



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**TECNICAS PARA LA DISTRIBUCION DE PLANTA EN LA
INDUSTRIA MANUFACTURERA**

T E S I S

Para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

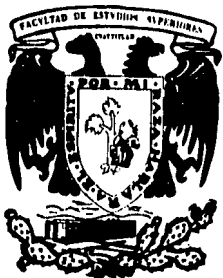
P r e s e n t a n :

ALEJANDRO MARTINEZ PEREZ

ROSA PATRICIA MORALES SERNA

Dirigió: ING. EDUARDO SALAS CORDOBA

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx. 1985



V N A M



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

I N D I C E

TECNICAS PARA UNA DISTRIBUCION DE PLANTA EN UNA INDUSTRIA MANUFACTURERA

	Pág.
1. Introducción ...	1
2. Técnicas para la Simplificación del Trabajo...	2
2.1 Diagrama de Operación de Proceso...	3
2.2 Diagrama de Curso (Flujo) de Proceso ...	7
2.3 Diagrama de Recorrido de Actividades	14
2.4 Diagrama de Interrelación entre Hombre-Máquina	17
2.5 Diagrama de Proceso para Grupo o Cuadrilla	26
2.6 Diagrama de Proceso del Operario	31
2.7 Diagrama PERT	36
3. Estudios de Movimientos	39
3.1 Divisiones del Trabajo	40
3.2 Clasificación de Movimientos	48
3.3 Areas de Trabajo normal y máxima	50
3.4 Leyes de Economía de Movimientos	52
3.5 Cartas de Proceso del Operario	56
4. Distribución de Planta	60
4.1 Introducción	60
4.2 Objetivos de una distribución de Planta	60
4.3 Principios de una distribución de Planta	61
4.4 Tipos de problemas de distribución de Planta	61
4.5 Diferentes tipos de Distribución	62
4.6 Factores que influyen en la distribución de Planta	67
4.7 Método de Trabajo para el estudio de la distribución de Planta	81
4.8 Cálculo de las superficies de distribución	84
4.9 La Instalación de Planta	86
4.10 Etapas en la Instalación de la distribución de Planta	86

	Pág.	
4.11	Supervisión de la dirección de los proyectos de distribución.	89
4.12	Diversos Aspectos del problema de la distribución de Planta.	90
4.13	Distribución de planta auxiliada por computadora	94
5.	Manejo de Materiales	99
5.1	Definición de Manejo de Materiales	99
5.2	Función de Manejo de Materiales	100
5.3	Objetivos del Manejo de Materiales	104
5.4	Limitaciones y Aspectos Negativos de los Sistemas de Manejo de Materiales	107
5.5	Principios del Manejo de Materiales	109
5.6	Análisis Sistemático del Manejo (SHA)	114
5.7	Clasificación de Materiales	119
5.8	Análisis de Movimiento	121
5.9	Comprensión de los Métodos de Manejo de Materiales	123
5.10	Principios de Costo de Manejo de Materiales	124
6.	Seguridad Industrial	126
6.1	Costo de Accidentes	129
6.2	Factores Esenciales para el Análisis de Accidentes	131
6.3	Investigación de Accidentes	136
6.4	Factores de Ingeniería en las Actividades de Prevención de Accidentes	138
6.5	Ambiente del Trabajo	139
6.6	Utilización del Color en Prevención de Accidentes	143
	Conclusiones	146
	Bibliografía	147

INTRODUCCION

En una etapa de desarrollo industrial, como el observado en nuestro país, es necesario analizar todos y cada uno de los medios para reducir los costos de producción y sus involucrados.

En todas las empresas que producen, transportan o distribuyen mercancías el costo de manutención representa, casi siempre el elemento más importante del precio del costo.

Los elementos para el diseño de un sistema de producción, deben integrarse, de tal manera que la optimización de los mismos, genere resultados a través de la productividad.

La distribución de planta comprende la disposición física de las posibilidades industriales, esta disposición, sea instalada o en proyecto incluye tanto los espacios necesarios para movimientos de material, almacenaje, mano de obra indirecta y toda otra actividad auxiliar o servicios, como el que se precisa para el personal y equipo propiamente dicho.

2.- TECNICAS PARA LA SIMPLIFICACION DEL TRABAJO

Antes de que existieran las grandes empresas como las que ahora conocemos, la producción era escasa y no cubría las necesidades de un número de consumidores cada día más grande. Esto se debía en gran parte al método manual de producción que era lento y rudimentario, lo que originó que algunos hombres de ingenio se pusieran a pensar en mé todos nuevos de producción, desarrollando con el tiempo máquinas que suplieran con enorme ventaja a aquellas que tenían la habilidad para hacer un determinado artículo.

Sin embargo, en tanto que los métodos de producir se mejoraban - cada día, no sucedía lo mismo con los métodos administrativos que con el tiempo se hacían inútiles para resolver una gran cantidad de problemas originados dentro de las propias fábricas.

El uso de estas técnicas para analizar y simplificar cualquier operación o proceso dado, no requiere concimientos o estudios elevados. Es tan sencilla su aplicación que tan solo con tener una habilidad analítica, complementada con un criterio práctico y un espíritu de progreso logramos ahorrar el trabajo y reducir el esfuerzo y la fe tiga del trabajador.

Siempre que se trate de simplificar el trabajo, tendrá que ser necesario el cambiar el método de trabajo porque es solamente la habi lidad con que un operario cuenta para realizarlo. lo que señala su índice de productividad.

Todo nuevo método a pesar de ser más fácil, parece a primera vis ta más difícil, esto se debe a que es necesario un cambio en la habilidad del trabajador hasta que este se acostumbre y tome un nuevo ritmo normal de trabajo.

Es indispensable para simplificar el trabajo considerar los siguientes requisitos:

- Tener una mente abierta
- Mantener una actitud interrogativa
- Trabajar sobre las causas no sobre los efectos
- Trabajar sobre los hechos no sobre las opiniones

- Aceptar las razones no las excusas
- Elimine el miedo a la crítica
- Lograr vencer la resistencia al cambio

Las técnicas para la simplificación del trabajo son las siguientes:

DIAGRAMA DE OPERACION DE PROCESO
DIAGRAMA DE CURSO (FLUJO) DE PROCESO
DIAGRAMA DE RECORRIDO DE ACTIVIDADES
DIAGRAMA DE INTERRELACION HOMBRE Y MAQUINA
DIAGRAMA DE PROCESO PARA GRUPO O CUADRILLA
DIAGRAMA DE PROCESO DEL OPERARIO (BIMANUAL)
DIAGRAMA PERT.

A continuación se describe cada uno de los diagramas de acuerdo -
a:

- a) Que nos muestra
- b) Como se elabora ,
- c) Utilización

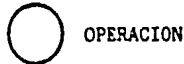
2.1.- DIAGRAMA DE OPERACION DE PROCESO

El diagrama de operación de proceso es una representación relativa a un proceso industrial o administrativo, este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a usar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal, de igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño, como ajustes, tolerancias y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operación de proceso.

Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema y determinar en que áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento. El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto.

2.1.a.- ELABORACION DEL DIAGRAMA DE OPERACION DE PROCESO

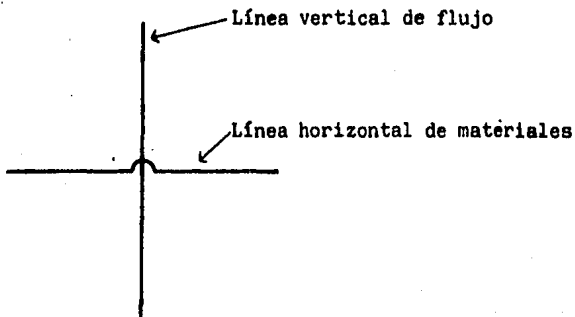
Cuando se elabora un diagrama de esta clase se utilizan (dos) símbolos: Un círculo pequeño, que generalmente tiene 10 mm. de diámetro, para representar una operación y un cuadrado con la misma medida por lado, que representa una inspección.



Una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, o bien cuando se estudia o se planea antes de reali--zar algún trabajo de producción en ella.

Una inspección tiene lugar cuando la parte se somete a examen pa--ra determinar su conformidad con una norma o estandar.

En una distribución de planta se usan líneas verticales para in--dicar el flujo o curso general del proceso a medida que se realiza --el trabajo y se utilizan líneas horizontales que entroncan con las lí--neas de flujo verticales para indicar la introducción de material, ya sea proveniente de compras o sobre el que ya se ha hecho algún traba--jo durante el proceso. En general el diagrama de operación debe ela--borarse de manera que las líneas de flujo verticales y las líneas de--material horizontales, no se corte. Si por alguna razón fuera necesari--o un cruce entre una horizontal y una vertical, la práctica conven--cional para indicar que no hay intersección consiste en dibujar un se--micírculo en la línea horizontal con centro en el punto donde cortaría a la línea vertical de flujo.



2.1.b.- UTILIZACION DEL DIAGRAMA DE PROCESO

Una vez que el analista ha terminado su diagrama de operaciones- deberá prepararse para utilizarlo. Debe revisar cada operación y cada inspección desde el punto de vista de los enfoques primarios del - análisis de operaciones. Los siguientes enfoques se aplican, en parti- cular, cuando se estudia el diagrama de operaciones:

1. Propósito de operación
2. Diseño de la parte o pieza
3. Tolerancias y especificaciones
4. Materiales
5. Proceso de fabricación
6. Preparación y herramental
7. Condiciones de trabajo
8. Distribución en la planta

El procedimiento del analista consiste en adoptar una actitud in quisitiva acerca de cada uno de los ocho criterios enumerados, en lo- que respecta a su influencia en el costo y la producción del estudio.

La cuestión más importante que el analista tiene que plantear - cuando estudia los eventos del diagrama de operaciones es "¿por qué?" Las preguntas más usuales que se deben hacer son:

¿Por qué es necesario esta operación?

¿Por qué esta operación se efectúa de esta manera?

¿Por qué son tan estrechas estas tolerancias?

¿Por qué se ha especificado este material?

¿Por qué se ha asignado esta clase de operario para ejecutar el trabajo?

La interrogante "¿Por qué?" sugiere de inmediato otras como -- "¿Cuál?", "¿Cómo?", "¿Quién?", "¿Dónde?" y "¿Cuándo?".

Respondiendo a estas preguntas. El analista advertirá otras cues tiones que pueden conducir al mejoramiento. Unas ideas parecen gene rar otras y un analista experimentado encontrará siempre varias posi bilidades de mejoramiento.

El diagrama de operaciones de proceso ya terminado ayuda a visua lizar en todos sus detalles el método presente, pudiendo así vislum brar nuevos y mejores procedimientos. El diagrama indica al analista-que efecto tendría un cambio en una operación dada sobre las operacio nes presedente y subsecuente. La sola elaboración del diagrama de ope raciones señalará inevitablemente diversas posibilidades de mejora--- miento al analista. (figura No. 1)

Este diagrama de proceso indica la afluencia general de todos -- los componentes que entrarán en un producto y como cada paso aparece en su orden o secuencia cronológica apropiada, es en sí, un diagrama de la distribución ideal en la planta o taller.

En consecuencia, los analistas de métodos, los ingenieros de dis tribución de equipo en la planta y otras personas que trabajan en cam pos relacionados, hallarán extremadamente útil este medio gráfico pa-ra poder efectuar nuevas distribuciones o mejorar las existentes.

El diagrama de operaciones ayuda a promover y explicar un método propuesto determinado. Como proporciona claramente una gran cantidad de información, es el medio de comparación ideal entre dos soluciones---competidoras.

2.2.- DIAGRAMA DE CURSO (FLUJO) DE PROCESO

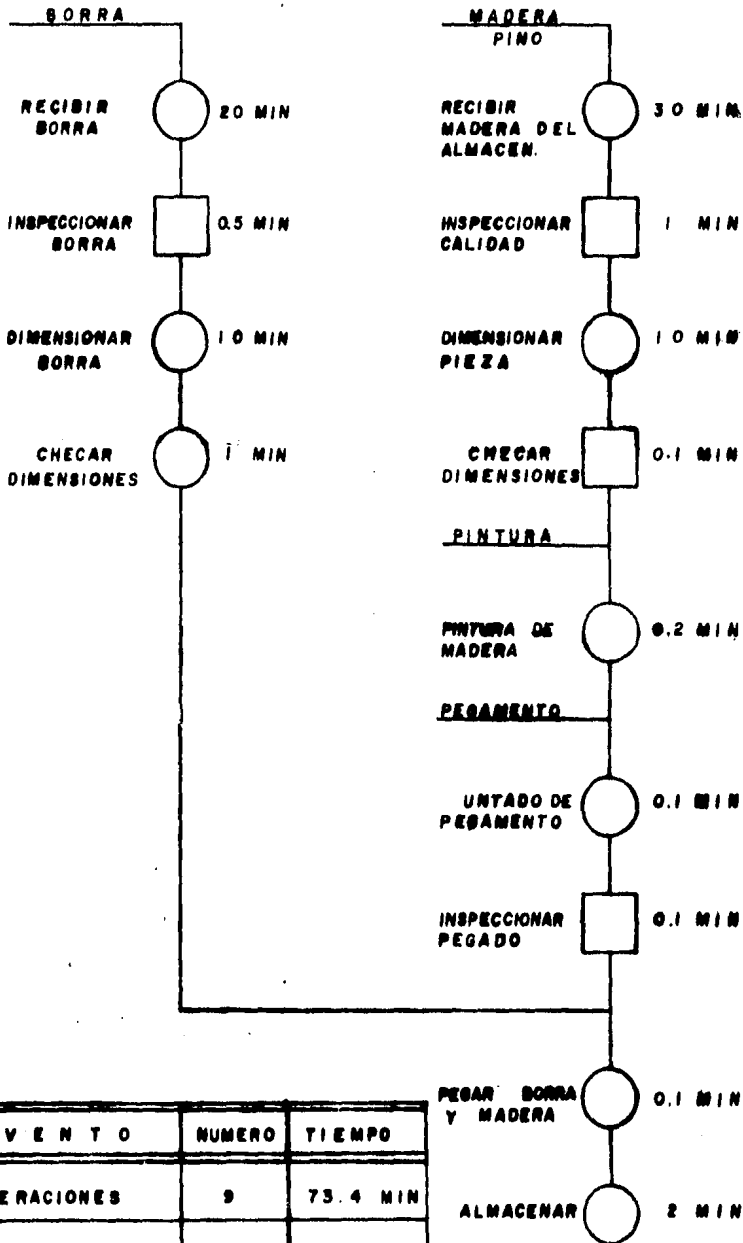
Este diagrama contiene, en general, muchos más detalles que el - de operaciones. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar en - conjunto ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente-de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabrica ción, o en los procedimientos aplicables a un componente o una suce---sión de trabajos en particular.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

NOMBRE DE LA PIEZA BORRADOR HOJA DE

TRABAJADOR DIAGRAMADO

TURNO DTO METODO FECHA



EVENTO	NUMERO	TIEMPO
OPERACIONES	9	73.4 MIN
INSPECCIONES	4	1.7 MIN

Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos, además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones. Estos símbolos son:



TRANSPORTE



DEMORA



ALMACENAMIENTO








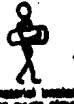














ACTIVIDAD COMBINADA

TRANSPORTE: Un transporte tiene lugar cuando se desplaza un objeto de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o son causados por el operario en el lugar de trabajo durante una operación o inspección.

DEMORA : La demora tiene lugar cuando las condiciones de trabajo no permiten o no requieren la ejecución inmediata de la próxima acción planeada, excepto cuando estas condiciones cambian intencionalmente las características físicas o químicas del objeto.

Ejemplos de símbolos para diagramas de proceso.

<p>OPERACION</p>  <p>Un círculo grande indica una operación como →</p>	 <p>Cortar</p>	 <p>Mandar</p>	 <p>Macrografar</p>
<p>TRANSPORTE</p>  <p>Una flecha indica un transporte o traslado como →</p>	 <p>Mover material con un carro</p>	 <p>Mover material mediante un transportador</p>	 <p>Mover material instalado con un apoyo alguno (por riel o montesa)</p>
<p>ALMACENAMIENTO</p>  <p>Un triángulo indica un almacenamiento como →</p>	 <p>Materia prima almacenada a granel</p>	 <p>Productos terminados almacenados en estanterías</p>	 <p>Documentos en archivos especiales</p>
<p>RETRASEO O DEMORA</p>  <p>Un símbolo grande en forma de "D" indica una demora o retraso como →</p>	 <p>Esperar ante el momento o momento</p>	 <p>Materia colocada en un carro o sobre el piso al lado de un banco de trabajo en espera de ser procesada</p>	 <p>Pasar un tiempo de ser archivado</p>
<p>INSPECCION</p>  <p>Un cuadro indica una inspección como →</p>	 <p>Examen de material según cantidad o cantidad</p>	 <p>Observar el monitoreo de una cámara</p>	 <p>Leer información impresa para obtener datos</p>

ALMACENAJE: Se llama así al entretenimiento y protección de un objeto frente a desplazamientos no autorizados.

ACTIVIDAD COMBINADA: Cuando se desea señalar actividades ejecutadas - por uno o varios operarios en el mismo lugar de trabajo, - se combinan los símbolos de estas actividades.

2.2.a.- ELABORACION DEL DIAGRAMA DE CURSO DE PROCESO

Este diagrama debe ser identificado correctamente con un título. Es usual encabezar la información identificadora con el de "DIAGRAMA DE CURSO DE PROCESO". La información mencionada comprende, por lo general, número de la pieza, número del plano, descripción del proceso método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que elabora el diagrama.

Algunas veces hacen falta datos adicionales para identificar por completo el trabajo que se diagrama, tales datos pueden ser los nombres de la planta, edificio o departamento, número de diagrama, cantidad de producción o información sobre costos.

Puesto que el diagrama de flujo de proceso corresponde solo a una pieza o artículo y no a un ensamble o conjunto puede elaborarse un diagrama más nítidamente empezando en el centro de la parte superior del papel.

Primero, se traza una línea horizontal de material, sobre la cual se escribe el número de la pieza y su descripción, así como el material con el que se procesa. Se traza luego una corta línea vertical de flujo, de unos 5 mm de longitud, al primer símbolo del elemento, el cual puede ser una flecha que indica un transporte desde la bodega o almacén. Inmediatamente a la derecha del símbolo de transporte se anota una breve descripción del movimiento. Inmediatamente abajo se anota el equipo para el manejo del material empleado, si se utiliza. A la izquierda del símbolo se indica el tiempo requerido para desarrollar el evento y a unos 25 mm más a la izquierda, se registra la distancia recorrida.

Se continúa este procedimiento registrando todas las operaciones, inspecciones, movimientos, demoras, almacenamientos permanentes y almacenamientos temporales que ocurren durante el procesado de la pieza o parte. Se numeran cronológicamente para futuras referencias todos los eventos utilizando una serie particular para cada evento, como se muestra en la fig. No. 2

2:2.b.- UTILIZACION DEL DIAGRAMA DE CURSO DE PROCESO

Este diagrama se utiliza como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos de un componente. Como el reograma muestra claramente todos los transportes, retrasos y almacenamientos, es conveniente para reducir la cantidad y la duración de estos elementos.

Una vez que el analista ha elaborado el diagrama de curso de proceso, debe empezar a formular las preguntas o cuestiones basadas en las consideraciones de mayor importancia para el análisis de operaciones. En el caso de este diagrama se debe dar especial consideración a:

1. Manejo de materiales
2. Distribución de equipo en la planta
3. Tiempo de retrasos
4. Tiempos de almacenamientos

Es probable que el analista ya haya elaborado y analizado un diagrama de operaciones de proceso del ensamble o conjunto del cual es componente la parte que se estudia en el reograma. Este dispositivo se elaboró a partir de los componentes del ensamble particular donde se consideró que sería práctico hacer un estudio adicional de los costos ocultos. Al analizar el reograma el analista no deberá perder mucho tiempo volviendo a estudiar las operaciones o inspecciones efectuadas en el componente, cuando estas ya hayan sido estudiadas. Debe importarle más el estudio de las distancias que las partes que deben recorrer de operación a operación, así como las demoras que ocurrirán. Desde luego que si el diagrama de curso de proceso fue elaborado inicialmente, entonces deberá emplearse en enfoques.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

ACTIVIDAD _____ DIAGRAMA No _____ HOJA _____ DE _____

PRODUCTO CABEZA DE REGADERA LUGAR _____

OPERARIO(S) _____ APROBADO _____

METODO _____ ELABORADO _____ FECHA _____

DESCRIPCION	CAN T.	DIS TAN.	TIEM PO	○	➔	D	□	▽	OBSERVACION
Cortar Trozos de Metal (Sierra de aire)			.084		10'				
Forjar (Prensa Maxi Man 3)			.290		130'			3 Hrs	
Punzonear (Prensa Bliss) 74			.058		200'			1 Hrs	
Limpiar (Tanque de HCl)			.005		125'				
Perforar (Prensa Bliss) 74			.072		50'			1 Hrs	
Rimado (Taladro Delta)			.370		75'				
Taladrar (taladro Avey)			.192		10'			2 Hrs	
Maquinar Pastago (W. # 3)			.590		100'				
Maquinar cepillo (W. # 3)			.700		15'				
Troquelar (Prensa Bliss) 20 B			.063					2 Hrs	
Brochar (Prensa Bliss)			.160					2 Hrs	
Inspección			.420		420'			150'	

RESUMEN

EVENTO	NUMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	11	2.584	
Inspecciones	2	0.420	150'
Transporte	11		820'
Demora	7	12 Hrs.	
Almacenamiento	1		

primarios en relación con el análisis de operaciones para estudiar - los eventos que aparecen en él. Al analista le interesa principalmente mejorar lo siguiente:

Primero:

El tiempo de cada operación, inspección, movimiento, -- retraso y almacenamiento.

Segundo:

La distancia de recorrido cada vez que se transporta el componente.

2.3.- EL DIAGRAMA DE RECORRIDO DE ACTIVIDADES

El diagrama de circulación es un esquema de distribución en -- planta de los pisos y edificios, que muestra la localización de todas las actividades que aparecen en un diagrama de proceso.

Aunque el diagrama de proceso suministra la mayor parte de la - información pertinente relacionada con un proceso de fabricación no es una representación objetiva en el plano del curso del trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método.

El curso de los movimientos de materiales y hombres, que se ha representado en el diagrama de proceso, se traza sobre el diagrama - de circulación por medio de líneas o hilos. Cada actividad se localiza e identifica en el diagrama de circulación por símbolos y núme---ros, correspondientes a los que se presentan en el diagrama de pro---ceso. La dirección del movimiento se indica colocando la flecha de forma que apunte hacia la dirección de progresión

Si el movimiento retrocede por el mismo camino o se repite de - nuevo en el mismo sentido, deben trazarse líneas separadas para cada movimiento, con objeto de destacar el retroceso. Si se emplean hi -- los, puede sujetarse alrededor de alfileres y extenderlo en varias - capas, para indicar los movimientos repetidos.

Quando sea conveniente indicar el movimiento de mas de una partida de material, o de mas de un individuo, en el mismo diagrama de circulación, se puede individualizar cada uno por una línea o hilo - distinto color, Si se sigue solo una partida o un individuo, puede emplearse un color para el método actual y otro para el propuesto.

El diagrama de circulación será un complemento necesario del -- diagrama de proceso, cuando el movimiento represente un factor importante. Señala retrocesos, recorridos excesivos y puntos de congestión de tráfico, e indica el camino para una mejor distribución.

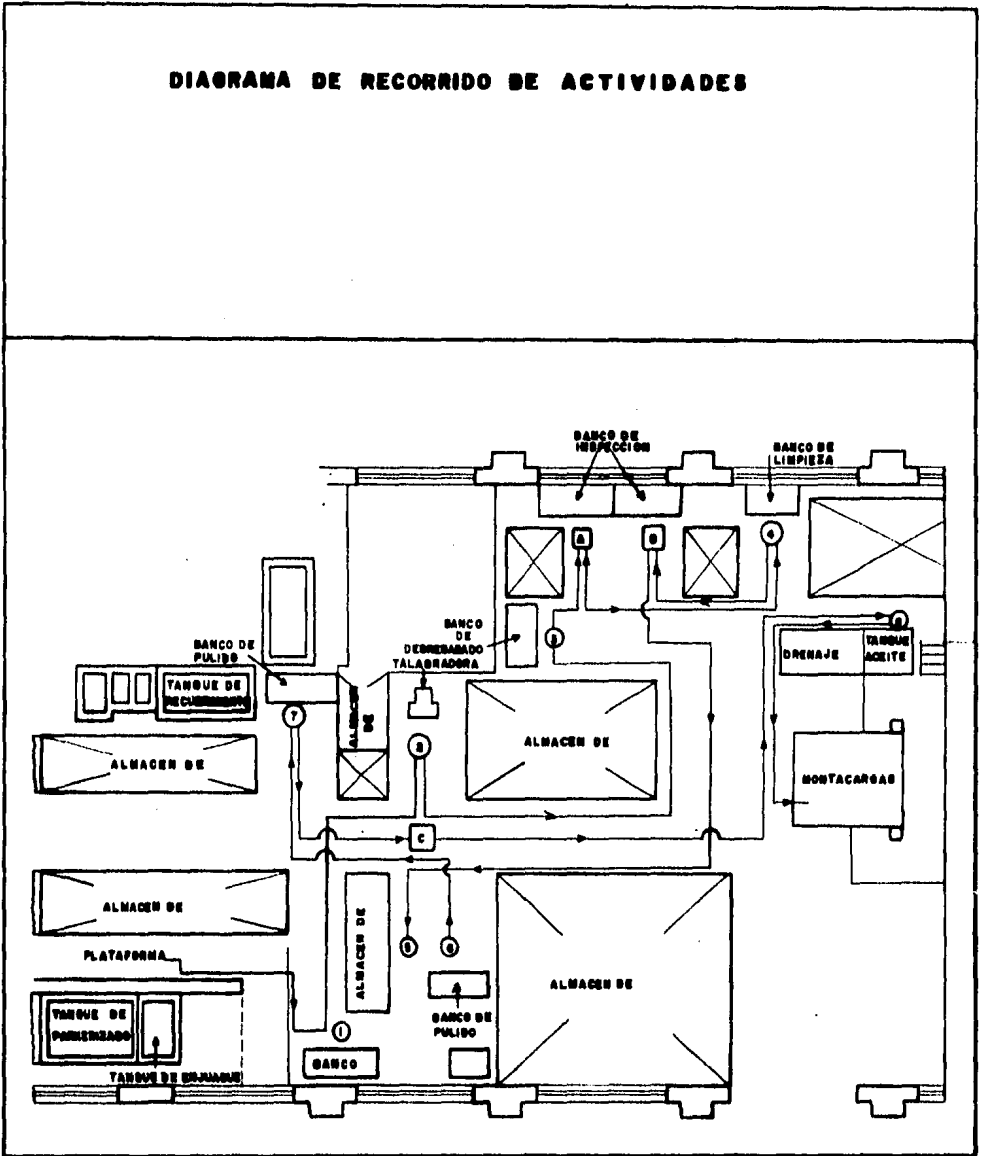
Quando se estudia una redistribución, se acostumbra emplear planos de plantas, construcciones o patios, dibujados a escala y plantillas de todas las máquinas y equipos, hechos a la misma escala. -- Para el supervisor o ejecutivo, no técnicos, es mejor emplear modelos tridimensionales de todas las cosas. Esto permite una mayor participación en el desarrollo de una nueva planificación que, además - de producir una mejor distribución, crea una mejor aceptación de ésta, a causa de que un mayor número de los individuos afectados por ella han tomado parte en su desarrollo.

La siguiente figura es un ejemplo de diagrama de circulación.

figura # 3

FIG - 3

DIAGRAMA DE RECORRIDO DE ACTIVIDADES



2.4.- DIAGRAMAS DE INTERRELACION ENTRE HOMBRE Y MAQUINA

El diagrama de proceso - máquina se emplea para estudiar, analizar y mejorar sólo una estación de trabajo cada vez. Este diagrama indica la relación exacta en tiempo entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de su máquina. Con estos hechos claramente expuestos, existen posibilidades de una utilización completa de los tiempos de hombre y de máquina y un mejor equilibrio -- del ciclo de trabajo.

En la actualidad muchas máquinas - herramientas están completamente automatizadas, como el torno automático para tornillos, o son sólo parcialmente automáticas, como el torno revolver. En la operación de estos tipos de implementos el operario frecuentemente permanece inactivo durante una porción del ciclo. La utilización de este tiempo de inactividad puede aumentar la retribución del operario y - mejorar la eficiencia de la producción.

La práctica de hacer que un obrero atienda más de una máquina - se conoce como "acoplamiento del trabajo de máquinas". El acoplamiento u operación múltiple de máquinas no es nuevo.

En nuestros días, algunas industrias han encontrado resistencia a la práctica del acoplamiento de trabajo de máquinas por parte de - las organizaciones sindicales. La mejor manera de lograr que se acepte el acoplamiento de máquinas es demostrando la posibilidad de obtener mayor renumeración. Puesto que el acoplamiento de máquinas aumentará el porcentaje de tiempo de "esfuerzo" durante el ciclo de -- operación, se acrecenta la oportunidad de ganar mayores incentivos - si una empresa trabaja según el plan de salarios del tipo de incentivos. Así mismo, resultarán salarios base más altos al practicar - el acoplamiento de máquinas, puesto que el operario adquirirá mayor responsabilidad y tendrá que desarrollar más esfuerzo mental y físico en la operación múltiple de máquinas.

2.4.1.- ELABORACION DEL DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE - MAQUINA

En la elaboración de este diagrama, el analista deberá primeramente titularlo en la manera usual, escribiendo en la parte superior de la hoja "Diagrama de Proceso de Hombre y Máquina".

