



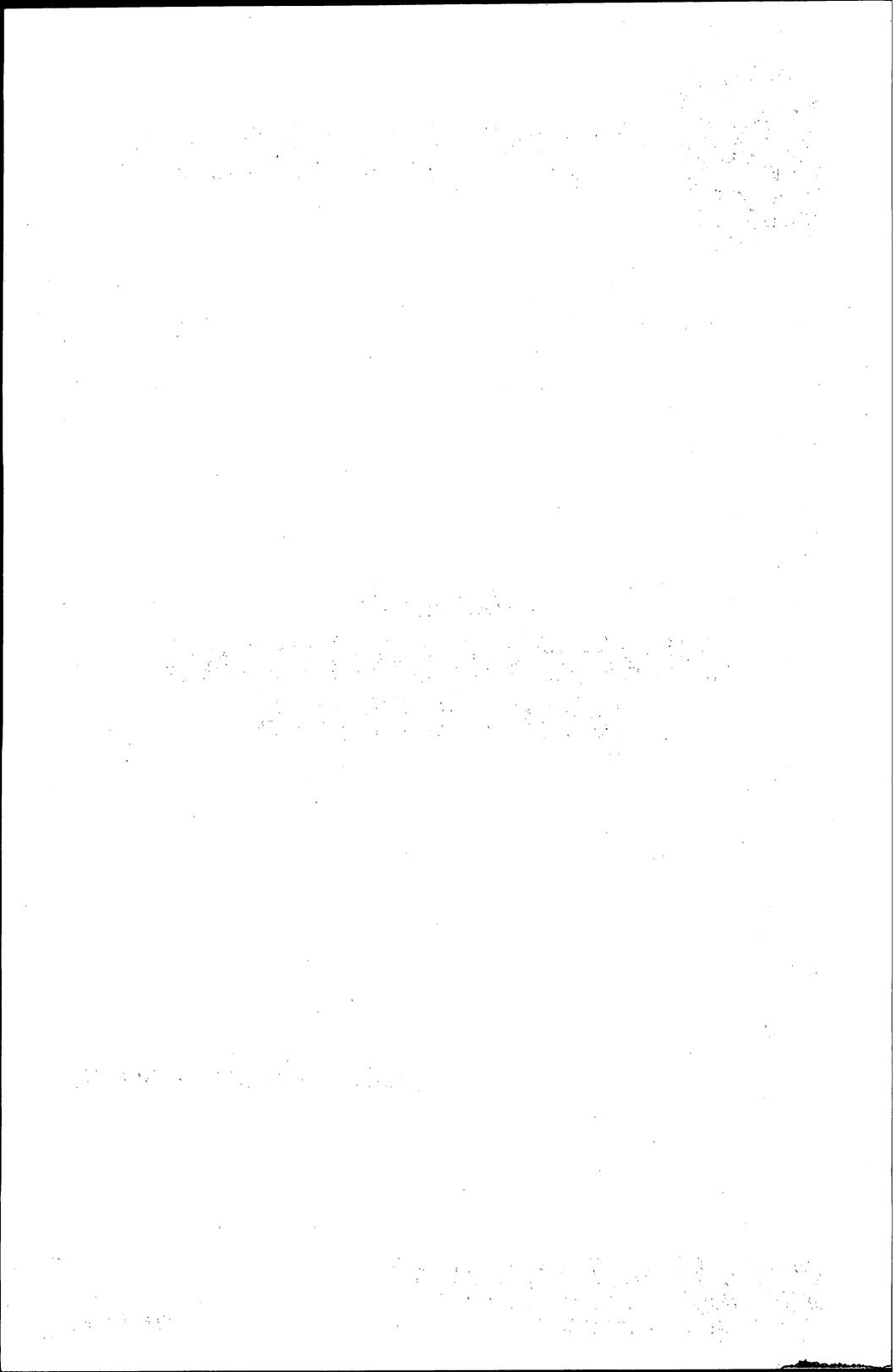
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA**

**APUNTES DE  
DISEÑO DE SISTEMAS  
PRODUCTIVOS**

**JUAN J. DIMATTEO CAMOIRANO**

**DIVISION DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
E INVESTIGACION DE OPERACIONES**

**FI/DIME/84-068**



## I N T R O I T O

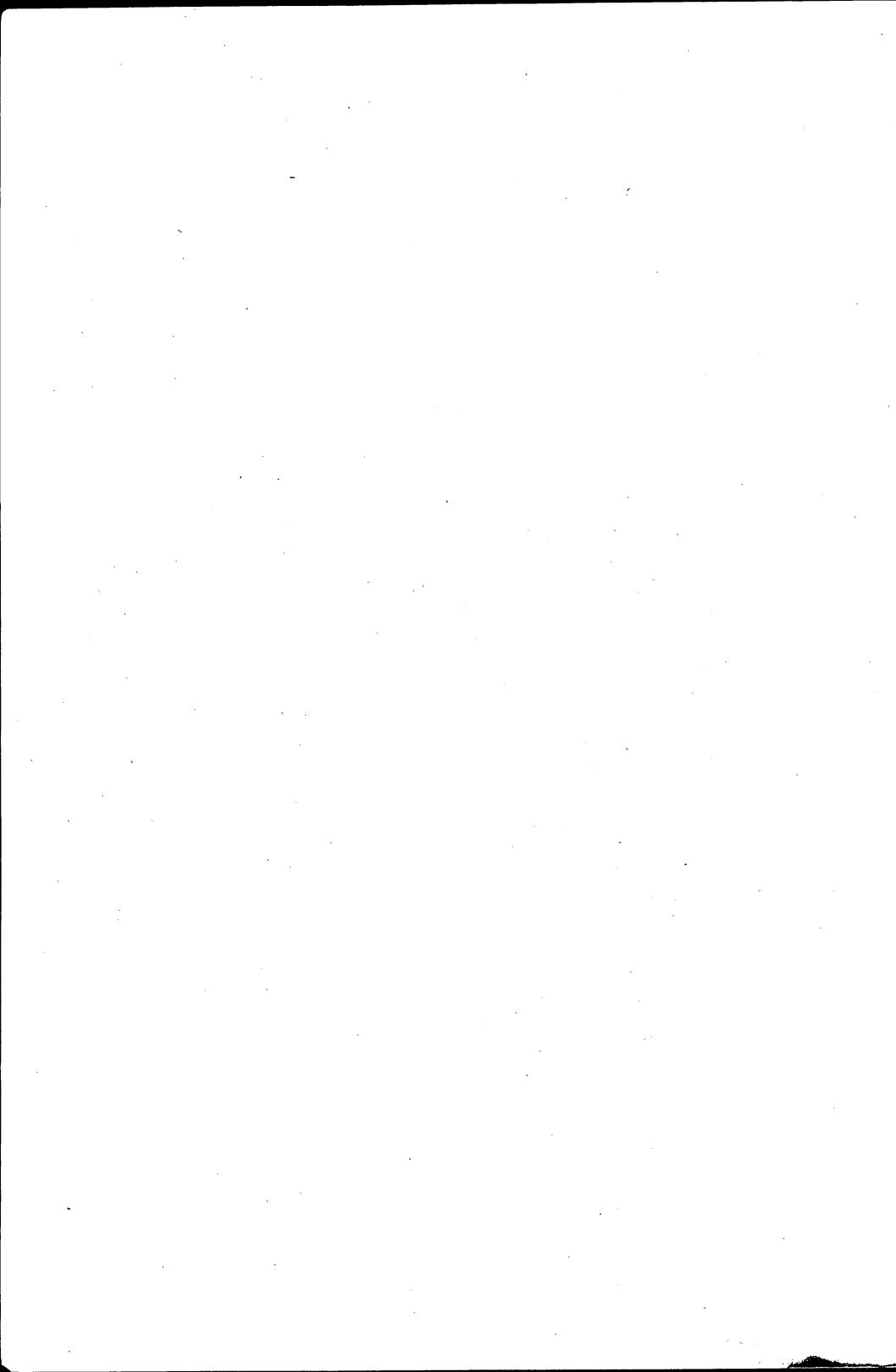
En reuniones realizadas entre los profesores de la materia Diseño de Sistemas Productivos de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M., resolvimos que la impresión de estos apuntes nos ayudaría a dar la clase a la vez que facilitarían el proceso de enseñanza-aprendizaje.

No se pretende que sea un trabajo original, ya que consisten de resúmenes de varios libros, traducciones y algunas experiencias profesionales.

Consideramos de suma importancia que los alumnos -- consulten la bibliografía indicada al finalizar cada tema. De ninguna manera el curso se limita a estos apuntes.

Febrero de 1982.

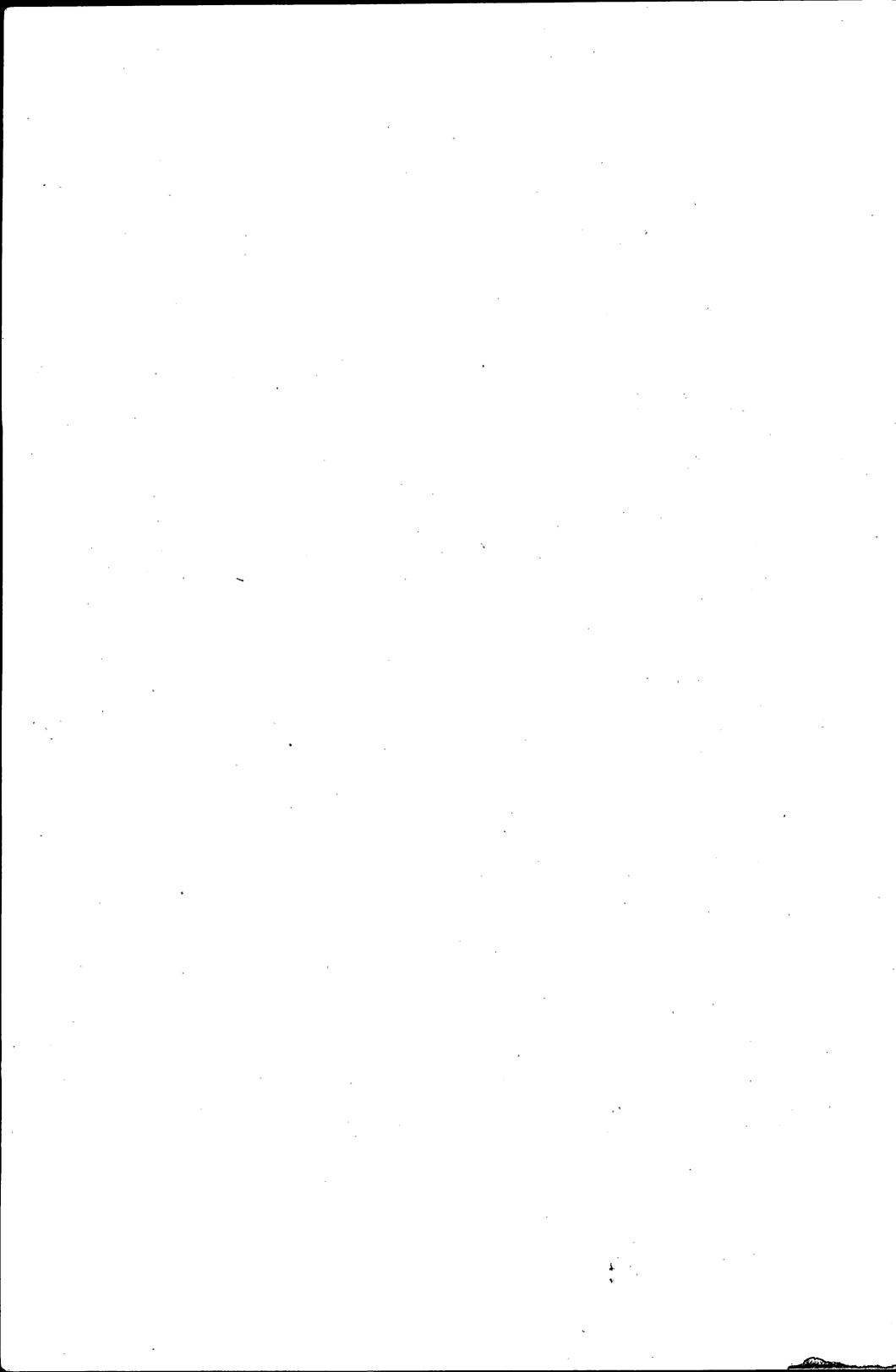
Ing. J.J. DiMatteo C.



INDICE DE TEMAS

Capítulo 1	Localización Industrial y Tamaño de la Planta.....	1
Capítulo 2	Distribución de la Planta .....	28
Capítulo 3	Manejo de Materiales.....	63
Capítulo 4	Selección de Maquinaria.....	140
Capítulo 5	Dinámica Económica Financiera.....	154
Capítulo 6	Instalaciones Auxiliares.....	167
Capítulo 7	Administración del Mantenimiento Industrial.....	184

x-x-x-x-x-x-x-x-x-x-



### Localización Industrial

En general al abordar un problema de planeamiento de disposiciones o Lay Out se presentarán dos tipos distintos de problemas según se trate de una fábrica existente ó a la disposición de una nueva planta.

Tomando este último caso que es el menos frecuente pero el más general, deben considerarse cuatro etapas en el planeamiento de disposiciones. Estas son:

Fase I : Localización. Se trata de determinar el lugar donde se ubicará la industria. En caso de una nueva empresa el problema puede llegar a ser muy complejo y lo trataremos más adelante.

