text{ m}$
- Taladrar: $3 \times 2.2 \times 2.2 \times 2, 1.5 \times 1.5 = 16.25 \text{ m}$
- Pulir: $2 \times 3.2 \times 3 = 12 \text{ m}$
- Limar, Roscar Cincelar etc.: $6 \times 2.5, 4.5 \times 2.5, 4 \times 2.5$
 $1.5 \times 5, 2 \times 1.5 = 40 \text{ m}$
- Barnizar: $8 \times 4 = 32 \text{ m}$
- Almacenar: $11 \times 6, 14 \times 6 = 150 \text{ m}$

- Ensamblar: $1.5 \times 3.5 = 5.25$ m
- Pintura: $3 \times 11 = 33$ m
- Despacho: al camión.

Consideraciones y Limitaciones Previas al Rearreglo:

En este momento ya se tienen todos los datos necesarios para hacer el rearreglo pero hay que tomar en cuenta las limitaciones prácticas: Debido a la clausura de la puerta original de la fábrica, todo se encuentra al revés. Otro factor que no se tomó en cuenta al diseñar la fábrica fue el del viento, ya que todo el humo de la fundición y de las estufas para las almas, se mete al área del taller y las oficinas.

La gran diversificación de pedidos no permite establecer un flujo claro. La maquinaria existente es antigua y pesada; y se está comprando maquinaria nueva, pero sin eliminar la vieja pues esta aún produce satisfactoriamente y sin problemas.

Tomando en cuenta todo esto, vemos que hacer un rearreglo total ideal no se podría hacer, ni conveniría, ni justificaría hacerlo. El tipo de arreglo que se va a proponer es un arreglo parcial, bastante económico y sin efectuar grandes cambios. Se llegó a el dis

cutiendo con miembros de la planta, y el tutor de la Tésis. Se han considerado y evaluado ya diferentes alternativas a seguir y se ha llegado a un ólo plan propuesto (o posteriormente podrían surgir nuevas alternativas dentro del mismo plan, las cuales serían evaluadas a su debido tiempo).

Método Seguido:

Para visuclicar mejor el recorreglo se confec-
 cionaron tarjetas del tamaño y forma de cada área a esca-
 la con el plano general de distribución en escala: 1:
 100. Luego se ordenaron estas áreas en la forma planea-
 da, teniendo como ideal el flujo dado por nuestro análi-
 sis de adyacencia de áreas, obteniendo así el plan pro-
 puesto.

Plan Propuesto:

A continuación vamos a exponer el plan pro-
 puesto:

- 1.- Colocar sobre las estufas un tiro de eternit con su respectiva chimenea, lo cual eliminaría el problema del humo que el viento lleva al taller y a las ofi-

cinas.

- 2.- Realizar una campaña de limpieza y control de chatarra para recuperar espacio desperdiciado. Es especialmente en los almacenes A-4, A-5 y A-6, donde existe gran cantidad de material no usado, que se ha ido acumulando con los años y que puede o salirse de ellos o venderse.
- 3.- Eliminar el horno (H-2) que no se usa, y venderlo. El espacio que quede podrá ser usado como área de moldeo o como área para instalar un nuevo horno (ya sea exterior o subterráneo).
- 4.- Romper parcialmente la pared que separa A-6 del área ocupada por H-2, dando acceso directo de los hornos A-6 y anchar la puerta marcada X en el plano para facilitar la entrada de vehículos a la zona de despacho y oficinas.
- 5.- Mover el ventilador V-2 y el Motor M-6 (que accionan el horno H-3) para colocarlos en el techo de la estufa de fierro. Así se podría aprovechar el espacio dejado por estos.

6.- Mover toda el área de fundición hacia la puerta de acceso a la fábrica. Esto se lograría usando espacio A-6 como área de moledeo, limitada el área por una pared hecha con las cajas de moldes que se usan en la actualidad. El resto de las cajas, eliminarlas, venderlas, o enviarlas a A-5.

Mover en la misma dirección, las repisas de preparación de almas. Techar la nueva zona con eternit o plástico corrugado.

Con estas modificaciones aprovechamos espacio desperdiciado, se tienen los hornos al medio del área de fundición (centralizado) y se tiene una mayor área para el maquinado de piezas.

7.- Eliminar el obsoleto sistema de poleas que se usa para mover To-1, T-2, pul-1 y E-1, 2,2 y Sv-1 y ta-4. Este sistema ocupa mucho espacio y consume demasiada energía. El esmeril E-1 puede trabajar directamente con el motor M-3. El torno T-1 con M-1 al torno To-2, E-2, 3, Sv-1 y pul-1 habría que: o hacerlos trabajar directamente usando M-2 y M-1 y otros motores nuevos, o diseñar un sistema de motor y mesa movibles con anclajes, para que se pueda usar un motor para mover más de una máquina (inclusive se podrían aprovechar los motores de

Sc-1 y pul-2 que son nuevos). Este sistema se explicará detalladamente posteriormente.

- 8.- El taldro ta-4 casi no se usa, es pequeño y se mueve por poleas accionadas por H-1. Se propone venderlo, o en su defecto colocarlo entre ta-3 y ta-2 (contra la pared.) Se busca colocar las máquinas que trabajan por arranque de viruta contra la pared para poder eliminar más fácilmente la viruta.
- 9.- Dar acceso directo al taller del almacén A-2 mediante una puerta doble. Esto nos permitirá llevar directamente la mercadería y equipos portátiles del almacén al taller e inclusive que este almacén pueda utilizarse en algunos casos para almacenar productos acabados, ya que tiene acceso directo a zona de despacho.
- 10.- Mover la maquinaria y bancos de trabajo a la forma en que se indica en el plano de disposición propuesta. Esto nos obligaría al levantamiento de una pared (la que podría ser sólo una división de plástico, madera, eternit o ladrillo), la cual se usaría para proteger del polvo a la nueva zona de pintura y acabados. Se ha efectuado esta redistribución, acercándonos lo máximo posible al orden ideal que nos

arrojó el análisis de adyacencia de áreas.

- 11.- Los tornos, los taladros y la prensa (que es antigua y pesada y no justifica moverla), permanecen inamovibles.
- 12.- La cizalla- punzonadora permanece en el mismo enclaje, pero se invierte la posición (con sólo sacar los pernos de sujección).
- 13.- Los bancos de trabajo (para rebobado, ensamble, marcado, limado, roscado, cincelado, etc.), las sigrras y las cizallas se mueven sin dificultad a la posición indicada en el nuevo plano.
- 14.- Los esmeriles y pulidoras se colocan en las posiciones indicadas en el plano de redistribución. Habría que estudiar la posibilidad de reemplazar algunos por otros más modernos, que ocupan menos espacio y consumen menos energía.
- 15.- Posibilidad de usar A-7 como almacén temporal productos en proceso (para guardar en las noches material).

DIAGRAMA DE OPERACIONLS DEL PROCESO
PARA LOS INTERRUPTORES DE 1000 AMPERIOS

(Ver sección planos)

Áreas en Detalle

Para poder estudiar mejor las áreas en detalle, las vamos a agrupar tomando en cuenta la similitud y tipo de trabajo.