Inmediatamente abajo de este encabezado, se expresará la siguiente - información:

- i) Número de la pieza
- ii) Número de dibujo
- iii) Descripción de la operación que se gráfica
- iv) Método actual o propuesto
- v) Fecha y nombre de la persona que elabora el diagrama

Puesto que los diagramas de hombre y máquina se trazan siempre a escala, el analista deberá seleccionar a continuación una escala - de tiempos adecuada, de manera que la representación se disponga en forma bien proporcionada en la hoja. Cuanto mayor sea el ciclo de - operación representado, tanto menor deberá ser la longitud elegida - para una fracción decimal de minuto. Una vez que han sido estable-- cidos valores exactos para la distancia representativa (EN CENTIME-- TROS O PULGADAS) por unidad de tiempo, el analista podrá empezar la - gráfica. Al lado izquierdo de la hoja se indican las operaciones y - tiempos correspondientes al operario y la derecha del tiempo de éste se muestran gráficamente el tiempo de trabajo y el tiempo muerto de - la máquina, o máquinas, según el caso. El tiempo de trabajo del --- obrero se representa con una vertical continua. La interrupción o - discontinuidad de tal línea representa el tiempo muerto de operario. Del mismo modo, una recta vertical continua bajo el nombre de cada - máquina representa el tiempo de trabajo de máquina y la interrupción de dicha línea vertical indica su tiempo muerto. Los tiempos de car - ga se indican por trazo punteado bajo la columna de la máquina, in-- dicando así que ésta última no está inactiva ni se está efectuando - trabajo de producción por el momento. (figura No. 4)

Todos los elementos de tiempo de ocupación y tiempo de inactivi - dad se grafican hasta la terminación del ciclo. Al pie del diagra ma se indican el tiempo de trabajo y el tiempo muerto totales del -- operario. Del mismo modo se registran los tiempos totales de traba - jo y muerto de cada máquina. El tiempo productivo más el tiempo --- inactivo del obrero, tiene que ser igual a la suma de los tiempos -- respectivos de su máquina.

El diagrama completo de hombre y máquina muestra claramente -- las áreas en las que ocurren tanto tiempos muertos de máquina y de hombre . Estas regiones son generalmente un buen lugar para empezar a originar mejores efectivas.

2.4.b.- UTILIZACION DEL DIAGRAMA DE PROCESO DE HOMBRE - MAQUINA

El analista elaborará un diagrama de esta clase cuando su investigación preliminar revele que el ciclo de trabajo del operario es - algo más corto que el ciclo de operación de la máquina. Después de trazado un diagrama, el sitio más lógico para considerar posibles -- mejoras es en la porción de inactividad del ciclo del operario. -- Considerando el monto de este tiempo, debe investigar la posibilidad de asignar al trabajador la responsabilidad adicional.

1. De operar una segunda máquina durante este tiempo muerto
2. Ejecutar alguna operación manual o de mando, como limado de rebabas o medición de las piezas, en dicho periodo inactivo.

Algunas veces puede obtenerse más tiempo disponible de operario reduciendo la velocidad y la alimentación de la máquina. Esto podría permitir el acoplamiento de trabajo de máquinas donde no sería posible de otra manera y en esta forma reducir el costo total.

Los diagramas de interrelación de hombre y máquina sirven para determinar el grado de acoplamiento de trabajo justificado con objeto de asegurar un "día justo de trabajo por un día justo de pago". Son valiosos para determinar cuánto tiempo muerto de máquina puede - ser utilizado más cabalmente.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE-MAQUINA

Objeto del diagrama TORNEADO DE UNA PIEZA X Diagrama No. _____
 Dibujo No. _____ Parte No. _____ Diagrama de método _____
 Comienzo del diagrama _____ Elaborado por _____
 Final del diagrama _____ Fecha _____ Hoja de _____

<u>DESCRIPCION DE ELEMENTOS</u>	<u>OPERARIO</u>	<u>MAQUINA 1</u>	<u>MAQUINA 2</u>
1.- CARGAR MAQUINA 1	0.08		
2.- APARTAR VOLANTE	0.01		
	0.08		
3.- ARRANCAR MAQUINA			
4.- TIEMPO DE TRABAJO		2(MIN)	
5.- APAGAR MAQUINA	0.03		
6.- RETIRAR PIEZA	0.03		
7.- ALIMENTA MAQUINA			
RESUMEN			
CICLO DE TIEMPO		ACTUAL	
HOMBRE		(MIN)	
MAQUINA			
TIEMPO DE TRABAJO			
HOMBRE	0.18		
MAQUINA	2.00		
TIEMPO IMPRODUCTIVO			
HOMBRE	2.00		
MAQUINA	0.18		

2.4.c.- TECNICAS CUANTITATIVAS PARA EVALUAR LAS RELACIONES ENTRE HOMBRE Y MAQUINA.

Aunque el diagrama de proceso para hombre y máquina se puede usar para determinar el número de máquinas a asignar a un operario - tal número puede ser calculado frecuentemente en mucho menor tiempo - mediante el desarrollo de un modelo matemático.

Las relaciones entre hombre y máquina suelen ser de uno de estos tres tipos:

1. De atención sincrónica.
2. De atención al azar
3. De una combinación de los anteriores

La asignación de más de una máquina a un operario rara vez da como resultado el caso ideal en que tanto el trabajador como la máquina que atiende estén ocupados durante todo el ciclo. Casos ideales como éste se denominan de "atención sincrónica" y el número de máquinas a asignar se calcula como sigue:

$$N = \frac{\ell + m}{\ell}$$

donde; N = número de máquinas asignadas al operario.

ℓ = tiempo total de atención del operario por máquina
(carga y descarga)

m = Tiempo total de operación de la máquina (suministro de potencia)

Por ejemplo, si el tiempo total de atención o servicio del operario fuera de un minuto, en tanto que el ciclo de máquina fuese de cuatro minutos, la atención sincrónica daría por resultado la asignación de cinco máquinas:

$$N = \frac{1 + 4}{1} = 5$$

Si el número de máquinas en el ejemplo anterior se aumentase, - ocurriría interferencia entre máquina y se tendría una situación en la que una o más de las máquinas estarían inactivas durante una parte del ciclo de trabajo. Si el número de máquinas se reduce a una - cantidad menor que cinco, entonces el operario estará inactivo duran- te una parte del ciclo.

En tales casos, el costo total mínimo por pieza usualmente re-- presenta el criterio para la operación óptima. El mejor método ne- cesitará establecerse considerando el costo de cada máquina ociosa y el salario por hora del obrero. Es posible emplear técnicas cuanti- tativas para establecer la mejor transacción. El procedimiento con-- siste en estimar, primero, el número de máquinas que debería ser --- asignado al operario, determinado el número entero más bajo a partir de la ecuación.

$$N_1 = \frac{l + m}{l + w}$$

donde; N_1 = número de máquinas a asignar

w = tiempo normal para ir a la siguiente máquina, en horas

De lo anterior puede verse que el tiempo de ciclo cuando el --- operario atiende N_1 máquinas es $\ell + m$, puesto que en este caso el -- operador no estará ocupado durante todo el ciclo, mientras que los - dispositivos que maneja sí lo estarán. Usando N_1 , el costo esperado total se puede calcular como sigue:

$$C.T.E._{N_1} = \frac{(\ell + m) (K_1 + N_1 K_2)}{N_1}$$

donde; C.T.E. = costo de producción por ciclo para una máquina

K_1 = salario del obrero, en unidades monetarias por hora

K_2 = costo de la máquina, en unidades monetarias por hora

Una vez se determina este costo, deberá calcularse el correspondiente a $N_1 + 1$ máquinas asignadas al operario. En este caso, el -- tiempo del ciclo dependerá del ciclo de trabajo del operario, puesto que habrá algún tiempo muerto o de máquina inactiva. El tiempo del ciclo será ahora $(N_1 + 1)(1 + w)$. Sea $N_2 = N_1 + 1$; entonces el -- costo total esperado con N_2 máquinas es:

$$C.T.E._{N_2} = \frac{(K_1)(N_2)(\ell + w) + (K_2)(N_2)(N_2)(\ell + w)}{(N_2)}$$

$$= ((\ell + w)) (K_1 + K_2(N_2))$$

El número de máquinas asignado dependerá de si N_1 o N_2 da el -- costo total mínimo esperado por pieza.

Las situaciones de "atención o servicio completamente al azar" se refieren a los casos en que no se sabe cuando haya que atender -- una máquina, o cuanto tiempo se necesitará para hacerlo. Los valores medios generalmente se conocen o se pueden determinar; con estos promedios las leyes de probabilidades sirven para determinar; el número de máquinas a asignar a un operario

Los términos sucesivos del desarrollo del binomio darán una aproximación útil de la probabilidad de que 0, 1, 2, 3, ... n máquinas estén sin trabajar (siendo n relativamente pequeño), considerando que cada máquina esté inactiva durante tiempos indeterminados o al azar durante el día y que la probabilidad de tiempo productivo sea p y la probabilidad de tiempo muerta sea q.

$$(p + q)^n$$

Por ejemplo, determínese la proporción mínima de tiempo de máquina perdido para diversos números de tornos tipo revólver asignados a un operario, cuando se ha estimado que en promedio las máquinas funcionan 60 % del tiempo sin que sean atendidas. El tiempo de atención del operario a intervalos irregulares será de 40% en promedio. El analista estima que en esta clase de trabajo se deben asignar tres tornos por operario. En esta disposición, las combinaciones de máquinas en operación (p) o inactivas (q), expresadas como probabilidades, serían:

$$\begin{aligned} (p + q)^n &= (p + q)^3 \\ &= p^3 + 3p^2q + 3pq^2 + q^3 \\ &= (0.60)^3 + (3)(0.60)^2(0.40) + 3(0.60)(0.40)^2 \\ &\quad + (0.40)^3 \end{aligned}$$

$$1.00 = 0.216 + 0.432 + 0.288 + 0.064$$

Por tanto, se puede determinar la proporción del tiempo que algunas máquinas permanecerán paradas y se podrá calcular fácilmente el tiempo perdido resultante de un operario por cada tres máquinas pueden hacerse cálculos similares para mayor o menor número de asignaciones de máquinas a fin de determinar la asignación que resulte en el menor tiempo muerto de máquina. La transacción más satisfactoria se considera generalmente que es la disposición que muestra el menor Costo Total Esperado por pieza. Este costo por pieza para una combinación dada se calcula por la siguiente expresión:

$$\text{C.T.E.} = \frac{K_1 + NK_2}{\text{Piezas por hora de máquinas}}$$

donde; K_1 = salario por hora del operario

K_2 = costo por hora de la máquina

N = número asignado de máquinas.

Las piezas por hora de N máquinas se pueden calcular conociendo el tiempo medio de máquina requerido por pieza; el tiempo medio de atención de máquina por pieza y el tiempo muerto o perdido por hora que se espera.

2.5.- DIAGRAMA DE PROCESO PARA GRUPO CUADRILLA

Este diagrama de proceso es, en cierto sentido, una adaptación del hombre y máquina. Después de terminar un diagrama de proceso de hombre y máquina, el analista debe estar en condiciones de calcular el número más económico de máquina a atender por un operario. Sin embargo, varios procesos y máquinas son de tal magnitud que no es cuestión de cuántas máquinas debe operar un trabajador sino de cuántos operarios se necesitan para operar eficientemente una máquina. El diagrama de proceso correspondiente muestra la relación exacta entre el ciclo de inactividad y de operación de la máquina y el tiempo muerto y efectivo por ciclo de los operarios que la atiendan. Este diagrama señala claramente las posibilidades de mejoría por reducción de los tiempos muertos de hombre y de máquina.

2.5.a.- ELABORACION DEL DIAGRAMA DE PROCESO PARA GRUPO O CUADRILLA DE OPERARIOS

Después del encabezado "Diagrama de Proceso para grupo de Operarios" y de la identificación completa del proceso que se grafica con el número de pieza, número de dibujo, descripción de la operación que se va a describir en el diagrama, el método actual o el propuesto, la fecha y el nombre de la persona que elabora el diagrama, el analista deberá seleccionar una escala de tiempo que permita trazar adecuadamente la gráfica en el papel a utilizar. Como el diagrama de proceso de hombre y máquina, el de grupo se traza siempre a escala.

Al lado izquierdo del papel se indican las operaciones que se efectúan en la máquina o en el proceso. Inmediatamente a la derecha de la descripción de la operación se representan gráficamente el tiempo de carga, el tiempo de operación y el tiempo muerto. Luego, más a la derecha, el tiempo de operación y el tiempo muerto de cada operario que participe en el proceso se ilustran por líneas de flujo en dirección vertical. Una línea continua vertical indica que se realiza trabajo productivo, mientras que una línea vertical punteada correspondiente a una máquina, señala que se efectúan operaciones de carga y descarga.

Una interrupción en una línea vertical de flujo indica tiempo muerto y el largo de la separación corresponde a su duración. En el caso de los operarios, las líneas verticales continuas indican que se realiza trabajo, en tanto que las interrupciones en ellas representan los tiempos de inactividad. La figura No. 5 ilustra un diagrama de proceso para un grupo de operarios y es evidente que existe un gran número de horas-hombre inactivas. Un mejor empleo de elementos humanos en el mismo proceso se muestra en el diagrama de proceso de grupo ilustrado en la figura No. 6. El ahorro de 16 horas por turno se captó fácilmente por el uso del diagrama de proceso para grupo de operarios.

2.5.b.- EMPLEO DEL DIAGRAMA DE PROCESO PARA GRUPO

El analista por lo general traza el diagrama de proceso para cuadrilla cuando su investigación inicial de una operación dada indica que un número de los trabajadores mayor que el necesario está siendo utilizado para operar una máquina o proceso. Si este fuera el caso, encontrará que el diagrama de proceso para grupo de operarios en un medio muy útil para determinar el número exacto de obreros necesarios para atender eficazmente una máquina o un proceso. Una vez trazado el diagrama, las horas de tiempo muerto de hombre pueden ser analizadas para determinar la posibilidad de utilizar un operario para que efectúe las tareas que normalmente ejecutan dos o más.

Por ejemplo, en el diagrama de proceso para grupo de la figura No. 5, empresa está ocupando dos operarios más de los necesarios. Esto se ve claramente, cuando se muestra que con este proceso 18.4 horas - hombre de inactividad intervienen en cada turno de 8 horas.

Relocalizando algunos de los controles del progreso, fue posible reasignar las tareas o elementos de trabajo de modo que cuatro en vez de seis, trabajadores operen eficazmente la presa de extrusión.

La figura N° 6 ilustra un diagrama de proceso para grupo del método propuesto en que se ocupan sólo cuatro operarios y se ahorran así 16 horas - hombre por turno. Sin dicho diagrama esta solución hubiera sido muy difícil de obtener.

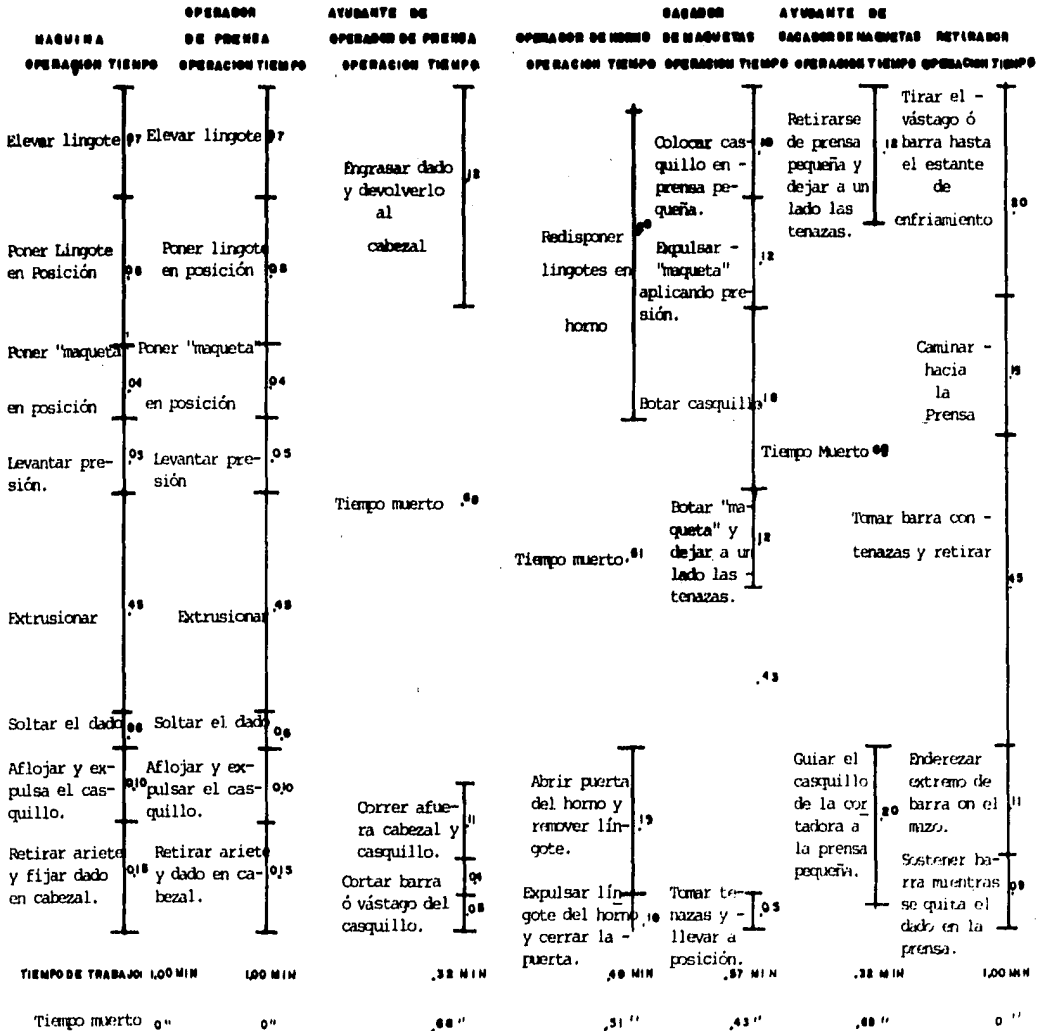
Del ejemplo dado en las figuras N° 5 y N° 6 , puede verse que el diagrama de proceso para grupo ayuda a dividir el trabajo disponible entre los miembros del grupo que opera el equipo y determinar así con seguridad las tareas a asignar a todos los componentes del grupo o cuadrilla, mediante el trazo y el empleo del diagrama de referencia, el equipo puede operarse a su capacidad, los costos de mano de obra se reducirán y el estado de ánimo de los obreros mejorará como resultado de la distribución equitativa de las tareas o asignaciones de trabajo.

FIG-5

DIAGRAMA DE PROCESO DEL METODO ACTUAL PARA CUADRILLA O GRUPO

PRESA HIDRAULICA DE EXTRUSION DEPTO. II PLANTA EN BELLEPONTE

ELABORADO POR S W H 15-IV



TIEMPO MUERTO = 2.30 MINUTOS-HOMBRE POR CICLO = 18.4 HORAS-HOMBRE POR DIA DE 8 HORAS.

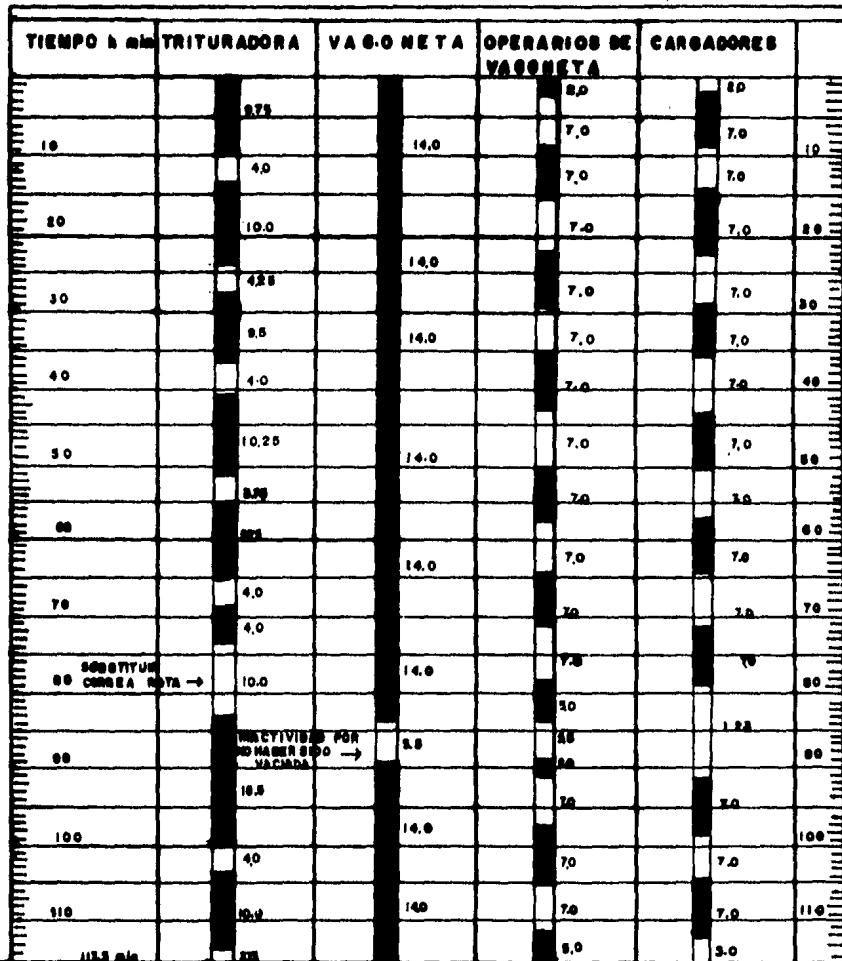
FIG-6

DIAGRAMA DE PROCESO PARA GRUPO METODO PROPUESTO

OBJETO DEL DIAGRAMA TRITURACION DE HUESOS DIAGRAMA No. _____

DIBUJO No. _____ PARTE _____ DIAGRAMA DE PROCESO _____

COMENZO DEL DIAGRAMA _____ ELABORADO POR _____



TIEMPO EFECTIVO 303.75 hrs

TIEMPO MUERTO 106.75 hrs

2.6.- DIAGRAMA DE PROCESO DEL OPERARIO

Este tipo de diagrama, denominado algunas veces, "diagrama de proceso para la mano izquierda y la derecha" es, en efecto, un instrumento para el estudio de movimientos. Presenta todos los movimientos y pausas realizadas por la mano derecha y la izquierda y las relaciones entre las divisiones básicas relativas de la ejecución del trabajo realizada por las manos. El objeto del diagrama de proceso del operario es poner de manifiesto una operación dada con los detalles suficientes, de modo que se pueda mejorar mediante un análisis. Generalmente no resulta práctico llevar a cabo un estudio detallado del diagrama de proceso del operario, a menos que se trate de una operación manual altamente repetitiva. Por medio del análisis de movimientos del diagrama citado, se descubrirán patrones de movimientos ineficientes y se notarán fácilmente las violaciones a las leyes de la economía de movimientos. Este medio gráfico facilitará el cambio de un método a fin de lograr una operación equilibrada de ambas manos y que se reduzcan o eliminen los movimientos inefectivos. El resultado será un ciclo de trabajo más regular y rítmico que ayudará a minimizar las demoras y la fatiga del operario

2.6.a.- ELABORACION DEL DIAGRAMA DE PROCESO DEL OPERARIO

Toda operación consiste en una combinación de algunos de esos elementos, el analista de métodos hallará que es más práctico, en la elaboración de diagramas de proceso del operario, utilizar sólo ocho divisiones básicas de la ejecución de una operación. Dichos movimientos elementales, con sus símbolos, son como sigue:

ALCANZAR	AL
TOMAR O ASIR	T
MOVER	M
COLOCAR EN POSICION	P
USAR	U
SOLTAR	SL
RETRASO O DEMORA	D
SOSTENER	SO

La gráfica se debe titular "Diagrama de Proceso del Operario" y a esto debe seguir toda la información identificativa necesaria, como número de pieza y de dibujo, descripción del proceso y operación, de si trata del método propuesto o del actual, la fecha y el nombre de la persona que elabora el diagrama. Inmediatamente después de esta información debe trazarse un croquis a escala de la estación de trabajo, que ayudará considerablemente a exponer el método en estudio. Una forma típica de diagrama de proceso para un operario, con una sección de la hora dispuesta en forma de coordenadas para facilitar el esquematizado, se da en la figura No. 7

Después de que el analista haya descrito e identificado completamente la operación y trazado el croquis que muestra las relaciones dimensionales en la estación de trabajo, estará listo para comenzar la preparación del diagrama de proceso para el operario. Como este diagrama se construye a escala, el analista debe determinar por observación la duración del ciclo. Luego podrá evaluar fácilmente el lapso o tiempo representado por cada unidad de longitud (5 mm, o bien, $\frac{1}{4}$ plg) en el lago vertical del diagrama.

Contando los símbolos y reflejando los totales en un resumen dispuesto en lo alto del diagrama, se suministra una comparación entre el método actual y el propuesto. Aunque el tiempo empleado para los diferentes elementos variará, la cantidad total de símbolos empleados es una medida de tiempo razonable y comparativa. El diagrama del puesto de trabajo se puede considerar como dos diagramas de procesos detallados, uno para cada mano. Los símbolos son conexiónados posteriormente para formar un patrón de actividades. Esto permite la comparación de ambas manos en cuanto a la semejanza del trabajo ejecutado. Una columna de distancias, de la forma prevista, suministra un registro de los recorridos de cada mano. Llevando el trabajo más cerca del operario puede mejorarse el método y reducirse el tiempo.

La distribución en planta del puesto de trabajo se indica por un cuadrículado de 6.5 mm ($\frac{1}{4}$) de lado por cuadrícula, en el que se pueden indicar la disposición de los receptáculos, partes fijas y piezas. El área de trabajo conveniente se señala por dos semicírculos descritos por los antebrazos del operario, cuando se acomoda en el lugar de trabajo, se deja un lugar para esquemas de piezas en la parte superior derecha del diagrama.

La posición de cada pieza en la distribución en planta se indica por I_1, I_2^5 , etc., para partidas a la izquierda del operario, --- siendo I_1 la mas próxima al centro. El mismo convenio apemplea para partidas a la derecha del operario, es decir, D_1, D_2 , etc.

Las partidas colocadas delante del operario se indican con C. - Si se usa una segunda fila o nivel la designación es D_{1A}, I_{1A} , etc. Los contenidos de cada lugar se registran en la tabla del lado superior izquierda del diagrama.

2.6.b.- UTILIZACION DEL DIAGRAMA DE PROCESO DEL OPERARIO

Una vez elaborado este diagrama para un método existente, el -- analista debe ver qué mejoras se pueden introducir. Los intervalos-- correspondientes a "demora" y "sostener" son sitios adecuados para -- comenzar. Por ejemplo, en la figura N°:7 se ve que la mano izquier-- da se usó como medio de sujección durante casi todo el ciclo. Un -- análisis de esta situación sugeriría el desarrollo de un dispositivo para sostener el perno en U. Una mayor consideración de como lograr movimientos equilibrados de ambas manos sugeriría que, cuando el dis-- positivo sostiene los pernos. en U., entonces las dos manos ensambla-- rían por completo una abrazadera para cable. Un mayor estudio de -- este diagrama podría resultar en la introducción de un expulsor o -- inyector automático y un conductor de envío por gravedad para elimi-- nar el elemento final del ciclo "enviar la pieza ensamblada a su lugar de retiro".

La mejor manera de realizar un trabajo se halla mediante el aná-- lisis sistemático de todos los elementos detallados que lo constituyen. El diagrama de proceso del operario expone claramente el trabajo efectuado por cada una de sus manos al ejecutar una operación e -- indica el tiempo relativo y las relaciones entre todos los movimientos realizados por las manos. El diagrama de proceso del operario -- es un medio eficaz para:

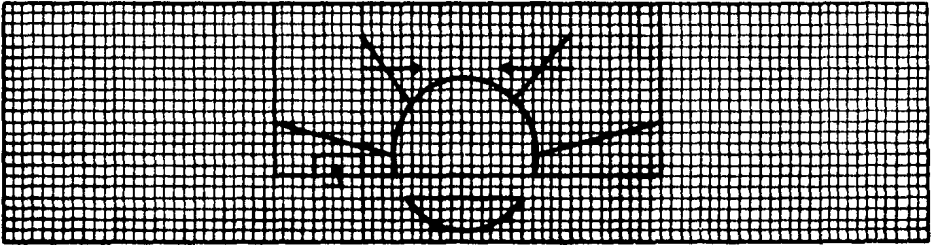
1. Equilibrar los movimientos de ambas manos y reducir la fatiga
2. Eliminar y/o reducir los movimientos no productivos.
3. Acortar la duración de los movimientos productivos.
4. Adiestrar a nuevos operarios en el método ideal.
5. Lograr que se acepte el método propuesto.