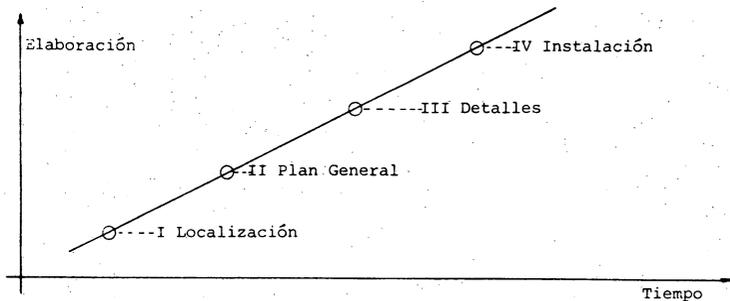
Fase II : Disposición General. Se definen en forma general las áreas que deben distribuirse posteriormente en detalle, de manera de tener un plan maestro de áreas, interrelaciones y configuraciones de las áreas principales. A veces suele llamarse a esta etapa "asignación de espacios".

Fase III: Disposición detallada: Ubicación de maquinaria o equipo específico. Cada máquina debe ser colocada en un sitio determinado.

Se incluyen provisión de energía y servicios auxiliares.

En algunos casos, como se verá más adelante, se lleva a maquetas o plantillas bidimensionales.

Fase IV : Instalación: Incluye el planeamiento de la instalación, la aprobación por la dirección de la fase III y la ejecución física de la misma.



#### ETAPAS EN EL PLANEAMIENTO DE DISPOSICIONES

Estas cuatro fases siguen una secuencia lógica que en la práctica se superponen parcialmente. Cada proyecto de disposición de equipos pasa normalmente las cuatro etapas, si bien el planeamiento técnico del lay out no siempre es responsable de las etapas I y/o IV. Esto significa que en general los Departamen-

tos de Ingeniería Industrial suponen una decisión ya tomada en cuanto a localización y no se encargan de la instalación.

Entrando de lleno en la Fase I, o sea localización, digamos que en el caso más general la localización puede resultar un problema internacional, de tal manera que habrá que elegir el continente, la región geográfica, el país, el estado, la zona y el terreno. En todo el proceso se tenderá a optimizar parámetros tratando de llegar a la "ubicación ideal." Se llama así a aquella en la cual los costos de producción y distribución son mínimos y los precios y volúmenes de venta proveen los mayores beneficios.

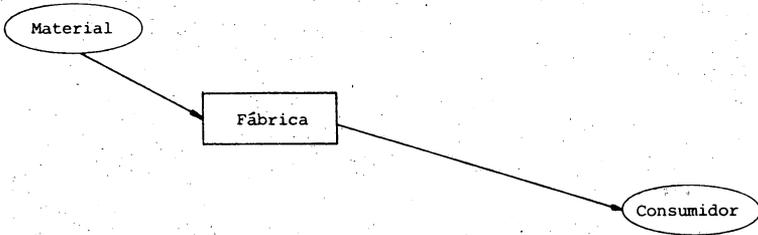
Este proceso suele llevarse a cabo en dos etapas: en la primera se selecciona el área general, y en la segunda, se elige la ubicación precisa para efectuar la instalación.

Los estudios de localización deben ser continuos en empresas que tienden a perpetuarse en el tiempo, ya que, la variación de ciertos factores podría económicamente aconsejar nuevas localizaciones.

Ejemplo: La publicación en el Diario Oficial de la Federación el 2 de Febrero de 1979 del Programa de Desconcentración Territorial de las Actividades Industriales hizo que muchas empresas localizadas en el área metropolitana de la ciudad de México reconsiderarán su localización.

Si consideramos un caso ideal, en el cual una fábrica produce un sólo produc

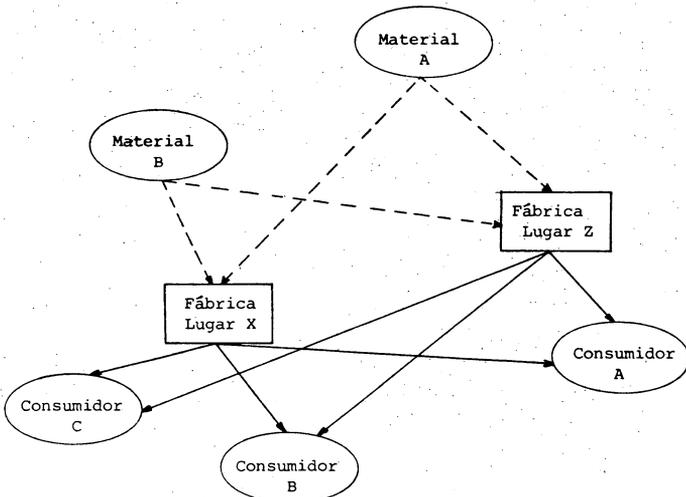
to para un solo cliente ubicado en un solo lugar con un solo material y un solo proveedor, la ubicación de la fábrica caería dentro de la línea limitada entre la materia prima y el cliente, siendo el punto más conveniente aquél en que se hagan mínimos los transportes de materia prima y producto terminado.



Localización en caso hipotético más simple.

Como esta situación no se da, sino que tenemos casos más complejos como, por

ejemplo:



EL PROBLEMA DE LA LOCALIZACION

La ubicación se obtendrá como el punto óptimo o subóptimo que resulta del mejor compromiso de los siguientes factores:

- 1 Fuentes de Materia Prima.
- 2 Disponibilidad y precio de Mano de obra.
- 3 Ubicación de Mercados.
- 4 Disponibilidad y precio de electricidad, combustibles, agua, teléfono, -  
eliminación de desperdicios, etc.
- 5 Transportes y Servicios públicos diversos.
- 6 Ventajas impositivas.
- 7 Factores climáticos especiales.
- 8 Imponderables.

El (1) puede ser determinante en los siguientes casos: A) Material voluminoso y de bajo costo; B) Materiales que se reducen grandemente en el proceso C) Materiales perecederos, tales que el proceso aumente sus posibilidades de conservación (pescados, harina, latas).

A fin de evaluar convenientemente las alternativas y la influencia de las fuentes de materia prima, se requerirá información específica sobre las diferentes

Ubicaciones, las disponibilidades en el ciclo estacional, los diferentes precios, condiciones de pago, tarifas de transporte para los diferentes medios, tratando de lograr que el valor agregado de transportes sea mínimo.

En todos los casos el problema de localización consiste en tres elementos principales:

1. Necesidades específicas.
2. Posibilidades disponibles.
3. Elección de alternativa más adecuada.

Respecto a las necesidades específicas una lista de las mismas incluye típicamente los siguientes factores :

1. Area o espacio requerido.
2. Condiciones, naturaleza y características del espacio:
  - 2.a Orientación
  - 2.b Topografía
  - 2.c Subsuelo
  - 2.d Vientos dominantes
  - 2.e Mejoramientos
  - 2.f Reubicación de instalaciones de fuerza motriz o suministros.

2.g Antecedentes de inundaciones.

2.h Vías de acceso, si las hubiera.

3. Relaciones con orígenes y destinos de :

a). Materia prima

b). Proveedores

c). Mercados

d). Transportes externos (ferroviarios, marítimos, camiones, etc.)

4. Contactos.

a). Con el personal : disponibilidad, tipo, etc.

b). Con servicios públicos y auxiliares : E.E., aguas, etc.

c). Con servicios locales : Bancos, policía, recolección de desperdicios,  
servicios comerciales, etc.

d). Con autoridades oficiales : Impuestos, códigos de edificación, restric-  
ciones, etc.

5. Alrededores.

a). Empresas vecinas, clima, actitud general del estado, aspecto edificio,

etc.

b). Hospitales, escuelas, viviendas, bienestar, etc.

6. Inversiones :

- a). Tierra
- b). Mejoramientos del terreno
- c). Edificios, construcción o renta.

7. Rentabilidad potencial.

- a). Costos operativos.
- b). Economías y beneficios.

Una vez especificada la lista de requisitos comienza la búsqueda. Se irán-  
confrontando las disponibilidades con los requisitos.

La investigación preliminar, que tenderá a reducir el número de ubicaciones  
potenciales, se realiza estudiando mapas y confrontando informes oficiales de go-  
bierno federal o estatal. Esto eliminará áreas que no incluyen los requisitos por  
no tener gente, caminos, etc., adecuados.

En la búsqueda de zonas se pueden utilizar fuentes oficiales como comisiones  
de fomento, cámaras de comercio o industrias, empresas de servicio público como -  
C.F.E., Ferrocarriles, etc. También pueden consultarse asesores en localización  
industrial, promotores o comisionistas de tierra que pueden proveer datos muy  
interesantes sobre adaptabilidad.

Entre los factores imponderables se deberá hacer una prolija evaluación de los aspectos culturales, políticos y gremiales de la comunidad. O sea que, una vez que se han analizado los factores mencionados anteriormente, debe recogerse la información especial para evaluar la comunidad.

En estos casos se usarán sociólogos o psicólogos que realicen encuestas a fin de tener un catastro psicosociológico de la comunidad en cuestión.

Una vez que se ha determinado la región o comunidad viene la

Selección del Terreno. Se presentan tres posibilidades:

1. Campo  
Mucho espacio (actual o futuro) u opciones.  
Gran volumen de agua.  
Proceso peligroso o contaminante.
2. Suburbio  
Mano de obra barata y no especializada (cuando se necesita)  
Gran cantidad de personal femenino que dependa de los medios de transporte.  
Cuando hay ventajas impositivas y de seguro.
3. Ciudad  
Cuando se necesita mucho personal especializado.  
Cuando por el tipo de operación pudiera ser en varios pisos y pequeña.  
Cuando pueda utilizarse el agua y energía de la ciudad.  
Cuando se necesite un transporte rápido con clientes y proveedores.

En general se elige la opción que mejor llene el requisito del personal.

Richard Muther refiere la siguiente lista de errores más comunes en un análisis de localización:

- 1). Investigación incompleta que no incluye requisitos indispensables.

- 2). Demasiada atención a los costos de la tierra.
- 3). Subestimar costos de mudanza.
- 4). Prejuicios o preferencias de los ejecutivos claves en la selección en vez de hechos recogidos en forma imparcial.
- 5). Resistencia al cambio de los ejecutivos (de moverse de sus residencias).
- 6). Escoger áreas demasiado industrializadas o que, en el futuro, puedan - llegar a ser densamente pobladas.
- 7). Basar la mudanza solo en beneficios inmediatos o a corto plazo.
- 8). Niveles culturales y educacionales bajos que no serían aceptables para que el personal se desplazara.
- 9). Evaluar la provisión de personal basado en los salarios sin considerar productividad y normas de trabajo.

Cuando el área más estratégica ha sido determinada sobre la base de todos - -

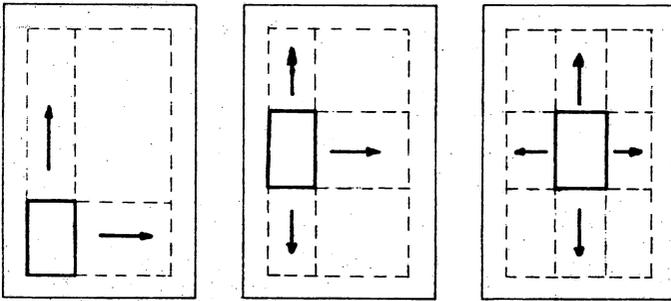
los estudios generales y locales, comienza el examen de los terrenos que pueden ofrecer alternativas interesantes. Para ello se hace una lista de especificaciones que debe prepararse a fin de incluir los siguientes elementos:

- 1). Descripción del edificio incluyendo planos.
- 2). Tamaño del terreno.
- 3). Accesos necesarios.
- 4). Provisión de agua, gas, E.E., combustibles.

- 5) Requisitos de obras sanitarias y eliminación de desperdicios.
- 6). Areas de seguridad para olores, ruido, humo y otras condiciones molestas.
- 7). Provisiones para rociadores contra incendio, etc.

Relación de Edificio a Terreno : Un error muy frecuente es elegir un terreno muy pequeño sin pensar en futuras ampliaciones. De no haber espacios adicionales no podrían realizarse diferentes disposiciones o absorber temporariamente exceso de inventarios. EN REALIDAD EL COSTO DE LA TIERRA ES RELATIVAMENTE PEQUEÑO COMPARADO CON LA INVERSION TOTAL. Gran parte de la tierra extra puede considerarse como protección contra vecinos.

Además puede ser deseable tener acceso por dos o tres lados o aún por todos. Si bien la relación de edificio o terreno requerido por una empresa en un momento dado puede variar en forma significativa de una industria a otra, se considera que el terreno deberá ser de 5 a 10 veces el tamaño de la planta, para incluir espacios para desvíos, plataformas de carga, estacionamiento, -- ampliaciones, etc.. Se considerará como área del edificio no el total de m<sup>2</sup> sino el área bajo techo.



Previsiones para expansión.

A fin de realizar una evaluación adecuada de los diferentes lugares posibles de localización de la fábrica, se hace una tabla con el siguiente concepto :

Se analizan los diversos factores como son: Fuentes de materia prima, mercados, costo del terreno, etc., para las alternativas posibles. A los factores mencionados se les da un peso relativo a través de una calificación de 1 a 5. Es decir que si la cercanía con las fuentes de materia prima es muy importante, entonces damos un peso de 5 a dicho factor. Si la provisión de energía eléctrica no es importante, damos un peso de 1 a ese factor.

Luego se analiza como cumplen las diferentes localizaciones posibles con los factores. Si cumplen en forma excelente, calificamos con 5, si no cumplen para nada con ese requisito, calificamos con 1. El paso siguiente es la multiplicación de la calificación por el peso relativo.