Así tendríamos:

- Oficinas
- Almacenes
- Fundición
- Soldadura
- Máquinas Herramientas (torneado, taladrado, punzonado, corte en sierra o cizalla, esmerilado, pulido).
- Trabajos de banco (marcado, roscado, limado, cincelado, rasqueteado, rebabado, limpieza.)
- Ensamble
- Pintura
- Despacho

Debido a que se trata de una producción por pedidos, por lotes, las áreas no están perfectamente marcadas, y los operarios no efectúan siempre las mismas operaciones, pudiendo estos hacer diferentes operaciones en la misma área (caso del área de fundición y de los torneros) o realizar diferentes operaciones en diferen-

tes operaciones en diferentes áreas (caso de todos los operarios restantes, es decir una gran parte de la fábrica.

Luego no se puede , ni compensarla hacer un estudio de métodos para todas las áreas. Simplemente se efectuará en las áreas y operaciones en que se juzgue sea más necesario y productivo, tomando estas independientemente.

Las únicas áreas que no se estudiarán en esta forma serán las oficinas, almacenes y el área de fundición, las que habría que considerar independientemente y serán tratadas posteriormente.

Al analizar cada grupo de trabajos (A,B,C,D,E y F) se hacen diagramas de flujo propuestos para cada grupo, y para los interruptores de 1,000 amp.(E), por estudiarse individualmente y considerarse de importancia, se hará el diagrama de las operaciones del proceso y un estudio de tiempos completo.

DIAGRAMA DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO PARA
LOS INTERRUPTORES DE 1000 AMPERIOS

(Ver sección planos)

Estudio de Tiempos.-

Se va a efectuar un estudio de tiempos para todo el proceso de fabricación de los interruptores de 1,000 amp. (grupo E).

Conforme se ha numerado a las operaciones, se explica en que consiste cada operación, cuántos y cuáles operarios la realizan, cuántas piezas corresponden a cada operación y cualquier indicación o anotación fuera de lo común en las lecturas.

Para el número de ciclos a cronometrar nos basamos en las tablas dadas por la General Electric.

<u>Tiempo del ciclo</u> <u>en minutos</u>	<u>Número de ciclos</u> <u>a observarse</u>
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 - 5.00	15
5.00 -10.00	10
10.00 -20.00	8

<u>Tiempo del ciclo</u> <u>en minutos</u>	<u>Número de ciclos</u> <u>o observar</u>
20.00 - 40.00	5
40.00 y más	3

Sin embargo, esta tabla la hemos usado sólo como base y como orientación, ya que por criterio propio, se cree que no compensaría efectuar tantas observaciones en ciertos casos.

El número de ciclos cronometrados varía de acuerdo al tiempo y a las veces que se repite la operación (ya que hay operaciones o transportes que se realizan una o dos veces nada más).

Sin embargo en la generalidad de los casos se usó:

<u>Tiempo(min.)</u>	<u>Observaciones</u>
0.20 - 1	20
1.01 - 3	15
3.01 - 6	10
6 - mas	criterio

El método usado para las lecturas fue el de regreso a cero y el cronómetro un Omega del laboratorio de métodos, marcados con LM-1.

Platinas de 60 X 8

1.- Llevar platinas de a 2 en 2 entre dos personas, Tiempo para llevar y regresar a buscar otras. El almacenero controla Operarios: Almacenero (Cornelio), obreros (Solano, Acero).

2.- Idem, sólo que ya no controla el almacenero. a partir de esta medición, el analista no controlaba, sólo observaba de lejos el ciclo completo. Operario (Solano, Acero).

3.- Marcar platinas para cortar con plantilla una por una cada plantilla, una por una cada platina. Se marcan 21-22 medidas, como cada interruptor lleva cuatro medidas, de cada platina salen $5 \frac{1}{4}$ $5 \frac{1}{2}$ interruptores aproximadamente. Este es el tiempo para marcar una platina. Operario: Maestro (Silva).

4.- Cortar en la cizalla C - 3 los platinas grandes en cuatro partes. Cada parte constará ahora de 5 - 6 medidas, luego de cada parte sale $1 \frac{1}{4}$ = $1 \frac{1}{2}$ interruptores.

Este es el tiempo para cortar una platina en 4 partes.

Operario: Maestro (Silva) y dos ayudantes (Ascencio, Acero).

5.- Cortar en Sierra las 5 ó 6 medidas de que constaba cada parte. (1 1/2 interruptor). Se usa la sierra circular Sc. -1 Operario Maestro: (Silva).

6.- Llevar al torno, esto lo hace un operario y carga 12 medidas por viaje, o sea 3 interruptores. No vamos a tomar en cuenta que van al almacén pués unas van antes de la operación y otras despúes. Este es el tiempo para llevar unas y regresar a buscar otras. Operario: Obrero (Asencio).

7.- Asentar punta en el torno (to-2) usando una cuchilla especial, asienta una punta de las platinas, de a dos en dos o sea 1/2 interruptor(En el to.-2). C- perdió tiempo en llevar un grupo de 6 pretinas a un costado y traer 6 platinas más a la mesa del torno. Tornero (Gutierrez).

8-a.- Para el lote que se está analizando (300 interruptores) se mandó estampar afuera, pues la prensa estaba ocupada en otros trabajos. Se mandaron a estampar a los Talleres Rueda , situados en Aguero 941-Ciudad Colerada. Para llevar del torno a la camioneta se a c r r e c a r r e a r o n g r u p o s d e a 1 6 (4 i n t e r r u m p t o r e s) p o r o b r e r o s E n l a c a m i o n e t a f u e r o n 1 o b r e r o y e l J e f e d e t a l l e r e r e r e n d e l e r e n d o l o v a n d o 6 0 0 p l a t i n a s (1 5 0 i n t e r r u m p t o r e s e n c a d a v i a j e).

Cuando este trabajo se hace en la fábrica se usan en la prensa dos obreros y un maestro.

10.- Llevar a marcar chaflón y huecos en grupos de a 20 platinas (5 interruptores).

Operarios: Obreros (Sanchez, Solana, Ascencio).

11.- Marcar chaflón, corte central y huecos usando plantillas, puntear hueco también.

Este es el tiempo para la operación completa y para 1 interruptor.

Operario: Maestro (Yovera).

12.- Llevar a punzonar en grupos de a 20 (5 interruptores).

Operario: Obrero (Quihui).

13.- Punzonar dos huecos de 1/2 D. de donde van los r. maches, usando matriz . Luego se cambia matriz y se punzona el óvalo con matriz redonda de 3/4 (no ovalada), dando tres golpes y usando una guía. Este es el tiempo para 4 platinas (1 interruptor).

Operario: Maestro (Yovera) y ayudante (Quihui).

14.- Llevar a hacer chaflón (5 interruptores)

Operario: Obrero (Sotelo).

15.- Hacer chafión en uno de las puntas de las platinas. Se hace con una lima. Este es el tiempo para 1 platina. 1/4 interruptor).

Operario: Obrero (Sotelo).

16.- Llevar a cortar a la sierra circular (5 interruptores)

Operario: Obrero (Sotelo).