FIG-7

DIAGRAMA DE PROCESO DEL OPERARIO

OPERACION Cortar Tubo

PIEZA No. _____ DIBUJO No. _____ FECHA _____
 DIBUJADO POR _____ DEPTO. _____ PLANTA _____ HOJA DE _____

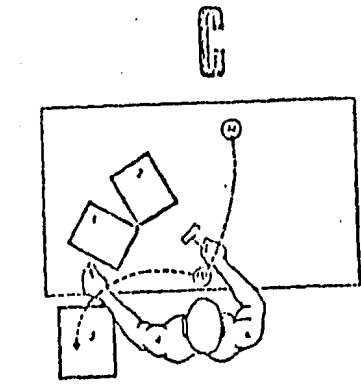
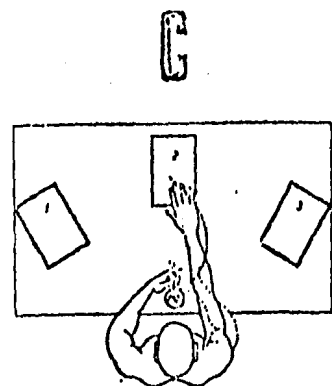
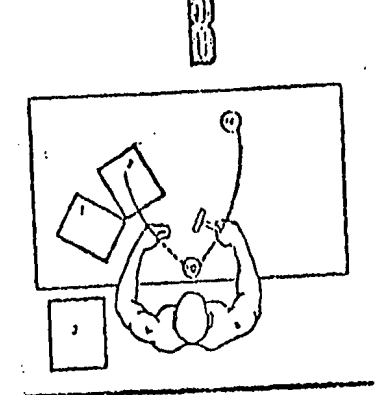
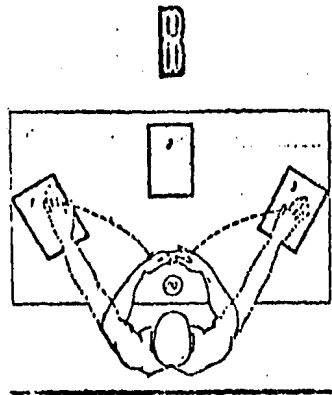
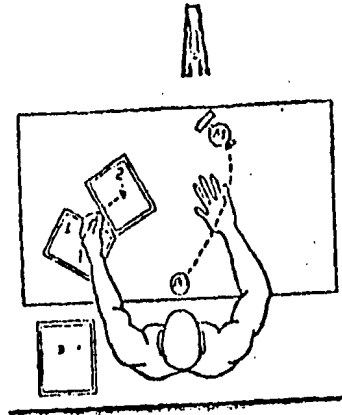
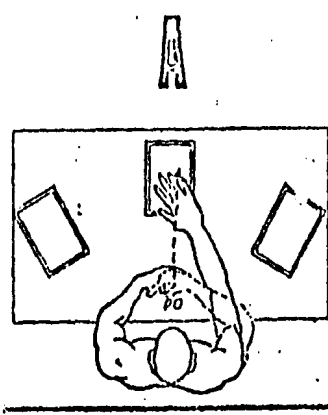


MANO IZQUIERDA	SIMBOLOS		MANO DERECHA
COLOCAR TUBO EN PLANTILLA	1	1	ESPERAR
SOSTENER TUBO	2	1	MARCAR TUBO
RETIRAR TUBO UN POCO	3	2	ESPERAR
GIRAR TUBO	4	↓	
	↓	2	MUESCAR TUBO CON LIMA
SACAR TUBO DE PLANTILLA	5	→	RETIRAR LIMA
ESPERAR	1	←	COLOCAR NUEVAMENTE MANO EN TUBO
	↓	3	COGER TUBO
AYUDAR MANO DERECHA A ROMPER TUBO	6	4	ROMPER TUBO TROZO ROTO CAE EN CAJA
COGER TUBO DE OTRA FORMA	7	→	LLEVAR MANO A LIMA
		5	COGER LIMA

	RESUMEN			
	ACTUAL		PROPUESTO	
M E T O D O	M.I	M.D.	M.I.	M.D.
Operaciones	7	5		
Inspecciones	---	---		
Transportes	---	3		
Esperas	1	2		
Almacenamientos	---	---		
Total.	8	10		

El analista de métodos debe aprender a elaborar y utilizar utilizar los diagramas de proceso de operarios para encontrar posibles mejoras.

Ilustraciones representando los movimientos realizados por la mano izquierda y la mano derecha.



2.7.- DIAGRAMA PERT

Este diagrama es un medio de pronóstico de planeación y control que revela gráficamente el camino óptimo a seguir para llegar a un objetivo predeterminado, por lo general en términos de tiempo. A menudo el analista de métodos puede utilizar el diagrama PERT para mejorar los programas desde el punto de vista de la reducción de costos y/o la satisfacción del cliente.

Al utilizar el PERT para programación el analista proporcionará generalmente dos o tres estimaciones de tiempo para cada actividad. Si se emplean tres estimaciones de tiempo, éstas se basarán en las siguientes preguntas:

1. ¿ En qué tiempo se puede esperar que se termine esta actividad si todo funciona idealmente? (Estimación optimista).
2. ¿ En condiciones medias, cuál sería la duración más probable de esta actividad?
3. ¿Cuál sería el tiempo requerido para terminar actividad si casi todo funcionará mal? (Estimación pesimista).

Con estas estimaciones se puede obtener una distribución de probabilidad del tiempo necesario para realizar la actividad.

En el diagrama PERT los eventos, representados por los nodos, son posiciones en tiempo que señalan el principio y/o la terminación de una operación o de un grupo de operaciones en particular. Cada operación o grupo de operaciones en un departamento se denomina "actividad" y se representa con un arco en el diagrama PERT. En cada arco se anota un número que indica el tiempo (días, semanas, meses) necesario para terminar la actividad. Las actividades en que no hay tiempo ni costo son necesarias, empero, para mantener una secuencia correcta y se las designa como "falsas actividades" y se marcan como líneas punteadas.

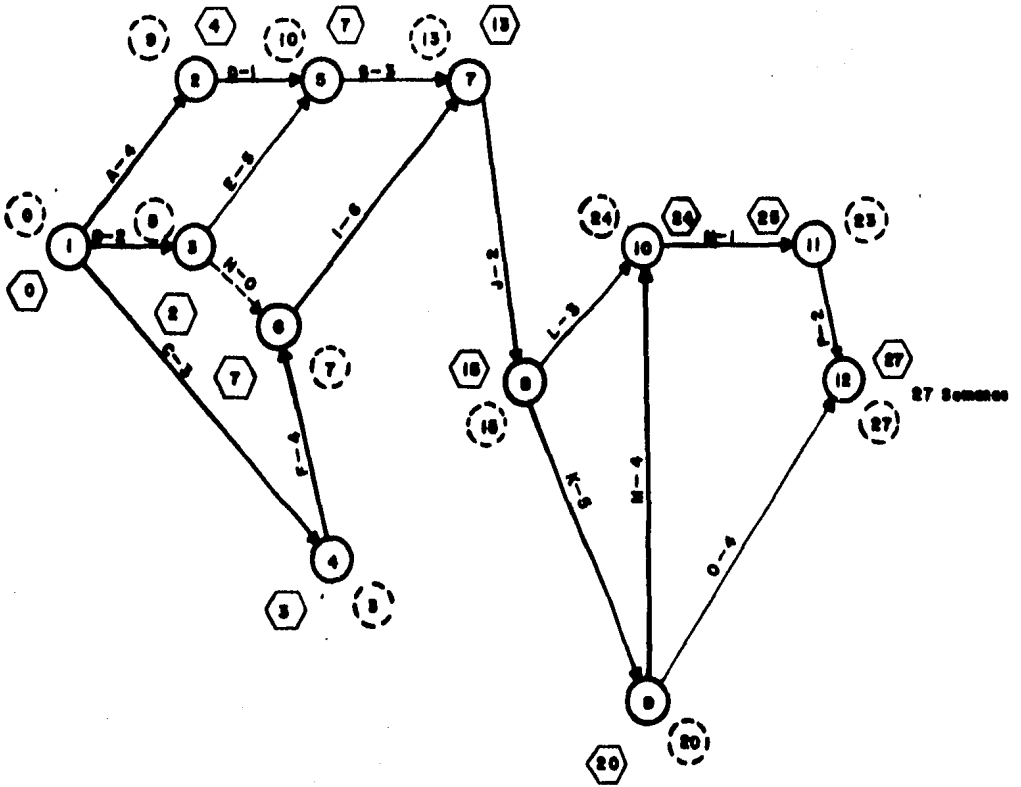
El tiempo mínimo necesario para llevar a cabo el proyecto total correspondería al trayecto más largo desde el nodo final. En la figura N° 8 el tiempo mínimo necesario para terminar el proyecto sería el trayecto más largo desde el nodo 1 hasta el nodo 12. Este -- trayecto recibe el nombre de camino crítico y es el que establece el tiempo mínimo del proyecto.

Sin embargo, más de uno puede reflejar el tiempo mínimo necesario. Este es el significado subyacente en el concepto de las rutas críticas.

Es claro que las actividades que no se hallan en un camino crítico tienen una cierta flexibilidad de tiempo. Esta flexibilidad, o libertad, de tiempo, se denomina "flotación". La cantidad de flotación se calcula restando el tiempo normal del tiempo disponible. Por tanto, la flotación es la cantidad de tiempo en que puede alargarse una actividad no crítica sin que se retrase la fecha de terminación de la obra o proyecto.

La figura N° 8, ilustra una red elemental que muestra el camino crítico. Este, identificado por una línea gruesa, implicaría una duración de 27 semanas. Se pueden utilizar varios métodos para acortar la duración del proyecto. Es posible estimar el costo de diversas alternativas.

FIG - 8
 Diagrama PERT. Red que muestra el camino crítico (línea gruesa)



⬡ El tiempo del evento más temprano se calcula por un procedimiento lógico comenzando con el primer evento y trabajando hacia adelante.

⊖ El tiempo del evento más tardío se calcula por un procedimiento lógico principiando con el último evento y trabajando hacia atrás.

3. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Su objeto es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción. Los esposos Gilbreth fueron de los primeros en estudiar los movimientos manuales y formularon leyes básicas de la economía de movimientos que se consideran fundamentales todavía. A ellos se debe también la técnica cinematográfica para realizar estudios de tallados de movimientos, conocidos por "estudio de micromovimientos", que han demostrado su gran utilidad en el análisis de operaciones manuales repetidas.

El estudio de movimientos, es su aceptación más amplia, entraña dos grados de refinamiento con extensas aplicaciones industriales. Tales son el estudio visual de los movimientos y el estudio de micromovimientos.

El estudio visual de movimientos se aplica con mucha mayor amplitud, porque la actividad que se estudia no necesita ser de tanta importancia para justificar económicamente su empleo. Este tipo de estudio comprende la observación cuidadosa de la operación y la elaboración de un diagrama de proceso del operario, con el consiguiente análisis del diagrama considerando las leyes de la economía de movimientos.

Se ha dicho que la aplicación del análisis de operaciones ayuda al analista a obtener el mejor método para realizar una operación.

El Mejor método generalmente se caracteriza por:

- 1- Aumento de producción
- 2- Reducción de costos unitarios
- 3- Calidad mejorada
- 4- Mejoras en las condiciones de trabajo
- 5- Reducción de la fatiga del operario
- 6- Aumento en el nivel de vida de los empleados

Puesto que una buena manufactura se mide en gran parte de acuerdo con los puntos anteriores, es aconsejable que el método se refine

tanto como sea posible Este refinamiento se obtiene mediante la aplicación de los principios del estudio de movimientos.

El estudio de los movimientos está ligado estrechamente con el análisis de las operaciones. Mientras el análisis de las operaciones incluye los diferentes elementos o factores comprendidos en la realización de una operación, el estudio de movimientos estudia los movimientos básicos empleados al realizar el trabajo.

El estudio de movimientos se puede definir como; el estudio de las divisiones básicas del trabajo que son necesarias en la realización de una operación dada con el propósito de eliminar todos los movimientos inútiles, acortando los movimientos largos o arreglando el resto de los movimientos útiles en la mejor secuencia para ejecutarla operación. Cuando esto se realiza el tiempo necesario para hacer un trabajo es acortado y la fatiga del operario es mínima.

3.1. DIVISIONES BASICAS DEL TRABAJO

Las unidades fundamentales conocidas como las divisiones básicas del trabajo constituyen la base del estudio de movimientos. Hay un total de 18 divisiones básicas. Cuando se conocen y se entienden sus definiciones es posible clasificar todo el trabajo realizado en términos de ellos. Puesto que una gran mayoría del trabajo industrial es manual, estas unidades fundamentales están relacionadas generalmente con los movimientos de las manos y son también aplicables prácticamente a cualquier clase de trabajo. La destreza en la clasificación de movimientos requiere algo más que comprender las definiciones.

Las divisiones básicas del trabajo al aplicarse a operaciones manuales se definen en los siguientes párrafos. Los símbolos usados principalmente cuando se delinea una operación de tal manera que no es necesario escribir toda la descripción.

DIVISIONES BASICAS DEL TRABAJO EFECTIVO

Las divisiones son segregadas en dos grupos: Aquellas que son efectivas y las que no lo son. Las efectivas son aquellas que realizan trabajo, útil. Sólomente hay 8 (ocho) de ellas, sus definiciones y símbolos son los siguientes:

1.- Alcance (A) corresponde al movimiento de una mano-vacia, sin resistencia, hacia un objeto o retirándola de él. La división básica "alcanzar" se denomina "transporte en vacío" en la lista original de Gilbreth. Sin embargo, la mayor parte de los especialistas en métodos aceptan, en la actualidad, el término más breve "alcanzar" principia en el instante en que la mano se mueve hacia un sitio u objeto y finaliza en cuanto se detiene el movimiento al llegar al objeto o sitio. Este elemento va precedido casi siempre del de "soltar" y seguido del de "tomar". Es natural que el tiempo requerido para alcanzar dependa de la distancia recorrida por la mano. Dicho tiempo depende también, en cierto grado, del tipo de alcance. Como tomar, alcanzar puede clasificarse como un therblig objetivo y generalmente, no puede ser eliminado del ciclo de trabajo, sin embargo, si puede ser reducido acortando las distancias requeridas para alcanzar y dando ubicación fija a los objetos.

2.- Mover (M) es la división básica que corresponde el movimiento de la mano con carga. Esta última puede ser en forma de presión. "Mover" se denominó en un principio "transporte con carga" Este therblig comienza en cuanto la mano con carga se mueve hacia un sitio o ubicación general y termina en el instante en que el movimiento se detiene al llegar a su destino. Mover esta precedido casi siempre de asir y seguido de soltar o de colocar en posición.

El tiempo requerido para mover depende de la distancia, del peso que se mueve y el tipo de movimiento. Mover es un therblig objetivo y es difícil eliminarlo del ciclo de trabajo. Con todo, puede reducirse su tiempo de ejecución acortando las distancias, aligerando la carga o mejorando el tipo de movimiento por medio de canaletas de gravedad o de transportadores en el punto terminal del movimiento, de manera que no sea necesario llevar materialmente el objeto que debe trasladarse a un sitio específico.

3.- Tomar o Asir (T) Este es el movimiento elemental que hace la mano al cerrar los dedos rodeando una pieza o parte para asirla en una operación.

El "tomar" es un therblig eficiente y, por lo general, no puede mejorarse. Comienza cuando los dedos de una mano o de ambas manos empiezan a cerrarse alrededor de un objeto para tener control de él y termina en el instante en que se logra dicho control. El "tomar" casi siempre va precedido de "alcanzar" y seguido de "mover". Estudios detallados han demostrado que existen varias formas de asir, algunas de las cuales requieren tres veces más tiempo que otras. Debe tratarse de reducir al mínimo el número de operaciones de asimiento durante el ciclo de trabajo y las piezas a tomar o coger deben estar dispuestas de manera que puedan emplearse el tiempo más simple de asir. Esto se logra haciendo que el objeto asuma por sí solo una localización fija y quede en posición tal que no haya interferencia alguna con la mesa de trabajo, la caja o los alrededores.

4.- Soltar. Este elemento es la división básica que ocurre cuando el operario abandona el control del objeto "Soltar" es el therblig que se ejecuta en el más breve tiempo y es muy poco lo que puede hacerse para alterar el tiempo en que se realiza este therblig objetivo.

El "Soltar" comienza en el momento en que los dedos empiezan a separarse de la pieza sostenida y termina en el instante en que todos los dedos quedan libres de ella. Este therblig va casi siempre precedido por mover o colocar en posición seguido por alcanzar.

5.- Inspeccionar. Este therblig es un elemento incluido en la operación para asegurar una calidad aceptable mediante una verificación regular realizada por el trabajador que efectúa la operación.

Se lleva a cabo una inspección cuando el fin principal es comprar un objeto dado con un patrón o estándar. Generalmente no es difícil distinguir cuando se tiene ese elemento de trabajo, ya que la mirada se fija en el objeto y se nota una dilación entre movimientos mientras la mente decide entre aceptar o rechazar la pieza en cuestión. El tiempo necesario para la inspección depende primeramente de la rigurosidad de la comparación con el estándar y de lo que la pieza en cuestión se aparte del mismo. Si un operario tuviera que sacar todas las canicas azules que hubiese en una caja, perdería muy poco tiempo en decidir lo que tendría que hacer con una canica roja. Sin embargo,

si se hubiera hallado una canica púrpura habría una vacilación más larga en decidirse a aceptarla o rechazarla.

6.- Ensamblar. El elemento "ensamblar" es la división básica que ocurre cuando se reunen dos piezas embonantes. El ensamblar suele ir presidido de colocar en posición o mover y generalmente va seguido de soltar. Comienza en el instante en que las dos piezas a unir se ponen en contacto y termina al completarse la unión.

7.- Ejecutar. Es la división básica de trabajo que realliza la operación o el proceso que no sea ensamble. La ejecución es necesaria cuando el operario atiende a la máquina mientras está trabajando. Puede aparecer como tiempo ocioso porque a menudo no hay un movimiento del operario: pero, si es necesario emplear uno o más de los sentidos, se clasifica como "ejecución"; cuando la máquina no necesita ser atendida este tiempo se clasifica como espera o en términos movimientos de trabajo según sean requeridos por el operario durante ese tiempo.

8.- Descansar (o hacer alto en el trabajo). Esta clase de retraso aparece rara vez en un ciclo de trabajo pero, suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponer la fatiga. La duración del descanso para sobrellevar la fatiga varía, como es natural, según la clase de trabajo y según las características del operario que la ejecuta. Sin embargo, puede ser reducida o eliminada mejorando el método o por la instalación de dispositivos.

Estas ocho divisiones básicas del trabajo son las que realizan trabajo útil y son por consiguiente las únicas que son reconocidas como necesarias en un método de trabajo verdaderamente eficiente. Sin embargo, es deseable eliminar o combinar tantas como sea posible y acortar el tiempo para las restantes. Es posible eliminar movimientos muchas veces por un reacomodo de los mismos. "Alcance" y "Movimientos" pueden a veces ser eliminados o acortados instalando transportadores o tolvas de entrega de material, cuando la actividad del trabajo justifica su instalación. El tiempo para "Tomar" puede ser reducido substituyendo el acarreo de partes por el de deslizamiento. La eliminación o la simplificación aunque sea de una división básica de trabajo es suficientemente importante para considerarla cuidadosamente.

DIVISIONES BASICAS DE TRABAJO INEFECTIVO.

Las divisiones de trabajo a las cuales consideramos inefectivas. Se les llama así ya que no realizan un trabajo útil. Cuando se piensa en términos de economía de movimientos nos referimos a -- las siguientes divisiones básicas:

9.- Soportar. Es el acto de retener el control de un objeto después de que ha sido sujetado. Esta es la división básica que tiene lugar cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto, mientras la otra mano ejecuta trabajo útil, "Sostener es un therblig ineficiente y puede eliminarse, por lo general, del ciclo de trabajo, diseñando una plantilla o dispositivo de sujeción que sostenga la pieza que se trabaja en vez de tener que emplear la mano. -- Además, difícilmente es la mano un dispositivo eficiente para sostener, por lo que, el analista de métodos debe estar siempre alerta para evitar que el "sostener" sea parte de una asignación de trabajo.

El sostener comienza en el instante en que una mano ejerce control sobre el objeto y termina en el momento en que la otra completa su trabajo sobre el mismo. Un ejemplo típico de sostener ocurrirá cuando la mano izquierda sostiene un perno o un espárrago mientras la otra pone o enrosca una tuerca. Durante el montaje de perno y tuerca, la mano izquierda estará utilizando el therblig "sostener".

10.- Colocar en posición. Es la división básica del trabajo que localiza un objeto en una relación definida y predeterminada con respecto a otro objeto. El therblig "colocar en posición" tiene efecto como duda o vacilación mientras la mano, o las manos, tratan de disponer la pieza de modo que el siguiente trabajo pueda ejecutarse -- con más facilidad, de hecho, colocar en posición puede ser la combinación de varios movimientos muy rápidos. El situar una pieza en un dado o matriz sería un ejemplo típico de colocar en posición. Por lo general, este therblig va precedido de mover y seguir por soltar; principia en cuanto la mano, o las manos, que controlan el objeto comienzan a manipular, voltear, girar o deslizar la pieza para orientarla hacia el sitio correcto y finaliza tan pronto la mano empieza a alejarse del objeto.

11.- Precolocar en Posición. Es preparar ya sea el dispositivo de transporte o el objeto, transportado para la siguiente división básica, que es generalmente, "tomar", "soltar" o "precolocar en posición". La precolocación en posición ocurre frecuentemente junto -- con los otros therbligs, uno de los cuales suele ser, mover. Es la división básica que dispone una pieza de manera que quede en posición -- conveniente a su llegada. Es difícil medir el tiempo necesario para -- este elemento, ya que es therblig que difícilmente puede ser aislado. -- La precolocación se efectúa al alinear un destornillador mientras se -- mueve hasta el tornillo que se va a accionar.

12.- Buscar. Es el elemento básico en la operación de -- localizar un objeto. Es la parte del ciclo durante la cual los ojos o las manos tratan de encontrar un objeto. Comienza en el instante en -- que los ojos se dirigen o mueven en un intento de localizar un objeto y termina en el instante en que se fijan en el objeto encontrado.

Buscar es un therblig que el analista debe tratar de eliminar siempre. Las estaciones de trabajo bien planeadas permiten que el trabajo se lleve a cabo continuamente, de manera que no es preciso que el operario realice este elemento. Proporcionar el sitio exacto -- para cada herramienta y cada pieza es el modo práctico de eliminar el elemento de busca en una estación de trabajo.

Un empleado nuevo, o uno no familiarizado con el trabajo, tiene que efectuar operaciones de busca periódicamente, hasta desarrollar suficiente habilidad y acierto.

13.- Seleccionar. Es la división básica del trabajo -- que representa el escoger una o más piezas de muchas otras que han sido encontradas como un resultado de "buscar".

Este es el therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza de entre dos o más semejantes. Este therblig sigue, generalmente, al de "buscar" y es difícil determinar exactamente, aún mediante el método detallado de los micromovimientos, cuando -- termina la busca y empieza la selección. A veces, la selección puede existir sin la búsqueda, sobre todo, cuando se trata de un ensamble selectivo. En este caso suele ir precedida de la inspección. La selección puede clasificarse también entre los therbligs ineficientes y debe ser eliminada del ciclo de trabajo por una mejor distribución en la

estación de trabajo y un mejor control de las piezas

14.- Desensamblar. Este elemento es precisamente lo contrario de ensamblar. Ocurre cuando se separan piezas embonantes unidas. Esta división básica generalmente va precedida de asir y suele estar seguida por mover o soltar. El desensamblaje es de naturaleza objetiva y las posibilidades de mejoramiento son más probables que la eliminación del therblig. El desensamblaje comienza en el momento en que una o ambas manos tienen control del objeto después de cogerlo y termina una vez que finaliza el desensamblaje, que generalmente lo lleva al inicio de mover ó soltar.

15.- Planear. Es un retraso o indecisión sobre el método que debe seguirse. Planear puede aparecer en cualquier etapa del ciclo y suele descubrirse fácilmente en forma de una vacilación o duda, después de haber localizado todos los componentes. Este therblig es característico de la actuación de los operarios noveles y generalmente se elimina del ciclo mediante el entrenamiento adecuado de este personal.

16.- Dilación Balanceada. Es un retraso causado por un arreglo en el ciclo en el cual una mano u otra parte del cuerpo realiza movimientos que no requieren exactamente el mismo tiempo que un movimiento simultáneo de la otra mano o la otra parte del cuerpo.

17.- Demora (o Retraso) Inevitable. La dilación inevitable es una interrupción que el operario no puede evitar en la continuidad del trabajo. Corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo experimentando por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso. Por ejemplo, cuando un operario aplica un taladro como su mano derecha a una pieza colocada en una plantilla, para la mano izquierda se presentaría un retraso inevitable. Puesto que el operario no puede controlar las demoras inevitables, su eliminación del ciclo requiere que el proceso se cambie en alguna forma.

18.- Demora (o Retraso) Evitable. Todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que solo el operario es responsable, intencional o no intencionalmente, se clasifica bajo el nombre de demora o retraso evitable. De este modo, si un operario sufriese un exceso de tos durante el ciclo de trabajo, esta suspensión se clasifica como evitable porque normalmente no aparecería en el ciclo. La mayor parte de los posibles retrasos evitables pueden ser

FIG - 9

NOMBRE DEL THERBLIG	SIMBOLO ADOPTADO	SIMBOLO EN INGLES	COLOR DISTINTIVO	SIMBOLO GRAFICO
BUSCAR	B	S (Search)	NEGRO	
SELECCIONAR	SE	SE (Select)	GRIS CLARO	
TOMAR (o asir)	T	G (grasp)	ROJO LAGO	
ALCANZAR	AL	RE (reach)	VERDE OLIVO	
MOVER	M	M (move)	VERDE	
SOSTENER	SO	H (hold)	OCRE DORADO	
SOLTAR	SL	RL (release)	CARMIN	
COLOCAR EN POSICION	P	P (position)	AZUL	9
PRECOLOCAR EN POSICION	PP	PP (pre-position)	AZUL CIELO	
INSPECCIONAR	I	I (inspect)	OCRE QUEMADO	
ENSAMBLAR	E	A (assemble)	VIOLETA OSCURO	#
DESENSAMBLAR	DE	DA (disassemble)	VIOLETA CLARO	H
USAR	U	U (use)	PURPURA	U
DEMORA (o retraso) inevitable	DI	UD (unavoidable delay)	AMARILLO OCRE	
DEMORA (o retraso) evitable	DE	AD (avoidable delay)	AMARILLO LIMON	L
PLANEAR	PL	PL (plan)	CASTAÑO O CAFE	
DESCANSAR	DES	R (rest to overcome fatigue)		

eliminados por el operario sin cambiar el proceso o el método de hacer el trabajo.

3.2. CLASIFICACION DE MOVIMIENTOS

Los métodos y movimientos que un trabajador usa para -- efectuar un trabajo dado, depende en parte, de la distribución de la - estación de trabajo. Por esta razón la distribución de la estación de trabajo debe ser estudiada cuidadosamente para determinar posibles mejoras. Debido a que algunos movimientos requieren más tiempo y más esuerzo para ser efectuados que otros, el estudio de movimientos es --- usualmente necesario para completar un buen trabajo de distribución de la estación de trabajo.

Los movimientos son divididos en cinco clases generales:

1. Movimientos de los Dedos
2. Movimientos de las Muñecas
3. Movimiento de Antebrazo
4. Movimiento de Brazo
5. Movimiento de Cuerpo

1.- El de los dedos es el más rápido de las cinco clases y es fácilmente reconocible, pues se hace accionando el dedo, o los deudos, mientras el resto del brazo permanece prácticamente inmóvil. Poner una tuerca en un tornillo, oprimir las teclas de la máquina de escribir y tomar una pieza pequeña son movimientos típicos de los dedos. Generalmente existe una diferencia significativa en el tiempo requerido para realizar movimientos dactilares con uno o varios dedos. Casi siempre el dedo índice puede moverse mucho más rápido que los demás, lo que es útil recordar cuando se diseñan estaciones de trabajo. Aunque con la práctica los dedos de la mano izquierda (en personas no zurudas) pueden llegar a moverse con la misma rapidez que los de la mano deurecha, estudios detallados demuestran que los primeros son algo más -- lentos que los segundos. El analista debe reconocer que el movimiento de los dedos es el más débil de las cinco clases de movimientos. Por consiguiente, cuando se trate de diseñar estaciones de trabajo en que intervenga un gran esfuerzo manual, el analista debe procurar el uso - de clases de movimientos de mayor orden que la de los dedos.

2.- Los movimientos de los dedos y de la muñeca se hacen mientras el antebrazo y el brazo permanecen estáticos. Generalmente - tales movimientos de dedos y muñeca llevan más tiempo que los ejecutados sólo con los dedos. Movimientos típicos de los dedos y la muñeca se presentan al colocar una pieza en una plantilla o dispositivo de -- sujeción, o cuando se ensamblan dos piezas embonantes. Los therbligs- alcanzar y mover no pueden ser efectuados por movimientos de esta segunda clase a menos que las distancias a recorrer sean muy cortas.

3.- Los movimientos de dedos, muñeca y antebrazo suelen llamarse "movimientos de antebrazo" y son los que realiza la extremidad superior por debajo del codo mientras que el brazo propiamente dicho permanece inmóvil. Este movimiento suele conceptuarse muy eficientemente, ya que el antebrazo posee fuerte musculatura y, por este, se fatiga menos . El tiempo necesario para ejecutar movimientos de antebrazo depende de la distancia a recorrer y de la magnitud de la resistencia a vencer durante el movimiento. El analista puede minimizar los tiempos del ciclo diseñando estaciones de trabajo en las que estos movimientos de tercera clase se empleen en ejecutar therbligs de transporte, en vez de usar movimientos de la cuarta clase.

4.- El movimiento de dedos, muñeca, antebrazo y brazo, - conocidos comúnmente como "movimientos de hombro" o de "cuarta clase", se emplean probablemente más que cualquier otra clase de movimientos. Esta clase de movimientos toma mayor tiempo, en una distancia dada, -- que las otras tres clases que acabamos de describir. Se emplean movimientos de hombro para ejecutar therbligs de transporte de piezas que sólo pueden alcanzarse extendiendo el brazo. El tiempo requerido para efectuar los movimientos de cuarta clase depende, primordialmente, de la distancia del traslado y de la resistencia al mismo.

5.- Los movimientos de quinta clase son aquellos que se llevan a cabo con todo el cuerpo y, necesariamente, requieren más tiempo por su ejecución. El movimiento del cuerpo comprende el del tobillo, - la rodilla, la cadera y todo el tronco

Nótese que los movimientos de primera clase requieren el menor tiempo y el menor esfuerzo , mientras que los de quinta clase se consideran los menos eficientes. De ahí que el analista deba procurar utilizar la clase de movimiento de más bajo orden para realizar adecuadamente el trabajo.