Veamos un ejemplo para aclarar el concepto:

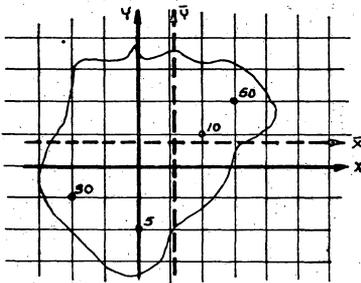
FACTOR	PESO	POSIBILIDAD	POSIBILIDAD	POSIBILIDAD
		A	B	C
Fuentes de Materia Prima	4	5/20	3/12	2/8
Ubicación de Mercados	5	3/15	5/25	4/20
Costo del Terreno	2	1/2	4/8	3/6
Costo de Mano de Obra	1	3/3	3/3	3/3
Etc.				
TOTALES	--	40	48	37

De acuerdo con el ejemplo, la localización más conveniente será la alternativa B.

Centro de un Mercado: En algunas ocasiones puede ser importante, en el análisis de localización, determinar el centro geográfico del mercado que se piense surtir.

Dicho centro geográfico debe ser usado como una orientación en el estudio de localización.

La figura da un ejemplo de la determinación del centro de un mercado. El método usado para determinarlo, es análogo a la forma en que se determina el Centro de Gravedad de una figura plana, en mecánica.



$$\bar{y} = \frac{\sum w_i x_i}{\sum w_i}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum w_i y_i}{\sum w_i}$$

$$\bar{y} = \frac{50 \times 3 + 10 \times 2 - 30 \times 2 + 5 \times 0}{50 + 10 + 30 + 5}$$

$$\bar{y} = \frac{110}{95} = 1.16$$

$$\bar{x} = \frac{50 \times 2 + 10 \times 1 - 30 \times 1 - 5 \times 2}{95}$$

$$\bar{x} = \frac{70}{95} = 0.74$$

#### Programación Durante la Instalación:

Es evidente que hoy día no puede realizarse ninguna construcción industrial si no se cuenta con algún método de programación. No debemos olvidar que el objetivo de la programación es el ahorro de dinero.

El encargado de una construcción debe poder fijar políticas en cuanto a la duración general y de las etapas mediante la utilización de algún método técnico de programación.

Los métodos más usados para programar son :

1. Intuición, experiencia
2. Diagramas de Gantt
3. Redes y Camino Crítico
4. Combinación de redes y estadística.

Todos conducen a lo mismo: Previsión y Control y nos dicen en un determinado momento qué está hecho y qué falta hacer.

En proyectos grandes, el auxilio de computadoras es fundamental y permite controlar cualquier proyecto por grande que sea.

Veamos un diagrama de Gantt para programar la construcción de un galerón:

DIAS	1 al 7	15 al 23	24 al 31
Movimiento de Tierra	■		
Excavación	■		
Fundación		■	
Estructura de Metal		■	
Recubrimiento		■	
Pintura			■
Electricidad			■

Las críticas más importantes que podemos hacer a este sistema de programación son:

1. Las actividades no se encuentran relacionadas. Por ejemplo de la gráfica no se deduce que cualquier retraso en la Excavación, influirá en la Fundación.
2. En proyectos complejos habrá varias posiciones para colocar determinadas tareas. El colocar tareas en forma más o menos intuitiva puede no ser óptimo y, por lo tanto, traer problemas de recursos.

3. Las características gráficas del sistema tienen implícitas dificultades materiales sobre todo en alteraciones substanciales.
4. No existe un sistema que permita obtener programas discriminados por tipo de recurso (Mano de Obra, materiales, etc.).

Las ventajas más importantes de los métodos por Camino Crítico son:

1. Proveen a la Dirección de información muy completa (pero no dirigen).
2. Poco personal y costo.
3. Involucra un sistema de control administrativo y contable basado en sus propias definiciones y apoyado en un plan de cuentas.
4. Para su aprovechamiento no es imprescindible el empleo de computadoras.

Existen varias siglas de métodos de Camino Crítico. Las dos más difundidas son C.P.M. (Critical Path Method) y PERT (Program Evaluation and Review - Technique). Las diferencias conceptuales entre los diferentes métodos solo importan a nivel técnico especializado y son producto de las diferentes instituciones que originalmente los desarrollaron.

VENTAJAS IMPOSITIVAS:

Por un decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de Febrero de 1979, se dió a conocer el Programa de Desconcentración Territorial de las Actividades Industriales. De acuerdo con él, se divide al país en -

tres zonas:

ZONA I : De Estímulos Preferenciales. Se subdivide en:

- I.A. Desarrollo Portuario Industrial- Ejempls: Los municipios de Lázaro Cárdenas, Mich., Ciudad Madero, Tamps, Coatzacoalcos, Ver., Minatitlán, Ver.
- I.B. Desarrollo Urbano Industrial- Ejemplos: Los municipios de -- Aguascalientes, Ags., Ensenada, B.C. Norte, Mexicali, B.C. Norte, Tijuana, B.C. Norte, Matamoros, Coah., Monclova, Coah., Manzanillo, Col., Gómez Palacio, Dgo., Celaya, Gto., Irapuato, Gto., León, Gto., Salamanca, Gto., Querétaro, Qro., San Luis Potosí, S.L.P., Mazatlán, Sin., Veracruz, Ver.

ZONA II : De Prioridades Estatales- Los municipios de éstas zonas serán designados por los gobiernos estatales de manera de integrarlos a sus planes de desarrollo industrial.

"Cuando los Ejecutivos Estatales expidan las disposiciones que señalen los Municipios del párrafo anterior, la S.A.H.O.P. y la SEPAFIN, llevarán a cabo los estudios que determinen las bases sobre las cuales se propondrá al Ejecutivo Federal su incorporación al régimen que establece el decreto".

ZONA III: De ordenamiento y regulación : Se subdivide en:

III.A. Crecimiento controlado- Ejemplos: D.F., casi todos los municipios del Edo. de México.

III.B. De Consolidación- Ejemplos: Casi todos los municipios de Hidalgo, algunos del Edo. de México, varios de Morelos Puebla y Tlaxcala.

En la zona I, se aplicarán en forma preferente los estímulos fiscales, apoyos crediticios, precios diferenciales de energéticos y productos petroquímicos básicos, tarifas preferenciales de servicios públicos y los demás estímulos que determine el Ejecutivo Federal.

En la zona II, se aplicarán los estímulos en una proporción menor.

En la zona III, no se aplicará ningún estímulo a las nuevas empresas industriales.

El 6 de Febrero de 1979, se publicó el decreto que establece los estímulos fiscales.

Un resumen del mismo incluye los siguientes puntos:

Los estímulos fiscales consisten en créditos contra impuestos federales que se harán constar en Certificados de Promoción Fiscal (CEPROFI), que expedirá la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Sobre las inversiones en industrias prioritarias (p.ej: bienes de capital), el CEPROFI será del 10 al 20% del monto de la inversión, de acuerdo con la zona. Para inversiones en industria pequeña el CEPROFI será del 25% en zona I y II. Se considera industria pequeña a aquélla cuyos activos fijos totales a valor de adquisición no excedan a 200 veces el salario mínimo anual en el D.F. (aproximadamente \$10,000,000)

Para el fomento del empleo (creación de nuevos turnos, etc.) el CEPROFI será del 20% del salario mínimo anual de la zona correspondiente. Este estímulo durará dos años.

Por la adquisición de maquinaria y equipo nuevo de producción nacional, el CEPROFI será de 5% del valor de adquisición. Las empresas establecidas o que se establezcan en las Franjas Fronterizas y Zonas Libres del país, no gozarán de los estímulos de este decreto pues éstas industrias deben guiarse por el "Decreto para el Fomento Industrial en las Franjas Fronterizas y Zonas Libres del País" publicado en el Diario Oficial el 20 de Octubre de 1978.

DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA PLANTA

Un problema muy relacionado con el de Localización de la planta es el de determinar el tamaño óptimo de la misma.

Cuando se habla del tamaño de una empresa se suele aludir a su capacidad de producción durante un período de tiempo de funcionamiento que se considera normal para las circunstancias y tipo de empresa de que se trata. Por ejemplo, si se dice que el tamaño de una fábrica es de 50,000 pares de zapatos al año, es necesario especificar el número de días al año y el número de horas al día que trabajará la fábrica.

También, suele expresarse el tamaño por el total de obreros ocupados o el capital total empleado, pero este tipo de apreciación es más útil para comparar el tamaño de unidades que producen distintas cosas que para comparar alternativas referentes a un mismo producto. Por último, en ciertas industrias el tamaño se suele expresar en unidades especiales, por ejemplo, las hilanderías por el número de husos.

El tamaño más adecuado, como en cualquier otro aspecto de la empresa, será aquél que conduzca al resultado económico más favorable para la empresa en conjunto, y éste se puede medir por medio de uno o más de los siguientes coeficientes: Utilidades por unidad de capital (Rentabilidad), costo unitario mínimo,

cociente de ventas a costós, cuantía total de las utilidades.

A continuación se explican algunas relaciones recíprocas con respecto al tamaño, las cuáles deben ser tomadas en cuenta al tomar la decisión del tamaño de la empresa. Estas son las que siguen:

## 2.- TAMAÑO Y MERCADO

El elemento de juicio más importante para determinar el tamaño de la empresa es generalmente la cuantía de la demanda. Se reconocen tres situaciones básicas: que la cuantía de la demanda no presente limitaciones prácticas en cuanto a escala de producción, que sea tan pequeña que no alcance a justificar el tamaño mínimo o que sea del mismo orden de magnitud que el tamaño mínimo posible. De acuerdo con ésto, el estudio de mercado estará estrechamente relacionado con el tamaño en el tercer caso, pues en el primero la cuantía de la demanda no es limitativa, en el segundo lo es decisivamente haciendo imposible el proyecto.

En el análisis de la relación entre tamaño y mercado es de especial interés considerar el dinamismo de la demanda y la distribución geográfica del mercado.

a.- DINAMISMO DE LA DEMANDA

En muchos casos es posible demostrar la conveniencia de instalar tamaños mayores que los que corresponden a la demanda actual. Por ejemplo: Si se trata del precio, el tamaño mayor se podría justificar porque los menores costos permitirían vender a menores precios, lo que a su vez incrementaría la demanda.

Considerando el futuro crecimiento de la demanda se podría justificar montar "ahora" una instalación con capacidad excesiva, aún cuando funcionara con mayores costos por algunos años, pues las menores utilidades, y aún las pérdidas, podrían compensarse en los siguientes años por el menor costo resultante de la mayor escala de producción. Esto, desde luego, solo se justifica en industrias difícilmente divisibles en unidades parciales de producción, ya que cuando esto último es posible, convendría ir agregando unidades paralelamente al crecimiento de la demanda.

Debe tenerse presente que para un tamaño dado de planta los costos unitarios decrecen a medida que se utiliza un mayor porcentaje de la capacidad instalada.

Dadas una cierta demanda actual y una estimación sobre su crecimiento, se

puede orientar el estudio del tamaño más conveniente mediante el análisis combinado de las curvas de demanda y las curvas de costos unitarios en función del tamaño. El tamaño de planta adecuado será aquel que conduzca al mínimo costo unitario, para atender la demanda actual, a la vez que tenga capacidad disponible para atender la futura demanda.

#### b.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL MERCADO

La forma en que la demanda se encuentra repartida puede ser un factor de mucha importancia en la decisión sobre el tamaño y localización de la fábrica. Así, se puede presentar el caso de que una misma demanda se puede satisfacer instalando: a.- Una sola fábrica para todo el mercado geográfico; b.- Una central para la mayor parte del territorio y fábricas satélites menores en otros lugares; c.- Varias fábricas, aproximadamente del mismo tamaño, y situadas en lugares distintos.

Es importante advertir que, al considerar las fuerzas locacionales, debe analizarse la escala en función del costo de entrega en los puntos de distribución.

#### 3.- TAMAÑO, TECNICA E INVERSIONES:

Existen ciertos procesos o ciertas técnicas de producción que exigen una escala mínima para ser aplicables, y que, por debajo de ciertos mínimos de producción, los costos serían tan elevados que la operación sería totalmente inconve-

niente. A su vez la operación a mayor escala se traduce, en general, en menor costo de inversión por unidad de capacidad instalada y en mayor rendimiento por hombre ocupado y por otros insumos, lo cual implica menores costos de producción, aumento de utilidades y la elevación de la rentabilidad al disminuir la inversión y aumentar la utilidad.

#### 4.- TAMAÑO Y LOCALIZACION

Las relaciones fundamentales entre tamaño y localización surgen, por una parte, de la distribución geográfica del mercado y, por otra, de la influencia que la localización tiene en los costos de producción y distribución y en los coeficientes de evaluación. Las economías de escala harán que se tienda a -- instalar un tamaño mayor de planta, abarcando, para ello, la mayor área geográfica de mercado posible; sin embargo, al ampliar el área a servir, crecen -- los costos de entrega del producto en el lugar de uso, debido al mayor costo de transporte, llegando a un punto en que éste último anule las ventajas de la mayor escala de producción.

#### 5.- TAMAÑO Y FINANCIAMIENTO

Si los recursos financieros son insuficientes para satisfacer las necesidades de capital de la planta de tamaño mínimo, es obvio que el proyecto -- debe ser rechazado. Por otra parte, si los recursos financieros permiten escoger entre varios tamaños, cuyas evaluaciones económicas no muestren grandes

diferencias, el criterio de prudencia financiera aconsejará tomar aquel tamaño que, dando lugar a una evaluación satisfactoria - no necesariamente la óptima - pueda financiarse con la mayor seguridad y comodidad posibles.

Los problemas que surjan de las limitaciones financieras suelen tener soluciones satisfactorias de transición cuando hay posibilidad de desarrollar la empresa por etapas. El grado en que esto puede lograrse depende, entre otras cosas, del mercado y de las modalidades de producción. La prudencia aconseja, por lo general, construir la empresa del tamaño mínimo posible, ampliándola a medida que se normalice la puesta en marcha, y haya recursos financieros suficientes.