17.- Hacer en la sierra circular el corte central. La hoja tiene 12 dientes / pulgada. Este es el tiempo para 2 platinas (1/2 interruptor).

Operario: Maestro (Silva)

18.- Llevar a rasquetear al Banco No.3 en grupos de a 5 interruptores.

Operario: Obrero (Sotelo)

19.- Rasquetear el corte central usando una rasqueta (formón).

Este es el tiempo para 2 platinas, 1/2 interruptor.

Operario: Obrero (Sotelo) después (Cornelio y Ascencio

juntos).

20.- Llevar a avellanar (5 interruptores) a taladro (ta-3)

Operario: Obrero (Acero).

21.- Avellanar en taladro (usando broca de $7/8$ "^m)
Este es el tiempo para 2 platinas (1/2 interruptor).

Operario: Maestro (Yovero).

22.- Llevar a pulir o pul 1-6 (5 interruptores).

Operario: Obrero (Sotelo).

23.- Pulir caras de contacto que se van a remachar.

Tiempo para pulir 2 platinas (1/2 interruptor)

Operario: Obrero (Sotelo).

24.- Llevar a remachar (5 interruptores) a Bco.-4

Operario: Obrero (Sotelo).

25.- Remachar las platinas pulidas usando los remaches de cobre ya listos, un martillo y un yunque. -
Tiempo para remachar 2 platinas (1/2 interruptor). Incluye inspeccionar y enderezar.

Operario: Maestro (Yovera) y cuando terminó de pulir - también un obrero (Sotelo) , juntos.

26.- Esmerilar los remaches en el L-2b. Este es el tiempo para 1/2 int.

Operario: Obrero (Sánchez).

27.- Llevar a limar en grupos de 3 a 6 (3 interruptores).

Operario: Obrero (Lopez).

28.- Limar los óvalos a medida exacta usando una lima redonda y dos limas medio caña, de diferentes medidas en el Bco.-6. Este es el tiempo para 1/2 interruptor e incluye una inspección (pasa-no pasa).

Operario: Maestro (Reppó).

29.- Llevar a tornear (3 interruptores)

Operario: Obrero (López).

30. Tornear a medida exacta en el To-2. El tiempo es para 1/2 interruptor.

Tornero (Gutierrez).

H - pierde tiempo en sujetar y acomodar la pieza.

31.- Llevar a marcar (3 interruptores)

Operario: Obrero (Sanchez).

32.- Marcar corte redonde y hueco $17/64$ "; también puntear el hueco. Tiempo para dos platinos, pero - como sólo se le hace a la mitad de los platinos (2 int.)

Operario; Maestro (Yovero)

33.- Cortar en sierra circular Sc-1 usando hoja de 10 dientes/ pulg.

Tiempo para 1 platino (1 int.)

Operario: Maestro (Yovero)

34.- Llevar a taladrar (3 int.)

Operario: Maestro (M.Silva).

35.- Taladrar hueco de $17/64$ " en to-2. Tiempo para dos interruptores.

Operario; Obrero (Félix).

36.- Llevar a limar corte en grupos de a 6(3 int.)

Operario:Obrero (Ascencio).Esta operación se le hace solo a dos platinos de las cuatro que lleva el int. Sólo a un lado, luego se ha tomado tiempo a dos acarreos.(3 int.).

37.- Limar corte a medida, usando 3 limas me
dic cada de diferentes medidas en el Bco.-6. Este es el
tiempo para 1 int., un lado del interruptor.

Operario: Maestro (Reppó).

38.- Llevar a limar filos (3 int.).

Operario: Obrero (Quihui).

39.- Limar filos en el Bco. No.2 usando una -
lima plana. Este es el tiempo para 1/2 int. (un lado).

Operario: Maestro (Herrero) un obrero (Cornelio)

40.- Llevar a revisar y enderezar en grupos de
a 3 int.

Operario: Obrero (Quihui).

41.- Revisar y enderezar, usando un martillo
escuadra y calibrador. Este es el tiempo para 1 int.

Operario: Maestro (Yovera).

42-43.- Llevar a almacén y llevar a armar (gru
pos de 4 int.)

Operario: Obrero: (Lopez Soto, Acero).

44.- Ensamblar con mango armado. Se usan dos
pernos 1 1/2" y 1" con sus respectivas tuercas hexagona
les, cuatro arandelas de bronce de 13/8", un perno de

1 1/4" x 1/4" con su tuerca hexagonal y un pasador de a
lambre de cobre de 1/32". Tiempo 1 int.

Operario: Maestro (Yovero).

45-46.- Llevar a almacén ya listos y después
a despachar (grupos de 4 int.).

Operarios: Obreros (Quihui, Acero, Sanchez).

Cuchillas de 80 x 6

1-2-3-4-5: Todas estas operaciones, se realizan igual que para los platines de 60 x 8. La diferencia es que de la platina de 80 mm. x 6mm. salen 54-55 medidas o cuchillas.

Como acarreo 2 platines de 6m. en 1 y 2 y cada interruptor lleva 2 cuchillas, se llevan 54-55 interruptores en 1 y 2.

Se marcan con otra plantilla, y el tiempo tomado es para marcar 8 cuchillas, o sea 4 interruptores. Al cortar 4 trozos en la cizalla, corresponden 13-14 cuchillas (6-7 interruptores por trozo).

El tiempo para la operación es aquel para cortar en la sierra 6-7 cuchillos (3 interruptores).

A.- Demora porque salieron 7 cuchillos, o sea un corte mas.

B.- Demora porque se lubricó la máquina y la hoja de corte.

- Los operarios son los mismos.

6.- Llevar a asentar los dos puntas en el torno. Se llevan en grupos de a 20 (10 interruptores).

Operario: Obrero (Quihui).

7.- Asentar las dos puntas en el torno. El tiempo tomado es para asentar una punta de cuatro cuchillas (2 interruptores); pero como se asientan las dos puntas el tiempo equivaldrá a aquel para 1 interruptor
 Tornero: Maestro (Gutierrez).

C.- Demoró más pues cambio de piezas y no de puntas.

8.- Limar las puntas presadas para quitar rebaba y dar acabado. Se usa una lima plana. Este es el tiempo para 1/2 int.

Operario: Obrero (Cornelio).

9.- Llevar a marcar en grupos de a 20 (10 interruptores)
 Operario: Obrero (Félix)

10.- Marcar el chaflán, los 3 huecos y el corte de la punta usando plantillas marcador y centro de marcar
 Este es el tiempo para 2 cuchillas (1 interruptor)
 Operario: Maestro (Yovera).

11.- Llevar a Taladrar en grupos de a 20 (10 interruptores)
 Operario: Obrero: (Félix)

12.- Taladrar 2 huecos usando broca de 13/64" en el tal-
 3. Este es el tiempo para 1 interruptor.
 Operario: Obrero: (Félix) E.- Limpió viruta de broca.

13.- Llevar a limar choflén (10 interruptores)

Operario: Obrero (Soto)

14.- Limar choflén en ambos lados de una cuchilla usando dos limas. Este es el tiempo para 1 cuchilla (1/2 interruptor).