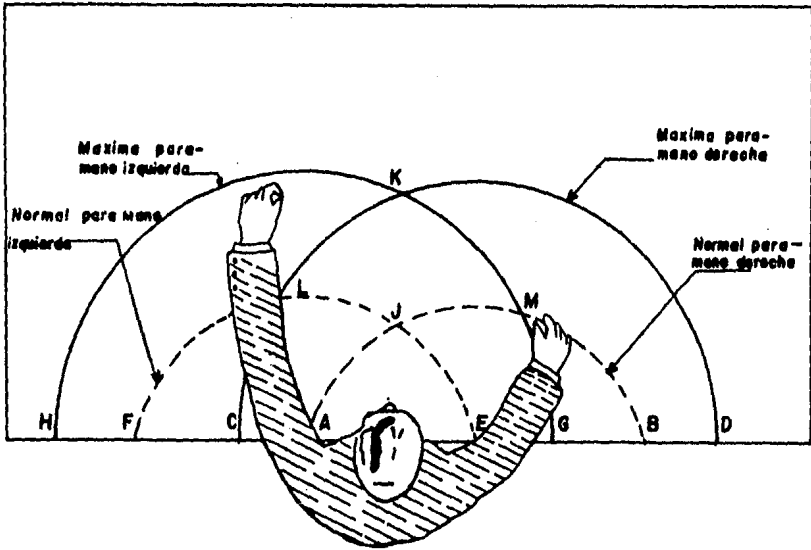
Para este fin tendrá que considerar con cuidado la localización de las herramientas y los materiales de modo que se pueda disponer de los mejores patrones o esquemas de movimientos.

Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute el mismo tiempo que el que se realice con las manos.

3.3. AREAS DE TRABAJO NORMAL Y MAXIMA

La figura No. 10 muestra como las áreas de trabajo normal y máxima son determinadas por el plano horizontal. Supóngase que el operario está sentado en un banco o parado junto a la mesa de altura apropiada. Si sus brazos cuelgan de sus hombros con naturalidad el arco AMB puede ser trazado poniendo la mano derecha cerca de la orilla de la mesa directamente en dirección opuesta a donde el brazo está colgado y usando el codo como pivote cerca de la orilla de la mesa. El área incluida en este arco AMB es la normal para la mano derecha. Cualquier punto de este arco puede ser alcanzado por la mano con un movimiento de tercera clase y será requerido un movimiento de cuarta clase para alcanzar cualquier punto dentro del arco. El tiempo requerido para efectuar un movimiento de tercera clase de cierta longitud es menor que el requerido para hacer un movimiento de cuarta clase del mismo tamaño. Cuando se está haciendo la distribución o arreglo de una estación de trabajo, se procura tener las herramientas y los materiales que van a ser usados por la mano derecha a lo largo de este arco AMB. Este arco no va a ser tomado como una línea sino como una área pequeña con los límites paralelos del Arco, un arco similar a este puede ser trazado cuando el brazo derecho está estirado y la mano puede tocar el banco. Este arco es señalado CKD en la ilustración, el área de este arco representa la máxima área de trabajo, todos o cualquiera de los puntos dentro o en esta área ser alcanzados con un movimiento de cuarta clase. El tiempo requerido para alcanzar cualquier punto a lo largo de este arco es constante, esto no era así en el arco AMB. El tiempo requerido para alcanzar cualquier punto entre MB en este arco es mayor que el requerido para alcanzar un punto entre AM a medida que las herramientas o los materiales están más cerca del punto B en el arco AMB, la fatiga es mayor.

FIG-10



Las áreas normal y máxima en el plano vertical son ilustradas por la -
figura N° 11

El arco CD es el área normal de trabajo, cualquier pun--
to a lo largo de este arco puede ser alcanzado usando un movi--
miento de tercera clase. El arco AB representa el área máxima de tra-
bajo cualquier punto a lo largo de este arco puede ser alcanzado usan-
do un movimiento de cuarta clase, el arco AB puede ser tomado como una
esfera alrededor del operario, siendo el centro el hombro del operario,
las herramientas suspendidas deberían ser colocadas dentro de esta es-
fera, es mas conveniente tener las herramientas colocadas siguiendo el
del arco CD, si ellas no interfieren con el operario. Algunas veces -
hay una tendencia a considerar estos principios aplicables únicamente-
al trabajo de banco. Esta es una equivocación porque puede ser apli--
cados a cualquier clase de trabajo, incluyendo el acomodo de herra---
mientas y material en una máquina. Es importante suponer los límites-
imaginarios de las líneas y contornos de las áreas normal y máxima pa-
ra instalar estaciones de trabajo eficiente.

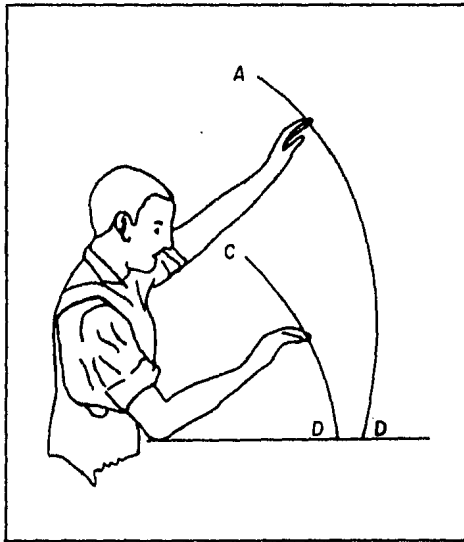
3.4. LEYES DE ECONOMIA DE MOVIMIENTOS

Las divisiones básicas de trabajo, la clasificación de mo-
vimientos y las áreas normal y máxima de trabajo han sido explicadas.
Estas son las bases del estudio de movimientos, su aplicación se go---
bierna por ciertos principios conocidos como Leyes de la Economía de -
Movimientos, los cuales se enuncian a continuación.

1ª - Ley.- Ambas manos deben iniciar y finalizar simul--
táneamente sus divisiones básicas de trabajo y no deben estar inacti-
vas al mismo tiempo, salvo durante los periodos de descanso.

Cuando la mano derecha esté trabajando en la zona nor--
mal a la derecha del cuerpo, la izquierda trabaja en el área normal a
la izquierda de éste, habrá una sensación de equilibrio que tiende a
inducir un ritmo adecuado en la actuación del operario originando un-
máximo en el rendimiento y productividad. Cuando una mano trabaja ba-
jo carga mientras la otra se encuentra ociosa, el cuerpo tiene que de-
sarrollar un esfuerzo para mantenerse en equilibrio. Lo anterior sue-
le ocasionar más fatiga que si ambas manos hubieran ejecutado trabajo-
útil..

FIG-11



2ª - Ley.- Los movimientos de las manos deben ser simétricos y alejándose del cuerpo y acercándose a éste simultáneamente.

Es natural que las manos se muevan con simetría: cualquier desviación de ésta en una estación de trabajo en que se usan las dos manos obliga al operario a ejecutar movimientos lentos y difíciles. Un ejemplo común lo dá la dificultad del ejercicio de tratar de darse palmadas en el estómago con la mano izquierda, mientras se frota una la cabeza con la derecha. Otro experimento fácil que puede intentarse para ilustrar la dificultad de ejecutar operaciones asimétricas es el de tratar de dibujar un círculo con la mano izquierda mientras la derecha traza un cuadrado. La figura No. 12 ilustra una estación ideal de trabajo que permite al operario ensamblar dos productos por una serie de movimientos simétricos realizados simultáneamente, alejándose y acercándose al cuerpo.

3ª - Ley.- El impulso e ímpetu físico de una acción debe ser aprovechado en ayuda del trabajador siempre que sea posible y reduciéndose al mínimo cuando haya que ser contrarrestado por esfuerzo muscular.

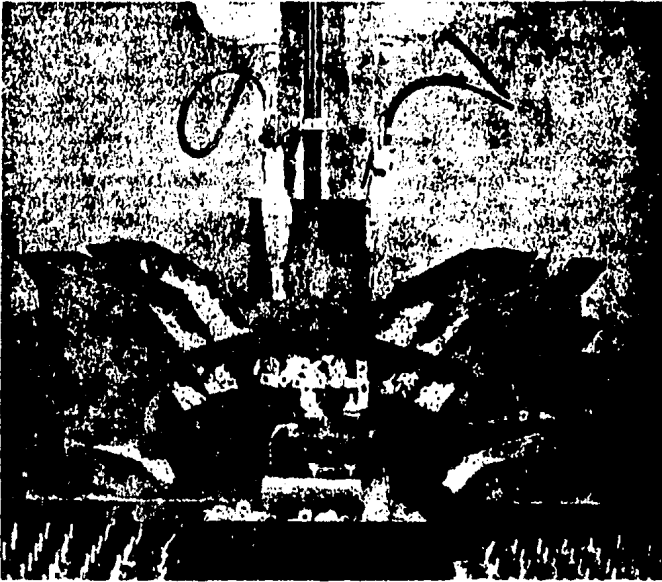
Conforme las manos pasan por los elementos de trabajo -- que constituyen una operación, se irá desarrollando ímpetu o impulso durante los therbligs alcanzar y mover y se contrarrestará durante los therbligs colocar en posición y soltar. Para aprovechar plenamente el impulso desarrollado, deben diseñarse los sitios de trabajo de manera que la pieza terminada pueda soltarse en una zona o área de entrega, mientras las manos van en camino de tomar otras piezas o herramientas antes de comenzar el siguiente ciclo de trabajo. Esto permite a las manos ejecutar los alcances aprovechando el impulso desarrollado y ayuda a ejecutar el therblig más fácil y rápidamente.

Estudios detallados han demostrado concluyentemente que tanto el alcanzar como el mover se efectúan con más rapidez si una mano está en movimiento al empezar un therblig.

4ª - Ley.- Los movimientos continuos en línea curva son preferibles a los realizables en línea recta con cambios de dirección repentinos y bruscos.

Esta ley se demuestra fácilmente moviendo una mano siguiendo un perfil rectangular y moviéndola luego en forma de un círculo

Estación de trabajo ideal que permite al operario ensamblar dos productos utilizando una serie de movimientos simétricos realizados simultáneamente alejándose y acercándose respecto al centro del cuerpo.



General Electric Co.

que tenga aproximadamente la misma magnitud. Es evidente el mayor tiempo necesario para hacer los cambios bruscos de dirección a 90°. Para llevar a cabo un cambio de dirección, la mano tiene que desacelerar, luego cambiar su dirección de movimiento y volver a acelerarse hasta el momento de otra desaceleración antes de ejecutar el siguiente cambio de dirección. Por lo contrario, los movimientos continuos en línea curva no requieren desaceleración y, por consiguiente, pueden ejecutarse con mayor rapidez por unidades de distancia.

5ª - Ley.- Debe emplearse el menor número posible de divisiones básicas de trabajo y estas deben limitarse a las de las clasificaciones del orden más bajo posible.

Para darse cuenta cabal de la importancia de esta ley fundamental de la economía de movimientos, es necesario, primero, poder identificar las diversas clases de movimientos.

3.5. CARTAS DE PROCESO DEL OPERARIO

La carta de Proceso del Operario es una representación gráfica de los movimientos correspondientes de las manos izquierda y derecha. Su construcción puede que no se justifique económicamente para cada operación por el tiempo y los detalles que requiere, pero, cuando se justifica, presenta una reproducción detallada de la operación describe los movimientos de las manos en términos de divisiones básicas de trabajo. La información para preparar una tabla de proceso del operario, puede ser objetada por observación y visualización de una operación, o de una película. La figura (Nº 13), muestra parte de una tabla de proceso sencilla a base de observaciones.

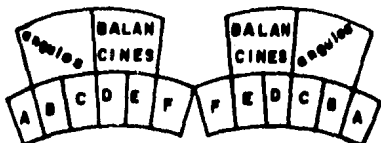
Los círculos pequeños indican el fin de una división de trabajo y el principio de la que sigue.

La línea vertical que une los círculos, representa el tiempo empleado para realizar el movimiento. Estas líneas no están dibujadas a escala son simplemente líneas representativas de movimientos. Por ejemplo una línea que indica un movimiento de 30 cm. de longitud será más o menos el doble de largo que aquella que indica un movimiento de 15 cm. cuando los datos para la construcción de una carta han sido tomados de una película, es fácil determinar el tiempo exacto de --

FIG-13

CARTA DE PROCESOS DEL OPERARIO

INTERRUPTOR LIMITADOR



MANO IZQUIERDA

TORNILLOS ENSAM

TORNILLOS ENSAM

MANO DERECHA

cada movimiento contando el número de cuadros. En esta forma podrán - hacerse las líneas a escala.

Cuando se tienen los datos completos de una carta de ope rario, las líneas verticales que representan las diez divisiones básicas de trabajo inefectivo se marcan con rojo, para destacarlos y poner especial atención en ellas.

Carta de análisis fílmico en la figura (N°14), esta car ta tiene la ventaja de ser más detallada que la que se hace por simple observación, sin embargo, los principios básicos de ambas son similares.

Las diferencias más sobresalientes en las dos formas, es que la que se usa para análisis fílmico tiene una columna para cada ma no en la que aparecen las series de movimientos clasificados. De este modo, las clases de movimiento que requiere cada operación se puede -- indicar llenando el cuadro correspondiente en cada columna, como se in dica en la figura (N°14). Este llenado deberá hacerse con lápiz rojo- para los 10 elementos básicos inefectivos y con negro para los 8 efec- tivos.

El presentar los resultados de un análisis en esta for-- ma, es muy conveniente cuando se trata de usar la carta en el desarro- llo de mejoras de método.

4.- DISTRIBUCION DE PLANTA

4.1. INTRODUCCION

La distribución de planta es la técnica de ingeniería industrial que estudia la colocación física ordenada de los medios industriales, tales -- como maquinaria, equipo, trabajadores, espacios requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje, además el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares, etc. con el fin de obtener una unidad funcional y los beneficios correspondientes.

4.2.- OBJETIVOS DE UNA DISTRIBUCION DE PLANTA

La distribución en planta aspira a lograr una disposición del equipo y -- área de trabajo que sea la más económica para la operación que se destina, pero, sin embargo, segura y satisfactoria para los empleados; una -- disposición productiva de personal, materiales, maquinaria y servicios -- auxiliares que llegue a fabricar un producto a un costo bajo para venderlo con beneficio en un mercado de competencia.

Más específicamente, los objetivos básicos de la labor de hacer una distribución en planta incluyen:

- Reducción del riesgo para la salud e incremento de la seguridad -- de los trabajadores.
- Mejorar la moral y satisfacción del trabajador
- Incrementar la producción
- Disminuir los retrasos en la producción
- Optimización en la utilización del espacio para las distintas áreas.
- Maximizar la utilización de la maquinaria, mano de obra y/o de los servicios.
- Reducir el material en proceso
- Disminuir el tiempo de fabricación
- Reducir el trabajo administrativo e indirecto general
- Lograr una supervisión más fácil y efectiva.

- Disminuir el congestionamiento de materiales
- Reducir el riesgo del material y su calidad
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios requeridos

4.3.- PRINCIPIOS DE UNA DISTRIBUCION DE PLANTA

- Principio de la Interacción Total:
Es aquel que integra a los hombres, materiales, equipo, servicios y demás actividades auxiliares, de tal manera que resulte la mejor ordenación.
- Principio de la Mínima Distancia:
Es aquel que permite mover el material, el mínimo de distancia entre los diferentes puntos de trabajo.
- Principio de Recorrido:
Es aquel que dispone del área de trabajo para cada operación ó proceso en el mismo orden en que se forman, se trata ó se montan los materiales.
- Principio del Espacio Cúbico:
Es aquel que aprovecha todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontalmente.
- Principio de Satisfacción y Seguridad:
Es aquel que hace el trabajo satisfactorio y seguro para los trabajadores.
- Principio de la Flexibilidad:
Es aquel que puede ajustar y ordenar con el mínimo de inconvenientes y al costo más bajo.

4.4.- TIPO DE PROBLEMAS DE DISTRIBUCION DE PLANTA.

- Proyecto de una planta completamente nueva
- Traslado ó expansión a una planta existente
- Redistribución de una planta existente
- Ajustes menores en plantas ya existentes

4.5.- DIFERENTES TIPOS DE DISTRIBUCION

Hay un número ilimitado de posibles distribuciones, pero se pueden clasificar en varias categorías si se consideran:

- Bajo el punto de vista del tipo de industria
- Bajo el punto de vista de organización de la producción

A). DISTRIBUCION SEGUN EL TIPO DE INDUSTRIA

En cada industria, el ciclo de la producción lógicamente condiciona la distribución. Se puede distinguir:

1. INDUSTRIAS MONOLINEALES

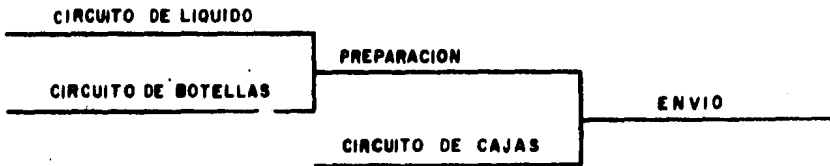
La fabricación se hace a lo largo de un circuito único, siempre el mismo, que sucesivamente es recorrido por todos los productos.

Este es el caso de las industrias que transforman una materia prima o que tratan un conjunto de ellas para llegar a obtener un producto único. ejemplos: fábrica de harinas, de cemento, de laminados, etc.

2. INDUSTRIAS SINTETICAS O CONVERGENTES

En estas industrias, las materias primas y los productos semiacabados, llegan de diversas procedencias y convergen en la línea final de producción.

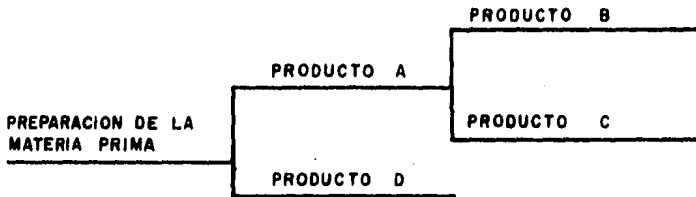
Ejemplos: Fabricación en serie de aparatos de radio, montaje de automóviles, plantas embotelladoras, etc.



3. INDUSTRIAS ANALITICAS O DIVERGENTES

En estas industrias, se parte de una materia prima que, en el curso del tratamiento, diverge en diferentes líneas particulares de fabricación, dando cada una un producto diferente.

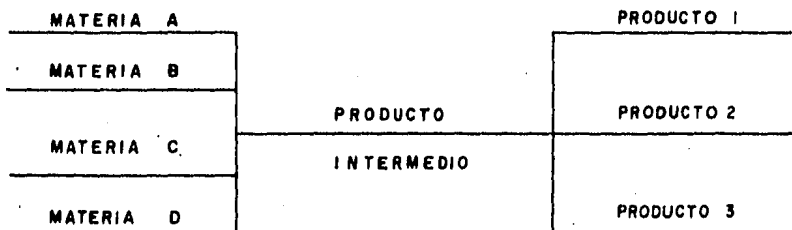
Este es el caso de muchas industrias químicas y, particularmente, - de la destilerías.



4.- LAS INDUSTRIAS CONVERGENTES-DIVERGENTES

En estas industrias se parte de un cierto número de materias primas para hacer un producto intermedio que a continuación diverge en varias - líneas de fabricación dando finalmente unos productos terminados diferentes.

En este caso los artículos cuya fabricación es convergente, pero, - que finalmente reciben un acabado o acondicionamiento diferente; por --- ejemplo: las chocolateras.



B). DISTRIBUCION SEGUN LA ORGANIZACION DE LA PRODUCCION

1. DISTRIBUCION FUNCIONAL

Los puestos de trabajo se agrupan por el tipo de actividad,

Ventajas: mejor carga de las máquinas, regularidad de funcionamiento, facilidad de encuadramiento y gestión del personal.

Inconvenientes: administración pesada, planificación más difícil, mayor cantidad de trabajos en curso, plazos de ejecución más largos, manipulaciones y enlaces más complicados.

Ejemplos: mecánica en general (ajuste, torneado, fresado), fábrica textil integrada (hilado, tejido, teñido, estampado).

2. DISTRIBUCION EN CADENA

Los puestos de trabajo se colocan uno junto al otro siguiendo el orden en que efectúan las operaciones.

Ventajas: reducción de los trabajos en curso y de los plazos, planificación sencilla.

Inconvenientes: necesidad de tener grandes series equilibrio más difícil de los puestos de trabajo, planificación más rígida.

Eventualmente se puede trabajar en cadena con una distribución funcional mediante un transportador aéreo que comunique entre si los puestos.

3. PRODUCCION EN LINEA

Solución de compromiso que permite beneficiar los trabajos unitarios o de pequeñas series con las ventajas del trabajo en cadena; los puestos de trabajo están colocados en cadena, cada cadena esta destinada a la ejecución de una serie de trabajos diversos pero análogos.

Esta solución supone la clasificación previa de las diversas piezas en familias antes de ser fabricadas en el taller.

En cada familia, todas las piezas sufren inicialmente las mismas operaciones en el mismo orden, por ejemplo: torneado, fresado, taladrado, -rectificado.

Eventualmente, una de las operaciones puede ser suprimida en ciertas piezas.

La puesta a punto de una organización de este tipo supone el empleo de utillajes que puedan ser cambiados con rapidez (útiles normalizados)

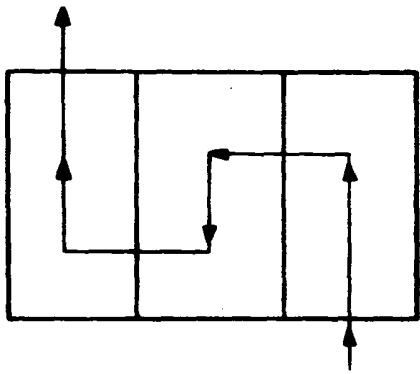
4. PRODUCCION EN PUESTO FIJO

En el caso de fabricaciones muy pesadas y engorrosas, a partir de un cierto estado de avance, el producto queda en un desplazamiento invariable. Son los materiales los que convergen hacia la pieza principal y las mismas máquinas se desplazan hacia ella.

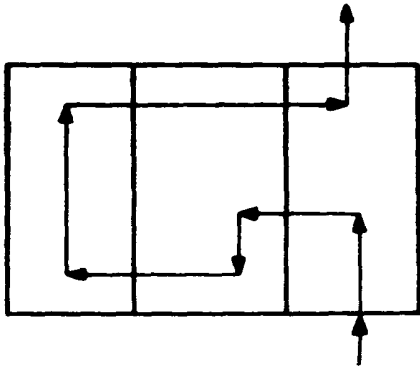
Ejemplo: grandes construcciones de caldería, construcciones navales, edificios.

5. LINEA DE MONTAJE EN PUESTOS FIJOS.

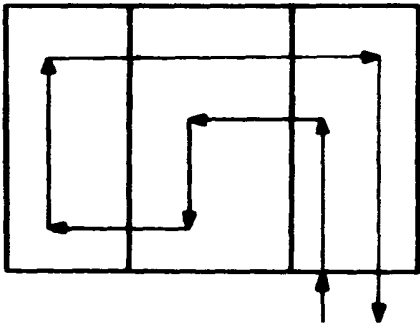
En cierto aspecto, es lo contrario del montaje en cadena. Las piezas principales de los productos a montar (bastidor de máquina por ejemplo) se disponen en línea una junto a otra. Las otras piezas convergen hacia estas piezas principales. Los obreros son los que desplazan de un sitio para hacer, en cada uno de ellos, las operaciones que son de su -- competencia.



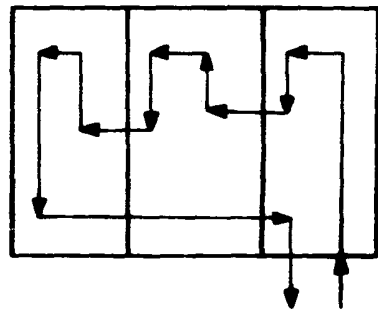
(a)



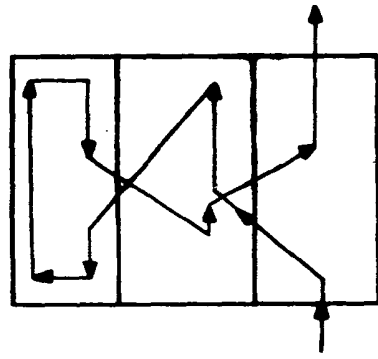
(b)



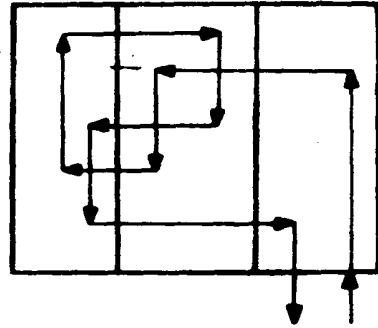
(c)



(d)



(e)



(f)

FIGURA B. - Tipos de flujo/vertical en una planta de 3 pisos

4.6.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DISTRIBUCION DE PLANTA

A continuación se presentan los factores, que integrados, contribuyen a distribuciones óptimas de planta

1. MATERIAL

El factor más importante en Plant Layout es el material. Esto incluye las siguientes características

Materia prima

Material en Proceso

Producto Terminado

Empaque y Envío de Material

Rechazos, Material a Corregir o volver a trabajar

Material Reclamable

Desechos, Desperdicios y Basura

Material de Empacado

Materiales de mantenimiento y otros servicios

Las consideraciones que afectan el factor material son:

a) Diseño y especificación del producto

Para una producción efectiva debe de diseñarse el producto de tal forma que sea fácil de hacer. La calidad debe estar de acuerdo con el propósito o fin del producto.

b) Características físicas o químicas del material

Las consideraciones bajo este factor son: Tamaño habrá diferencia si es una fábrica de juguetes ensamblados, si lo es de carros; Forma, afectará dependiendo de lo compacto. Ejemplo: La diferencia entre una fábrica de locomotoras y una de aviones de pasajeros, el peso del artículo afecta, pues en base a eso diferirán o no los almacenes. la resistencia de pesos, etc. la condición del material, si es sólido o líquido, quebradizo, duro ó flexible, etc. y características especiales, ya sea por ser muy delicados, volátiles, tóxicos o explosivos.

c) Las partes componentes o materiales y como irán juntos

La secuencia u otra en el cual ocurrían las operaciones de la base para un Layout de ensamble. Puede dictar el arreglo de las áreas de trabajo y equipo, la relación entre los departamentos y la localización de las áreas de servicio. Cambiando la secuencia o moviendo algunas operaciones en los subensam--bles puede cambiar el Layout. La división de ensambles mayores o grupos, en subensambles y materiales componentes es ---escencial en un trabajo de un Layout de ensamble.

2.- MAQUINARIA

Es el segundo en importancia y las características principales de el factor maquinaria son:

Maquinaria de Producción

Equipo de Proceso o Tratado

Equipo Auxiliar

Herramientas: Moldes, Formas Plantillas

Maquinaria de Mediciones y Pruebas

Herramientas Manuales de Potencia (eléctricas, etc.ejemplo: taladros)

Canales de Control (en bandas o equipo seleccionador ejemplo: caso de clasificación de naranjas)

Maquinaria de Repuesto

Maquinaria para mantenimiento y otros servicios.

La lista de consideraciones bajo el factor maquinaria incluye:

a) **Método o proceso:** Los métodos de producción son la esencia de un Layout físico, pues determina la forma de arreglar el - equipo y maquinaria.

b) **Maquinaria, Herramienta y Equipo:** Los puntos a considerar en el proceso de selección de maquinaria y de equipo son:

Volumen o capacidad de la maquinaria

Calidad de producto que saca la máquina

Costo inicial (e instalación)

Costo de mantenimiento o servicio

Costo de operación

Espacio requerido

Confiabilidad

Disponibilidad

Cantidad y clase de operarios que requiere

Peligros a los hombres y materiales

El tiempo para llegar a la obsolescencia

Facilidad de reemplazo

Alteración del ambiente (ruido, olores, temperatura, etc.)

Restricciones legales

Conexiones con maquinaria y equipo existente

Requerimientos de servicios especiales

En cuanto a herramientas y equipo se debe tratar de que sea estándar, pues facilita el trabajo de Plant Layout. El tamaño y forma óptima de las unidades estándar varían para cada planta, con las especificaciones de materiales, áreas aisladas y espacio disponible.

c) Utilización de Maquinarias: Balanceo de operaciones y uno de los objetivos de un buen Layout es una efectiva utilización de maquinaria, de tal forma que se use toda su capacidad. Existen algunos métodos de balanceo de líneas de producción. La mayoría involucran ajustar el tiempo del hombre.

d) Requerimientos de Maquinaria: Espacio, forma y altura. En el trabajo de un Plat Layout se pretende un arreglo que dé un funcionamiento óptimo. Pero algunos procesos requieren, pesos muy fuertes; requerimientos de proceso, algunos procesos requieren condiciones especiales, de clima (computadoras), pureza de aire, sistemas de refrigeración para el equipo, etc.

3.-HOMBRE

Como un elemento de producción, el hombre es más flexible que el material o maquinaria.

Las características que involucran este factor son:

Operadores de proceso

Grupo de líderes y sobrecargos

Supervisores

Ejecutivos de línea

Personal de actividades indirectas o auxiliares de producción:

Almacenista
Compradores
Espeditadores o embarque
Ingenieros o Técnicos de proceso
Asesores
Inspectores de calidad
Hombres de mantenimiento
Hombres de Limpieza
Personal de Oficina
Personal de producción, guardias, bomberos, etc.
Personal de entrenamiento
Personal de comedor
Ejecutivos de Staff

Las condiciones bajo el factor hombre son:

a) Seguridad y Condiciones de Trabajo.

La seguridad de los trabajadores y el resto del personal debe considerarse en cada Layout. Objetivos de seguridad específica son:

Pisos libres de obstáculos, pero no resbaladizo.

Trabajadores no colocados cerca de partes móviles o equipo -- sin resguardos y otros peligros. Trabajadores no colocados -- sobre o bajo partes peligrosas.

Salidas adecuadas y claras salidas de emergencia.

Extintidores a la mano

Aislar o especificar áreas de trabajo, de equipo o material movil de formas peligrosas.