#### 6.- RESUMEN

Las alternativas de tamaño, entre las cuales se pueden escoger, se van reduciendo a medida que se examinan las cuestiones relacionadas con la ingeniería, las inversiones, la localización y otras que inciden en el proyecto. La magnitud del mercado dará la primera orientación. Si el mercado es suficiente para admitir varias alternativas, muchas de ellas quedarán eliminadas al decidir la técnica y la localización. La decisión final podrá tomarse en base a los coeficientes que hemos mencionado y otros facto-

res cuantificables.

Como el tamaño óptimo es función de dichos coeficientes, debido a las variaciones de los costos con el tamaño, es decir, a las economías de escala, es necesario determinar, previamente, si el tamaño con el cual se logran costos unitarios mínimos es el mismo que aquél con el cuál se logra una máxima utilidad y rentabilidad o el máximo cociente de ventas a costos. Aunque es probable que, en la práctica, tal diferenciación desaparezca en virtud de las escalas realmente posibles y demás factores limitativos, conceptualmente no hay tal coincidencia, salvo en lo referente a costo unitario y cociente de ventas a costos. Si se acepta que las variaciones posibles de tamaño no afectarán el precio de venta, el tamaño que hace mínimo el costo unitario es el mismo que hace máximo el cociente de ventas a costo.

En vista de estas diferencias se podrá preparar un cuadro que muestre la influencia del tamaño de la planta sobre el costo unitario, las utilidades totales y la rentabilidad.

Tamaño	Costo unitario	Utilidades totales	Rentabilidad
--------	----------------	--------------------	--------------

I

II

III

Etc.

Si el tamaño óptimo fuera distinto según uno u otro coeficiente, la -  
decisión dependerá del punto de vista con que se aborde el problema.

Al empresario privado le interesa lograr la máxima rentabilidad. El-  
costo unitario le preocupa más bien en términos de su posición competitiva.  
Desde el punto de vista de la comunidad, interesa fundamentalmente producir  
el bien o servicio al menor costo por unidad, y, si el precio de venta es--  
el mismo, el tamaño al cual se consigue esto es el mismo que lleva al máxi-  
mo cociente de ventas a costos.

BIBLIOGRAFIA:

- 1.- Plant Lay Out and Design James N. Moore The Mac Millan  
Company, 1962.
- 2.- Sistematic Lay Out Planning. Richard Muther, Mc. Graw  
Hill, 1965.
- 3.- La formulación y evaluación técnico económico de  
proyectos industriales. Soto, Espejel, Martínez, Editovisual CENETI,  
1978.
- 4.- "Manual de Proyectos de desarrollo económico". Ed. Naciones Unidas.

DISTRIBUCION DE LA PLANTA

Una buena distribución de la planta es un factor importantísimo en la gestión económica de una empresa. No debe subestimarse la importancia de una adecuada planeación de esta función pues el recorrido de los materiales puede considerarse como la espina dorsal de los procesos productivos y, por lo tanto, debe ponerse atención para evitar que, debido a la dinámica industrial, los equipos se conviertan en un conjunto desordenado de hombres y máquinas que no asegure la eficiencia esperada de un sistema industrial racionalmente organizado.

Existen 2 tipos de problemas, según se trate de planear la disposición de una fábrica nueva o de mejorar la disposición existente. El segundo, tradicionalmente se presenta debido a que las disposiciones no van cambiando de acuerdo a un plan sino que se van agregando máquinas en donde se encuentra espacio.

Al cabo de un tiempo de esta "sin política", se llega a una disposición, por supuesto no óptima, que agrega mucho tiempo al contenido original del trabajo.

De acuerdo con la información estadística proporcionada por varias empresas, se demuestra que, frecuentemente, el costo de los movimientos es --

del orden del 30% del costo total de fábrica y llega en algunos casos a ser del 50%.

Antes de seguir con el tema conviene aclarar que esta verdadera función dentro de la Ingeniería Industrial recibe varias denominaciones en el uso diario, generalmente sinónimas entre sí. Entre ellas podemos mencionar:

- 1.- Disposición o distribución de equipos.
- 2.- Plant Lay Out.
- 3.- Lay Out.
- 4.- Distribución de Planta.
- 5.- Planeación de talleres, etc.

Como en toda actividad humana, deben definirse de entrada los objetivos de la función:

- 1.- Facilitar el proceso de manufactura
- 2.- Minimizar los movimientos de materiales.
- 3.- Mantener una flexibilidad adecuada.

Al hablar de flexibilidad, queremos indicar que nuestra disposición debe ser tal, que no nos ahogue ante cualquier variación que tengamos en nuestro plan de producción. Por lo tanto, existen dos tipos de flexibilidad a saber.

A. En la cantidad (Por expansiones o aumentos de volumen)

B. Calidad (Por cambios de diseño o productos fabricados)

4.- Asegurar una alta rotación de materiales en proceso.

Ello traerá como consecuencia una disminución de los inventarios, lo que significa menores activos y, por lo tanto, mayor rentabilidad de la inversión.

5.- Minimizar la inversión en equipos

6.- Utilización lo más racional posible del espacio disponible

Al mencionar esto hay que tener presente que hablamos del espacio en tres dimensiones.

7.- Utilización más eficiente de la mano de obra.

No olvidemos que los elementos de la producción son tres: Mano de obra, equipos y materiales. Tendremos una idea de la importancia del tema que estamos tratando si vemos que los tres intervienen dentro de los objetivos.

8.- Asegurar la eficiencia, seguridad y comodidad de los ambientes de trabajo.

Este punto ha dado origen a una nueva ciencia denominada ERGONOMIA (vocablo derivado de dos palabras griegas que significan "Las costumbres y leyes del trabajo"). En la bibliografía se mencionan varios textos para --

las personas interesadas en profundizar este tema.

Si bien a través de los objetivos puede visualizarse el campo que abarca el tema, conviene especificarlo un poco más. Es evidente que es tarea conjunta de varios departamentos de Ingeniería y de la Dirección. Llega a la Dirección pues determina la capacidad económica de la planta para cumplir con el plan de ventas.

En cuanto al área de producción, el Lay Out orienta el flujo de los materiales y gobierna los gastos de mano de obra, combustible, equipos de movimiento de materiales, depreciaciones, etc. En el caso de organizaciones grandes puede decirse que el planeamiento de las disposiciones coordina las funciones de Ventas, Finanzas, Producción, Ingeniería y Dirección para lograr la rentabilidad deseada.

#### TAREAS EN EL PLANEAMIENTO DE DISTRIBUCIONES

Evidentemente, el tamaño y las actividades del departamento de Lay Out, varía mucho con el tipo y tamaño de organización. Si se trata de una empresa pequeña que no tiene un Ingeniero Industrial, la responsabilidad debe asignarse al departamento de Ingeniería o al encargado de producción.

No obstante lo dicho al principio, como referencia, pueden indicarse las siguientes tareas que se producen aproximadamente en el orden citado.

- 1.- Obtención de datos básicos: (Análisis de Productos y Volúmenes de producción, frecuencia de cambios de diseño, submontajes, montaje final, estándares de producción, etc.)
- 2.- Planear el recorrido de los materiales y la forma en que se les moverá.
- 3.- Planear Centros de Trabajo (Ayudándose con las técnicas del Estudio de Métodos y la Medida del Trabajo). Definimos como Centro de Trabajo el espacio total para realizar una tarea y, para su cálculo, debe considerarse la superficie para llevar a cabo la tarea, más el espacio para el desenvolvimiento del operario, más espacios para acceso y salida de materiales, más espacio para mantenimiento y varios.
- 4.- Requisitos de inventarios (volúmenes de almacenaje y áreas requeridas).
- 5.- Planear Servicios Auxiliares (Aire comprimido, calderas, energía, agua, etc.)
- 6.- En base a los datos anteriores, elaborar un plan maestro de Lay-Out.

- 7.- Someter el plan del punto anterior a la consideración y aprobación de la Gerencia y de los interesados (producción, almacén, ingeniería, Etc.)
- 8.- Colaborar activamente en la instalación de las disposiciones propuestas.
- 9.- Proveer los controles necesarios para verificar que una vez que se puso en marcha la disposición, los trabajos se realicen de acuerdo con los planes.

#### NECESIDAD DE UNA NUEVA DISPOSICION

En el problema de ineficiencia de las disposiciones existentes, hay ciertos indicadores de la situación que no se detectan directamente en la contabilidad de la empresa, pero que deben ser fácilmente detectados por el Departamento de Ingeniería Industrial. Entre los más comunes podemos mencionar.

#### 1.- Departamento de Recepción

- A. Congestión de materiales.
- B. Problemas administrativos en el departamento.
- C. Demoras en los camiones proveedores.
- D. Excesivos movimientos con la mano o de remanipuleo.

E. Necesidad de horas extras.

2.- ALMACENES.

A. Demoras en los despachos.

B. Daños a materiales almacenados.

C. Areas Congestionadas.

D. Pérdidas de materiales.

E. Control de inventarios insuficiente .

F. Elevada cantidad de personal (No olvidar que es indirecto).

G. Piezas obsoletas en inventarios.

H. Falta de materiales o piezas solicitadas por producción -  
y / o mantenimiento.

3.- DEPARTAMENTO DE PRODUCCION.

A. Frecuentes redistribuciones parciales de los equipos.

B. Operarios calificados que mueven materiales.

C. Materiales en el piso.

D. Quejas de capataces por falta de espacio.

E. Congestión en pasillos.

F. Disposición inadecuada del Centro de Trabajo.

G. Llevar el material a mano al área de trabajo.

- H. Tiempos de movimiento de materiales grandes con respecto al tiempo de procesamiento.
- I. Máquinas paradas en espera del material a procesar.
- J. Frecuentes interrupciones en la producción por fallas de algunas máquinas.

4.- EXPEDICION.

- A. Mala comunicación con el departamento de producción. (Defecto bastante común).
- B. Demoras en los despachos.
- C. Roturas o pérdidas de materiales, etc.

5.- AMBIENTE.

- A. Condiciones inadecuadas de iluminación, ventilación, ruido, limpieza, etc.
- B. Muchos accidentes.
- C. Alta rotación del personal.

6.- GENERALES.

- A. Programa de producción desorganizado.
- B. Poco interés del personal.
- C. Muchos gastos indirectos.

PRINCIPALES TIPOS DE DISTRIBUCIONES.

Principalmente existen tres formas para distribuir las máquinas:

- 1.- Por posición fija.
- 2.- Por proceso.
- 3.- Por producto o disposición en línea.

En el Lay-Out por Posición Fija el componente principal permanece fijo y los elementos de la producción, ésto es, mano de obra, materiales y equipo concurren a él. Como ejemplos de este tipo de disposición podemos mencionar la fabricación de barcos, grandes turbogeneradores, locomotoras, etc.

En el Lay-Out por proceso todas las operaciones del mismo proceso se agrupan en un área. Por ejemplo todas las operaciones de torneado o de soldadura, se hacen en un departamento donde únicamente se hace ese tipo de operación (torneados o soldaduras).

El Lay-Out por producto o en línea, es aquél en el cual un producto se produce en un área. Si el producto es normalizado y fabricado en grandes cantidades es, evidentemente, el más conveniente. Es el utilizado para la fabricación de automóviles, artículos y empresas manufactureras similares, que se caracterizan por la producción en masa.

La mayoría de las fábricas, han adoptado un sistema híbrido.

A continuación enumeraremos las principales ventajas de ambos métodos.

1.- Ventajas por Proceso.

- A. Menores inversiones en máquinas debido a la menor duplicación de las mismas.
- B. Mayor flexibilidad. Se asignan los trabajos de acuerdo a las disponibilidades.
- C. Los supervisores y capataces se hacen especialistas en su área, lo cual redunda en una mejor calidad. Los operarios son mecánicos más que obreros.
- D. Los costos de producción, dentro de series pequeñas, se mantienen bajos.
- E. La falla de algún equipo no para todas las actividades siguientes pues el trabajo puede pasar a otra máquina sin alterarse mayormente la programación.

2.- Ventajas por Producto.

- A. El recorrido del trabajo se hace mediante rutas mecánicamente directas que disminuyen el tiempo y las demoras.

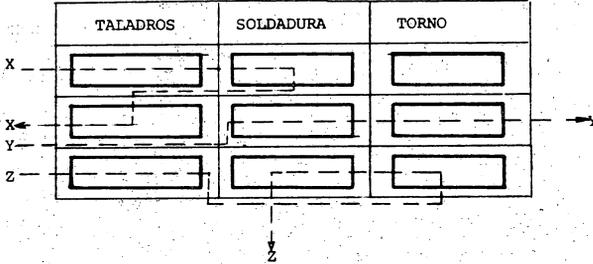
en la producción.

- B. Menor movimiento de materiales en virtud de las menores -  
distancias entre puestos de trabajo.
- C. Mejor coordinación de la producción debido a su secuencia  
lógica y ordenada.
- D. Menores cantidades de materiales en proceso.
- E. Menor espacio ocupado por unidad de producción debido a la  
concentración de la fabricación.
- F. Control de producción simplificado. Menores registros e -  
inspecciones. Pocas órdenes de trabajo. Costos adminis--  
trativos más bajos.

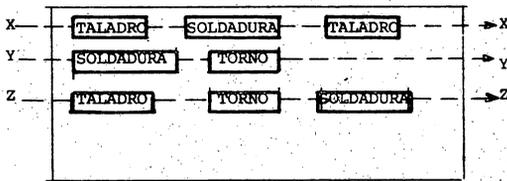
Veamos un ejemplo gráfico para ilustrar claramente la diferencia en--  
tre los dos sistemas:

PIEZA	Operación 1	Operación 2	Operación 3
X	Taladro	Soldadura	Taladro
Y	Soldadura	Torno	
Z	Taladro	Torneado	Soldadura

DISPOSICION POR PROCESO.