Operarios: Maestro: (Silva) y obrero (Soto) a la vez piezas diferentes.

15.- Llevar a punzón (10 interruptores).

Operario: Obrero (Sanchez).

16.- Punzoner hueco de $17\frac{1}{32}$ " en el punzón. Este es el tiempo para 2 cuchillos (1 interruptor). Se usan dos operarios, un maestro que coloca la pieza (Vidal) y un obrero que acciona la palanca (Sanchez F: acomodó las pilas de cuchillas).

17.- Llevar a cortar (10 interruptores)

Operario: Obrero (Sanchez)

18.- Cortar una punta en la cizalla C-3. Esta operación se le hace sólo a la mitad de la cuchillos (un lado del interruptor. Este es el tiempo para 4 cuchillos (4 interruptores)

Operario: Maestro (Silva)

19.- Llevar a limar el corte (20 interruptores)

Operario: Obrero:(Cornelio)

20.- Limar el corte usando una lima fina. Tiempo para 2 interruptores.

Operario: Obrero (Cawa)

21-22.- Llevar a almacén y llevar a ensamblar en grupos de 10 interruptores.

Operarios: Obreros (Sanchez, Lopez, Ascencio).

23.- Ensamblar con el mango. Se usan cuatro tornillos - de 5/8" y 3/16" cabeza redonda con sus respectivos tuercas hexagonales. Este es el tiempo para 1 interruptor. También ~~masquetee~~ el canal y revisa el mango armado y enderezo.

Operario: Obrero (Félix).

24.- Llevar a poner tapones (5 int.)

Operario: Obrero (Félix)

25.- Poner 8 tapones de fibra. Tiempo para 1 int.

Operario: Maestro (Reppó)

26.- Tapar canal con maderitas cortadas. Luego con sierra manual se corta el sobrante de madera. Tiempo para 1 int.

Operario: Maestro (Reppó)

27.- Llevar a limar y rasquetear (5 int.)

Operario: Obrero (Acero)

28.- Limar y rasquetear todo el mango, tapones y sobran-
tes. Tiempo para 1 int.

Operario: Obrero (Cawa, Sotelo)

29.- Llevar a pulir (5 int.)

Operario : Obrero (Lopez)

30.- Pulir las cuchillas de contacto en la pul 1-b. Tiem-
po para las dos cuchillas (1 int.).

Operario: Obrero (Sotelo).

31.- Llevar a ensamblar con platinos de 60 x 8 en gru -
pos de 5 interruptores.

Operario: Obrero (Quihui).

Mango de Fibra

1.- Llevar los planchos de fibra del camión al almacén entre dos operarios. De cada plancha salen 110 mangos (110 int.)

Operario: Obreros (Sanchez y Lopez)

2.- Llevar a fresar los mangos ya trabajados afuera en grupos de 10 int.

Operario: Obrero (Sanchez)

3.- Fresar el mango en bruto en la Sc-1 adaptada con una fresa de 3" de D x 1/4" int. (ancho del canal) .
Tiempo para el mango (1 int.)

Operario: Obrero (Sanchez).

4.- Llevar a marcar en grupos de 10 int.

Operario: Obrero (Cornelio)

5.- Marcar huecos usando plantilla. Puntear huecos.
Tiempo para 1 int.

Operario: Maestro (Silva)

6.- Taladrar 4 huecos de 1/4" pasantes en el mango (ta-
2). Tiempo para 1 int.

Operario: Obrero (Félix).

7.- Avellanar los huecos por ambos lados hasta un diám. de 7/16" para que cubran los tapones. Se usa una broca especial. Este es el tiempo para 1 int.

Operario: Obrero (Félix).

8.- Llevar a ensamblar con cuchillas en grupos de a 10 int.

Operario: Obrero (Félix).

Tapones de Fibra.-

1.- Llevar a cortar retazos de fibra como para aproximadamente 75 interruptores, usando una caja.

Operario: Obrero (Cornelio).

2.- Cortar en sierra circular hasta obtener barras de sección cuadrada. Este es el tiempo para 1 barra (8 tapones o 1 int.).

Operario: Mestro (Silva)

3.- Llevar a taladro un grupo para 75 int. aproximadamente.

Operario: Obrero (Cornelio).

4.- Taladrar en T₃-2 usando una fresa especial preparada que se adapta al taladro. Se deja cada barra a

una sección circular de 1/2"D.

Operario: Maestro (Silva) Tiempo para 1 int.

5.- Llevar a almacén temporalmente (A-1) en grupos para
75 int.

Operario: Obrero (Cornelio)

6.- Llevar a cortar en grupos para 75 int.

Operario: Maestro (Cornelio)

7.- Cortar tapones con sierra manual de 18 dientes pul.
gado. . El tiempo dado es para cortar 8 tapones, o
sea 1 int. El tiempo de maquinado es por cada tapón

Operario: Maestro (Reppé).C- demoró menos porque no
tuvo que cambiar la barra a cortar (alcanzó para 8
tarugos).

8.- Llevar a ensamblar con el mango en grupos para 75
interruptores.

Operario: Obrero (Soto)

Remaches de Cobre

1.- Llevar a cortar las barras de cobre (2m.de largo a-
proximadamente). Se llevan las barras necesarias -
para 150 interruptores.

Operario: Obrero (Acero).

2.- Cortar las barras en la cizalla C-3

Este es el tiempo para cortar 4 remaches (1 int.)

Operario: Obrero (Cawa)

A- Demora para tomar nueva barra.

3.- Llevar a cabecear los remaches en una caja en la que
se acorrecen aproximadamente 200 remaches. (50 int.)

Operario: Obrero (Sotelo).

4.- Cabecear una punta del remache usando un martillo y
un dispositivo especial donde se introduce cada ba-
rrita y se le hace la cabeza.

Este es el tiempo para hacer 1 remache, como cada
interruptor lleva cuatro remaches, el tiempo es pa-
ra 1/4 de interruptor.

Operario: Obrero (Sotelo) F-Se le cayó al suelo el
remache G. Se puso a conversar.

5.- Llevar al almacén en caja y en grupos de a 200(50 int.) Sólo se hicieron cuatro mediciones pc que esta operación se hace pocas veces.

Operario: Obrero (Sotelo).

6.- Llevar o ensamblar con platinas de 60 x 8 en grupos para 75 int.

Operario: Obrero (Acero)

Escuadras.-

1-2.- Exactamente igual que para las platinas de 60 x 8
De cada platina salen 55 escuadras o interruptores.

3.- Marcar las platinas para el corte con plantilla. Como se usan retazos además de platinas de 6m., el tiempo a tomarse será para marcar 4 medidas, es decir 4 interruptores.

Operario: Maestro (Silva).

4- Demoró más porque recogió nueva platina.

5.- Llevar al Torno (To-3) en grupos de a 20 (20 interruptores). Este es el tiempo de la operación completa, desde que coge un grupo hasta que coge otro .

Operario: Obreros (Sanchez, Ascencio).

6.- Asentar las puntas en el torno T-3(nuevo) hasta la medida exacta. Este es el tiempo para una punta de 4 escuadras a la vez, o sea para 2 int. El maquinado es automático y en ese tiempo el tornero va limando es automático y en ese tiempo el tornero va limando los filos cortados.