Condiciones de trabajo:

El Layout debe de ser confortable para el personal. Esto involucra luz, ventilación y temperatura adecuadas, así como evitar ruidos, malos olores y vibración (se relacionan con el -- factor de edificio que se verá después).

b) Requerimientos Favorables

Saber el tipo de trabajadores que se necesita, pues dependiendo del Layout será la experiencia de especialización necesaria de . . .

la gente; además el número de trabajadores y de turnos pues - hay problemas en un Layout causados por turnos irregulares.

c) Utilización del Hombre

Una buena distribución o Layout del área de trabajo se basa-- en principios de movimientos.

Las operaciones deben estar balanceadas, hay varias formas de alcanzar ésta. Los datos esenciales para alcanzar un buen - balance antes de que empiece la producción son:

La cantidad de producción deseada por unidad

Las operaciones necesarias y su secuencia.

Tiempos elementales para cada operación

4. MOVIMIENTO

Este factor es esencial después de los tres elementos básicos de producción, material, maquinaria y hombre. Muchos ingenieros -- creen que el material menos manipulado es el mejor manipulado. O sea éste concepto dice: mover el material lo menos posible de -- acuerdo con los otros factores de producción y con los requeri-- mientos de producción

Características físicas de el factor movimiento o manejo inclu-- yen el siguiente equipo:

Tolvas o conductos inclinados y vías o canaletas

Transportadores de rodillos, bandas, etc.

Monorrieles

Elevadores

Equipo posicionador en almacenes

Vehículos industriales remolques, tractores, trenes, levantacar-- gas, etc.

Vehículos de motor de autovías a carretera

Medio acuoso por barcos, lanchas, canales, etc.

Transportación por aire

Recipientes que transportan material también pueden considerarse.

Las consideraciones bajo este factor se agrupan de la siguiente - manera:

a) Flujo de la Trayectoria a Ruta

El establecimiento de la ruta por donde han de moverse el material y los elementos, es fundamental. En la determinación de una trayectoria de flujo de material, debe considerarse la secuencia de las operaciones. Si no es posible hacer una ruta integral de la planta, entonces se tratará de ir completando el flujo por partes del proceso o grupo de partes o por departamentos y después de tratar de integrar.

Se debe tener presente la forma en que llegan los materiales - si por carretera, tren, río, mar o aire, o sea definir el acceso de la planta. Lo mismo que para la salida de los productos. Ver la forma en que los materiales de servicio serán -- movidos, ejemplo: el agua, aceite, grasa, gas, etc. Así como: las partes del artículo o producto, las máquinas y herramientas que intervienen en el proceso y las rutas o flujo de los trabajadores de línea y de los trabajadores de supervisión, - mantenimiento y limpieza.

b) Reducción de Manipulaciones Innecesarias y Atieconómicas.

Cuando se quiere hacer una trayectoria de flujo efectivo, se tratará de arreglar el equipo de tal forma, que en cuanto una operación termine, la pieza esté lista para la siguiente operación en la máquina correspondiente.

c) Espacio para Movimiento

Otra característica a considerar es, el asignar el espacio suficiente para los movimientos dentro y fuera del edificio.

d) Análisis de Manejo de Materiales

Los factores básicos a analizar son:

Primeros:

Adecuada identificación del material

Condición y especificación

Cantidad involucrada

La ruta o puntos entre los que tiene que moverse

Segundos:

Recipientes disponibles

Equipo disponible
Condiciones de la ruta o rutas alternativas
Frecuencia, regularidad o requerimientos de sincronización de cada movimiento
Requerimientos de velocidad
Velocidades de trabajo
Restricciones por reglas o descripciones de trabajo
Costos de equipo y espacio

d) Equipo de Manejo de Materiales

Para una selección de equipo se pueden ver los siguientes puntos:

Costo de equipo y su instalación completa
Costo de Operación
Costo de Mantenimiento
Rehabilidad o capacidad para hacer el trabajo específico
Versatilidad de uso
Aspectos de seguridad para el operador, material y otros.
Efecto sobre las condiciones de trabajo.

5. ESPERA

En cuanto un material está parado, ocurren esperas y éstas cuestan dinero. Los costos principales de espera son:

Costo de manejo de materiales que vienen de y van al punto de espera
Costo de manejo en el área de espera
Costo de mantener en los vehículos de carga, el material de espera.
Costos de espacio y gastos generales de carga
Costo de protección al material de espera.
Costo de los recipientes o equipo de manejo

Cuando el material se lleva a un lugar especial para materiales de espera, se le llama almacenaje; cuando un material espera en el área de producción y no continúa inmediatamente a la siguiente operación se llama demora.

Las características bajo éste factor son:

Area para material de entrada

Almacén de materia prima o material comprado

Demoras entre operaciones

Almacenamiento de productos o materiales de salida

Areas de almacenamiento para suministros, artículos buenos -
regresados, material de empaque, material de rechazo, sumi--
nistros de mantenimiento, material mostrado

Areas de almacenamiento para herramientas, máquinas y equipo
inactivo u ocioso, recipientes vacíos, equipo extra usado en
el manejo de forma intermitente.

Condiciones que afectan un Layout concernientes a el factor espe-
ra son:

a) Localización de Almacenes y Puntos de Demora

Fuerte y seguro

Capacidad suficiente

Protección de los recipientes contra daños deterioración

Rápida y precisa identificación de material.

Rápido conteo de lo contenido

Ajustable

Movible

6. SERVICIO

La palabra servicio tiene muchos significados en la industria. Pa
ra los propósitos de un Layout, los servicios de una planta son -
las actividades, facilidades o medios y personal que sirve a pro-
ducción. Los servicios soportan y ~~mantienen~~ en operación a hom-
bres, materiales y maquinaria productivos.

Las características de servicio son:

a) Servicios Relacionados con el Hombre

Acceso: o sea, la facilidad de traslado de un hombre desde el-
área de estacionamiento de carros, hasta pasillos, elevadores-
demás vías de movimiento humano.

Facilidades a empleados, una lista que seguido se desprecia y-
puede usarse en los planes de Layouts completas son:

Area de estacionamiento

Baños y sanitarios, áreas para fumar, salas de espera

Facilidades de tratamiento y exámenes médicos.

Fuentes de bebida, cafetería.

Teléfonos y conmutador

Biblioteca

Oficinas de créditos y arreglos de pagos

Oficinas para el personal que dirige, supervisa o trabaja en producción.

b) Servicios Relacionados a Materiales

Calidad: Localizar puntos lógicos para llevar a cabo inspecciones.

Control de Producción: Afecta totalmente a las dimensiones del Layout, dependiendo de lo balanceado de las operaciones, el tamaño o lote de trabajo. etc.

c) Servicios Relaciones a Maquinaria

Mantenimiento: Este departamento requiere espacio especial, además que tenga espacio para acceso a máquinas, motores - bombas y otros equipos de servicio.

Distribución de líneas de servicios auxiliares: Es otra característica que puede afectar totalmente el Layout.

Los siguientes artículos o materiales estan normalmente -- involucrados: agua, electricidad para el proceso e iluminación, vapor para el proceso y calentamiento, aire comprimido o vacío, aceite de lubricación, líneas de gas, petróleo o gasolina, otros líquidos.

Para cada uno de ellos puede haber equipos y sistemas especiales de transporte o condición. Muchos de ellos convienen que sus líneas estén distribuidas entre dos techos espaciados.

7. EDIFICIO

Los detalles de un Layout no pueden determinarse, hasta que el edificio esté diseñado.

Se hace énfasis en construir la planta en forma rectangular de --
tal manera se puede ir ampliando rectangularmente por los lados o
longitudinalmente. La figura No. 16 muestra una planeación de la-
expansión rectangular de una planta.

Se usa una construcción cuadrada cuando hay:

- Frecuentes cambios en el diseño del producto
- Frecuentes modificaciones en el proceso
- Frecuentes rearrreglos del Layout
- Restricciones en materiales de construcción, o ahorro de-
seado en cantidad de materiales usados.

Se usan otras formas de edificio cuando hay: Limitaciones fisi--
cas de tierra.

Las líneas de propiedad tienen ángulos curiosos.

Restricciones por formas que evitan ruedas, vibraciones, polvo, -
colores, etc.

Edificios que no son parte de producción.

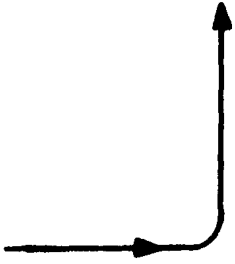
d) Características Varias

Otras características que entran en un Layout y que es conve--
niente someterlas a sus respectivos análisis son: Sótanos o -
desniveles, ventanas (influyen en iluminación, costo de mate--
riales, requisitos de temperatura, etc.); pisos (que sean fuer-
tes, baratos, fáciles de instalar, de uso rápido, atractivos,-
eviten vibraciones, etc.) tejados y techos (influyen en ilumi-
nación, pueden estar diseñados para cumplir objetivos de pro--
ducción, ejemplo, el instalar un monoriel en la parte central-
del techo, o que proporcionen iluminación natural, etc) paredes
se usan actualmente para aislar oficinas y almacenes, evitar-
contaminación, etc.

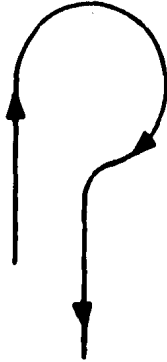
Las paredes pueden ser móviles o fácilmente cambiadas; las co-
lumnas tienen el objeto de servir de sostén al edificio, pla--
taformas o estructuras y a la vez causan dos problemas básii-
cos.:

- a) Tienden a continuar en una trayectoria el flujo de elementos
- b) La colocación o localización de ellas limita la colocación-
de los servicios, principalmente equipos muy largos.

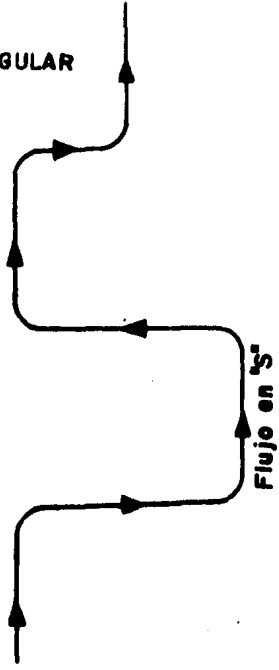
DIAGRAMAS DE FLUJO DE UNA PLANEACION RECTANGULAR



b) Flujo en "L"



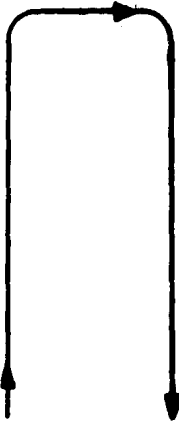
d) Flujo circular o en "O"



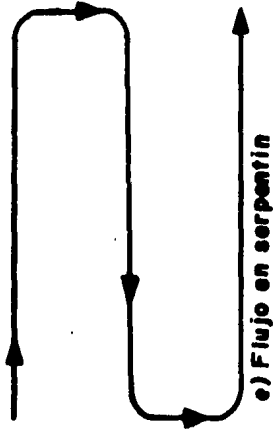
Flujo en "S"



e) Flujo en línea recta



c) Flujo en "U"



e) Flujo en serpentin

Las características del factor construcción, que son mayormente involucradas en un problema de Layout son:

a) Uso Especial o General del Edificio

Edificios especiales generalmente son más caros y menos negociables. Un edificio de diseño general es más adaptable a diferentes propósitos.

Esto significa que se debe usar un edificio especial sólo cuando es necesario. Esta decisión puede probarse revisando la lista siguiente:

Use una construcción de uso general o de múltiples propósitos cuando los siguientes hechos son importantes.

Costo inicial

Posibilidades de venderlo más tarde debido a:

Ganancias

Haber encontrado una mejor localización

Hipoteca

Frecuencia de cambios en:

Productos

Materiales

Maquinaria y equipo

Proceso o métodos

b) Construcción de uno o varios pisos

La construcción de una sola planta es probable que incluya sótano y se usan cuando existen las siguientes condiciones:

El producto es largo y pesado

El peso del equipo causa cargas altas al piso.

Cuando se necesita un largo y/o un espacio más o menos libre de obstáculos.

Cuando el costo del terreno es bajo

Cuando se tiene terreno disponible para expansión

Cuando el producto no se adapta a usar la gravedad

El tiempo de construcción es limitado

Cuando se anticipan frecuentes cambios en Layout

c) Forma del Edificio

Las características externas son importantes en cualquier Layout que involucran expansión de edificio o un Layout con más de un edificio. Líneas o vías de ferrocarril, caminos canales y edificios exteriores pueden alterar o limitar el Layout o éstos tienen que modificarse de ser necesario.

8. CAMBIO

Podemos estar seguros de una cosa: Las condiciones cambian y esos cambios pueden afectar en menor o mayor grado el Plant Layout. En un proyecto de Plant Layout se incluyen las siguientes reglas:

- Identificar y admitir la incertidumbre
- Definir los límites razonables y sus efectos el Layout.
- Diseñar el Layout con una flexibilidad suficiente para operar dentro de esos límites.

Varias de las consideraciones bajo el factor cambio incluyen

Cambios en Materiales: Como diseño del producto, materiales, variedad, demanda (es de los más serios).

Cambios de Maquinaria: Métodos y procesos

Cambios en Hombre: Horas de trabajo, organización o supervisión.

Cambio de actividades de apoyo o soporte: Manejo de materiales, almacenamiento, servicio, edificio, etc.

En cada Layout a planear se debe revisar una lista de cada cambio conocido o que se prevee. Definir los límites potenciales de cambio. Finalmente se podrá planear un Layout posibilidades prácticas.

Flexibilidad del Layout

Significa la facilidad para cambiar el Layout a algún arreglo o distribución. Aquí entran:

- Equipo y maquinaria móviles o movibles.
- Distribución accesible y flexible de las líneas de servicio.

- Equipo estandarizado
- Disponer de Técnicas ó planes de cambio o rearrreglos.
- La construcción debe tener flexibilidad, paredes y columnas, forma, etc.

Adaptabilidad y Versatilidad del Layout.

Un buen Layout puede encontrarse emergencias y variaciones de la operación normal sin tener que ser rearrreglado, a eso se le llama adaptabilidad. Se puede asegurar adaptabilidad:

- Proveyendo equipo de empleo ocasional
- Determinando rutas alternativas
- Estableciendo amortiguadores (puestos extras) o depósitos que pueden sacarse en turnos extras u horas extras.

Versatilidad en un Layout es medida por la habilidad para manejar una variedad de productos y/o cantidades.

La versatilidad en un Layout depende de dos características adicionales.

- Versatilidad de maquinaria, herramientas y equipo, para manejar fluctuaciones en variedad y cantidad.
- La habilidad de supervisión para adaptar o ajustar las condiciones de operación.

Expansión

Involucra el desarrollo global de las propiedades de la compañía y el incremento de la capacidad de una determinada operación, departamento o área. Para un incremento de capacidad en una operación determinada hay varias posibilidades, aumentando el número de pisos del edificio, adicionados otra parte, utilizando áreas de almacenamiento las cuales se pueden ocupar otros lugares, en fin haciendo una planeación.

Conclusión

Es necesario investigar los factores que más influyen el Layout. Como una medida práctica, el hombre que va a construir un Layout necesita una lista conveniente de todas las características que pueden estar involucradas y de todas las consideraciones que pueden afectarlo.

4.7.- METODO DE TRABAJO PARA EL ESTUDIO DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA

Una vez que el problema este bien planteado, el estudio de la - distribución en una planta lleva consigo tres fases clásicas de cual quier estudio.

1. Fase del análisis: se reúnen todas las informaciones disponibles sobre el problema a resolver.
2. Fase de síntesis: se buscan las diversas soluciones posibles
3. Fase de elección: se comparan las soluciones para determinar cuál es la mejor de ellas.

A) Análisis

Ante todo hay que reunir toda la documentación necesaria para - plantear con exactitud el problema; (fig. No. 17)

- Nomenclatura de los artículos a fabricar o a almacenar (materias primas, piezas de recambio, productos semielaborados, productos acabados, desechos, etc.)
- Gama de operaciones con los tiempos de cada operación (tiempos de montaje, de ajuste de preparación, de evacuación, etc.)
- Características de las máquinas previstas (tamaño, peso y equipo)
- Características técnicas
- Programa de fabricación de almacenaje y de envío
- Variaciones previsibles de este programa en el futuro

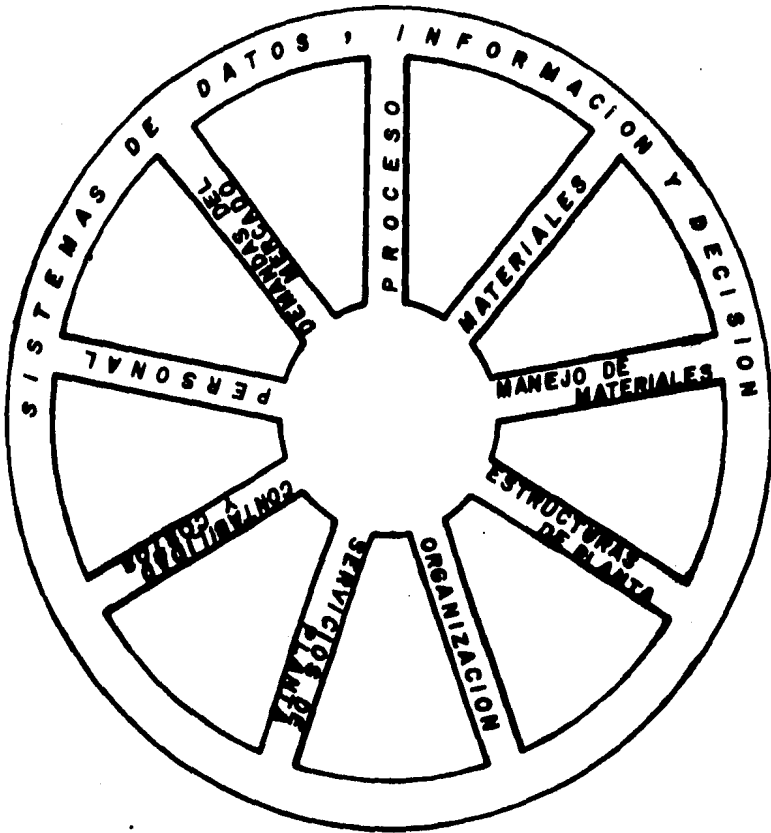
Si en el local en el que debe hacer la distribución existe, conseguir:

- El plano de los locales y de las instalaciones existentes con indicación de las alturas libres
- La carga máxima de las plantas

Si se trata de una redistribución y la actividad existe actualmente - se debe obtener:

- Inventario de los stocks y de los trabajos en curso (volumen, peso)
- Inventario del material (tamaño, peso y utilaje)
- Volumen de entradas y salidas
- Gráficos de análisis general

(LA DISTRIBUCION FISICA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL)



- Gráficos de circulación
- Carga de las máquinas
- Análisis por observaciones instantáneas
- Lista de personal

B) Búsqueda de soluciones

La primera tarea, dejando aparte todas las características específicas del local, consiste en definir en tablas o en gráficos los desplazamientos de los materiales a lo largo del ciclo de fabricación de los diversos productos.

Para cada producto hay que partir de la recepción de las materias primas, a la entrada, en el almacén que les está destinado, para concluir en el envío de los productos acabados.

Se señalan sucesivamente en el orden que se presenta:

- Los almacenajes iniciales y finales
- Las operaciones sucesivas en los diversos puestos de trabajo
- Los almacenajes eventuales intermedios entre los puestos de trabajo o en los almacenes temporales.

Para cada puesto de trabajo se indica:

- El utilaje necesario
- El espacio que ocupa
- La potencia a preever
- El personal
- La producción media y máxima

Para cada lugar de almacenaje se indica:

- La cantidad a almacenar
- Los pesos correspondientes
- El volumen correspondiente

Para cada recorrido de un punto a otro se indica:

- La cantidad a desplazar por hora o por día
- El peso y el volumen correspondiente
- La frecuencia de los movimientos

Ahora se trata de disponer los distintos puestos de trabajo en busca de la solución más satisfactoria, teniendo en cuenta los diversos aspectos del problema.

Pensar en la posibilidad de hacer manejar varias máquinas al mismo obrero o al mismo equipo y distribuirlos en consecuencia.

Pensar que en cada puesto de trabajo se pueden almacenar materiales en espera y piezas terminadas

Preever pasos y salidas suficientemente anchos, pero no extenderse más allá de lo que sea necesario.

Preever las posibilidades de ampliación

Reducir al mínimo el circuito de materiales y los desplazamientos de personas.

Evitar los cuellos de botella

Equilibrar las cargas de trabajo de puestos sucesivos si se les organiza en línea o en cadena.

4.8.- Cálculo de las superficies de distribución

Se debe a P.F. Guerchet un método de cálculo de superficies de distribución.

Para cada elemento a distribuir, la superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales;

- Superficie estática, S_s : es la superficie correspondiente a los muebles, máquinas e instalaciones.
- Superficie de Gravitación, S_g : es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el obrero y por el material acopiado para las operaciones en curso. Esta superficie se obtiene, para cada elemento, multiplicando la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

$$S_g = S_s \times N$$

- Superficie de evolución, S_e : es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos de personal y para la manutención.

$$S_e = (S_s + S_g) (K)$$

K es un coeficiente que puede variar desde 0.05 a 3; se calcula como una relación entre:

Las dimensiones de los hombres u objetos desplazados por una parte.

Por otra parte, el doble de las cotas, medias de muebles o máquinas entre las cuales estos se desenvuelven.

He aquí algunos valores de K que han sido obtenidos en casos -- particulares.

Gran industria, alimentación y evacuación mediante grúa puente	0.05 a 0.15
Trabajo en cadena con transportador mecánico.....	0.10 a 0.25
Textil-Hilado.....	0.05 a 0.25
Relojería y joyería.....	0.75 a 1
Pequeña mecánica.....	1.50 a 2
Industria Mecánica.....	2 a 3

Para el cálculo de las superficies hay que asignar los stoks, -- bien sean en almacén o en taller, no se considera la superficie de -- gravitación, sino únicamente la superficie estática y de evolución.

Normalmente, la superficie ocupada por las piezas o los materia les acopiados junto a un puesto de trabajo para la operación en curso no da lugar a una asignación complementaria, ya que está comprendida en las superficies de gravitación y de evolución.

4.9. LA INSTALACION DE PLANTA

Normalmente se incluye en la información necesaria del equipo y maquinaria a instalar, o del equipo existente que debe moverse o cambiarse de sitio.

Un Programa de Movimientos

Una hoja de especificaciones que indique como debe desconectarse, moverse o elevarse cada máquina. Una copia de la distribución, dibujo o fotografía, explicando los detalles de las nuevas posiciones:

- 1.- La distribución planeada se muestra en negro en el diagrama que se remite al departamento de ingeniería. Este debe señalar las posiciones existentes (rayadas) de las máquinas que hay que situar, muestra la ruta a seguir y todas las posiciones intermedias (rayado de trazos).
- 2.- El superintendente de planta edita la lista de movimientos a realizar, en ella se indica lo que debe hacerse, pero no como.
- 3.- La orden de traslado indica como y en que secuencia deben hacerse los movimientos indicados en la distribución propuesta.

4.10. ETAPAS EN LA INSTALACION DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA

Para una eficaz instalación de la distribución se recomiendan siete etapas, las cuales incluyen: Planeamiento, Acopio, Preparación, Traslado, Instalación, Puesta en Marcha y Limpieza.

PLANEAMIENTO

1. Empezar con tiempo el planeamiento. Un buen planeamiento adelantado ahorra tiempo durante las etapas de acción rápida
2. Determinar la secuencia de operaciones, pasando los problemas prácticos de las mismas
3. Hacer un inventario de todas las cosas que hay que volver a situar. Obtener del balance la ordenación de ellas.

4. Programar los movimientos en detalle. Preparar una tabla - de tiempos con fechas específicas y tiempos.
5. Asignar un número de movimiento a cada partida, marcándolo en la hoja inventario y comprobarlo con el rótulo de la máquina.

ACOPIO

1. Considerar el posible empleo de contratistas de instalación y traslados y obtener ofertas de varios de ellos.
2. Disponer de la ayuda adecuada. Preparar hombres - clave en cada departamento o área en que haya de trabajarse.
3. Lograr un amplio equipo de traslado. Considerar la utilidad de alquilar equipo para ayudar en el traslado o para -- mantener la marcha de la producción durante la instalación.
4. Preever buenas comunicaciones. Disponer de teléfonos y personal en ambos extremos del traslado.

PREPARACION

1. Preparar el nuevo local. Deben estar listos los cimientos, - tabiques, limpieza, pintura y líneas de servicios auxiliares.
2. Difundir los planes. Hacer que todo el mundo conozca lo que se está haciendo y sacar ventaja de las ideas nuevas y de las sugerencias.
3. Rotular todas las partidas que hay que trasladar. Utilizar códigos y colores, marcas de identificación, fecha de traslado y destino.
4. Notificar a los empleados lo que tienen que hacer, cuándo, - dónde y cómo hacerlo.
5. Tener preparado el equipo para su traslado y comprobarlo antes de entregárselo a los transportistas.

TRASLADO

1. Cumplir el programa de traslado. Informar de su cumplimiento cada día.

2. Trasladar el equipo intacto. Intentar mantener reunidas las partes del equipo, para reducir el tiempo de conjuntarlo antes de que pueda volver a trabajar.
3. Hacer el traslado hasta un punto tan próximo al de instalación como sea posible, para reducir el tiempo de manipulación por el personal de instalación.
4. Mantener coordinados a los transportistas mediante mensajes e informes frecuentes.

INSTALACION

1. Debe esperarse que surjan cambios de última hora. No deseperarse si el plan no se desarrolla a la perfección, pues nunca ocurre así.
2. Utilizar instalaciones provisionales, con conexiones de servicio permanente más tarde.
3. Disponer el equipo listo para la inspección de instalación y recibir diariamente el informe de cumplimiento de la brigada de instalación.

PUESTA EN MARCHA

1. Comprobar la instalación. Asegurarse de que la colocación e instalación se ha hecho en su sitio.
2. Dejar el equipo preparado para ensayos de mantenimiento y para la aceptación por el contraamaestre

LIMPIEZA

1. Inspeccionar la instalación, anotando los cabos sueltos que puedan haber quedado.
2. Poner límite para la limpieza. De otro modo, la instalación continuará siendo provisional y la producción padecerá del mismo mal.

4.11. SUPERVISION DE LA DIRECCION DE LOS PROYECTOS DE DISTRIBUCION

La dirección debe asignar, supervisar y ejecutar los proyectos de distribución, de tal forma que asegure su éxito.

1.- DESIGNAR A UN GRUPO O A UNA PERSONA PARA DIRIGIR EL PROYECTO DE DISTRIBUCION.

Debe fijarse la responsabilidad en alguien que conozca la técnica y los problemas de la distribución. Otras alternativas pueden ser:

- a. Asignar el proyecto a un comité de varias personas muy ligadas a la distribución.
- b. Utilizar un especialista ajeno a la empresa
- c. Desarrollar planes técnicos de distribución en la Compañía.
- d. Planear visitas a otras Compañías.

2.- SUPERVISAR EL TRABAJO DE DISTRIBUCION SEGUN SEA NECESARIO

- a. Seguir los principios fundamentales de una buena distribución
- b. Hacer una exposición clara del proyecto.
- c. Programar el proyecto.
- d. Hacer una comprobación del progreso de cada fase del trabajo de distribución hasta su terminación.

3. EQUILIBRAR EL LOGRO DE BUENOS RESULTADOS CON LA TENDENCIA A FORZAR LA TERMINACION

Un director puede perder (a la larga), si ejerce demasiada presión - sobre los ingenieros de distribución, para lograr demasiada rapidez - en los resultados visibles. Al mismo tiempo, tampoco son de desear refinamientos que no acaban nunca. Demasiado a menudo, una perfección meticulosa en los detalles es la causa principal de los retrasos.

4.- HACER EL PLAN CON VISTAS AL FUTURO.

La dirección debe considerar, a largo plazo, las perspectivas del negocio y preguntarse si la distribución propuesta será tan buena al alcanzar la mitad de su duración probable, como parece al principio de ella. Al desarrollar los planes de distribución, el director conciente deberá pedir un análisis planificado de las necesidades.

previstas. Debe proyectar sus planes de venta con muchos años de anticipación. De esta forma, puede bosquejarse un plan básico para el desarrollo del área total, de acuerdo con una buena distribución de principio. Las edificaciones iniciales y las ediciones subsiguientes pueden, entonces, integrarse en el modelo planeado. Los directores deben estar interesados en saber que uno de los problemas más difíciles de afrontar por el encargado de una distribución es lograr que la dirección VEA lo suficientemente lejos al planear sus necesidades.

5.- APROBAR LA DISTRIBUCION

El personal ejecutivo, o los jefes de departamento, de los que se solicita la aprobación de planes de distribución, consideran normalmente tres cuestiones:

- a. ¿ Qué ganaremos con esta distribución?
- b. ¿ Cuáles son los riesgos en esta distribución?
- c. ¿ Cómo afectará a mi grupo y a mí personalmente?

6.- FORMAR EL ESPIRITU CON UNA NUEVA DISTRIBUCION.

Animando y desarrollando la actividad de cooperación en el proyecto de distribución, el director está formando su equipo. Hay que asegurarse de que los jefes de operaciones y de servicios están incluidos en él y dejar entrar a los empleados en los planes. Junto a estas actividades internas para fomentar el entusiasmo del empleado, una publicidad favorable fuera de la planta puede ayudar a sentirse a los empleados orgullosos con (su) nueva distribución .

4.12. DIVERSOS ASPECTOS DEL PROBLEMA DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA

El problema de la distribución está relacionado con toda la organización de la empresa. Desde el comienzo del estudio de la distribución, es necesario pensar en todos estos aspectos; sus facetas son a menudo contradictorias y no suele ser fácil encontrar la solución óptima.