DISPOSICION POR PRODUCTO



En cuanto a los costos de fabricación, la representación gráfica es

la siguiente:



Como norma general se tenderá a utilizar, siempre que sea posible, una disposición por producto o en línea. Existen tres requisitos que deben cumplirse para que sea ventajosa:

1.- CANTIDAD ECONOMICAMENTE JUSTIFICABLE.

Las series de producción deben ser grandes para compensar los mayores gastos iniciales.

2.- POSIBILIDAD DE BALANCEAR LA LINEA.

Si la operación 1 lleva el doble de tiempo que la operación 2, el equipo, el operario y demás factores asociados a la operación 2, estarán desocupados la mitad del tiempo, lo cual resultará muy costoso. Sin querer entrar en la resolución de este tipo de problema, diremos que se resuelve a través de técnicas de Investigación de Operaciones y en casos complejos, mediante el uso de computadoras. Para atacar el problema se necesita como mínimo información sobre:

A. VOLUMENES DE PRODUCCION

B. LISTA DE OPERACIONES, SU SECUENCIA Y

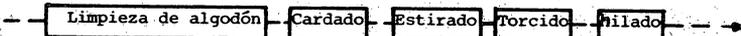
PORCENTAJE ESTANDAR DE DEFECTUOSOS.

C. TIEMPOS REQUERIDOS POR CADA OPERACION

Se suele hablar de dos modelos diferentes según se trate del balanceo de una línea de ensamble o del balanceo de una línea de fabricación, si bien en la práctica muchas veces es difícil distinguir entre una y otra.

En el trabajo diario muchos encargados de producción resuelven el problema comenzando por el final de la línea y de acuerdo con los datos mencionados en A, B, y C, van progresando en su balanceo hacia el principio de la línea.

Consideremos un ejemplo. Se trata de balancear una línea de producción para obtener 10,000 Kgs. diarios de hilo de algodón. El proceso es:



Sabiendo que al final deben salir 10,000 Kgs/día y con la producción de cada hiladora (supongamos 100 Kgs /día), determinamos que necesitamos 100 máquinas. Conociendo a través del Departamento de Ingeniería Industrial que un operario puede atender, por ejemplo 13 máquinas, determinamos que necesitamos 7.6 operarios. Lógicamente, tomamos 8 y al que está con menor carga de trabajo se le asignan algunas tareas extras como son limpiezas, lubricaciones, movimientos de materiales, etc.

Pasamos entonces a torcido donde, con el porcentaje estándar de defectuo-

ros de hiladoras (5%), determinamos que deben salir 10,500 Kgs/día. Re-  
pitiendo el razonamiento, se determinan máquinas y operarios necesarios.

De esta manera, se avanza hacia el principio de la línea hasta completar-  
el balanceo.

Es de hacer notar que el ejemplo se sacó de la realidad industrial, bus-  
cando un caso que es un híbrido de disposición de equipos, pues éstos --  
se encuentran en una disposición por proceso alineado.

### 3.- CONTINUIDAD DE LA PRODUCCION.

La fluidez de la producción en línea supone que cada operación continua-  
funcionando individualmente, ya que si el movimiento de materiales se de-  
tiene en cualquier operación, en la línea no se produciría nada a partir  
de ese punto. Esto es importante de considerar ya que dificultades me-  
nores que pudieran causar una parada de la producción, provocarían difi-  
cultades mayores al final.

### ANÁLISIS PRODUCTOS-VOLUMEN DE PRODUCCION.

Cuando vimos tareas en el Planeamiento dijimos que todo Lay-Out co-  
mienza con el análisis de los productos y los volúmenes de producción.

En casi todas las industrias hay una relación desproporcionada en-  
tre la variedad de productos fabricados y sus ventas. Es decir que, por-

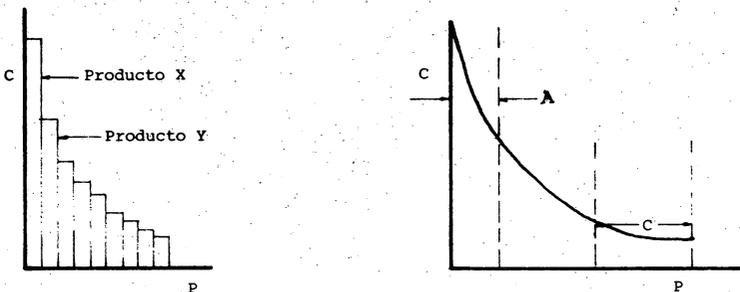
ejemplo, el 20% de la variedad de los productos fabricados representan el 80% de las ventas.

Esta desproporción es bien conocida por analistas de mercado y tiene en el caso de control de producción una gran importancia en especial en - Control de Inventarios y por ello se han desarrollado técnicas como la Regla 20/80, el Método ABC, etc., que tienen en cuenta las relaciones volumen-variedad. Para el encargado del Lay-Out este análisis tiene también un significado específico, ya que constituye la base para decidir el tipo de Lay-Out que se instalará, es decir, si se basará en una línea, en una distribución por proceso o en un sistema mixto.

Generalmente este análisis consiste en:

- 1.- Dividir o agrupar los diferentes productos, partes o materiales.
- 2.- Clasificarlos en orden de volumen decreciente no acumulativo.

A fin de visualizar estos datos, se usa una gráfica denominada P - C.



Gráfica P - C Típica.

El gráfico P-C típico se aproxima a una hipérbola asintótica hacia los ejes. En general, las cantidades no se expresan en dinero sino en volumen, piezas, peso, etc.

El gráfico P-C muestra una relación fundamental en el Lay-Out a planearse. En el extremo izquierdo, grandes cantidades de pocos artículos. Ello nos está recomendando métodos de producción en masa como son las disposiciones por producto. En el otro extremo, grandes cantidades de artículos que se fabrican en volúmenes pequeños.

Ello nos indica como más adecuados, métodos de disposiciones por proceso. Además, la parte izquierda nos recomienda usar equipos de movimiento de materiales automáticos y especializados, mientras que, para los productos de la derecha, tendrían que ser más flexibles y universales.

Como consecuencia de esto, tenemos que la producción puede dividirse en dos tipos principales y resulta más conveniente realizar dos disposiciones de equipo, que un Lay-Out general.

En cuanto a los productos comprendidos en la zona media se deberá hacer un híbrido como una línea de producción modificada.

En consecuencia, el análisis Producto-Cantidad lleva a la separación de los departamentos de producción en 2 tipos.

1.- Productos de alta producción y poca variedad.

2.- Productos de baja producción y gran variedad.

En el análisis y trazado de la curva P-C se sobreentiende que estamos hablando de productos o procesos que no son enteramente desiguales. Es decir, que no haremos un estudio de este tipo mezclando televisores y zapatos, por ejemplo.

Algunas industrias, entre las que podemos citar la automotriz, han logrado gran diversidad de productos no obstante tener métodos de producción normalizados. Los cambios consisten en color, accesorios, vestiduras, ornamentos, marcas, etc. No debemos olvidar que el automóvil, según los psicólogos, es una continuación de nuestra personalidad. Recordamos sin mayor esfuerzo que decimos "los frenos me andan mal", "se me rompió el espejo". Siendo así, es evidente que todos deseamos un coche que no sea exactamente igual al resto. En consecuencia lo que hacen las empresas de automóviles es cambiar algo, que si bien no afecta el valor económico de la cosa, si cambia el valor de estima y no afectan la disposición de la planta.

En el gráfico P-C, ésto significa mover artículos desde la zona C a la zona A, con lo que los incrementos resultantes en cantidades, justifican no sólo una producción en línea sino también una extensa automatización.

Al planear las disposiciones sobre la base de la curva P-C deben considerarse dos factores:

- 1.- Cambios que afecten la cantidad.
- 2.- Cambios en los productos que afecten el diseño.

Los cambios en la cantidad pueden preverse a muy largo plazo, debe suponerse que *los cambios de diseño* no afectarán mayormente al Lay-Out en un tiempo prudencial.

De todas maneras y por ambas causas, siempre es preferible dejar un margen suficiente para futuras ampliaciones o cambios de diseño que constituya en el fondo una razonable flexibilidad.

---

Veremos a continuación tres procedimientos para facilitar la ubicación de las máquinas o de los departamentos. Cada caso en particular, indicará cuando puede usarse uno u otro. No debemos olvidar que el - -

Lay-Out es tanto un arte como una ciencia y que la aplicación del sentido común debe estar siempre presente en el analista. Tampoco debemos olvidar los millones de horas hombre que se pierden anualmente por disposiciones inadecuadas.

- 1.- DIAGRAMA DE BLOQUES:- Es un procedimiento que se utiliza para las disposiciones por proceso. Por ejemplo consideremos la fabricación de 3 productos:

Producto Operación	A	B	C
1	Torno	Fresadora	Torno
2	Fresadora	Pulido	Fresadora
3	Pulido	Torno	Torno
4	Taladro	Pulido	Taladro
5	Torno	Fresadora	Fresadora
6	Inspección	Inspección	Inspección

Los tres productos salen del almacén de Materia Prima y, luego de la inspección, van al almacén de Productos Terminados.

A continuación se asigna un número a cada departamento. En nuestro caso (1) Almacén de Materia Prima, (2) Torno, (3) Fresado (4) Pulido - -

(5) Taladro (6) Inspección (7) Almacén de Producto Terminado.

Se hace a continuación un cuadro que se llama de Secuencia.

Producto	Secuencia								Volumen en Unidades equivalentes.
	1	2	3	4	5	6	7	8	
A	1	2	3	4	5	2	6	7	1
B	1	3	4	2	4	3	6	7	3
C	1	2	3	2	5	3	6	7	2

Luego se construye un cuadro Sumario. Es del tipo

DE	Sector			
	1	2	3	4
A				
1				
2				
3				
4				← 300

Esto indica que del sector 2 al sector 4, deben transportarse 300.

En nuestro caso el cuadro queda:

DE	1	2	3	4	5	6	7
A							
1	XX	-	-	-	-	-	-
2	3	XX	2	3	1	-	-
3	3	3	XX	3	2	-	-
4	-	3	4	XX	-	-	-
5	-	2	-	1	XX	-	-
6	-	1	5	-	-	XX	-
7	-	-	-	-	-	6	XX



- 3). Sector A. Gaseoso que afecta la materia prima pero no al produc  
to terminado.
- 4). Sector B. Mantenimiento crítico.
- 5). Sector C. Tiene que estar en continuo contacto con laboratorio.
- 6). Sector D. Administración.
- 7). Sector E. Laboratorio.
- 8). Sector F. Mantenimiento planeado.

El proceso es 1 - 3 - 5 - 2

DEFINIMOS RELACIONES:

\*A = Absolutamente necesario que estén cerca.

\*E = Especialmente importante que estén cerca.

I = Importante que estén cerca.

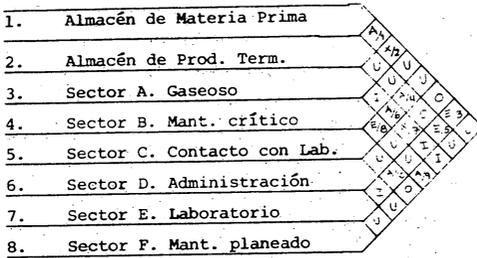
O = Importancia ordinaria.

U = Sin importancia.

\*X = Necesario que estén lejos.

\* Son relaciones críticas. Se deberá explicar el motivo por el cuál se -  
les consideró así.

A continuación llenamos un cuadro de Relaciones interdepartamentales.

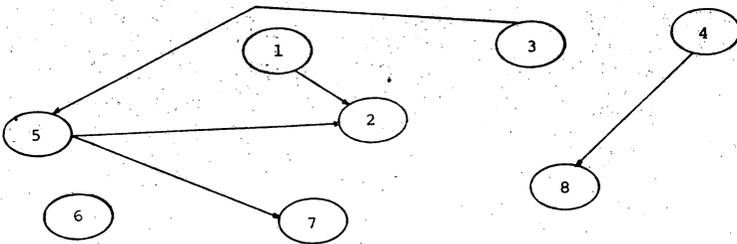


Los números debajo de la relaciones críticas, por ejemplo A/1, se --  
usan para explicar por qué se le consideró así.

En nuestro ejemplo:

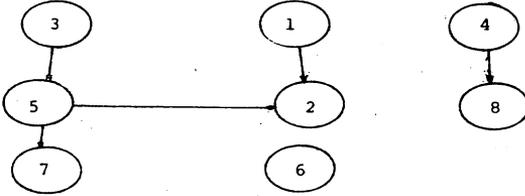
1. Es así debido a que la planta tiene un solo acceso y por lo tanto --  
será conveniente que los almacenes estén cerca entre sí y cerca del-  
único acceso.

Luego, ubicamos círculos al azar (uno representando cada sección) e --  
introducimos las relaciones Tipo A.



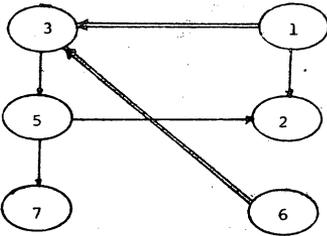
El segundo paso consiste en reordenar según A. (En nuestro caso acercamos el 3 y 7 al 5 y el 8 lo mantengo cerca del 4).