Operario: Tornero (Maestro Vidal).

7.- Llevar a estampar en grupos de a 20 int.

Operario: Obreros (Sanchez, Ascencio, Solano).

8.- Estampar con comba, golpeando hasta que quede en escuadra. Se va verificando. También use un martillo. Tiempo para una escuadra (1 int.)

Operario: Maestro (Silva) y ayudante (Sanchez)

9.- Enderezar y revisar usando un martillo, un mármol y una escuadra. Tiempo para escuadrar (1 int.)

Operario: Maestro (Yovera)

10.- Marcar tres huecos usando plantilla para marcar, - centro de marcar y martillo. Este es el tiempo para marcar una escuadra (1 int.)

Operario: Maestro Yovera)

11.- Llevar a punzonar en grupos de a 20 (20 int.)

Operario: Obrero (Quihui)

12.- Punzonar hueco primero de $1/2''$ D. y luego con matriz redonda de $3/8''$ el óvalo de $3/8''$ x $1''$ de largo. Este es el tiempo para 1 int.

Operario: Maestro (Yovera) y obrero (Quihui)

13.- Llevar a cincelar óvalo (20 int)

Operario: Maestro (Reppó)

14.- Cincelar el óvalo, o sea el sobrante que queda después de punzonar. Se supone es más rápido que limado. Tiempo para 1 interruptor.

Operario: Maestro (Reppó).

15.- Limar los óvalos usando una lima media caña y una redonda. Tiempo para 1 interruptor.

Operario: Maestro (Silva)

16.- Llevar a baño en grupos de a 25.

Operario: Maestro (Herrero)

17.- Baño en ácido sulfúrico rebajado quedando sumergidas los escuadros por aproximadamente 4 horas, luego se les enjuaga con agua. Se hace el grupo para 75 int. juntos.

Operario: Maestro (Herrera)

18.- Pulir los escuadras en pul-3, usando una grata o es
cobilla de pelos de bronce.

Operario: Maestro (Ferrera) tiempo para 1 int.

19-20.- Llevar a almacén A-1 y llevar a despachar en gru
pos de a 25.

Operario: Obreros (Acero, Quihui, Lopez).

Piezas A

Las piezas A son aquellas de Fierro fundido - cuyo tamaño y peso son considerables (varían de 5 a 30 Kg. aproximadamente).

Lo primero que se recomienda es almacenar las piezas fundidas en el sitio en que se van a rebabar, para eliminar así ese acarreo. También podría considerarse la posibilidad de usar unas máquinas rebabadoras (que se mencionarán luego al hablar del área de fundición) y herramientas rescodoras más modernas y rápidas (Ridgid o Tolco) que no sólo se usan en estas piezas sino en muchas otras.

El acople y el ensamble pueden hacerse en el mismo banco para eliminar ese acarreo.

En estas piezas el principal ahorro se consigue en ahorro de acarreo a consecuencia de la disposición propuesta. Actualmente las piezas recorren 123m y con el método propuesto 31m., lográndose un notable ahorro de 92 mts.

Nota

Todas las nuevas distancias consideradas se toman del plano de distribución propuesta que está a es

cala.

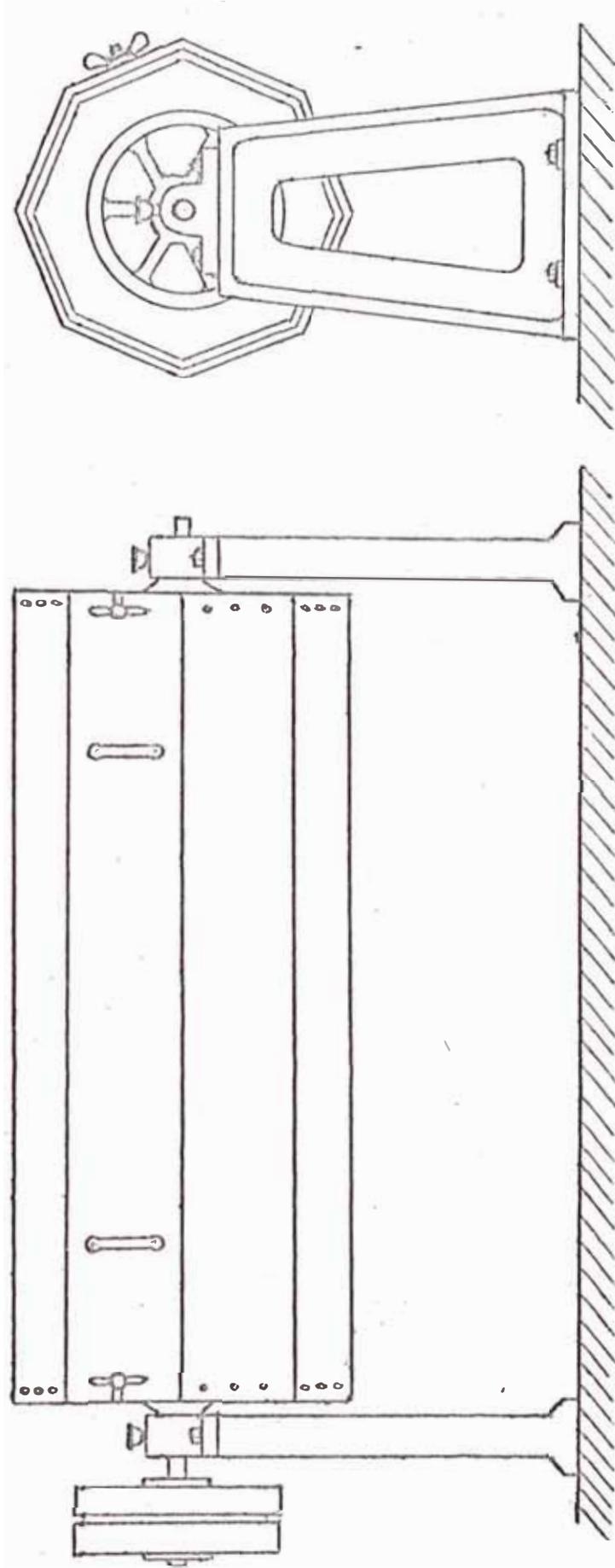
Piezas B

Consisten en piezas de fundición de Bronce (mayoría), cobre y aluminio de poco volumen y cuyo acarreo se efectúa en lotes de aproximadamente 80 (esto es un promedio).

Se recomienda situar las cajas de moldes cerca del almacén A-2. Para el rebabado se puede usar un bombo cuyo funcionamiento y construcción se indican a continuación.

El marcado hacerlo en el banco contiguo a los taladros y el ensamble en una mesa junto al baño de ácido. Las piezas terminadas almacenarlas en cajas contadas listas para el despacho.

En cuanto al bombo para rebabado, la figura que expongo indica un tipo de esta clase de máquinas, en el que todas las piezas de que se compone son de fundición y van atornilladas, resultando por este motivo fáciles su construcción y el recambio de piezas desgastadas. Por regla general, la forma del bombo es de un prisma octogonal y una de sus caras lleva dispuestas unas asas para poder quitarlo a fin de efectuar la carga



BOMBO PARA REBABADO DE PIEZAS PEQUEÑAS

de las piezas.