Vamos a examinar los principales aspectos del problema, dando por supuesto que ésta lista no puede ser completa.

a) CIRCULACION DE MATERIALES

Es necesario reducir el costo de las manutenciones y para ello:

- Reducir las distancias a recorrer horizontal y verticalmente
- Reducir el número de tomas
- Pensar en la complejidad de los itinerarios: dimensiones de las vías de acceso, puertas, calles a atravesar, estado del suelo, inclinación, etc.
- Utilizar la gravedad (distribución vertical)

b) CIRCULACION DE LAS PERSONAS

Personal de la empresa

1. Hay que facilitar los enlaces y para ello distribuir los -- locales de manera que se reduzcan al mínimo las distancias a recorrer por los empleados que deben desplazarse. En la fábrica es necesario estudiar particularmente el desplazamiento de los departamentos de planificación y distribución de trabajo, de las oficinas de los jefes, de taller y capacitaciones, del almacén de herramientas
2. Las pérdidas de tiempo por entrada y salida del personal se reducirán con una distribución correcta en relación con la puerta de entrada de los garages, vestuarios, comedores y -- relojes de control.

Personas ajenas a la empresa.

Evitar el paso de personas ajenas a la empresa por los locales de trabajo.

Desplazar junto a la entrada los locales a los que tiene acceso el personal del exterior: representantes, clientes, personal a contratar, servicios sociales para las familias.

c) ECONOMIA DE PERSONAL

Pensar en los puntos siguientes:

- Tiempo perdido en desplazamientos;
- Mano de obra de manutención;
- Posibilidad de confiar a un mismo obrero al manejo de varias máquinas.
- Posibilidad de confiar varias tareas a la misma persona.

d) CALIDAD DEL TRABAJO.

Evitar las manipulaciones susceptibles de deterioro del producto.

Cuidar edesplazamiento de talleres u oficinas cuyo trabajo -- pueda sufrir los efectos de su proximidad a otros: Vibraciones, polvo, humedad, vapores ácidos, etc.

e) CONDICIONES DE TRABAJO

Seguridad

Alejar los locales en los que existan riesgos particulares de explosión, incendio, etc. Dejar suficientes salidas de emergencia para la evacuación del personal o la llegada de auxilios

No colocar una máquina peligrosa en lugares por loque se pase frecuentemente.

Aplicar los reglamentos de seguridad

Higiene

Preever para cada local un volumen de aire suficiente en relación a la cantidad de personas que deben permanecer en el.

Vigilar edesplazamiento de los locales sanitarios.

Iluminación

Disponer en los espacios peor iluminados los locales ocupados de forma discontinua por el personal y aquellos en los que no se -- trabaje: vestuarios, archivos, almacenes, etc.

Iluminar bien los talleres y departamentos donde se hagan trabajos minuciosos.

Ambiente

Dar una impresión de orden en los talleres, preeviendo depósitos para stocks, caminos bien trazados.

Aislar los talleres ruidosos

Situar los locales de descanso, alejados de los talleres y si es posible con un aspecto agradable.

f) FACILIDADES DE MANDO Y DE CONTROL

Tener un mínimo de puertas que den al exterior.

Preever almacenes cerrados.

Situar los despachos de los jefes en lugares desde los que puedan ver fácilmente a los obreros y empleados.

Disponer de un reloj de control frente a un ordenanza o listero.

Preever eventualmente el almacén para piezas de recambio.

entre el taller de fabricación y el taller de montaje, con el paso-obligado de las piezas a través de almacén.

Colocar el departamento de distribución de trabajo en las proximidades de la ventanilla de distribución de herramientas y del depósito del taller.

g). COSTOS DE INSTALACION Y CONSTRUCCION

Hay que economizar superficie, ya que es cara, pero sin embargo se debe tener la superficie suficiente para no hacer incómodo el trabajo y para poder atender a las eventualidades que puedan presentarse.

Siempre que sea posible, se deberá utilizar todo el volumen disponible, preeviendo.

- Un almacenamiento en pilas.
- Transportadores aéreos.

Situar en el suelo los materiales o stocks pesados.

Agrupar los locales que necesiten un mismo fluido.

Si se han de construir, estudiar las ventajas respectivas de las distribuciones horizontales o verticales.

DISTRIBUCION HORIZONTAL

- Construcción más ligera
- No se necesita montacarga
- Posibilidad de iluminación por claraboyas
- Carga en suelo ilimitada
- Posibilidad de posteriores ampliaciones de la altura

DISTRIBUCION VERTICAL

- Terreno menos extenso
- Cubiertas de menor magnitud
- Manutención por gravedad

h) FACILIDADES DE CONSERVACION

Al distribuir las instalaciones y máquinas, no sólo hay que pensar en la facilidad de utilización de estas máquinas, sino además en las dificultades relativas a su conservación o reparación.

Hay que prever accesos suficientes para la manutención de las instalaciones o de alguna de sus partes.

1) POSIBLE AMPLIACION

Ya en el momento de construir hay que prever el espacio necesario para posibles ampliaciones futuras.

Si se instala en locales ya existentes, no se debe ocupar sistemáticamente toda la superficie disponible, a no ser que sea necesario, sino reservar en los lugares convenientes el espacio que permita estas futuras ampliaciones.

4.13 DISTRIBUCION DE PLANTA AUXILIADA POR COMPUTADORA

La Distribución esta establecida por el trabajo físico básico con el que la mayoría del equipo industrial trabaja, tiene un impacto crítico de eficiencia, productividad, beneficio y últimamente - acerca de precios que todos pagamos por los productos que compramos.

Ahora porque la industria es altamente compleja, arreglos verdaderamente efectivos sólo se puede realizar con la ayuda de la computadora. Sin embargo, no más que un pequeño porcentaje de las personas dedicadas a hacer arreglos o distribuciones de plantas industriales, hacen uso de la computadora. Lo que cuesta a la nación en deficiencias en la productividad, está más allá de la estimación.

¿Por qué la computadora es tan raramente usada en la distribución? Primero, pocos planeadores saben como se usa. La mayoría de la tecnología está encerrada en un salón de clases de la universidad y laboratorios. Segundo, existe una brecha sobre la creencia de la habilidad de la computadora para servir a un propósito provechoso en la distribución de planta.

El Dr. James A. Tompkins, de la Universidad estatal de Carolina del Norte, es conocido por su habilidad en la enseñanza de la -- avanzada tecnología en el lenguaje de la ingeniería práctica.

Hay dos clases de distribuciones ayudadas por computadora. El primero, hacia el cual la mayor parte de esta serie será enfocada, - consiste en el uso de la computadora como una ayuda a encontrar el mejor orden de los elementos en su distribución. El Segundo, que será cubierto en "Desarrollos Futuros" que es parte de las series, - es el uso de la computadora como un selector automático, una parte - del creciente campo de gráficas interactivas por computadora..

En futuro no muy lejano, usted, será capaz de sentarse frente a una terminal y diseñar, evaluar y reproducir distribuciones de planta en unas pocas horas.

Para el fin de los sesentas, distribución auxiliada para --- computadora era, comúnmente, desechada acusada de ser "otro ejemplo de una cosa de computadoras que no sirvió"

Fue el fin de los sesentas y principios de los setentas que la tendencia hacia menos producción en masa y más operación del trabajo de taller se convirtió en obvias.

Hay solo dos acercamientos a los problemas de la distribución: jugar con alternativas y distribuir la planta auxiliada por--- una computadora.

Pero desde que jugar en alternativas no brinda la objetividad necesaria, ahora para hacer distribución de calidad para problemas complicados, rutinas de computadora deben ser usadas--- para casi todas las situaciones.

Las rutinas son otra cosa, otra vez usted puede no necesitar el entender como el equipo de una computadora trabaja, pero - la forma en que unas rutinas trabajan en algo que usted debe entender claramente. Esto es de lo más importante.

Hay dos categorías básicas de rutinas de distribución que son el corazón de ayuda de la tecnología de distribución de planta.

Una es la categoría de la construcción de rutinas. Este tipo de rutina es usada para crear nuevas distribuciones. Empieza - con un área de piso despejado la rutina de la alimentación de datos.

El segundo tipo de rutina es la rutina de mejoramiento, las - rutinas en esta categoría empiezan con una distribución inicial ó existente y mejoran ésta distribución.

distribución de planta puede ser definida como el proceso de acomodar departamentos dentro de un complejo. Por supuesto, -- ser también acomodar estaciones de trabajo en un departamento ó equipo en un área de trabajo.

Básicamente ustedes, están acomodando áreas y para hacer esto usted debe de encontrar respuestas a dos preguntas: ¿Qué --- áreas van a ser acomodadas? ¿Qué son las intenciones o relaciones en esas áreas?

Las áreas a ser acomodadas son determinadas por un proceso llamado "departamentalización". Cuando usted está departamentalizando su primer pago, es de asegurarse que usted está visualizando departamentos como son realmente en un contexto de una distribución de planta.

Para propósitos de distribución, un departamento debe consistir de dos ó más estaciones de trabajo cuyo flujo de materiales es virtualmente 100% entre ellas, una vez que la primera estación recibe la entrada del departamento y la última producir la salida.

- 1.- El objetivo del complejo (los productos a ser producidos - recibe) servicios a ser realizados ó funciones que sean hechas.
- 2.- Cuanto de este objetivo debe ser conseguido dentro del complejo (cuanto producto, volumen del servicio, o frecuencia de funciones)
- 3.- Actividades específicas necesarias para conseguir el objetivo (alcanzar la producción, pasos de servicio ó procedimientos de función)
- 4.- Cuanto de cada actividad es necesaria para encontrar el volumen requerido (cuantas máquinas de producción, estaciones de servicio o gente).
- 5.- El área requerida para estaciones de trabajo para cada actividad (pies cuadrados necesarios para cada maquinaria ó estación de trabajo).

Con esta información, usted está listo para departamentalizar, usted combina estaciones de trabajo cuya salida siempre fluye hacia otra estación, ya que ellas donde es insignificante el flujo interestacional. Y usted combina el área requerida de las estaciones de trabajo combinadas para formar departamentos de una perspectiva de distribución de planta.

Las relaciones de áreas e interacciones, deben ser convertidas en datos que pueden ser usados por la computadora para producir distribuciones alternativas.

Relaciones cuantitativas son generalmente aquellas que pueden ser sencillamente medidas. Elas incluyen factores de flujo físico: materiales, papeleo o datos. Relaciones cualitativas son más complicadas que aquellas que requieren evaluación subjetiva.

Se han diseñado programas de computación útiles para el análisis en la obtención de soluciones a la distribución de equipo realista, rápidas y de bajo costo. El programa CRAFT (IBM, biblioteca de compartición No. SDA 3391) es un programa de computadora que se ha utilizado extensamente y que tiene capacidad para manejar 40 centros de actividades. Estos podrían ser departamentos o centros de trabajo dentro de un departamento. Cualquiera de estos centros de actividades puede ser considerado como fijo, manteniéndolo así "congelado" y permitiendo libertad de movimientos en aquellos que pueden ser movidos fácilmente. Los datos de entrada comprenden el número y la localización de centros de trabajo fijos, costos de manejo de materiales, flujo de interactividad entre centros y una representación de una distribución de equipo en bloques.

El algoritmo heurístico que se tiene plantea la pregunta: ¿Qué cambio resultaría en el costo de manejo de materiales, si los centros de trabajo fueran intercambiados? La respuesta se almacena en la memoria y la computadora procede en forma iterativa hasta que se converge a una solución óptima.

Otro programa disponible es conocido por CORELAP (Engineering-Management Associates, Boston, Massachusetts). Los requisitos de entrada para el CORELAP son el número de departamentos, las áreas departamentales, las relaciones entre departamentos y los pesos de estas relaciones. El CORELAP elabora luego distribuciones de equipo localizando departamentos, haciendo uso de áreas con forma rectangular.

El programa ALDEP (IBM Corporación, pedido de programas No. -- 360 D-15.0.004) elabora distribuciones de equipo en planta seleccionando al azar un departamento y localizando en una distribución dada. Luego se explora el diagrama de RELACION y se introduce en la distribución un departamento con un alto índice de aproximación. Este proceso continúa hasta que todos los departamentos quedan ubicados. Se calcula una calificación para la distribución y el proceso se repite un número específico de veces.

Aunque es difícil y costoso hacer cambios en disposiciones que ya existen, el analista de métodos debe adiestrarse en revisar con ojo crítico toda porción de cada distribución que considere.

Distribuciones de equipo deficientes resultan en costos de consideración. Desafortunadamente, la mayoría de estos costos son ocultos y, en consecuencia, no pueden ser expuestos con facilidad. Los costos de mano de obra indirecta correspondientes a movimientos de --- gran distancia, regresos, demoras y suspensiones del trabajo debi-- dos a congestionamientos, son característicos de una planta con -- una distribución de equipo anticuada.

5.I.- DEFINICION DE MANEJO DE MATERIALES

Básicamente, Manejo de Materiales es considerado como el arte de implementar movimiento, seguro y económicamente. No fue sino durante la segunda guerra mundial que la actividad de Manejo de Materiales fue tomando importancia y fue considerada como elemental y básica dentro de cualquier industria. La aplicación apropiada de los conocimientos de Manejo de Materiales redundará en la completa Integración de todos los procesos de la empresa y a su vez, en una producción eficiente.

Aún cuando la función primordial del Manejo de Materiales es el movimiento de los mismos, no existe una definición universalmente aceptada que describa esta actividad. Mucho se ha escrito del tema pero estos escritos no dejan de ser situaciones particulares meramente descriptivas de como el Manejo de Materiales toma su lugar en la industria. Sin embargo, es conveniente afirmar que "Manejo de Materiales" involucra movimiento, tiempo, cantidad y espacio. El Instituto de Manejo de Materiales describe esto como sigue:

MOVIMIENTO

Partes, Materiales y Productos Terminados deben ser movidos de uno a otro lugar. El Manejo de Materiales debe estar enfocado a moverlos de la forma más eficiente.

TIEMPO

Cada etapa de cualquier proceso de Manufactura requiere que se le suministre, al momento necesario, todo el conjunto de partes y componentes que se utilizan. El Manejo de Materiales debe asegurar que ningún proceso productivo o ningún cliente, se vea alterado por la llegada demasiado tarde o demasiado temprano del Material al lugar indicado.

CANTIDAD

Manejo de Materiales también es cantidad.

La Razón de Demanda varía para cada etapa de un Proceso Productivo. Existe y hay que adoptar la responsabilidad y cuidado de estar seguros que cada estación de trabajo reciba continuamente la cantidad correcta de Material (es).

ESPACIO

El lugar para almacenaje, ambos el activo y el fijo, es un factor importante en cualquier construcción, simplemente por los costos de espacio. Los requerimientos de espacio están directamente influenciados por el Patrón de Flujo del Manejo del Material.

Tomando en cuánta globalmente, se tiene una base firme de lo que es Manejo de Materiales.

5.II.- FUNCION DEL MANEJO DE MATERIALES

En cualquier actividad manufacturera ya sea con una sola máquina con varias o con una planta completa, es posible encontrar tres funciones básicas.

- a. La de llevar a cabo el trabajo.
- b. La de control
- c. La de manejo

Sin embargo, Manejo de Materiales, involucra dos funciones:

- 1.- Movimiento, incluye el movimiento entre máquina o estaciones de trabajo (facilidades), entre departamentos, entre edificios, la carga y descarga de implementos de acarreo, así como gran parte de los movimientos hechos en el área de trabajo.
- 2.- Almacenaje, incluye el almacenamiento de Materiales: herramientas y accesorios, Materia Prima y Material en Proceso. De igual manera considera el almacenamiento de Productos Terminados y todo el conjunto de almacenamientos por los que pasa éste, desde que parte el producto hasta llegar al consumidor.

Al desarrollar su labor, el analista de Manejo de Materiales se ve envuelto en una cantidad considerable de actividades, sobre las cuales tiene interés o responsabilidad de que el Manejo del Material sea llevado a cabo en forma efectiva. Algunas de estas funciones son:

- Empacado
- Actividades de Manejo fuera del Area de la Planta
- Transporte al usuario o consumidor
- Actividades de Carga y Descarga.

- Recepción del Material
- Almacenaje
- Manejo de Producto Semiterminado o en Proceso
- Almacenaje de Producto Semiterminado o en Proceso
- Manejo en el Area de Trabajo
- Manejo Intra e Interdepartamental
- Manejo Intra Planta
- Manejo Relacionado con Actividades Auxiliares y de Soporte
- Almacenaje del Producto Terminado
- Embarques
- Manejo entre Plantas
- etc.










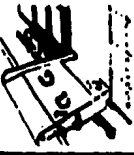






Por supuesto que el tipo de Empresa, así como la naturaleza de sus operaciones, determinará las áreas específicas de actividad.

Es básico y necesario que se preste atención a ciertos factores importantes al llevar a cabo el trabajo en las áreas de actividad--- citas anteriormente. (la fig. 18 muestra algunos equipos para manejo de materiales).

Algunos de estos factores son:

- Métodos de Manejo
- Métodos de Almacenamiento (Operativos y Administrativos)
- Técnicas de Carga y Descarga.
- Métodos de Empacado y empaquetado. (De Consumo o de Protección)
- Pruebas de Paquetes, Empaquetado y Método de Acarreo de la Carga
- Especificaciones y Estándares del Manejo de Materiales
- Factibilidad o Acceso al Equipo adecuado de Manejo
- Selección del Equipo (Para Manejo y Almacenaje).
- Justificación y Selección del Equipo Auxiliar Adecuado
- Contenedores de Planta, Almacén y de la Zona de Embarques.
- Políticas y Procedimientos de Mantenimiento y Reparación del equipo de Manejo.
- Prevención de daños al material y los productos.
- Seguridad para el Personal y el Producto, así como para el equipo.
- Entrenamiento del Personal Operativo y de Supervisión en Manejo de Material

FIG. 18
Equipo típico de manejo de materiales usado en la industria moderna.




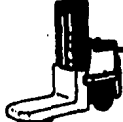












PLEJADORA 	TARIMAS Entrada por los cuatro lados 	TARIMAS Tipo de caja 	RASTRAS Tipo de caja 
PLATAFORMA DE ARRASTRE 	PLATAFORMA RODANTE 	CARRIOLA DE REPTADOR Dos ruedas 	TRANSPORTADOR DE TORNILLO 
TRANSPORTADOR DE RUEDAS 	PLACA PUNTE 	CANAleta DE GRABIDAD 	TRANSPORTADOR PORTAL, tipo de banda 
PLATAFORMA ELEVADORA 	MESA HIDRAULICA ELEVADORA 	CARRIO MONTACARGAS PLATAFORMA CON BAJA ELEVACION 	CARRIO ALZATARIMAS CON BAJA ELEVACION 

The Material Handling Institute

- Estudios de los Costos de Manejo de los Métodos para el control de los mismos.
- Revisiones Frecuentes de Oportunidades de Mejoramiento no cubiertas.
- Mantener actualizados el Equipo de Manejo (tecnología), los Métodos y los Procedimientos.
- Establecer un Sistema de Comunicación y de Información que de Soporte y Coordinación a toda la labor.

Aquí nuevamente el tipo de Empresa y sus Operaciones son determinantes para demandar otro tipo de consideraciones a las nombradas en este punto. En general, estas Funciones y Actividades cubrirán cualquier aspecto de cualquier operación en la cual el Manejo de Materiales este involucrado. De hecho, el Manejo de Materiales se ha desarrollado como un área especializada en el Campo de la Ingeniería industrial dentro de lo que es Ingeniería de Planta. (fig. 19, muestra el equipo moderno para el Manejo de Materiales)

Equipo típico de manejo de materiales usado en la industria moderna.

CARRILLO MONTACARGAS MOTORIZADO - CONTROL MANUAL 	TRACTOR INDUSTRIAL -4 ruedas 	ELEVADOR PORTATIL 	CARRILLO MONTACARGAS -PLATAFORMA CON ELEVACION ALTA 
TRANSPORTADOR DE SUSPENSION DE CADENA 	GRUA PORTATIL TIPO CUELLO DE GUISA 	GRUA DE BRAZO 	MALACATE ELECTRICO MONORRIEL 
ARRASTRE DE CARRILLO GIMNATORIA 	TRANSPORTADOR DE RODILLOS 	CARRILLO MONTACARGAS DE HORQUILLA -Tipo telescopico 	ARRASTRE AUTOMATICO 
MOTO-GRUA INDUSTRIAL 	GRUA VALETA TIPO PUENTE 	CARRILLO DE CABALLETE 	GRUA DE CARRON 

The Material Handling Institute

5.III.- OBJETIVOS DEL MANEJO DE MATERIALES

A raíz de que el manejo de materiales se está convirtiendo o se ha convertido ya en una área de especialización; se ha observado que, como resultados de intensos análisis, los costos generados por esta actividad suman un buen porcentaje de los costos totales de manufactura. Es por esto, que se definieron objetivos, lo suficientemente específicos, que justificarán y servirán como elementos de juicio de esta técnica.

a) Objetivo uno: Reducir Costos

En este renglón, los programas de reducción de costos siguen generalmente dos objetivos específicos.:

- i) Reducir los costos de manejo de material y actividades de al macenamiento, y/o
- ii) Reducir los costos totales de producción mediante el mejoramiento de los procedimientos de manejo de material.

Generalmente, se ha observado que adoptando la segunda opción se obtiene una visión más general del proceso, lo que da como resultado la reducción de costos por manejo de material y la -- reducción de costos ocultos por proveer de mayor capacidad productiva a raíz de mejorar los procedimientos operativos.

Esto último, a su vez, trae consigo el surtido más rápido de la demanda, creando con ello consumidores más satisfechos y un --- prestigio para la empresa.

Existen varios lineamientos que nos pueden llevar a tener una -- mejor visión de los costos involucrados por el manejo de mate-- tiales y la forma de reducirlos. Algunos de ellos son:

- Reducir la mano de obra directa o indirecta aplicada al mane-- jo de materiales.
- Mano de obra de alta habilidad y alto costo, no debe ser asig-- nada a trabajos de baja habilidad y bajo costo.
- Reducir las pérdidas por materiales y productos dañados median-- te un manejo más cuidadoso.
- Reducir el trabajo de escritorio y asesoría extra utilizando-- sistemas demanejo que minimicen los requerimientos de control.

- Reducir la cantidad de material en el sistema, mediante un -- trayecto más rápido y menos almacenamiento en proceso.
- Reducir la cantidad de materiales, accesorios tales como: ma- teriales de empaquetado, implementos de protección, contenedo- res especiales, etc., ocasionando esto la reducción de inspec- ción.

b) Objetivo dos: Incrementar la capacidad

Esto es adoptado como frecuente justificación para el mejora--- miento de los sistemas de manejo, sobre todo cuando la empresa requiere de más espacio y mayor capacidad. Se pueden adoptar - varias estrategias para llevar a cabo estas mejoras.

- i) Mejor utilización del espacio: Haciendo adecuado uso del es pacio disponible y del no disponible nos dá un alto índice - de eficiencia productiva y por estos sistemas de manejo efi- cientes y eficaces.
- ii) Mejoras en la distribución de la maquinaria. Para reducir - transportes y el uso excesivo del espacio: Analizando el -- flujo de los materiales entre operaciones, el volumen, las - trayectorias y rutas, así como la frecuencia de los movimient os, es usualmente posible reducir el tiempo de transporte y las necesidades de espacio.
- iii) Mejor utilización del equipo. Muchas piezas de equipo de -- producción cara no operan a su capacidad potencial debido a- que están limitados por la razón a la cual el material es su ministrado o retirado de dicho equipo o área de trabajo. Un sistema apropiado del manejo, así como el mantenerse actualiz ados de los adelantos en equipo., traería como resultado un considerable incremento en la utilización del equipo produc- tivo.
- iv) Rápida carga y descarga de acarreadores comunes. La selec-- ción del equipo accesorio adecuado en las zonas de embarques o de recepción del material reducirá substancialmente el --- tiempo de carga y descarga. De esta manera, la unidad de -- manejo puede "gastar" más tiempo moviéndose, que quedándose- inmóvil en el muelle o desembarcadero. Esto no solo reduce-

Los costos de operación del área, sino minimiza a su vez el número de stands de espera, con la consecuente disminución de personal y supervisión.

c) Objetivo tres: Mejorar las condiciones de trabajo.

Este se puede lograr cooperando con el departamento de seguridad e higiene industrial proveyendo de seguridad al trabajador, a los materiales y al equipo mismo; creando métodos más sencillos y menos pesados de trabajo.

d) Objetivo cuatro: Incrementar la posibilidad de venta del producto.

Los sistemas de manejo frecuentemente realiza el valor del producto, sobre todo para el consumidor. Existen ciertos factores que el cliente observa y esto marca la diferencia entre dos o más productores competidores; algunos de ellos son:

- i) La rapidez del servicio
- ii) La ayuda para eliminarle costos al consumidor
- iii) El valor de venta de más instalaciones sobresalientes

e) Objetivo quinto: Mejor Distribución

- i) Mejora en el sistema de manejo
- ii) Mejora en las instalaciones de recorrido
- iii) Localización estratégica de almacenes
- iv) Mejoramiento en el servicio a usuarios
- v) Incremento en la disponibilidad del producto.

5.IV.- LIMITACIONES Y ASPECTOS NEGATIVOS DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DE ----- MATERIALES.

Es mala Ingeniería y peor práctica administrativa observar y --
analizar solo los aspectos positivos e ignorar las limitaciones. -
Los Sistemas de Manejo tienen también, en ocasiones, consecuencias -
que pueden ser consideradas como negativas. Algunas de esas posi---
bles desventajas son:

1.- INVERSION EXTRA DE CAPITAL

Debe verificarse que los costos de un Sistema de Manejo jus-
tifican más sólidamente la inversión en el sistema en consi-
deración, que en cualquier otra alternativa de inversión. -
Igualmente, debería asegurarse que las ganancias esperadas-
no están basadas en la compración:

Sistema propuesto - vs - sistema actual,
sino sobre

Sistema propuesto - vs - lo mejor que pueda proporcionar el
sistema actual.

Así nos aseguraremos de que dichas ganancias esperadas no -
son relativamente significativas al mejorar por todos los -
medios el Sistema Actual. Esto dá más solidez al sistema
que está por proponerse.

2.- PERDIDA DE FLEXIBILIDAD

Si un sistema es o ha sido diseñado en base a ciertas carac-
terísticas actuales y limitadas del material, tales como:
forma, volumen, peso, razón de producción, etc.: debe preve-
nirse del impacto de cambios potenciales. Aquí surge la -
pregunta: ¿Es el sistema propuesto lo suficientemente fle--
xible para adaptarse rápido y económicamente a un probable-
rango de cambios en el producto o en el proceso?

3.- VULNERABILIDAD A LOS RETRASOS

Dado que cualquier sistema de manejo está compuesto de ma--
quinaria y equipo mecánico y eléctrico, controles, etc. de-

be tomarse en cuenta que puede fallar a un tiempo. ¿Qué pasa entonces? Si es seria lasituación o constante la falla, el sistema debe ser rediseñado para brindar una mayor confiabilidad o para alternar con otro método de manejo emergente en caso de fallas, mientras el sistema es reparado. -- Todo esto trae consigo costos extras que deben ser cargados al sistema.

4.- MANTENIMIENTO

No necesariamente, pero generalmente, si se instalará equipo más automatizado y mecanizado, se requerirá un mayor mantenimiento. Quizá requiere, seguramente, la implantación de un programa especial de mantenimiento y conjunto -- con esto, la necesidad de tener en inventario una mayor -- cantidad de piezas, cuyo costo puede llegar a ser alto, posiblemente un nuevo taller de mantenimiento se llegue a -- requerir. Todo este planteamiento de situaciones son útiles para cuestionarnos, en un momento dado, la justificación y efectividad de un nuevo sistema.

5.- COSTOS DE EQUIPO AUXILIAR

Frecuentemente un nuevo sistema de manejo se acarrea consigo un sin número de costos por equipo auxiliares extra que, en el momento del análisis, debe ser considerado.

5.V.- PRINCIPIOS DEL MANEJO DE MATERIALES

1. PLANEACION

" Todas las actividades de manejo deben planearse". El manejo de Materiales puede representar del 25% al 80% de la actividad productiva. Es por esto que mientras menos vaguedades o ambigüedades existan al diseñar las actividades de manejo es mejor.

2. SISTEMA

" Planear un sistema integrando tantas actividades de manejo como sea posible y coordinar el total de las operaciones (recepción, almacenamiento, producción, inspección, empaçado, embodegado, embarques y transportación)" Un sistema de Manejo de Materiales debe ser considerado como una secuencia planeada e integrada de actividades de manejo y no como un conjunto de tareas aisladas. Cada actividad debe considerarse como una porción de todo el sistema completo y planeada como parte integral del mismo.

3. FLUJO DE MATERIAL

"Planear una secuencia de operaciones y arreglo del equipo que optimicen el flujo del material". Como antes se había visto, Manejo de Materiales y Distribución de Planta van íntimamente relacionados. El Patrón de Flujo del Material, es realmente la médula de la mayoría de las facilidades de Producción y uno de los primeros pasos en la Planeación de un Sistema de Manejo de Materiales es el diseño del Patrón de Flujo.

4. SIMPLIFICACION

"Reducir, combinar o eliminar movimientos y/o equipo innecesarios". La simplificación siempre se persigue con el análisis de eficiencias, la aplicación de los principios de Economía de Movimientos y otras herramientas de Ingeniería Industrial por medio de la Ingeniería de Métodos. Debe, por estas razones, ser una meta del Manejo de Materiales.

5. GRAVEDAD

"Fuente inagotable es la Energía Gravitacional de nuestro planeta, por tanto, hay que utilizarla para mover material, siempre y cuando sea factible". Por su simplificación, pocas veces se le presenta la atención que merece este principio. -- Muchos materiales pueden ser movidos eficaz y eficientemente con el uso apropiado de esta fuente de energía.