Nos queda:

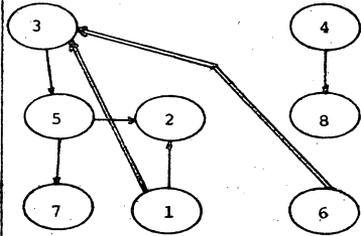


El tercer paso consiste en introducir en la figura anterior las relaciones tipo X (línea doble) y el cuarto paso es reordenar según X. Nos queda:

Introducción Relac. Tipo X

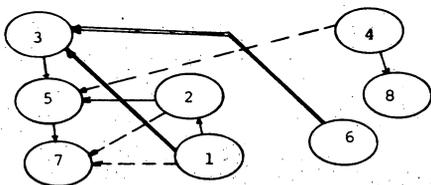


Reordenar Según X.

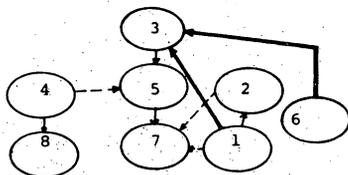


Luego introducimos las relaciones Tipo E y reordeno según ellas manteniendo, por supuesto, las restricciones de las relaciones A y X).

Introducción Relac. Tipo E.



Reordenar Según E.



Luego seguimos con las relaciones tipo I y O, que en general no se hacen, pues no permiten mejorar debido a las restricciones ya impuestas.

Posteriormente, se ubican geográficamente los sectores, con sus dimensiones reales y de acuerdo con el último diagrama obtenido. Se deberá realizar el recorrido de materia prima para constatar que no haya incongruencias.

Como todo esto es bastante subjetivo, se hace un análisis de las alternativas posibles.

Los factores que se analizan son: Control, Supervisión, Seguridad, etc. A cada uno de estos factores se les da una calificación de 1 a 4 en función de su importancia. Por ejemplo si el aspecto control es muy importante, le damos un peso de 4. Si la seguridad no es problema, le damos un peso de 1. A su vez, calificamos, para las diferentes alternativas, que tanto cumplen, por ejemplo, con la facilidad de control. Si es una disposición óptima en ese sentido, le asignamos 4 puntos, 3 puntos si es buena-

y así decreciendo.

Veamos una tabla de ejemplo:

FACTOR	PESO	DISPOSICION	
		A	B
Control	4	4 / 16	3 / 12
Supervisión	3	2 / 6	2 / 6
Seguridad	3	2 / 6	2 / 6
SUMA		28	24

De acuerdo con esta tabla, será más conveniente la disposición A.

El proceso para su realización, consiste en multiplicar el peso del factor por la calificación que le asignamos.

#### EL METODO CRAFT

El diseño de instalaciones trata de tomar en cuenta, en la mejor medida posible, los diversos trayectos del flujo de pedidos o lotes de producción, mediante la localización relativa de los centros de trabajo, en forma tal, que se reduzcan los costos globales del manejo de materias primas. Hay varios modelos para el diseño de instalaciones. Enfocaremos -- nuestra atención en uno de éstos, el método CRAFT (Técnica de Asignación-Relativa de las Instalaciones Mediante Computadora).

En la figura 1 que se muestra a continuación, ilustramos el conflicto que se plantea para encontrar una buena solución a la localización relativa de los departamentos de un taller de producción intermitente, que presenta una disposición de equipo por proceso. La secuencia de las operaciones es diferente para los productos A y B y si localizamos los departamentos para minimizar el transporte del producto A, este arreglo probablemente resultaría deficiente para el producto B, y viceversa. Queda descartada la enumeración y evaluación de todas las combinaciones posibles de localizaciones, aún con computadoras de alta velocidad, ya que con sólo 16 departamentos hay  $16! = 2.09 \times 10^{13}$  combinaciones diferentes. Si suponemos que una computadora tarda un micro segundo para enumeración y evaluación de todas estas alternativas, el tiempo total para resolver el problema ¡sería de aproximadamente 8 meses!

El elemento esencial que proporciona el algoritmo CRAFT consiste en no considerar todas las posibilidades, sino sólo una secuencia limitada de aquellas que sean progresivamente mejores soluciones.

#### Aplicación del Programa CRAFT a una planta ya existente

En la versión más sencilla de un programa CRAFT se evaluaría una solución existente similar a la de la figura 1, calculando en primer término los costos de manejo de materiales de la solución y luego averiguando como-

FIGURA 1

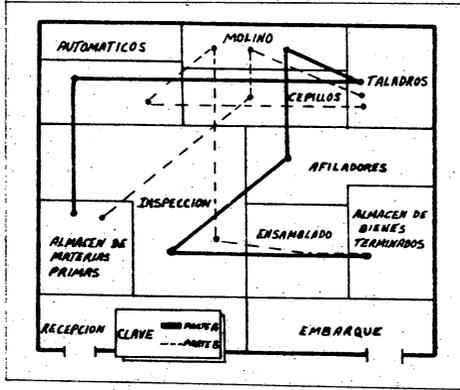


FIGURA 2

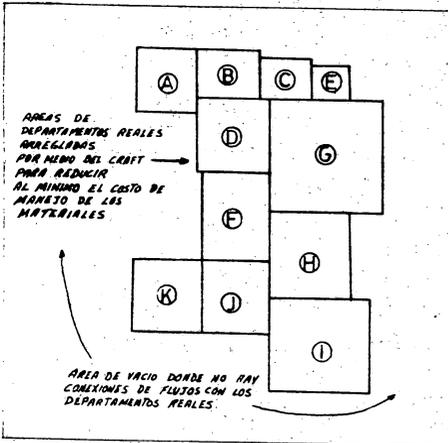
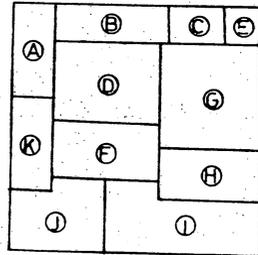


FIGURA 3



se alterarían los costos si se cambiaran de localización los diversos pares de departamentos. Si se encuentra una mejoría, se tabula ésta junto con los resultados de otros intercambios. Cuando se hayan evaluado todas las combinaciones de intercambios por pares posibles, resultará sencillo determinar aquél que produzca la mejoría más grande.

Se realiza éste cambio de localización y se repite el procedimiento. Los ciclos de evaluación, selección, e intercambio continuaría hasta que ya no se puedan encontrar mejores soluciones, en cuyo punto la computadora imprime la distribución final junto con los datos de costos correspondientes.

La eficiencia del método CRAFT reside en el hecho de que solamente las combinaciones de intercambio son consideradas. Con 16 departamentos, el número total de alternativas es de  $2.09 \times 10^{13}$ , mientras que el número total de pares es:

$$N_p = \frac{16!}{2! (16-2)!} = \frac{16 \times 15}{2} = 120$$

Una versión más reciente del programa CRAFT considera el intercambio de 3 departamentos a la vez. Cuando se consideran 3 departamentos a la vez, el número de combinaciones de intercambios para 20 departamentos, por ejemplo, sería de 1140. El tiempo de computadora para toda la secuencia es típicamente de 0.5 min. en una IBM 7094. Además de las características

generales que acabamos de mencionar, el programa CRAFT está construido actualmente para manejar hasta 40 departamentos, permite el empleo de varios sistemas de manejo de materiales, toma en cuenta diferentes requerimientos de área del piso de los departamentos y permite fijar la localización de cualquiera de los departamentos, si no pueden ser candidatos a cambios de localización.

Este es un método para aplicarse en empresas grandes con producción muy estandarizada.

El programa requiere de tres datos de entrada:

- 1.- Flujos de materiales entre los Departamentos para una determinada unidad de tiempo (por ejemplo. un mes). Se forma una matriz con estos datos.
- 2.- Costos del manejo de materiales por unidad de distancia entre los diferentes departamentos. Se forma otra matriz.
- 3.- Cualquier distribución arbitraria de los departamentos.

CRAFT para el diseño de una planta nueva.

El programa CRAFT también puede utilizarse para la elaboración de nuevas distribuciones de planta. La única diferencia en el uso del programa se encuentra en el insumo de la distribución inicial de bloques. En los --

problemas de reasignación, las restricciones del tamaño y de la forma total del edificio existente son obviamente importantes, de modo que el insumo de la distribución de bloques debe adaptarse al espacio existente.

En el diseño de un nuevo edificio, la mayoría de los expertos convienen en que el plan de construcción debe diseñarse de acuerdo con el edificio. Por lo tanto, en el caso de una planta nueva, no existen restricciones en cuanto al tamaño y forma del edificio y sólo se mantienen los requerimientos de áreas de los departamentos, basados en un estudio de las necesidades de capacidad de los mismos.

El insumo de distribución de bloques del CRAFT puede ser cualquier arreglo arbitrario de los departamentos reales, rodeados de una amplia área vacía para formar algún insumo de bloque delimitado. Por supuesto, las áreas vacías no reciben ni emiten flujos de material, de modo que el programa CRAFT empuja automáticamente las áreas vacías hasta el perímetro del bloque y reacomoda la localización de los departamentos para obtener el costo mínimo de manejo de materiales. La forma exterior de los departamentos reales no será rectangular, ya que el programa no opera bajo ésta restricción. Por el contrario, el producto será irregular, como se aprecia en la figura 2. Luego se desarrolla una solución final a partir de la

solución de la figura 2, de modo que se alcance una forma rectangular, como se muestra en la figura 3. Para finalizar diremos que el método CRAFT presenta principalmente dos inconvenientes:

- 1.- El método, supone que el costo del transporte de materiales vería en forma lineal, lo cual no es cierto.
- 2.- El método arregla los departamentos minimizando el costo de movimiento de materiales, pero no considera aspectos de supervisión, seguridad, control, etc. Es decir que dos departamentos que están bajo una misma dirección pueden quedar físicamente muy alejados.

#### MODELOS DE DISTRIBUCION BI Y TRIDIMENSIONALES.

Son de gran utilidad práctica pero debe entenderse que dichos modelos deben estar basados en cálculos técnicos perfectamente desarrollados y que, por lo tanto, no son más que una visualización de ellos. Podemos realizar plantillas de máquinas, equipo de movimiento de materiales, personal o materiales.

Sus ventajas más importantes son:

- 1.- La gran flexibilidad que presentan y, de ahí su ventaja sobre el dibujo común.

- 2.- Facilidad de visualización sobre todo para personas no técnicas, que muchas veces son las que deciden.

Hay estándares sobre su realización hechos por A.S.M.E. (American Society of Mechanical Engineers), en donde se describen colores, escalas más apropiadas, tipos de líneas, etc. Dichas normas pueden consultarse en el libro de Moore, citado en la bibliografía.

En compañías importantes donde hay un Departamento que se dedica a estudiar continuamente las disposiciones, se hacen plantillas de todos los departamentos, máquinas e instalaciones.

Los tableros que contienen las plantillas suelen hacerse modulares a efecto de poder sacar cualquier sección que interese en su momento dado.

Los modelos tridimensionales si bien permiten una mayor visualización, tienen el inconveniente del costo y la laboriosidad.

#### BIBLIOGRAFIA SOBRE EL TEMA

- 1.- "Distribución en Planta" Richard Muther, Ed. Hispano Europea, 1977.
- 2.- "Plant Design And Lay-Out". James M. Moore, The Mac Millan Company, 1962.
- 3.- "Manual de la Producción". Alford y Bangs, Uteha, México, 1965.
- 4.- "Distribución de Planta y Manejo de materiales". CENAPRO.

5.- "Distribución de Planta". John Immer. INFOTEC, 1979.

6.- "Localización, Layout y mantenimiento de Planta". Ruddell Reed.

El Ateneo, 1976.

7.- "Sistemas de Producción e Inventario" (METODO CRAFT). Buffa-Taubert.

LIMUSA, 1975.

### MANEJO DE MATERIALES

En el sentido más amplio, el manejo de materiales puede definirse como "la preparación, ubicación y posicionado de los materiales para facilitar sus movimientos y almacenajes".

En los últimos años y en particular después de la 2a. guerra, la Ingeniería de Manejo de Materiales ha tenido un gran desarrollo como consecuencia del análisis profundo de los costos asociados a movimientos y almacenajes realizados en las fuerzas armadas y en las grandes empresas. Fue así como se introdujeron gran cantidad de sistemas, equipos móviles, transportadores, sistemas de almacenaje, etc., que, naturalmente, produjeron un gran impacto en la reducción de costos industriales.

Las técnicas de manipuleo de materiales tienen como objetivos:

1. Reducir Costos
2. Reducir desperdicios.
3. Aumentar capacidad productiva
4. Mejorar condiciones de trabajo.
5. Mejorar la distribución o Lay-Out.

Las actividades de planeamiento de movimiento de materiales deben realizarse en forma conjunta con el Plan de Lay Out, debido a que el segundo es un modelo estático y es el equipo de Movimiento de Materiales lo que lo hace dinámico.

Para tener una idea de la importancia de los costos de manejo, podemos decir que, globalmente, llegan a ser del 30 al 35% del costo total de producción.

Se ha estimado también que sólo el 20% del tiempo en que los materiales están en una planta son procesados, siendo el 80% restante utilizado para movimientos o almacenaje.

Normalmente no será suficiente considerar el problema de manipuleo dentro de la fábrica o en Departamentos de Expedición. Es necesario enfocar el problema total en forma sistemática desde la fuente de Materia Prima hasta llegar al usuario. La tendencia moderna es aplicar el análisis de sistemas mediante la utilización de técnicas de Investigación de Operaciones. El análisis de sistemas parte de la idea que todas las actividades del Sistema Industrial están ligadas por relaciones causa-efecto que pueden describirse con expresiones matemáticas.