En este bombo se meten las piezas que se trata de limpiar mezcladas con trozos de chatarra y al girar a 60 ó 70 revoluciones por minuto, por el roce entre chatarra y piezas, quedan éstas completamente limpias. Es conveniente renovar con frecuencia los trozos de chatarra, pues cuanto más vivas tengan las aristas - más fácilmente limpiarán las piezas.

El desbarbado a mano resulta costoso y deficiente, por tal motivo la amortización del costo de una máquina de esta clase se hace en poco tiempo.

Piezas C

Las piezas C son aquellos de carpintería metálica usando perfiles y planchas de fierro: puertas, marcos, rejas de piso, abrazaderas.etc.

Se recomienda almacenar los perfiles y las planchas en el almacén A-2.

Luego marcar en una sola operación el corte y los agujeros a taladrar.

El corte puede hacerse en las cizallas C-3 y C-1.

Asentar el corte en el banco donde se marca y taladrar en ta-1 ó en el mismo banco usando taladro portátil, si es posible.

Igualmente esmerilar si es posible usando esmeril portátil pues se trata de piezas grandes difíciles de mover.

Semi armar y rasquetear en el mismo banco (Bco-5 de ensamble) y seguidamente pintar y ensamblar en la nueva área de pintura, la cual se encuentra contigua al despacho.

El ahorro en acarreo que se conseguiría sería de 141m. que se recorrían en el método original a 58 m. con el método propuesto, es decir un ahorro de 83 mts.

Piezas D

Son trabajos en bronce y cobre a partir de planchas y platinas (Columnas de Bronce estampadas, cuadradas, etc.).

El acarreo se realiza de cuatro en cuatro. La primera inspección, que se hace después del estampado, se recomienda hacerla en el Bco-5 (ensamble) que está junto a la prensa. Así mismo enderezar y marcar con una

planilla todos los huecos y cortes a hacerse posteriormente.

El hueco que se efectúa adaptando una fresa al taladro podría hacerse en la prensa con una matriz especial. Puede estudiarse esta posibilidad, lo cual ahorraría tiempo de maquinado y la operación posterior del limado.

La operación normal se recomienda hacerla en el taladro en No-3, para tener flujo. Luego roscar y rebabar siempre en Bco-3. Después de limar el corte, se sueldan los accesorios en el mismo banco.

El metalizado se hace afuera y se llevarían usando una corretilla y en grupos de a 12, lo cual eliminaría dos viajes por lote llevado.

Una vez metalizadas, armarlas en el Bco.No.3 - para luego almacenarlas y despacharlas.

El chorro obtenido en acarreo es de 285m., ya que en el original se recorrían 508m. y en el propuesto sólo 213m.

Piezas E

Los piezas E son los interruptores de 1,000 amp., a los cuales se les ha hecho un estudio completo:

Diagrama de las operaciones del proceso, estudio de tiempos a todas las operaciones con explicación de cada una, diagramas de flujo original y propuesto, y gráfico de Gantt para la progresión del trabajo.

Nuestro objetivo ha sido el de obtener un completo control de la fabricación de estas piezas, mejorar el flujo de la producción, mejorar en general los métodos para las operaciones y dejar listas las bases para estudios posteriores.

En los diagramas de flujo propuesto se muestra una mejora por acarreo y por arreglo de secuencia de operaciones de 431m. (929m. del original contra 498m. del propuesto). También se indican mejoras en los métodos: plantillas, matriz ovalada, sujetadores rápidos y carretillas, dejándose también listas las bases para estudiar la factibilidad de compra de una prensa o estampadora (que sería bastante urgente) y también de un cepillo, un sierra de cinta y una fresadora.

Note: Olvidaba explicar que en el diagrama de las Opera

ciones del Proceso no existen muchas inspecciones debido a que estas se realizan casi en todas las operaciones y el tiempo para estas se incluye dentro del tiempo por operaciones.

Piezas F

Trabajos en Bronce decorativo.

Se recomienda almacenar las piezas fundidas en A-2. Para rebabar podría usarse el bombo que se propone anteriormente. Limar en el Bco.-2, cincelar en el Bco.-6 y soldar en el Bco-3 (junto a la pulidora), para tener flujo.

Después de pulir, el clambrado, el patinado y todas las operaciones posteriores se realizan en ese pequeño área de Barnizado y acabado.

El ahorro en acarreo es de 68m.; de 163m. que eran originalmente se reduce a 95m. con el método propuesto.

Note importante

El ahorro logrado en acarreo para todas las piezas, viene a ser en realidad el doble de lo indicado anteriormente, ya que no se ha considerado la distancia

recorrida de regreso para buscar nuevamente las piezas a acarrear. Es importante recordar y tener esto en cuenta para la justificación del cambio.

ÁREAS DE OFICINAS, ALMACENES Y FUNDICIÓN

Oficinas.-

Se recomendaría lo siguiente:

- Una campaña de ordenamiento y eliminación o cambio de lugar de lo innecesario.
- Mejorar la iluminación mediante más luz natural (abriendo nuevas ventanas) o con focos más potentes y mejor distribuídos.
- Comprar un tablero de diseño moderno.
- Juntar y ordenar en un estante todos los libros y catálogos de consulta.

Almacenes

En cuanto a los almacenes en sí, se recomienda mejorar la iluminación de A-1 sobre todo, y utilizar A-2 (con la nueva puerta de acceso) como almacén de productos terminados.

En cuanto a la organización de los almacenes, que hacer:

Un inventario general en todos los almacenes para saber que se tiene y cuanto se tiene.

- Una vez hecho el inventario, clasificar si se trata de: Materias primas, (platinas de Fierro etc.) Materiales en fabricación, Productos terminados, Suministros (brocos, arenas, modelos), Accesorios (para las máquinas malogradas).

Ordenar y disponer los almacenes de acuerdo a grupos similares y circulación de los materiales, teniendo en cuenta las limitaciones prácticas. Para saber si se debe o no colocar material en un almacén bastaría contestar a la pregunta: ¿Esté sometido a los mismos procedimientos para su pedido, almacenamiento y empleo, que los materias primas, productos y suministros?

Establecer para los materiales o productos que se crea conveniente, tarjetas de registro para planeamiento y control de existencias.

Fundición.-

En cuanto al área en sí, ya se explicó cuales serian los cambios y las ventajas que se tendrían en circulación, espacio y comodidad.

Ahora referente a las técnicas de moldeo y fundición empleadas se pudo observar que hay mucho por hacer, sobre todo teniendo esta zona un campo de aplicación más amplio y con mucho menos competencia.