6. UTILIZACION DE ESPACIO

"Utilizar óptimamente el espacio disponible". El espacio -- cuesta, por lo tanto "gastar" espacio es gastar sin retribución nuestro dinero. Igualmente, es de importante mención, -- que hay que considerar tanto el metro cuadrado, como el metro cúbico. Un metro cuadrado de área puede contener tantos metros cúbicos de volumen, como la altura libre y las condiciones del material lo permitan, mediante el apilamiento o estibado.

7. TAMAÑO DE LA UNIDAD

"Incrementar la cantidad, el tamaño y peso de la carga manejada". En general, mientras más sea la carga más bajos son los costos por unidad manejada. Siempre que sea posible, -- los artículos individuales deberán ser agrupados para formar unidades de carga. Más adelante (punto) se verán las consideraciones y criterios que deben tomarse en cuenta para diseñar tales unidades de carga.

8. SEGURIDAD

"Preever equipo y métodos de manejo seguros". Es obvio que todas las actividades de manejo, ya en operación o por operar, deberían ser seguras, ya que un objetivo del Manejo de Materiales es mejorar las condiciones de trabajo. Un alto índice de accidentes, ocurren precisamente en actividades -- productivas que tiene relación con el Manejo de Materiales.

9. MECANIZACION - AUTOMATIZACION

"Use siempre que sea posible equipo mecanizado o automatizado" Esta medida, incrementa considerablemente la eficiencia del-

Sistema de Manejo. Pero hay que cuidar la sobremecanización, pues esto puede eliminar flexibilidad.

10. SELECCION DE EQUIPO

"Al seleccionar el equipo, considere todos los aspectos del MATERIAL que será manejado, el MOVIMIENTO por hacer y los -- METODOS a utilizar" . Esto puede ser una muy seria llamada-de atención, para ser extremadamente cuidadosos al seleccionar y especificar el equipo de manejo, estando seguros de - que todas las fases del problema han sido exhaustivamente - analizadas.

11. ESTANDARIZACION

"Estandarice métodos, así como tipos y tamaños de equipos de manejo". Casi en cualquier área se tiene a estandarizar -- siempre "una mejor manera de hacerlo". La búsqueda de un - nuevo método siempre subsiste. El Ingeniero de planta debe estar alerta constantemente de nuevos adelantos que puedan-reemplazar métodos y/o equipo obsoletos.

Cualquier intento de estandarización debe ir precedida de -- un cuidadoso análisis . Esto asegurará que lo mejor ha sido determinado y que el método pasado o el equipo obsoleto no - son estandarizados inadvertidamente.

12. FLEXIBILIDAD.

"Utilice métodos o equipo que puedan llevar a cabo una variedad de trabajos y diversidad de aplicaciones". El equipo -- que pueda desempeñar un amplio rango de labores de manejo y una variedad de usos y aplicaciones, puede frecuentemente - ser utilizado la mayoría del tiempo a diferencia del equipo-especializado. Dado que las necesidades y requerimientos en una planta industrial están sujetos a constantes cambios, la flexibilidad debe ser considerada como una importante característica del equipo de manejo que se seleccione.

13. CARGA MAXIMA

"Reduzca la razón de equipo móvil con sobrecarga". El exceso de carga no solo cuesta más dinero, sino puede requerir po--tencia adicional y ser mas lento al operar.

Es preferible desde el principio invertir en equipo con capacidad ligeramente mayor de aquella a la que operará.

14. MOVIMIENTO

"El equipo diseñado para transportar material deberá mantenerse en movimiento". Este principio implica que el equipo móvil debe estar en constante movimiento útil, es decir, desempeñar la función para la que fue diseñado.

15. TIEMPO OCIOSO

"Reduzca el tiempo ocioso e improductivo del equipo y de la mano de obra". Es indeseable, especialmente al usar equipo de Manejo de Materiales, tener tiempo improductivo.

El equipo y la mano de obra "hacen dinero" cuando son utilizados completa y coordinadamente. Por tal motivo, debe hacerse el máximo esfuerzo para obtener métodos y programar el equipo para mantener en uso en tiempo completo ambos recursos.

16. MANTENIMIENTO

"Planee Mantenimiento Preventivo y programe las reparaciones de todo el equipo de manejo". La aplicación de varios de los principios citados anteriormente, acentúan la importancia del Mantenimiento Preventivo y de las Reparaciones Programadas.

Probablemente pocas fases del programa de manejo de materiales pueden contribuir al incremento de la eficiencia de la planta como el mantenimiento bien organizado.

17. OBSOLESCENCIA

"Reemplace métodos y equipo de manejo cuando equipo o método más eficientes mejoren las operaciones". Los implementos y métodos de manejo de materiales también están sujetos a la obsolescencia, así como a la depreciación. Nuevas ideas técnicas, métodos y equipo se crean día con día.

La depreciación física no es difícil de tomar en cuenta en análisis, pero la obsolescencia es una característica menos obvia. Muchas partes del equipo antiguas aún, están en ope--

ración, aún cuando su costo de reemplazo es bajo. Sin embargo el nuevo equipo sería más rápido, de mayor capacidad y -- más eficiente, lo cual resultaría en un costo menor por unidad manejada. Aún así, esto requeriría una inversión de capital.

18. CONTROL

"Utilice equipo de Manejo de Material, para mejorar el control de la producción, control de inventarios y manejo de órdenes". Debido a que el equipo de manejo de materiales es -- utilizado para mover materiales a través de la planta, su -- uso tiene gran influencia sobre el control de los artículos-movidos. En muchos casos, el equipo de manejo provee una -- trayectoria mecánica fija para el movimiento y por tal motivo facilita el control del material.

19. CAPACIDAD

"Utilice el equipo de manejo para ayudar a lograr la capacidad productiva total". En muchas formas, este principio engloba a los anteriores, en lo que se refiere a incrementar -- la capacidad productiva. Involucra el uso óptimo del equipo para lograr las metas y objetivos fijados por la empresa.

20. EJECUCION

"Determine la eficiencia de ejecución del manejo en función-del costo por unidad manejada". Aún cuando la eficiencia -- puede ser medida en términos de costo total o desempeño del-equipos, la forma más efectiva de medirla es en términos de -- \$/unidad manejada, éste generalmente es el criterio de medición, desde el punto de vista administrativo.

Cabe agregar que hay casos donde la máxima economía no es la meta principal. Algunos implementos de Manejo de Materiales son instalados para proporcionar alta razón de producción, -- condiciones de trabajo más confiables o reducir esfuerzos -- físicos. El tiempo o el esfuerzo ahorrado puede ser el principal criterio y los costos, en este caso, pueden ser de poco o nada de interés.

5.VI.- ANALISIS SISTEMATICO DE MANEJO (SHA)

Lo básico del SHA:

Manejo de Materiales es el movimiento de materiales, productos, artículos, substancias o cosas que tiene que ser movidas, transportadas o físicamente relocalizadas.

Estos movimientos involucran algo o alguien que físicamente haga el movimiento. Esto generalmente requiere equipo, recipientes y un sistema de trabajo con gente, procedimientos y una distribución física de la Planta. Estos últimos elementos son llamados: "métodos de Manejo".

Como resultado de esto, los fundamentos básicos del Manejo de Materiales y por lo tanto, la base sobre la cual depende cualquier análisis de manejo son: MATERIALES, MOVIMIENTOS Y METODOS.

A) DEFINICION

El análisis sistemático de manejo es una metodología organizada y universalmente aplicada para desarrollar cualquier proyecto de manejo de materiales. Está formado por:

- Estructura de Fases
- Patrón de Procedimiento
- Conjunto de Convenciones

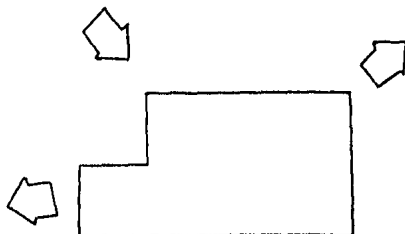
B) LAS CUATRO FASES DEL SHA.

Las cuatro fases son las siguientes:

- I Integración Externa
- II Plan Global de Manejo
- III Plan Detallado de manejo
- IV Instalación

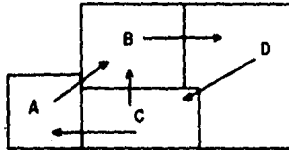
FASE I

Examine todos los movimientos al y del área en cuestión para integrarlos en un Plan Global.



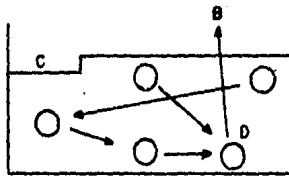
FASE II

Planee el método para mover los materiales entre ---- áreas. Defina el Sistema, Equipo y Unidad de Carga.



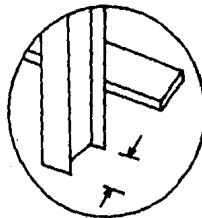
FASE III

Planee los métodos para mover materiales dentro de cada área (Entre áreas de trabajo y puntos de almacenamiento)



FASE IV

Prepare planos y Especificaciones; obtenga e instale el equipo; asigne operarios y siga adelante.



C) ELEMENTOS CLAVES

P Productos o Materiales

Q Cantidad

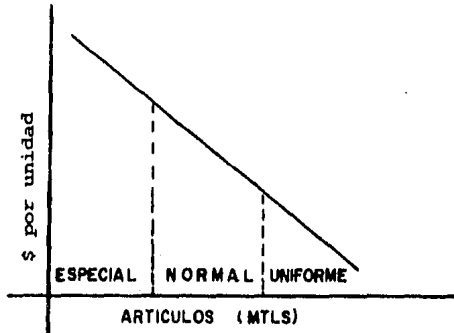
R Rutas o Trayectorias

S Servicios de Soporte

T Tiempo y Frecuencia.

P - PRODUCTOS, MATERIALES, ARTICULOS Y PARTES

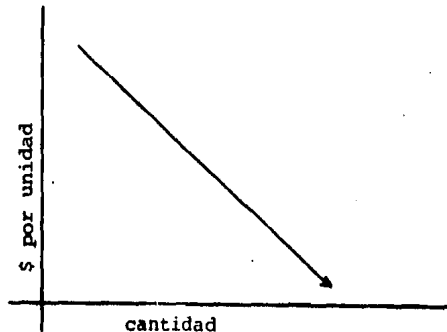
La transportabilidad de los productos depende las características de los mismos y del contenedor usado. Más aún, ciertas Plantas-están acostumbradas a manejar más unos productos que otros.



Q - CANTIDAD, VOLUMEN Y USO

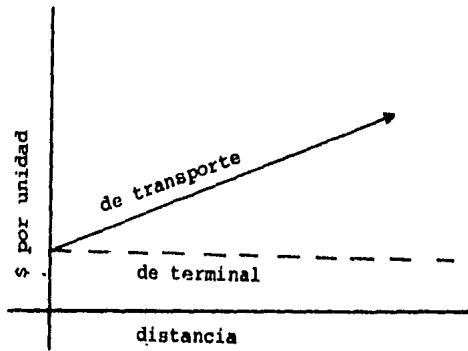
La Cantidad puede tener dos significados:

- Cantidad por unidad de tiempo (Intensidad de Flujo)
 - Cantidad por viaje (CARGA)
- En cualquiera de los casos, a mayor cantidad movida, menos es el costo por Unidad Movida.



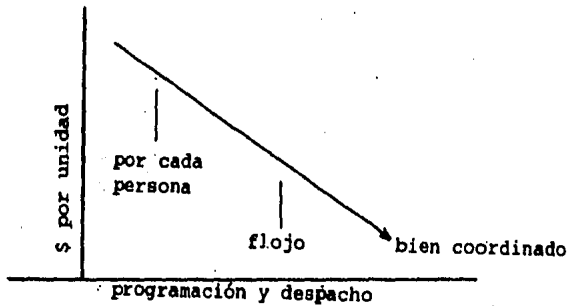
R - RUTAS DEL ORIGEN AL DESTINO

Cada movimiento involucra un costo de terminal fijo y un costo-de transporte variable. Hay que cuidar las condiciones físicas de - la Ruta y los saltos en los costos cuando ocurren cambios en las --- mismas (movimientos interiores o exteriores) o en cambios de direc-- ción.



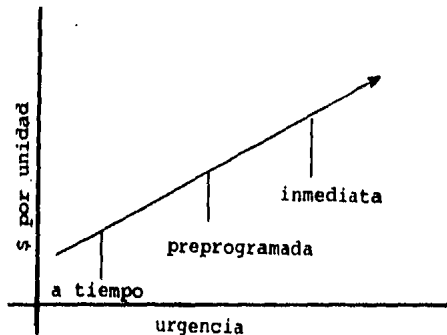
S - SERVICIOS, SOPORTE, AUXILIARES

Procedimientos de Despacho, personal de Mantenimiento, papeleo de las Órdenes son Servicios de los que depende el Sistema de Manejo y el Equipo. La Distribución del Equipo y maquinaria, las formas de la construcción y las facilidades de Almacenamiento son parte del ambiente que influye.



T - TIEMPO (FRECUENCIA, REGULARIDAD, URGENCIA Y DURACION)

Un factor importante es la Regularidad con la que los movimientos se harán. Otro es la Duración, es decir, qué tanto tiempo será necesario el trabajo continuo. Igualmente, las Urgencias y la Sincronización efectúan los Costos de Manejo.



D) PATRON DE PROCEDIMIENTOS DEL SHA.

Como habíamos visto anteriormente, el Manejo de Materiales - está basado en materiales, movimientos y métodos.

El análisis que estos elementos requieren, involucran determinar qué materiales se van a mover, qué movimientos deben - hacerse y establecer un método práctico y económico para lograr esta tarea.

La parte analítica para hacer un plan de manejo se inicia con el estudio de los materiales. Esto se hace mediante una --- "Clasificación de Materiales" basada en sus características- físicas, cantidades, frecuencia de acceso y otro tipo de requerimientos de control especiales.

Antes de que podamos analizar o visualizar completamente los movimientos, necesitamos de un plan LAYOUT (distribución fi sica de la maquinaria y equipo) dentro del cual nuestros métodos de manejo operarán. Posteriormente se podrá hacer un "Análisis de Movimiento" adecuado.

El siguiente paso consiste en visualizar estos movimientos. Aquí nuestro análisis es transformado a imágenes o planos - que nos dan una idea más general de la situación a analizar. Igualmente esta fase se auxilia con una gráfica de distancia - vs - intensidad de flujo para determinar la carga de trabajo dentro de las áreas productivas o no productivas de la empresa.

Antes de que podamos dar una solución final, necesitamos tener un conocimiento profundo de los métodos de manejo de materiales. Esto se puede lograr mediante planes de manejo -- preliminares que involucren al sistema, equipo y unidad de - transporte (y su recipiente).

Es aquí donde toda la información y análisis realizados deben ser conjuntados y transformados en métodos físicamente - factibles. Realmente lo que debemos hacer es un número - de posibilidades lógicas preliminares, que serán alternativas de solución.

Ahora lo que se haría sería ajustar nuestros planes preliminares a todas nuestras limitaciones y modificaciones relevantes que surjan antes de la implementación física del modelo final. El propósito de este ajuste es eliminar todas aquellas ideas que no son prácticamente alcanzables.

Podemos en estos momentos estar listos para llevar a cabo la evaluación de planes alternativos y mediante esta evaluación seleccionar alguno de estos planes. Este viene a ser nuestro plan de manejo seleccionado.

5.VII.- CLASIFICACION DE MATERIALES

De todos los factores que influyen en la selección de métodos de manejo, los materiales a mover generalmente tienen el mayor impacto. En cualquier problema de manejo de materiales, la primera pregunta que debe hacerse es: ¿Qué se va a mover?

Pueden existir dos situaciones:

- a) Que sólo un material vaya a ser movido
- b) Que tengamos un gran número de diferentes materiales por mover

La primera situación no presenta tanto problema y se puede atacar considerando todo el conjunto de cambios y etapas por las que pasa al momento de hacer el análisis. La segunda generalmente presenta mayores complicaciones y en este caso, se puede seguir la estrategia de agrupar los materiales por clases de grupos.

Cada clase o grupo de materiales debe estar formado por artículos que sean similares en alguna característica dominante o en una combinación de varias características. Básicamente es deseable que cada clase o grupo de materiales pueda ser movido o manejado de la misma manera, es decir, utilizando el mismo método.

Hay dos razones para agrupar los diferentes materiales en un pequeño número de clases: Primero, esta clasificación simplifica nuestro análisis; y Segundo, ayuda a subdividir el problema en pequeñas partes.

Las dos clases básicas en las que podemos dividir los materiales son:

5.VIII.- ANALISIS DE MOVIMIENTOS

Datos: Cuando analizamos los movimientos, necesitamos cierta información

1. Materiales (Productos o familias de materiales)
 - a) Características físicas
 - b) Otras características.
2. Ruta (Origen y destino o trayectoria)
 - a) Distancia del Movimiento
 - b) Situaciones físicas de la ruta.
 - Línea directa y recitud (horizontal, inclinado, vertical, curvo, zig-zag).
 - Congestión y superficie (tráfico, obstrucciones, superficie pavimentada, requiere mantenimiento, carreteras lodosas)
 - Clima y medio ambiente (Interior, Exterior, almacenaje en cuarto frío, aire acondicionado, cuartos amplios áreas propensas a explosiones.)
 - Situación terminal: física y organizacional.
 - Número de lugares para recoger y colocar (Arreglo o distribución física en los puntos terminales, esto es papelería y efectividad de la organización).
3. Flujo
 - a) Intensidad de flujo (cantidad de materiales por periodo de tiempo movimiéndose sobre una ruta específica.
 - Unidades de flujo: toneladas / hora, pies cúbicos / día, artículos / semana.
 - b) Condiciones de flujo.
 - Cantidad de condiciones, (Carácter de la carga, piezas por mover, tamaño de lote, muchas cantidades pequeñas contra pocas cantidades altas, frecuencia: --

continuo, intermitente, ocasional, cantidades por periodo estacional y la regularidad de éste. Ejm: --
¿Cuántos artículos discretos diferentes están en la clase o familia de materiales que se esta moviendo?

- Condiciones del servicio.
Regulaciones o políticas que controlan los movimientos y la estabilidad de estas condiciones.
- Condiciones de tiempo
Rapidez de movimiento o urgencia, 'sincronización con personas, eventos otros materiales y la estabilidad o regularidad de estos día a día.

4. Observaciones

Las rutas se identifican por el nombre del origen (lugar - donde se recoge la carga) y su destino (lugar donde se deposita la carga).

La fórmula para la intensidad de flujo es: $I = \frac{nP}{t}$

donde:

n = Número de unidades de producto o material.

P= Unidad en la que se mide el producto o material-
(Toneladas, pies cúbicos)

t= Periodo de tiempo (semana, día, hora)

Las condiciones de flujo no tienen medida unitaria pero puede asignarles una letra codificada que defina las condiciones para cada movimiento: Ejm: Condición

"a" = Flujo estable con pequeñas variaciones

TRABAJO DE TRANSPORTE:

Es el trabajo hecho cuando se mueven los materiales. Se mide como la Intensidad de Flujo (I) para la distancia (D).

$$TW = I . D$$

Unidades: Toneladas - pie/día, tarimas-metro/semana y libras - pie/hora.

5. Análisis de Movimientos

- a) Análisis del proceso: Se sigue el producto a través del proceso desde el almacén de materia prima hasta el almacén de producto terminado. Se hace un análisis para cada producto o familia
- b) Análisis origen - destino:
 - i) Análisis de una ruta, todos los productos o familias que se mueven en esa ruta.
 - ii) Todos los productos que entran o salen de una área - determinada.

5.IX.- COMPRESION DE LOS METODOS DE MANEJO DE MATERIALES

Varias maneras de incrementar nuestro conocimiento sobre este campo:

1. Visitar las plantas de las empresas.
2. Acudir a conferencias de las Asociaciones Profesionales
3. Asistir a las demostraciones de equipo
4. Tomar cursos técnicos sobre esta área
5. Leer libros y revistas.
6. Consultar con los distribuidores de equipo
7. Consultar con expertos del área.

SISTEMA DE MOVIMIENTO

- a) Directo.- Los materiales se mueven separadamente y directamente de origen a destino
- b) Indirecto- Los materiales se mueven conjuntamente de una a - diferentes áreas sobre la misma trayectoria y con el mismo equipo (tipo canal, y tipo central, anillo)

5.X.- PRINCIPIOS DE COSTO DE MANEJO DE MATERIALES

1. Principio de distancia: a menor distancia, menor el costo -- del movimiento.
2. Principio de cantidad: a mayor cantidad, menor el costo por unidad movida.

Cuando se mueven pocos materiales sobre una distancia larga indica una pobre distribución, que podría solucionarse cambiando la distribución.

EQUIPO DE MANEJO DE MATERIALES

SHA clasifica los materiales con base en costos:

- a) Variación del costo con respecto a la distancia, El costo total se divide en "Costo Terminal" y "Costo de viaje".
- b) Variación del costo con respecto a la Intensidad de flujo. El costo total se divide en "Costo fijo" y "Costo variable"-

Con base en los costos anteriores, se tienen cuatro grupos de equipo de Manejo de Materiales:

- Equipo de manejo simple: Equipo barato con altos costos variables. Equipo diseñado para recoger y depositar rápidamente, pero no adecuado para largos acarreos. Usese para cortar distancias y bajas intensidades.
- Equipo de manejo complejo: Equipo costoso con bajos costos variables. Equipo diseñado para recoger y depositar rápidamente, pero no adecuado para largos acarreos. Usese para distancias y largas intensidades
- Equipo simple para transporte: Equipo barato altos costos variables. Equipo diseñado para largos acarreos, pero con pobres características para recoger y depositar rápidamente. Usese para largas distancias pero, poca intensidad
- Equipo complejo para transporte; Equipo costoso pero bajos costos variables (costo directo de operación). Equipo diseñado para largos acarreos, pero con pobres características para recoger y depositar rápidamente. Usese para largas distancias y altas intensidades

UNIDAD DE TRANSPORTE

El término unidad de transporte significa la condición del material cuando se mueve.

- A granel: Es la más simple y económica manera para mover materiales, pero requiere que el material no se dañe, destruya o cause algún peligro en los alrededores.
- Individualmente: Se utiliza frecuentemente cuando los artículos son grandes, de forma irregular, susceptible a daños o fácilmente manipulado. Existen pocos tipos de equipo adecuados para manejo individual. No requiere gastos extras de inversión como recipientes, empaque y desempaque, retorno de recipientes vacíos, etc.
- En Recipientes: Cuando artículos individuales se agrupan para formar una unidad inteligente para utilizar tambores, cajas, etc. Estas unidades de carga dan protección a los artículos y reducen el costo por unidad movida. Su gran beneficio es en reducir los costos de recoger y depositar. Las unidades de carga se estandarizan en forma y dimensiones para ahorrar costos en los puntos terminales y simplifica la clasificación de materiales, requiriendo además menor equipo (o diferentes tipos) de manejo de materiales.

6. SEGURIDAD INDUSTRIAL

La seguridad industrial o prevención de accidentes, según como el ingeniero prefiera llamarla, es a la vez ciencia y arte representada, por encima de todo control: control del trabajo humano, del trabajo de las máquinas y del medio ambiente. La palabra control se usa alrede porque connota prevención, así como corrección de las condiciones y circunstancias inseguras.

La prevención de accidentes es un factor importante en toda empresa, en algunas de las cuales, por ser ignorada o practicada torpemente, conduce a innecesarios sufrimientos humanos y a negocios fallidos.

A mediados de 1920, fueron desarrollados una serie de problemas los cuales están explicados según el "DOMINIO SEQUENCE" estos teoremas demuestran que:

1. Las lesiones industriales resultan sólomente de accidentes.
2. Los accidentes son causados invariadamente por la poca seguridad en las condiciones mecánicas.
3. Las acciones y condiciones inseguras son causadas sólomente por falta de las personas.
4. Las faltas de las personas son causadas por el medio ambiente o se adquieren por herencia.

De esta serie de pasos seguidos en la ocurrencia de lesiones por accidente, parece deducirse que el descuido humano es el corazón del problema. Igualmente aparente es la conclusión de que los métodos de control deben incluir la acción hombre.

La tarea de prevención de accidentes en la industria requiere un primer paso inmediato (control directo del trabajo personal y el medio ambiente) y un segundo paso, de alcance más extenso: Enseñanza e introducción. Hay que poner gran energía en el primer paso, porque supone una tarea inicial y continuada, mientras abarca, al mismo tiempo, las esencias de la educación de seguridad. Ha sido establecido que las causas de accidentes son idénticas a las causas de ineficiencia de producción y, asimismo, que los remedios son similares y pueden ser aplicados por las mismas personas. Así, en el trabajo de identificar y eliminar las causas de accidente, tenemos -

simultáneamente la mejora de la productividad industrial; aún más importante es el hecho de que la acción correctiva es tanto humana como económica y que ello influencia las actividades de las personas.

Esto puede significar solamente que la mejora en el registro de lesiones por accidentes, mediante la eliminación de las causas DESCUIDO-HOMBRE, ejerce un efecto benéfico sobre la conducta humana en general. Realmente, debe reconocerse que hay más seguridad de la que salta a la vista. La educación fundacional y específica están indicadas. La selección y colocación del personal son esenciales. La ingeniería de la producción industrial puede jugar un papel importante. Ligados todos en la aplicación, podría constituir una práctica y efectiva metodología.

La filosofía y psicología son ciencias subordinadas que sustentan y guían la selección y aplicación de los métodos de prevención de accidentes.

Filosofía, porque incluye el reconocimiento del hecho de descubrir las razones o causas y deducir conclusiones realistas, Psicología porque cada paso del problema central está afectado por él y por las reacciones de la conducta humana.

Básicamente, el programa es el mismo para grandes y pequeños establecimientos y para toda clase de actividades industriales. En casos individuales la modificación y la adaptación son necesarias, pero, no lo son los cambios estructurales. Los principios básicos son tres:

1. Interés suficiente para iniciar pronta acción
2. El que puedan ser encontrados y analizados ciertos hechos particulares.
3. Aplicar una acción correctiva sobre la base de remedios bien seleccionados.

Así, puede ser definida la prevención de accidentes como un programa integral; una serie de actividades coordinadas, dirigidas al control de trabajo personal inseguro y de las condiciones mecánicas-inseguras basados sobre ciertos conocimientos, actitudes y habilidades

COMO CUMPLIR CON LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Los tres principios básicos de la prevención de accidentes son:

1. La creación y el mantenimiento de interés
2. Enjuiciamiento de los hechos.
3. La acción basada en hechos, cuando se aplican como métodos preventivos.

Es deber de cada ingeniero de seguridad, supervisor, ingeniero de producción industrial y ejecutor, la familiaridad con la filosofía básica de la ocurrencia de accidentes y de la prevención. Los éxitos en trabajos de seguridad dependen sobre todo, de un sano conocimiento de lo que es un accidente y el como y por qué ocurren, especialmente el conocimiento de las razones y de los incentivos para prevención y sobre todo, el conocimiento de las oportunidades y métodos prácticos de realización.

La eliminación de los accidentes es vital para el país.

Los accidentes producen pérdidas económicas y sociables, incapacita al individuo experimentado, afecta la productividad y causa retardo en el avance de mejores normas de vida.

En la práctica el accidente afecta a la industria y a la sociedad, en la parte moral existen dos premisas relacionadas, la primera consiste en la innecesaria destrucción de la vida humana que por si ya es -- importantísima; el segundo factor es que, dejar de tomar las precauciones debidas cuando se conoce el riesgo, encierra una serie de culpabilidad.

Las razones por las cuales es necesario que la industria se preocupe de evitar los accidentes y enfermedades profesionales son las siguientes:

- a) La destrucción innecesaria de la vida y la salud
- b) Dejar de tomar las precauciones necesarias cuando se conoce el riesgo es igualmente una responsabilidad moral de aquellos que dirigen la empresa.
- c) El movimiento de la seguridad e higiene ha demostrado que sus técnicas pueden reducir efectivamente los índices de accidentes y fomentar la productividad y eficiencia.
- e) Los accidentes producen un daño moral a la población.

- f) Un personal adiestrado en su trabajo y en la forma de evitar los riesgos que presenta el trabajo, es el mejor factor para la economía del país.

6.1. COSTO DE ACCIDENTES

En todos los países industrializados y los de en vías de desarrollo, han estado tratando de estudiar los sistemas de costo de accidentes ya que han reconocido la necesidad de lograr un método o sistema de control de costo que se aproxime a la realidad. Muchas empresas destinan partidas en sus presupuestos para la prevención de accidentes sin esperar que dichas cantidades les produzcan beneficio económico alguno. Sin embargo, si los costos no asegurables o indirectos se calcularan, nos demostrarían que los accidentes sí afectan de una manera directa a la economía de las empresas.

FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL COSTO DE ACCIDENTES

En un accidente dentro de una empresa, podemos citar una serie de consecuencias inmediatas: Primeramente existe una paralización del trabajo, ya que los compañeros del lesionado suspenden sus labores para ayudar al lesionado por simpatía o por simple curiosidad y por otras razones incidentales: Además, el supervisor suspende su actividad para atender al accidentado y ejecutar los trámites necesarios del caso e investigar las causas del accidente. La producción sufre un retardo por el efecto psicológico en los demás trabajadores y por la lentitud con que comienzan los trabajos, hasta llegar al ritmo normal de la empresa.

Existen además otros factores igualmente importantes que afectan la productividad en la empresa, Todos estos factores que constituyen el llamado costo indirecto se pueden resumir como sigue:

1. Tiempo perdido por los trabajadores debido a la paralización del trabajo al ocurrir un accidente
2. Tiempo perdido por el o los supervisores o funcionarios de la empresa en:
 - a) Ayudar al trabajador accidentado
 - b) Investigar las causas al ocurrir el accidente para evitar su repetición.