El problema de Movimiento de Materiales a un costo mínimo de tiempo y esfuerzo no está restringido a la planta Industrial. Si bien el desarrollo más espectacular se ha producido en el sector industrial, hay también numerosas oportunidades de aplicación en otras actividades que no deben ser pasadas por alto en el ejercicio de la Ingeniería Industrial

#### EL PROBLEMA DEL MANEJO DE MATERIALES:

Genéricamente un problema de manipuleo incluirá los siguientes elementos:

- 1.- Movimiento: Materias primas, partes, productos, etc., deben trasladarse. El movimiento debe hacerse asegurando eficiencia y bajo costo.

- 2.- Tiempo: Los materiales deben estar disponibles en las fechas planeadas.
- 3.- Lugar: Los materiales deben estar disponibles en los lugares adecuados.
- 4.- Cantidad: En las diversas etapas del proceso productivo, las cantidades pueden variar mucho. Es responsabilidad del Movimiento de materiales de proveer cantidades apropiadas.
- 5.- Espacio: Dado que los espacios cuestan dinero, la eficiencia del aprovechamiento de los espacios estará relacionada con los sistemas de movimientos de materiales.

#### PRINCIPIOS GENERALES:

A medida que un tema se complica se hace más necesario disponer de principios rectores en la práctica diaria. Los principios de Movimiento de Materiales representan el conocimiento acumulado a lo largo de años por quienes han practicado estas actividades, tanto en la industria como en el comercio.

- 1.- Planeamiento: Se deben planear las actividades de manipuleo y almacenaje de materiales a fin de obtener la máxima eficiencia operativa global.
- 2.- Sistemas: Integrar tantas actividades de manipuleo como fuera posible en un sistema coordinado de operaciones que cubra proveedores, recepción, producción, inspección, embalaje, depósitos, expedición, transporte y servicio.

- 3.- Gravedad: Utilizar la fuerza de la gravedad siempre que sea posible.
- 4.- Espacios: Aprovechar en forma óptima el espacio en tres dimensiones.
- 5.- Tamaño Unitario: Aumentar la cantidad, tamaño o peso de las -- cargas unitarias.
- 6.- Mecanización: Siempre que sea económicamente factible, se -- deberá mecanizar las operaciones de manipuleo.
- 7.- Normalización: Normalizar métodos de manipuleo así como tam-- bién tamaños y tipos de equipos empleados.
- 8.- Adaptabilidad: Utilizar métodos y equipos que puedan realizar una variedad de tareas y aplicaciones, donde -- no se justifiquen equipos especiales.
- 9.- Peso propio: Reducir la proporción de peso propio del equi-- po de transporte con relación a la carga transportada.
- 10.- Utilización: Lograr la máxima Carga de Trabajo para equipos y la mano de obra.
- 11.- Mantenimiento: Planear el mantenimiento preventivo y correcti-- vo de todos los equipos de manipuleo.
- 12.- Control: Utilizar actividades de manipuleo de materia-- les para mejorar el control de la producción e inventarios.
- 13.- Seguridad: Proveer métodos y equipos adecuados para mani-- puleo seguro.

- 14.- Capacidad: Los equipos de manipuleo deben ayudar a lograr la producción deseada y aún cubrir los picos.

El campo de Movimientos de Materiales es un amplio sector de la Ingeniería Industrial, incluye los problemas relacionados con Disposición de Equipo, Almacenaje, Selección de Equipos Mecánicos, Automatización, Estudio de Tiempos y Métodos de Movimientos, Reducción de Costos, Tráficos, etc.

En muchos problemas de lay out el Movimiento de Materiales llega a ser el factor determinante, por eso decíamos que deben analizarse en forma conjunta.

#### DESCRIPCION DE EQUIPOS DE MOVIMIENTOS DE MATERIALES.

El "Material Handling Handbook" (The Ronald Press Co. New York) presenta más de 430 clases de equipos. Nosotros agruparemos los tipos de equipos en 8 categorías principales:

- 1.- TRANSPORTADORES CONTINUOS.
- 2.- GRUAS, MALACATES Y ELEVADORES.
- 3.- VEHICULOS INDUSTRIALES.
- 4.- VEHICULOS AUTOMOTORES
- 5.- VAGONES FERROVIARIOS
- 6.- TRANSPORTES MARITIMOS
- 7.- TRANSPORTE AEREO.
- 8.- CAJAS DE TRANSPORTE Y EQUIPOS AUXILIARES.

Esta clasificación incluye todos los equipos de uso universal. Nosotros veremos los tipos más difundidos en el transporte industrial interno y que son: -

1, 2, 3 y 8

- 1.- TRANSPORTADORES CONTINUOS.- Genéricamente un transportador continuo se define como "un dispositivo horizontal, inclinado o vertical, concebido y construido para transportar materiales a granel, paquetes u objetos según una trayectoria determinada por el diseño del dispositivo y que tiene puntos de carga fijos o selectivos.
- Generalmente son fijos, si bien hay algunos móviles.

Los transportadores continuos pueden considerarse como el símbolo de la producción en masa, ya que proveen materiales en forma sincronizada, que es la esencia de una producción organizada. Se les hace para transportar casi todo tipo de productos con pesos desde gramos hasta toneladas. Además, es de hacerse notar que aprovechan convenientemente en algunos casos el espacio cúbico.

Los transportadores continuos se pueden dividir en dos grandes grupos:

- a) De paquetes individuales (Cargas discretas)
- b) De material a granel (cargas continuas).

a-1.- Transportadores de Trolleys.

a-2.- Transportadores de cintas o cadenas (Movimiento horizontal o inclinado).

a-3.- Transportadores de gravedad.

a-1.- Tipo Trolley: Consiste en una serie de trolleys que se desplazan sobre un riel colocado a cierta distancia del suelo y conectados unos a otros

por medio de una propulsión sin fin como son: cadenas, cables, etc. La carga se suspende de los trolleys mediante ganchos, bandejas o dispositivos especiales.

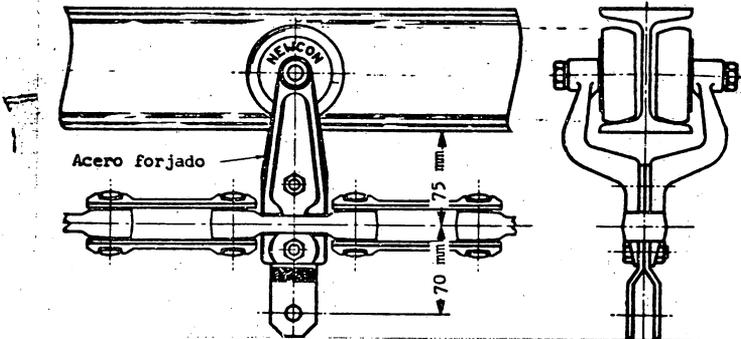
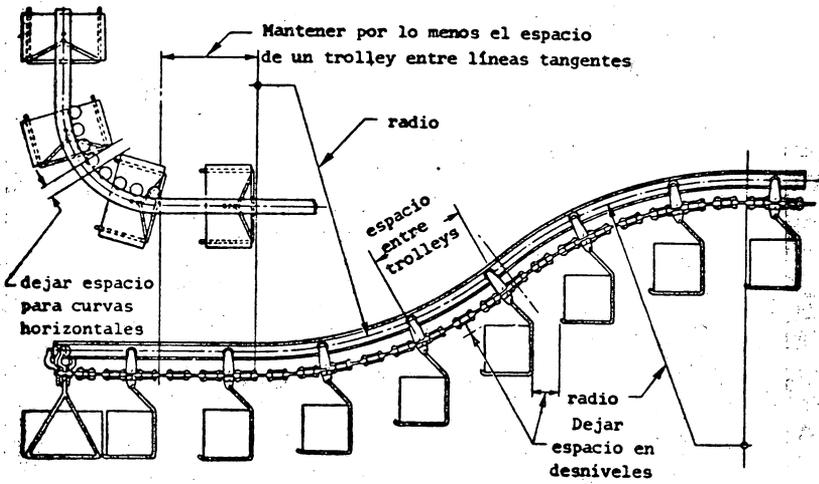
Se usan cuando se mueven cargas individuales con mucha frecuencia, siendo su aplicación más definida en los siguientes casos:

- 1.- Transporte entre varios puntos con selección automática del punto de descarga.
- 2.- Operaciones con baños electrolíticos, pinturas, etc. en producción masiva.
- 3.- Armado del producto sobre el transportador.  
(Pueden o no usar el principio de potencia y libre (Power and free)).

La carga se lleva en trolleys individuales en un riel inferior mientras -- que en uno superior se construye el accionamiento de modo que la tracción puede ser desconectada en cualquier momento.

- 4.- Almacenamiento de materiales en proceso en líneas de producción lo cual ahorra espacio en departamentos de producción.

En las figuras puede verse una vista general de un transportador de --- trolley y un detalle del trolley.



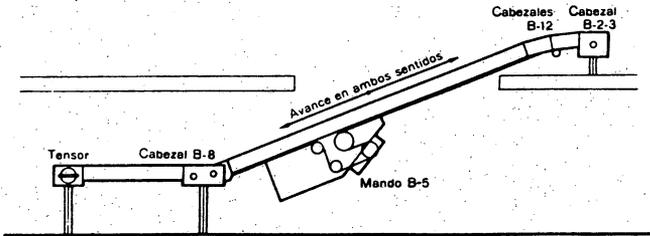
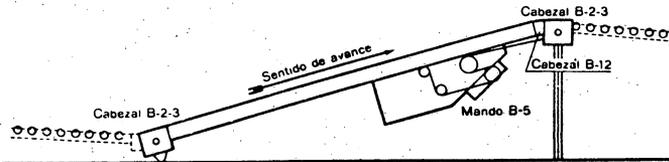
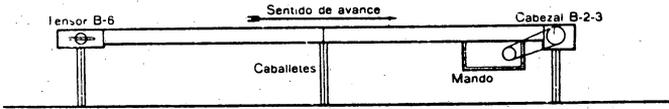
a-2.- CINTAS TRANSPORTADORAS: Este grupo comprende los equipos utilizados para mover cargas discretas como son: paquetes u objetos sobre una cinta generalmente de superficie plana y a lo largo de una trayectoria horizontal o inclinada. No incluye los equipos para transportes a granel, - que en parte se construyen según los mismos lineamientos.

En principio se trata de un movimiento bidimensional.

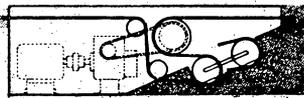
La superficie de acarreo es accionada por fricción mediante una polea matriz apoyada en rodillos. Son de uso muy general debido a su baja inversión y poco costo operativo. Su única limitación la constituye el hecho de que el material no debe dañar a la cinta. Las cintas se contruyen de tela, hule, plástico, piel, metálicas, etc. En todos los casos, es necesario incluir un dispositivo tensor pues el estiramiento de la cinta es del orden del 0.5 al 1.5%.

Para el caso de cintas inclinadas hasta 10 grados no hay problemas; se -- puede llevar hasta 35° mediante el agregado de barras transversales o dispositivos especiales, ello depende también del centro de gravedad de la carga.

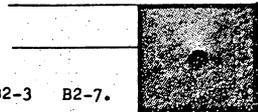
En cuanto a velocidades, el rango es muy grande, pudiendo ir desde - - - 15 cms./min. hasta varios mts./minuto.



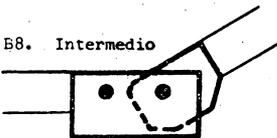
Cintas transportadoras



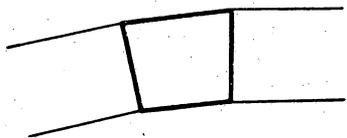
B5. Mando intermedio



Cabezal extremo cinta



B8. Intermedio



B12. Segmento angular intermedio

Detalles de cintas transportadoras.

**Cálculo de potencia  
requerida para una cinta  
transportadora de bultos \***

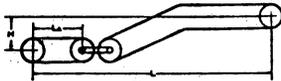
Se aplican las siguientes fórmulas de potencia requerida en la polea de mando (Forrada con capa de goma) para los casos básicos de mando en cabezal de extremo de cinta, sin aditamentos especiales.

**CASO I**



$$N = \frac{(q + q_c) \cdot LV}{1400} + \frac{q_c \cdot H \cdot V}{70}$$

**CASO II**



$$N = \left[ 1 + 0,12 \cdot \frac{L_A}{L} \right] \cdot \frac{(q + q_c) \cdot LV}{1400} + \frac{q_c \cdot H \cdot V}{70}$$

Para otros casos la fórmula básica se transforma de acuerdo al siguiente cuadro:

ADITAMENTO	MANDO	POLEA DE MANDO	FORMULA
—	En cabezal B-2	sin forrar	1,03 N
Teosor intermedio	En cabezal B-2	forrada	1,07 N
		sin forrar	1,15 N
—	Intermedio B-5	forrada	1,20 N
		sin forrar	1,38 N

La potencia requerida en el motor será:

$$N_m = \frac{N_t}{\eta} \quad \text{siendo } \eta \text{ el rendimiento de la transmisión}$$

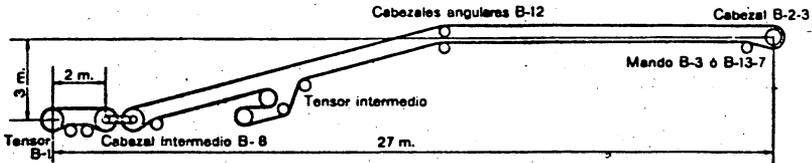
**NOMENCLATURA**

- Ch:** Capacidad de transporte en bultos/hora.
- d:** Distancia promedio libre entre bultos en m.
- F<sub>max</sub>:** Fuerza de tracción máxima en kg.
- H:** Altura total de elevación en m.
- L:** Proyección horizontal en m. de la distancia total de transporte.
- L<sub>A</sub>:** Proyección horizontal en m. de la distancia de transporte anterior al cabezal intermedio B-5
- l:** Longitud del bulto en m.
- N:** Potencia básica en C.V.
- N<sub>t</sub>:** Potencia total de tracción con aditamentos en C.V.
- N<sub>m</sub>:** Potencia de motor necesaria en C.V.
- p:** Paso entre rodillos en mm.
- q:** Peso de las partes móviles del transportador en Kg/m. (Tabla I)
- q<sub>b</sub>:** Peso del bulto en Kg.
- q<sub>c</sub>:** Peso máximo de bultos en Kg/m. (Distancia entre bultos nula).
- V:** Velocidad de transporte en m/seg.