Se ha leído y consultado algo sobre la materia, y se recomendaría lo siguiente:

- Estudiar la posibilidad de instalar un sistema neumático (compresor) que es indispensable en toda fundición ya que podría usarse para cinceladora neumática, esmeril neumático, chorro de arena y pintura para la limpieza y el acabado de las piezas y también para martillos amoladores de arenas (ya se pidió una cotización a Peruvian Trading-Fosco).
- Ya se expuso el funcionamiento del bombo para la limpieza de piezas pequeñas.
- Estudiar las arenas usadas, ya que estas tienen una importancia vital y podrían ser la causa de piezas falladas con poros y sopleduras. Las arenas usadas no se cam-

bien desde hace muchos años y es necesario renovar las arenas, por lo menos en la parte cercana al molde y preparar estas de acuerdo al tipo de pieza a fundir, seleccionando el tamaño del grano y sobre todo que tenga la permeabilidad necesaria para que los gases salgan libremente (requisito indispensable para las buenas piezas fundidas).

Una arena adecuada para diversos moldes tendría la siguiente composición:

Sílice.....	SiO_2	90%
Alúmina.....	Al_2O_3	5%
Oxido de hierro.....	Fe_2O_3	4%
Oxido de Calcio.....	CaO	0.4%
Magnesia.....	MgO	0.6%

Sin embargo, la experimentación práctica sería también recomendable para encontrar la mezcla óptima para cada caso.

Existen máquinas para preparar arenas, siendo su construcción y uso bastante sencillo. Estas muelen y clasifican mediante tamices la arena.

-Otros detalles a considerar serían: que todas las cajas tengan guías para que coincidan las caras del molde, usar agujas adecuadas para pinchar, que los clavitos u

sados para fijar moldes no estén oxidados, permitir la libre contracción, tener cuidado con los cargadores (forma y altura), colar siempre que se pueda por la parte de abajo, colocando la parte de menos precisión de la pieza hacia arriba, ya que la escoria flota. Clasificar la chatarra que se funde, limpiar continuamente los hornos y las cucharas, usar fundentes (piedra caliza) y desulfurantes (soda) y es preferible que se selle el material bien caliente pues favorece la desulfuración. Mientras se hacía el estudio, en una de las fundiciones el hierro no se calentó lo suficiente y se enfrió antes de llenar el molde saliendo muchas piezas falladas, luego es necesario un termómetro.

Todos estos detalles se han observado tomando en cuenta posibles mejoras en la fundición

PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIONFichas de Maquinaria

Estas fichas sirven para llevar una relación de la maquinaria que se tiene; para conocer sus características, posibilidades y espacio que ocupan, y programar su lubricación y mantenimiento con el fin de obtener el máximo rendimiento posible de las máquinas.

Las hojas que se proponen hacer para cada máquina contienen en el anverso una descripción completa del equipo con una vista en planta a escala y una fotografía de frente, y en el reverso un programa de inspección y lubricación y un sumario de los costos de mantenimiento.

Se han hecho fichas para las 20 máquinas más importantes, sin embargo estas no se encuentran completas por falta de tiempo y porque nuestro objetivo es sólo dar la idea y dejar las bases para instalar el programa. Simplemente se han tomado datos característicos, no datos de lubricación, ni se han hecho programas de mantenimiento. También faltan datos que no se han podido obtener por falta de informes o por tratarse de maquinaria muy antigua.

Gráfico de Gantt para carga de máquinas.-

Este gráfico nos sirve para indicar la utilización de máquinas y equipos y las razones de su inactividad.

En nuestro caso, sólo se llevó el registro por 12 días, por lo cual no podemos sacar conclusiones válidas, porque por ejemplo en el caso de los taladros en esos 12 días casi no se utilizaron, pero en la siguiente semana todos trabajaban a la vez. El registro podría llevarlo el capataz o jefe de taller. ▽ con un mayor tiempo de registros se llevaría un mejor control de las máquinas y su utilización. Podría también programarse el trabajo y verificar hasta que punto se cumple. Saldrían las causas de la inactividad, (que en el gráfico hecho los espacios en blanco representan falta de pedidos, y las líneas punteadas paro por reparación. Se puede hacer un código que represente las causas de paros: R: Reparación, M: Mantenimiento, F.M.: Falta de fuerza motriz, etc.).

También se ha anotado con letras a que tipo de trabajos se dedican las máquinas y los bancos (A, B, C, D, E y F de los grupos en que hemos dividido la producción). Con este dato podemos ver en que pedidos se usa cada ma

quino y así programar los pedidos en lo posible para la máxima utilización de la maquinaria.

GRÁFICO DE GANTT PARA CARGA
DE MAQUINARIAS

(Ver sección Planos)

Gráficos de Gantt para progresión de trabajos

Este gráfico es muy útil, tanto para controlar la producción como para planificarlo. Nos indica la progresión de un trabajo a través del tiempo y nos permite saber cuanto demora el trabajo para planificar así el tiempo de entrega pudiendo lograrse cualquier entrega deseada (dentro de la capacidad de la planta).

También se puede usar para comparar lo que se hace con lo que debería haberse hecho, permitiendo prever futuros acontecimientos con considerable exactitud.

El gráfico ilustrado se realizó para cuatro órdenes de interruptores de 1,000 amp. de 75 cada una, o sea para 300 int. Es necesario aclarar ciertos puntos : El material es proporcionado, no se controla un stock. Se demoró en empezar el trabajo debido a que se estaba terminando otro. Al iniciar el trabajo ya se encontraban listos en el almacén 75 mangos armados con cuchillas de 36 x 6, provenientes de otros trabajos anteriores y que se tenían como provisión. También se ha anotado el número de piezas trabajadas ya que este se realizó por etapas. El trabajo fue apurado para poder entregarlo antes de semana santa (feriados).

Hubiera sido mas interesante y más útil, y se

recomienda también, hacer este gráfico con un control - horario, más exacto, y no diario, ya que hay operacio - nes relativamente cortas y sería el gráfico de mayor u - tilidad.

GRÁFICO DE GANTT PARA PROGRESION
DE TRABAJOS
(Ver sección Planos)

Justificación Económica.-

Se va a hacer el estudio para calcular el menor gasto que se obtendrán en un año al hacer efectiva la nueva disposición, o sea ahorro que se logrará estrictamente por el acarreo.

Como cálculos previos debemos de conocer el número de piezas fabricadas y los tiempos de acarreo.

El número de piezas fabricadas se extrae del resumen que se tiene en "grupos de trabajos", así:

$$\text{- Piezas A: } 1390 + 142 + 400 + 20 + 105 + 180 = 2237$$

(se han considerado las piezas G como A.)

$$\text{- Piezas B: } 3100 + 360 + 250 + 300 + 60 + 700 + 850 = 5620$$

$$\text{- Piezas C: } 146 + 45 + 25 + 5550 = 766$$

$$\text{- Piezas D: } 462 + 200 = 662$$

$$\text{- Piezas E. } 1691$$

$$\text{Piezas F: calculando 10 al mes - 120}$$

Los tiempos de acarreo para cada grupo de piezas se obtienen de un estudio de tiempos de lo que demora recorrer aproximamente 10 m. acarreado las diferentes piezas que tienen distintas pesos y características externas. Los tiempos son en centésimos de minutos

De tal manera que los:

- Piezas A: 26 - 25 - 23 - 21 - 29 - 27 - 30 - 35 - 27
26 - 28 26 - 29 - 31 - 30 - 29 - 28 - 25 - 23 - 24.