- c) Hacer los arreglos necesarios para restablecer la labor - del trabajador lesionado.
 - d) Seleccionar y capacitar o instruir al nuevo trabajador --
 - e) Preparar el informe del accidente para la administración de la empresa.
 - f) Tener las entrevistas de carácter legal en relación con-- el accidente en cuestión y llenar los formularios requere-- ridos por la ley.
3. Pérdidas en la producción al detenerse la máquina o proceso.
 4. Costo de reparación en caso de daño al equipo, herramienta - o material.
 5. Productos defectuosos o desperdicio de material.
 6. Retardo en alcanzar el ritmo normal de producción debido a-- la actitud de los trabajadores después de un accidente.

Pérdidas en los negocios por no poder cumplir con las entregas- de los productos manufacturados.

8. Costos legales si el accidente implica daños a terceros.

Indudablemente si una empresa se interesa en reducir sus costos de- producción, debe fijar su atención en reducir los costos indirectos por accidentes, o sea reducir o eliminar los riesgos potenciales - de accidentes en sus plantas, cosa que está fácilmente a su alcance; si aplica las medidas de prevención.

NOTIFICACION Y REGISTRO DE ACCIDENTE

La buena administración de una empresa requiere que se lleven- registros e informes detallados sobre los costos exactos de produc- ción, las ventas, pérdidas y ganancias, etc. por lo tanto, para po- der evaluar la efectividad de las medidas de seguridad e higiene, - es esencial llevar registros de accidentes, costos de los mismos y su investigación a fin de determinar el estado y condiciones de tra- bajo de la empresa.

En caso de accidente, la empresa extiende sólomente un "certificado de trabajo" en el cual además de otros elementos indica que el accidente o lesionado es trabajador de la empresa. Este certificado es necesario para que el seguro social puede extender las prestaciones y beneficios que la ley obliga prestar a sus afiliados.

Este certificado no suministra los datos que interesa la prevención de accidentes; es decir, no indica las condiciones en las cuales ocurrió el accidente ni los elementos que constituyeron a su ocurrencia. Es el propio lesionado el que describe el accidente cuando se le pregunta en el hospital o clínica donde se le brinda asistencia médica.

Esta notificación reciba en la dirección de la empresa o en el departamento que se designe contribuirá a confeccionar los registros de accidentes, hacer la investigación de los mismos, según su importancia y efectuar un análisis de los mismos.

Notificación y registro de accidentes

Los registros de accidentes tienen dos propósitos principales:

- a) Dar información necesaria para la indemnización de la persona lesionada.
- b) Servir para orientar las medidas de seguridad e higiene en el trabajo.

La notificación de una lesión ocurrida como consecuencia de un accidente, debe ser completada con la explicación necesaria a fin de que la notificación tenga un valor real para la empresa.

La importancia que tiene presentar estadísticas de accidentes señalando los tipos de lesiones y las operaciones u ocupaciones en que ocurren y los agentes que las ocasionan; es la de indicar a simple vista donde debe aplicarse las medidas para eliminar o reducir los accidentes y sus lesiones.

6.2. FACTORES ESCENCIALES PARA EL ANALISIS DE ACCIDENTES

El análisis de accidentes, requiere un sistema eficiente de notificación de accidentes. Los factores principales que debe contener toda la información necesaria son los siguientes:

- a) Descripción del accidente incluyendo información concerniente a la forma en que ocurrió.

- b) Descripción de la lesión incluyendo información del estado final del caso
- c) Registro de los accidentes y de las lesiones; y hojas de análisis en las cuales se anotarán los datos pertinentes de cada caso.
- d) Sumarios mensuales, trimestrales y anuales.

La información obtenida por la investigación de accidentes debe ser presentada de manera que sea la más descriptiva, ya que el propósito de la investigación de accidentes es descubrir cualquier riesgo, no descubierto o descuidado, por lo tanto, el método de informes debe presentar claramente toda la información que se considere importante para determinar las causas del accidente y de la resultante, a fin de tomar una acción preventiva y eficaz. De gran utilidad es poder contar con una lista de los riesgos a fin de estar seguros de que se tiene toda la información necesaria correspondiente a las diferentes operaciones, trabajo y actividades de la empresa. Estas listas pueden agregarse aquellos riesgos que se descubran por otros medios, tales como el análisis de los puestos de trabajo, en la descripción de los mismos, etc. Esta lista de riesgos tipo de cada industria se puede confeccionar al mismo tiempo que se puede hacer el flujo de operaciones industriales.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA PLANEACION

Como primer paso se hace indispensable que la gerencia o dirección de una empresa esté convencida de la utilidad del programa de seguridad y especialmente que la dirección ejersa un papel activo y continuo en llevarlo a cabo., muchas veces los ejecutivos están plenamente convencidos de la necesidad de la prevención de accidentes, pero se muestran indecisos sobre cuáles son los mejores métodos para llevar a cabo el programa. Los planes para prevenir accidentes son numerosos y algunos de largo alcance.

Cualquiera que sea el tamaño de una empresa y la clase de trabajo a que se dedique, todos esos planes se basan en ciertos principios básicos y sencillos que son necesarios para lanzar cualquier programa, como una actividad propia de la empresa.

El costo de los accidentes asciende anualmente, debido a los gastos de tratamiento médico, indemnización y hospitalización son absorbidos por el seguro social, al cual contribuyen estado, patro-

nes y trabajadores,, pero los costos no asegurables los absorben -- las empresas según hemos indicado, por lo tanto, bastará conocer -- las cifras que representan el costo del accidente a la empresa para hacer ver la importancia que tiene para ella y para el país en general, la prevención de accidentes.

PRINCIPIOS PARA EL PLANEAMIENTO

Los diez principios fundamentales que son necesarios para poner en marcha cualquier programa de seguridad son:

- 1.- Obtener la colaboración de la gerencia o dirección de la empresa.

El gerente tiene que hacer las gestiones y desarrollar las actividades que le corresponden para poder lanzar el programa de seguridad como parte integrante del trabajo de la empresa.

- 2.- Obtener la colaboración del jefe de producción o supervisor principal.

El jefe de producción o el supervisor principal tienen que hacer que las actividades que hay de seguridad e higiene industriales, sean parte integrante de su organización de trabajo y ocuparse de que se respeten los reglamentos.

- 3.- Nombrar una persona encargada de las actividades de seguridad.

Se requiere encargar a alguien responsable de la dirección de estas actividades, ya sea a tiempo completo o parcial, pero que tenga responsabilidades definidas en cuanto a la protección del trabajo.

- 4.- Analizar los registros de accidentes

La persona responsable de estas actividades debe analizar los datos sobre la ocurrencia de accidentes y establecer los registros de accidentes, si no los hay, y usar la información que se desprende para planificar las medidas de prevención.

- 5.- Celebrar una reunión con los dirigentes de la empresa.

debe convocarse a todos los supervisores, jefes y altos dirigentes, a una reunión presidida por el gerente de la empresa para hacer saber los objetivos del plan de prevención de accidentes a fin de que, cada uno de ellos participen activamente en ella.

- 6.-Hacer una inspección de los trabajos y operaciones de la empresa.

Después de la reunión arriba mencionada cada supervisor debe hacer una inspección completa de su departamento y trabajos ejecutados en el.

- 7.- Iniciar la instalación de aquellos dispositivos de protección que sean necesarios para la protección del trabajo.

Debe desarrollarse y llevarse a la práctica el programa de la instalación de todos aquellos dispositivos que se vea -- que son necesarios para la protección de aquellas máquinas-peligrosas comenzando por aquellas que corrigen los defectos más graves.

- 8.- Anunciar el programa por medio de un aviso a todos.

Después debe comunicarse a todo el personal de la empresa el plan que se instaura y al cual deben todos colaborar.

- 9.- Organizar una campaña educativa.

Hay que establecer un programa para mantenerse vivo el interés y suministrar información sobre las medidas de seguridad para cada trabajo u operación de la empresa, que llegue a los trabajadores, a los capataces y a la dirección de la empresa. Estudiar la posibilidad de establecer una comisión de seguridad, seleccionando a los mismos miembros con sumo cuidado.

- 10.- Estudiar la revisión técnica de ingeniería

Estudiar métodos para mejorar la protección de las máquinas instalaciones y procesos con el fin de eliminar todos los riesgos que presentan y así aumentar la eficiencia y rendimiento.

La seguridad en una empresa debe comenzar por el gerente o director, el cual tiene que presentar y exponer las actividades de seguridad en el ambiente de la empresa, hacer que ella sea una pieza de trabajo que este integrada en cada proceso de producción; respaldarla y preservarla tan activamente para que todos sus subalternos, supervisores y caporales, sepan la decisión que ha tomado la empresa para mantener todas sus operaciones seguras y que no haya riesgo alguno que pueda ocasionar un accidente

Toda organización de seguridad que no este respaldada por el director o gerente de la empresa esta llamada a fracasar. Esto implica que el gerente tiene que convencer a todos los miembros y trabajadores de la empresa, con el ejemplo, como es el de estudio y colocación de resguardos a las máquinas peligrosas, buena iluminación y ventilación adecuada, etc., de que el está cumpliendo su cometido antes de que pueda esperar de los trabajadores que ellos tomen en serio la seguridad y le presten una colaboración estrecha y leal.

ENCARGADO DE SEGURIDAD

En toda empresa, sea cual fuese su tamaño, debe haber una persona encargada de tomar la responsabilidad de que las actividades de seguridad se lleven a cabo. En una pequeña puede ser necesario que el mismo gerente tome esa responsabilidad, en otras de mayor tamaño puede ser una persona a tiempo parcial y en las grandes empresas debe haber una persona calificada, que dedique todo su tiempo a las actividades del programa.

El encargado de seguridad debe tener conocimientos técnicos de todas las operaciones y trabajos de la empresa; lo ideal sería que fuese un ingeniero industrial o de cualquier otra rama con conocimientos adecuados a la industria de que se trate. Pero, además debe reunir ciertas cualidades personales, propias de los hombres que alcanzan éxito en la vida. Debe tener visión, iniciativa, persistencia, criterio, diplomacia, cualidades de mando y sobre todo, simpatía.

Una característica de labor de prevención de accidentes es que el encargado de seguridad debe conocer a los hombres a cuyos órdenes trabaja y a sus subordinados, porque una parte de su éxito de--

penderá de la manera como se ponga en contacto y en relación con ellos.

La labor mas constructiva y mas duradera en la prevención de accidentes se obtiene atrayendo a otras personas a cooperar con ella.

6.3. INVESTIGACION DE ACCIDENTES

La investigación de un accidente o de alguna ocurrencia grave, tiene como fin determinar la responsabilidad y descubrir las prácticas y condiciones peligrosas a fin de que, aquellos que puedan ocurrir por causas similares sean prevenidos. La investigación de un accidente u ocurrencia grave consta de tres fases:

- 1) Estudio detallado de cada accidente para descubrir las -- causas que lo produjeron.
- 2) Análisis de los datos suministrados por el estudio
- 3) Recomendaciones para corregir las condiciones de un trabajo, basadas en el estudio y el análisis del mismo.

FORMA Y PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION

Para que la investigación de accidentes pueda ser lo más completa posible, se debe seguir, a manera de guía, los siguientes puntos que son los que deben incluirse en el informe, forma A.

- 1) Al recibir la orden de investigación de accidentes, el inspector debe solicitar las actas de las inspecciones anteriores para conocer el estado general del medio industrial sus defectos y las medidas recomendadas.
- 2) Breve descripción del procedimiento o trabajos que se ejecutan al ocurrir el accidente.
- 3) Estudiar las estadísticas para descubrir si han ocurrido otros accidentes en los procedimientos o trabajos similares al que causó el accidente en cuestión.
- 4) Datos personales del o de los individuos implicados en el accidente Testigos.
- 5) Datos exactos del accidente
 - a) Croquis del lugar, maquinaria, etc.
 - b) Nombre de la máquina, pieza o instrumento que causó el accidente.

FORMA A

FORMA PARA INVESTIGAR UN ACCIDENTE

NOMBRE DEL LESIONADO:

EDAD:

AÑOS DE EXPERIENCIA EN ESTA
OCUPACION:

DEPARTAMENTO:

DESCRIPCION DE LA LESION

FECHA:

HORA:

CONDICION DEL TIEMPO:

LUGAR EXACTO DEL ACCIDENTE:

DESCRIPCION DEL ACCIDENTE:

ESTA UD. PRESENTE:

O SI NO HUBO TESTIGOS:

LO VIO SI? O NO?

CONDICION INSEGURA.

- c) Descripción breve de las operaciones de las máquinas o de las condiciones que contribuyeron, como causa prima ria, al accidente
- d) Declaración si se violó alguna disposición de la legis lación en vigor o del reglamento interior de la empresa.
- e) Acción tomada por la administración de la empresa o del supervisor para evitar la repetición del accidente que se investiga.
- f) Ordenes dictadas por el supervisor o acción tomada por él.
- g) Recomendaciones sobre algún cambio que pudiera efectu arse en la reglamentación interior de seguridad de la em presa, si lo hay.
- h) Actitud de los trabajadores en cuanto a la colaboración en la investigación.
- i) Certificado médico, si es posible, de las lesiones.

6) Determinar

- a) Las causas primarias que contribuyeron al accidente
- b) La responsabilidad
- c) Recomendar los medios que deben implantarse para evitar una nueva ocurrencia.

Si el accidente que se investiga ha estado implicado algún --- equipo que amerite la visita de un técnico especializado, debe hacer se constar así.

6.4 FACTORES DE INGENIERIA EN LAS ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Antiguamente los fabricantes de maquinaria no se preocupaban -- por la protección de las partes peligrosas, eso se dejaba a los em presarios que compraban las máquinas para sus establecimientos. La máquina era entregada a la empres ay esta podía o no poderles las protecciones que creyera necesarias.

Parte de esta actitud de los fabricantes de maquinaria se debía a -- que los reglamentos estatales de los diversos países no estaban in formados en cuanto a la clase de protección que una máquina determi-

nada debería llevar.

Ultimamente los reglamentos promulgados por las diferentes asociaciones de normas para la construcción de maquinaria, sobre seguridad e higiene del trabajo, han ido sufriendo una transformación en lo que se refiere a sus normas para la protección de las máquinas. Paulatinamente se ha ido creando instituciones técnicas que se han estado ocupando de los estudios que requieren los distintos tipos y aspectos de la protección del trabajador. Actualmente los fabricantes de máquinas por un lado y los departamentos gubernamentales por otro, se han interesado en los estudios efectuados por esas instituciones y ambos han tenido en cuenta estos estudios para aplicarlos a las máquinas.

Hoy en día todos los fabricantes de máquinas tienen orgullo en presentar a los clientes eventuales sus máquinas, con las mejores protecciones y teniendo en cuenta los estudios económicos para dichos equipos sean más seguros, cómodos de funcionar y puedan responder a las necesidades actuales del rendimiento de la industria.

Elementos de transmisión

Las bandas de transmisión han sido uno de los elementos mecánicos que más accidentes han ocasionado. Nunca se insistirá demasiado en las precauciones que se deben tomar y adoptarse para su mantenimiento y sus protecciones. Las bandas de cuero, de material textil, de caucho, etc., requieren que el material del cual son fabricadas, sean de buena calidad. Este factor es de una importancia capital -- tanto para la seguridad como para la protección, ya que un accidente debido a una falla en el material de la banda, puede muy bien ocasionar un accidente con lesión o simplemente un accidente sin ella, pero, ambos con pérdida de tiempo, ya que se ocasiona una interrupción del trabajo.

Es muy importante para la selección del material de la banda, tener en cuenta el ambiente en el cual ellas han de trabajar; las condiciones en que se trabajen, tales como la humedad, la exposición al vapor de agua, emanaciones de sustancias ácidas y corrosivas, al frío y al calor, que influyen mucho sobre el rendimiento de la banda al mismo tiempo que en la seguridad de los trabajadores.

Hay que tener en cuenta todos los factores como la carga de trabajo, la resistencia y la tensión a que tienen que estar expuestas, la velocidad, los empalmes y por fin y lo más importante, su manera de -- protegerlas contra los contactos con los trabajadores que están ocupados cerca o alrededor de ella.

La protección bien estudiada y diseñada de los engranajes, acoplamiento y collarines, tornillos de fijación, etc. Conjuntamente -- con sus ruedas y cadenas de distribución contribuirán mucho a la seguridad de los trabajos. Las poleas, los engranajes y las ruedas -- dentadas con sus cadenas, deben estar protegidas contra contactos -- con los trabajadores por medio de un resguardo. La altura del suelo o piso a que deben llegar estos resguardos ha sido calculado entre -- 1.80 metros y 2.20 metros. Esta cubierta protectora debe estar contribuida de manera que en caso de rotura de la banda o cadenas, no -- ocasione un accidente al personal.

6.5. AMBIENTE DEL TRABAJO

La ingeniería tiene una influencia grande en el diseño y mantenimiento de los elementos que componen el ambiente de trabajo. La -- ventilación, la iluminación, el ruido y las vibraciones que afectan la salud del trabajador y su rendimiento, pueden ser controladas por medios técnicos. También la parte de higiene y saneamiento puede ser -- controlada por medio de ingeniería

V E N T I L A C I O N

La atmósfera de los lugares de trabajo, ya sea taller u oficina, se impurifica no sólo por los gases y humos y el polvo que se origina en las diversas operaciones industriales, sino también por los -- productos excretados por los mismos trabajadores, (respiración, sudor, etc.) que están ocupados en dichos lugares. Para mantener la -- atmósfera de los lugares de trabajo en condiciones y composición -- normales, es necesario una adecuada Aereación. Debemos hacer una -- diferencia entre aereación y ventilación, la ventilación sugiere una idea de movimiento del aire por medios mecánicos y la aereación es -- el aire movido por sí solo y fenómenos físicos.

En un local, por muy amplio que sea, la aereación, solo no basta --- pues las malas ubicaciones de las aberturas o por otras causas, puede el aire formar verdaderas bolsas en ciertos rincones de los locales con los peligros consiguientes. Es necesario que el aire que se respira se mueva y sea renovado constantemente por eso que, para el rendimiento de una persona y para su salud el aire y su pureza desempeñan un papel muy importante.

TEMPERATURA Y HUMEDAD

No basta sólomente la renovación del aire para que el individuo se mantenga en condiciones normales, es necesario que la temperatura y la humedad de la atmósfera del local de trabajo responda a las que el cuerpo requiere. Estos dos factores humedad-temperatura es casi-imposible tratarlos independientemente desde el punto de vista higiénico.

El grado óptimo de temperatura de los locales de trabajo varía según la naturaleza del trabajo. Algunos consideran la temperatura de 15°C. Para profesiones sedentarias y en las que hay que ejecutar un gran trabajo muscular se pueden aceptar las temperaturas alrededor de 10°C. En realidad no se pueden fijar condiciones determinadas, ya que estas dependen solo de la clase de trabajo, sino también del trabajador, del vestido, del género de vida de la persona, etc.

ILUMINACION

Las estadísticas ponen de manifiesto que un gran número de accidentes son ocasionados por una iluminación defectuosa. En algunas profesiones especiales es indispensable una iluminación racional, -- para impedir debilitamientos y degegeración de la vista, que en estos casos debería ser considerada como enfermedades profesionales.

La iluminación de los locales de trabajo debe ser abundante sin llegar a deslumbrar a los trabajadores, debe ser difundida y distribuida científicamente, no debe producir sombras, para lo cual se hace necesario un estudio racional de la distribución de las máquinas y situación de los puestos de trabajo.

La falta de una iluminación suficiente, los deslumbramientos, -- puntos oscuros debido a sombras, dán origen a muchos accidentes.

La iluminación natural es la mejor y si está en cenital es toda vía más apropiada. Para esto hay que hacer un estudio de la colocación de las aberturas para la iluminación, como son las ventanas, -- tragaluces, etc. En la iluminación natural lateral, debe preferirse que las aberturas sean altas y de ser posible que lleguen al techo. Lo más recomendable es que el estudio de la iluminación sea efectuado por un técnico.

La iluminación artificial más corriente es la eléctrica. Sin embargo hay posibles casos de iluminación, por otros medios. En este caso hay que tomar en consideración que los gases y emanaciones -- procedentes de las llamas no contaminen la atmósfera de los locales de trabajo.

En la iluminación artificial eléctrica debe tenerse en cuenta -- igualmente su distribución, intensidad, etc. Se recomienda que también sea un técnico el que estudie la instalación, para que esta responda a las normas y prácticas efectuadas por estudiosos de esta materia.

RIESGOS ELECTRICOS

Todos los equipos eléctricos, comprendiendo las líneas de transmisión eléctrica, los conductores, transformadores, motores y demás -- accesorios que sean utilizados en una empresa, deben estar construidos, instalados y conservados de acuerdo con las normas que para estos equipos han sido promulgadas por organismos especiales de reconocida competencia.

Los fabricantes de estos equipos reconocen la importancia que -- tiene para la eficiencia y rendimiento de estos equipos, seguir las -- normas de construcción aislamiento y demás que constituyen la seguridad del funcionamiento de estos aparatos. Sin embargo, es por cuenta del usuario la conservación y reparación de estos equipos. Para -- estos trabajos también existen reglamentos o normas que deben seguirse para que la seguridad intrínseca que estos equipos llevan en su -- construcción, no se alteren y sigan ofreciendo las garantías de se-- guridad. Para la comprobación de los equipos eléctricos deben las -- empresas de utilizar los servicios de electricistas o técnicos expe-- rimentados y competentes en la materia.

6.6 UTILIZACION DEL COLOR EN PREVENCION DE ACCIDENTES

La utilización del color en forma adecuada, en paredes, techos y pisos, mejora en forma notable la visibilidad y la percepción. Cuando las superficies de un recinto no tienen la cualidad de reflejar la luz, solo se aprovechará una pequeña proporción de la cantidad de la luz utilizada o proporcionada sea esta natural o artificial.

Aparte de una iluminación adecuada y uniforme, para ver bien es esencial la eliminación de contrastes fuertes en brillantez dentro del campo visual de los operarios. En general, para obtener un máximo de brillantez se recomiendan techos pintados de color blanco. Si los pisos y paredes son de color oscuro, las superficies superiores de las paredes deben tener una reflectancia de 50 a 60% y con frecuencia se utiliza un color verde claro para pintar las paredes. Los pisos y el equipo deben reflejar de 25 a 40% de la luz.

Un interior atractivo tiene un buen efecto psicológico sobre los trabajadores y empleados. Son deseables los tonos claros de distintos colores para diferentes partes. Los tintes de gris claro son apropiados a muchos usos industriales. Los tintes azules y verdes tienen un efecto de frescura en lugares donde temperatura es relativamente alta. Por otra parte el marfil o crema se considera como colores tibios.

CODIFICACION DE COLOR

La codificación por color de riesgos físicos, equipo, obstrucciones y otras fuentes de lesiones permite reconocer con rapidez y exactitud los riesgos particulares involucrados.

Se establecen aquí los colores convencionales para señalar riesgos físicos, para indicar equipos contra incendio y otras clases de equipos de protección, así como para avisos, señales y marcas especiales de identificación.

El uso de color no deberá ser, en ningún caso, considerado como un sustituto para la eliminación de riesgos por los medios apropiados de ingeniería de seguridad. Por consiguiente, siempre que sea posible, se deberá buscar la eliminación de los riesgos por los medios de ingeniería.

La utilización de codificación por color y de señales de aviso, letreros y marcas de identificación, deberá planearse cuidadosamente a fin de evitar que el personal llegue a acostumbrarse tanto a ellos que le pasen inadvertidos.

USO DE COLORES PARA EL SEÑALAMIENTO DE RIESGOS FISICOS Y PARA LA --- IDENTIFICACION DE CIERTOS EQUIPOS

- 1) Los colores básicos para este código de colores serán los siguientes: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, violeta, --- blanco y negro.
- 2) Uso de color rojo. El rojo es el color básico para denotar - peligro o para indicar alto inmediato. El equipo contra incen dio se pinta de rojo para su fácil identificación. Cuando sea práctico se pueden utilizar materiales reflejados de color - rojo, en lugar de pintura, plásticos o vidrio, con el propó- sito de identificación.

Otros usos del color rojo:

- a) Avisos de peligro
 - b) Luces
 - c) Recipientes de seguridad
 - d) Dispositivos de paro de emergencia
 - e) Equipo contra incendio
- 3) Uso de color naranja. El color naranja será el color básico para la identificación de partes peligrosas de maquinaria o de equipo eléctrico y para hacer resaltar los riesgos que -- quedan expuestos al ser removidos los resguardos de las má - quinas.

Aplicaciones del color naranja

- a) Parte interior de tapas de cajas metálicas de interrupto-- res eléctircos.
- b) Parte interior de resguardos removibles de maquinaria
- c) Botones de arranque de seguridad
- d) Parte interior de resguardos de transmisiones de engranes, bandas, poleas, cadenas y similares.

e) Bordes expuestos de poleas, engranes, rodillos, dispositivos de corte, quijadas de prensa, bordes de hojas de sierra y otros similares.

- 4) Uso del color amarillo; debido a su alta visibilidad el color amarillo es el color básico utilizado para indicar la necesidad de tener precaución y para señalar riesgos físicos con el propósito de evitar colisiones, caídas, tropiezos, atrapamientos y accidentes similares.

Se utilizará amarillo sólido, franjas amarillas y negras y cuadros amarillos y negros, dependiendo de que se considere más adecuado para identificar el riesgo particular involucrado.

Otros usos del color amarillo:

- a) Avisos de precaución
- b) En equipo para manejo de materiales y equipo pesado de construcción.
- c) Obstrucciones y proyecciones, tales como columnas, pilares, vigas bajas, etc.
- d) Espacios libres. Esquineros para estibas de materiales - contrapeldaños superior e inferior de escaleras y barandas de protección.
- e) Recipientes de desperdicio.

- 5) Uso del color verde. El verde es el color básico para denotar seguridad: equipos de primeros auxilios, dispositivos de seguridad y cosas directamente relacionadas con seguridad. La localización de máscaras contra gases, camillas, regaderas de seguridad, fuentes lava-ojos, etc. Se debe señalar con color verde tableros para avisos de seguridad, botones de arranque de equipos y salidas de edificios que no sean de emergencia

Otros usos del color verde

- a) Avisos de seguridad

- 6) Uso del color azul. El azul será el color básico para prevención de arranque o movimiento accidental de cualquier equipo en reparación o ajuste

Aplicaciones del color azul:

- a) Ascensores
 - b) Calderas
 - c) Controles eléctricos
 - d) Válvulas
 - e) Andamios móviles
 - f) Escaleras. etc.
- 7) Uso del color violeta. El color violeta será el color básico para denotar riesgos por radiaciones (rayos X) y otros ta tales como emisiones alfa, beta, gama, neutrones, protones, deuterones y mesones. Se utilizará combinación de amarillo con violeta para avisos tales como letreros etiquetas, señales y marcas de pisos.
- 8) Uso de los colores blanco y negro. El blanco, el negro o -- una combinación de los dos serán usados para marcar avisos de tránsito, direccionales, de orden y limpieza y de información general. Los colores sólidos, bandas negras y blancas, se utilizarán dependiendo de las necesidades específicas de identificación.
- a) Tránsito. Los siguientes lugares serán pintados de blanco, con respecto a la seguridad del personal: extremos sin sa lida de callejones y pasillos, demarcación de pasillos, contrapeldaños, dirección y límites de escaleras.
 - b) Dirección. Letreros o avisos direccionales utilizados para indicar direcciones hacia escapes contra incendio, escaleras, salida y otras áreas importantes.
 - c) Orden y limpieza. La localización de botes de basura y otros materiales de limpieza se pintarán de blanco y negro.
 - d) Información. Negro, blanco o letreros informativos en blanco y negro se utilizarán para dar información pertinente basada en procedimientos o normas establecidas.

CONCLUSIONES

En el decurso de la vida social, referida a la base de su existencia, o sea a la producción de bienes materiales ocupa un lugar importante el desarrollo de la Ingeniería, como antecedente y complemento de toda forma superior de vida o actividad económica.

Ese mismo desarrollo determina que en cada formación económico-social, las necesidades de infraestructura en el país vayan sufriendo mutaciones, que crecen hasta llegar a constituir en nuestro tiempo un magno complejo cuya atención demanda recursos de gran cuantía.

El problema que ello representa es uno de los más graves que tenga que enfrentarse el estado.

En nuestro país la Ingeniería Industrial a evolucionado de acuerdo a las necesidades actuales, es por ello que reviste singular importancia la creación de procedimientos ó sistemas que lleven al gobierno a atender el problema del desempleo, mediante un esfuerzo de carácter permanente y específico, para atender los problemas del mismo.

Este desarrollo se puede lograr si todos colaboramos en forma conjunta, elaborando materiales que efectivamente sean útiles y aplicables a las áreas de la Ingeniería que es la base primordial dentro de la sociedad en que nos desarrollamos, sirviéndose de técnicas de dirección industrial, para utilizar al máximo los recursos de que disponen las industrias del país, sin recurrir a grandes inversiones de capital, todas ellas han logrado demostrar, sin ningún género de duda, que las técnicas que se consideran en éste trabajo, produzcan realmente resultados y que puedan ser ventajosamente aplicadas en todas las industrias.

B I B L I O G R A F I A

- INGENIERIA INDUSTRIAL
ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS
BENJAMIN W. NIEBEL
ED: REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.
- MANUAL DE INGENIERIA DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL
MAYNARD, HAROLD BRIGHT
ED: REVERTE
- MANUAL DE LA PRODUCCION
ALFORD Y BANGS
ED: UTEHA
- ESTUDIO DEL TRABAJO
ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO
MANEJO DE MATERIALES
RICHARD MUTTER
ED: UTEHA
- DISTRIBUCION DE PLANTA Y MANEJO DE MATERIALES
CENAPRO
- DISTRIBUCION EN PLANTA
PIERRE MICHEL
ED: DEUSTO
- APUNTES SOBRE INGENIERIA DE PLANTA
RECOPIADOS POR RAFAEL MALDONADO
I T E S M
- APUNTES INGENIERIA INDUSTRIAL II
JUAN JOSE DI MATTEO CAMOIRANO
FACULTAD DE INGENIERIA
- MANUAL SEGURIDAD INDUSTRIAL
CONSEJO NACIONAL DE PRODUCTIVIDAD