Promedio 27, Calificación 100%, Tolerancia 5%, Tiempo Es-
tandar: 0.28 min.

- Piezas B: 18 - 19 - 20 - 18 - 19 - 17 - 18 - 19 - 18
19 - 18 - 16 - 18 - 17 - 17 - 19 - 18 - 19 - 20

Promedio 18, Calificación 100%, Tolerancia 5% Tiempo Es -
tandar: 0.19 min.

- Piezas C: 39 - 34 - 36 - 38 - 37 - 35 - 40 - 41 - 33 -
37 - 36 - 38 - 39 - 37 - 37 - 38 - 40 - 35 - 37 - 30

Promedio 37, Calificación 100%, Tolerancia 5%
Tiempo Estandar; 0.39 min.

Piezas D: 23 - 25 - 24 - 23 - 24 - 21 - 25 - 24 - 22
23 - 23 - 27 - 35 - 23 - 21 - 22 - 24 - 22 - 25 - 24 -
21.

Promedio 23, Calificación 100%, Tolerancia 5%
Tiempo Estandar; 0.24 min.

Piezas E: 19 - 20 - 21 - 18 - 19 - 21 20 - 18 - 18 - 22
23 - 17 - 16 - 18 - 19 - 18 - 20 - 17 - 16 - 18.

Promedio 19. Calificación 100% Tolerancia 5%
Tiempo Estandar: 0.20 min.

Piezas F: 24 - 25 - 23 - 24 22 22 20 19 22 -
 20 - 21 - 18 - 19 - 23 - 21 26 21 18 22.

Promedio 21, Tolerancia 5%, Calificación 100%

Tiempo Estandar : 0.22 min.

Con todos estos datos podemos calcular el ahorro.

Todos los datos son para 1 año.

	A	B	C	D	E	F
1) No. piezas Fabricadas	2237	5620	766	662	1691	120
2) No. piezas movidas por acarreo	1	80	1	2	6	1
3) No. de acarreos (1 x 2)	2237	70	766	331	282	120
4) No. mts. ahorrados por acarreo.	92	49	83	285	431	68
5) No. mts. Ahorrados (3 x 4)	205804	3430	63578	94335	121542	8160
6) No. mts. ahorrados Totales (doble por ir a recoger la pieza)	411608	6860	127156	188670	243084	16320
7) No. min. por cada 10m.	0.28	0.19	0.19	0.24	0.20	0.22
8) No. min. para distancia total (6)x(5)/10	11525	130.3	4960	4529	4861.7	3590.4
9) No. horas totales (8) /60	192.8	2.17	82.7	75.5	81	5.98
10) No. hombres por acarreo	1	1	4	1	1	1
11) No. horas-hombre (9)x (10)	192.8	2.17	330.8	75.5	81	5.98

	A	B	C	D	E	F
12) \$/Salario promedio por hora-hombre	10	10	10	10	10	10
13) \$/ ahorro al año	1928	22	3308	755	810	60

Luego el ahorro total aproximado por año sería:
 $1928 + 22 + 3308 + 755 + 810 + 60$ o sea \$/ 6883 al año.

Se puede observar que el ahorro es pequeño, esto se debe a que se ha tomado únicamente el acarreo de las piezas mencionadas, sin considerar otros recorridos que intervienen dentro de los múltiples procesos que se presentan y otros factores que citaremos más tarde en las conclusiones.

También se puede observar que la mano de obra es muy económica y de baja retribución y este es un factor muy importante, que habré de considerar siempre antes de tomar alguna decisión.

En este momento no se puede dar una justificación económica notable ya que el estudio se encuentra en un estado de transición de los costos de producción, por lo tanto vamos a entrar a proponer nuevos métodos y compras de maquinaria que señalará la mejor justificación a invertir o cambiar.

Conclusiones.-

La nueva disposición y los arreglos propuestos traería consigo las siguientes ventajas:

Mayor espacio, es decir mejor aprovechamiento del que se tiene y se dejará libre espacio útil para los fines que convengan (podría ser para maquinaria nueva, un nuevo horno, nuevos almacenes, etc.).

- Reducción de los desperdicios.

Se tendrá la mayoría de las máquinas que trabajan por arranque de viruta, contra la pared (Los que da facilidad para la limpieza).

- Las máquinas similares estén agrupadas.

- Los bancos de trabajo estén prácticamente en el medio de las máquinas y por estos bancos todas las piezas que se fabrican.

En general, menos recorrido, menos acarreo y menos desgaste, que se traducen en mejora del espíritu, reducción de accidentes y aumento de la producción y la productividad en la planta.

También tendríamos:

- Un sistema de planeamiento y control de la producción (gráficos de cargas de máquinas, de progresión de trabajos y fichas de maquinaria con su mantenimiento)
- Mejor control de los almacenes.

En el área de fundición: más producción y mejora en la calidad.

- En cuanto a las piezas E (interruptores), se tiene un estudio completo de este producto, encontrándose la planta lista a recibir cualquier tipo de pedido para la fabricación de estas piezas (inclusive en serie).
- Y sobre todo, nos encontramos en condiciones de aplicar los métodos propuestos y estudiar la compra de la maquinaria propuesta.

Recomendaciones:

En realidad, el estudio no está todavía terminado, y no se podría decir el tiempo que demoraría, ni abarcar todas las áreas, pues sería largo y difícil. Exponemos a continuación otros puntos que habría que tocar y otras sugerencias:

- Completar los estudios propuestos anteriormente, e investigar los costos de instalación y los beneficios que se obtendrían (a partir de cuando y cuanto).
- Investigar el sistema de costos de la empresa, ordenar estos, hacer los reajustes necesarios y tratar de reducirlos.
- Estudiar la estructura salarial de la empresa para lograr un sistema de pagos justo y conveniente para el sistema de producción.

Indagar sobre la situación económica de la empresa a través de los años y con miras al futuro. Esto mediante un estudio de control de gestión y financieros.

Nota: Las modificaciones a la planta en sí, pueden hacerse durante las vacaciones, ya que por lo general, la fábrica paraliza su producción ya sea total o parcialmente. (por lo menos realizar en ese lapso los cambios que interrumpirían la producción).

BIBLIOGRAFIA

- MANUAL DE INGENIERIA DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL
H.B. Maynard - Reverté

- INTRODUCCION A LA INGENIERIA DE PRODUCCION
R.N. Marland ' UNI

- COPIAS DE DISPOSICION DE PLANTAS
Clase Ing. Hernandez y CENIP.

- PRACTICAL PLANT LAYOUT
R. Muther - Mc Graw - Hill.

- PLANT LAYOUT AND DESIGN
James M. Moore - Macmillan

- MANTENIMIENTO DE PLANTAS INDUSTRIALES
Centro Regional de Ayuda Técnica - AID - México

- MOLDEO Y FUNDICION
O. Schütze - Gustavo Gill S.A.

- COPIAS DE CLASE DE DIVERSOS CURSOS

- REVISTAS INDUSTRIALES: Industrial World, Modern Industry British Trade Journal, Progresus, Export Markt, Avisador Técnico, Foundry Trade Journal, etc.