Figura 11.

Cinta transportadora.  
Ejemplo de cálculo

Con los elementos normalizados indicados se instala una cinta como la de la figura que debe transportar 1200 paquetes por hora, cada uno de un peso de 40 Kg., largo 0,60 m. y ancho 0,45 m.



Estimando una velocidad de 0,3 m/seg. nos da una distancia promedio libre entre paquetes de:

$$d = 3600 \cdot \frac{V}{C_b} - 1 = 3600 \cdot \frac{0,3}{1200} - 0,6 = 0,3 \text{ m}$$

perfectamente compatible con el transporte.

Elegimos la primer correa de ancho mayor o igual al ancho del paquete. Ancho de correa = 20" = 510 mm. y el paso p. de los rodillos de acuerdo a la fórmula:

$$p = 500 \cdot l - 25 \quad p = 500 \cdot 0,6 - 25 = 275 \text{ mm}$$

Adoptamos el primer paso Standard inferior o igual al anterior, es  $p = 200 \text{ mm}$ , que nos dá un peso  $q = 14,1 \text{ Kg/m}$ .

La carga máxima de bultos por metro será

$$q_c = \frac{q_b}{1} = \frac{40}{0,6} = 66,6 \text{ Kg/m.}$$

y la potencia (para caso II):

$$N = \left(1 + 0,12 \cdot \frac{L_A}{L}\right) \cdot \frac{(q + q_c) \cdot L \cdot V}{1400} + \frac{q_c \cdot H \cdot V}{70}$$

$$N = \left(1 + 0,12 \cdot \frac{2}{27}\right) \cdot \frac{80,7 \cdot 27 \cdot 0,3}{1400} + \frac{66,6 \cdot 3 \cdot 0,3}{70}$$

$$N = 1,01 \cdot 0,47 + 0,86 = 1,33 \text{ C.V.}$$

Si usamos polea forrada de goma por el tensor intermedio debemos aplicar:

$$N_t = 1,07 \cdot N = 1,07 \cdot 1,33 = 1,42 \text{ C.V.}$$

La fuerza de tracción sobre la correa será:

$$F = \frac{75 \cdot N_t}{V} = \frac{75 \cdot 1,42}{0,3} = 355 \text{ Kg.}$$

a-3 TRANSPORTADORES DE GRAVEDAD: Como su nombre lo indica, se usa la gravedad como fuerza propulsora. Sirven únicamente para cargas discretas. Tienen el inconveniente que, debido a que no puede controlarse muy bien su velocidad, en general no sirven para cargas frágiles.

El grupo puede funcionalmente dividirse en transportadores de rodillos, de ruedas (de patín) y tabagones. El grupo incluye también a los transportadores horizontales que se utilizan en general para operaciones de armado en el caso de productos voluminosos que pueden desplazarse de un puesto de trabajo al otro, empujándolos.

El largo de una instalación de rodillos y gravedad, está limitada únicamente por la pérdida de altura debido a la inclinación. Para instalar una línea larga, si no hay altura suficiente, se utilizan elevadores mecánicos colocados en puntos intermedios, los que suben el bulto a cierto nivel posibilitando, de tal manera, la continuación del transporte por gravedad.

Estos transportadores permiten almacenar mercaderías a lo largo de su desarrollo, de modo tal, que a medida que se retiran los bultos de la parte inferior, los demás descienden automáticamente. En las figuras se describen los principales tipos y sus características.

b. TRANSPORTADORES A GRANEL: Son los equipos concebidos y contruídos para el manipuleo continuo de grandes cantidades de material a granel, que incluye gases, líquidos y sólidos.

Los gases y líquidos no plantean problemas dado que se transportan en conductos con o sin bombas compresoras, o en barriles, tambores, botellas, etc.- En este último caso pueden ser considerados como cargas discretas. Por lo -- tanto, al mencionar los transportadores continuos o a granel, debe entenderse que se trata de materiales sólidos.

Dada la gran cantidad de equipos en este aspecto funcional, su elección - está determinada generalmente por los siguientes factores:

1.- Estado Físico de los mate--  
riales.

Tamaño de la partícula  
Peso  
Temperatura  
Fragilidad  
Resistencia a la abrasión.  
Resistencia a la corrosión, etc.

2.- Uso a que se  
destina.

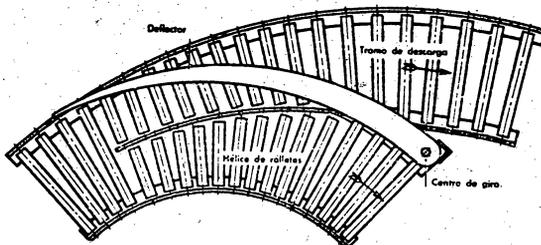
Transporte entre plantas { Carbón  
Piedra  
Cal.  
Formación de Mezclas.  
Recepción y descarga  
Carga a paquetes individuales  
Carga de máquinas u hornos.

En este grupo debe mencionarse también el transporte neumático de elementos sólidos como es el caso del algodón.

## ROLLETES DE GRAVEDAD

### INDICACIONES PARA SU ELECCION:

- 1º Los bultos deben tener una superficie rígida y lisa para el transporte. Los que se deforman acomodándose en los espacios entre rolletes, deben llevarse sobre bandejas. Los bultos con travesaños deben transportarse en forma que estos no se traben con los rolletes.
- 2º El paso de los rolletes elijase de la Tabla I, entrando en ella con el largo del bulto más corto. En caso de resultar esta medida entre dos valores, adóptese el que corresponde con un paso menor.
- 3º El largo del rollete determinese, sumando 50 mm. al ancho del bulto. Dimensión A ó A<sub>1</sub> de los dibujos de la pág. 27
- 4º El diámetro del rollete, longitud de los tramos y perfiles del bastidor, se indican en la Tabla I, en base al peso y largo del bulto. Los largos normales de fabricación de los tramos de rollete son 2.400 ó 3.000 mm.
- 5º El largo de una instalación de rolletes está limitado únicamente por la pérdida de altura debida a la inclinación. Para instalar una línea larga, si no hay altura suficiente, utilizamos elevadores mecánicos colocados en puntos intermedios, los que suben el bulto a cierto nivel, posibilitando así la continuación del transporte por gravedad.
- 6º La inclinación de una línea de rolletes depende de las características de la superficie del bulto y su peso. La Tabla II, indica aproximadamente los valores usuales de la misma.



DESCARGA INTERMEDIA

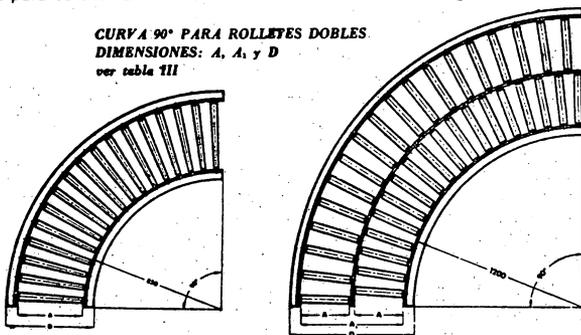
## CURVAS

Para cambiar la dirección de transporte de las mercaderías, en una línea de rolletes de gravedad se usan curvas de fabricación normal cuyo desarrollo angular es de 30°, 45°, 60° ó 90°.

### CURVAS CON ROLLETES SIMPLES:

Se utilizan para bultos de hasta 550 mm. de ancho. En ellas se emplean solamente rolletes cónicos, dispuestos en forma adecuada para obtener una marcha suave del bulto en la curva. El bastidor tiene el mismo ancho que en los tramos rectos y el radio interior de estas curvas es de 850 mm. La construcción es plana, es decir que los puntos de entrada y salida están al mismo nivel.

**CURVA 90° PARA ROLLETES DOBLES.**  
DIMENSIONES: A, A<sub>1</sub> y D  
ver tabla III



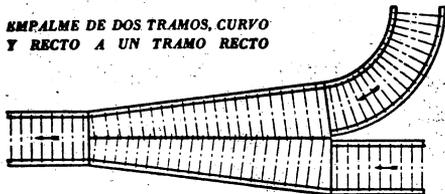
**CURVA 90° PARA ROLLETES SIMPLES**  
DIMENSIONES: "A" y "D"  
ver tabla III

### CURVAS CON ROLLETES DOBLES:

Para bultos de 600 mm. o más, las construimos como ilustra la figura con dos hileras de rolletes, dispuestos en forma alternada y dirección radial. Con esta disposición se consigue mayor velocidad en la hilera externa de rolletes, facilitando esto el desvío del bulto. El radio interior de estas curvas es de 1.200 mm. y el bastidor se adapta al de los tramos rectos. La construcción es plana, es decir, que los puntos de entrada y salida están al mismo nivel.

## EMPALMES

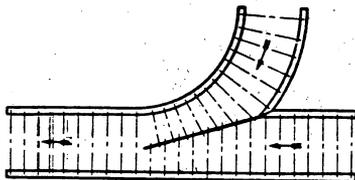
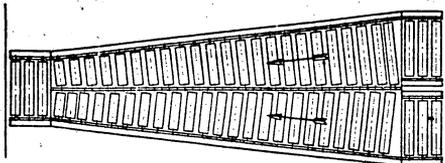
**EMPALME DE DOS TRAMOS, CURVO Y RECTO A UN TRAMO RECTO**



Utilizados principalmente para enviar los bultos desde ramales a una línea general. En los empalmes, cuando los ramales no trabajan alternativamente, debe colocarse un hombre para evitar atascamientos. En las ilustraciones se indica con flechas la dirección de transporte.

**EMPALME DE UN RAMAL CURVO A UN TRAMO RECTO**

**EMPALME DE DOS TRAMOS RECTOS**



**TABLA I**

Largo del bulto		175	250	325	400	475	550	625	700	775	850	925	Característica de los rolletes y bastidor
Paso de los rolletes		50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	
Peso del bulto en Kg.	10	///	///	///									Rollete Ø 25 Bastidor L50x40x5
	15	///	///										
	20	///	///										
	30	///	///										Rollete Ø 50 Bastidor L65x50x6
	40	///	///	///									
	50	///	///	///	///								Rollete Ø 70 Bastidor L75x50x7
	60	///	///	///	///	///							
	70	///	///	///	///	///	///						
	80	///	///	///	///	///	///	///					
	90	///	///	///	///	///	///	///	///				
100	///	///	///	///	///	///	///	///	///				
Largo de los tramos		Para tramos con largo inferior a 2400 mm.					Para tramos de 2400 mm de largo			Para tramos de 3000 mm. de largo			

**TABLA II**

VALORES APROXIMADOS DE LA INCLINACION			
TIPO DE BULTO	OBSERV.	INCLINACION	
		%	Grados y minutos
Cajones de madera o metálicos	10 a 25 kg.	4	2° 20'
" " " " "	25 a 75 kg.	3½	2° 0'
" " " " "	75 a 100 kg.	3	1° 45'
Cajas de cartón	1 a 3 kg.	7	4° 0'
" " " " "	3 a 7 kg.	6	3° 25'
" " " " "	7 a 25 kg.	5	2° 50'
Esqueletos	—	5	2° 50'
Tarros de leche	llenos	5½	3° 10'
" " " " "	vacíos	6	3° 25'
Tambores	—	2¼	1° 15'

**TABLA III**

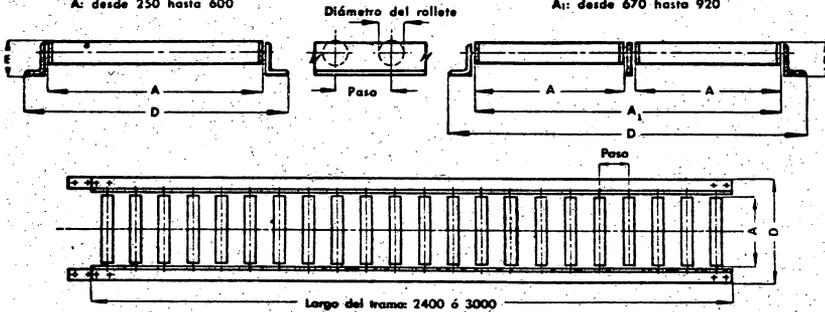
Largo del rollete A		250	300	325	350	375	400	425	450	500	550	600	
D	Bastidor de:	L50x40x5	342	392	417	442	467	492	517	542	592	642	692
		L65x50x6	362	412	437	462	487	512	537	562	612	662	712
		L75x50x7											

Largo total rolletes A <sub>1</sub>		670	720	770	820	870	920	1020	1170	1220	
Largo de un rollete A		325	350	375	400	425	450	500	550	600	
D	Bastidor de:	L50x40x5	760	810	860	910	960	1010	1110	1260	1310
		L65x50x6	780	830	880	930	980	1030	1130	1280	1330
		L75x50x7									

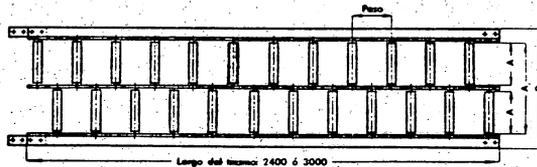
**DIMENSIONES DE LOS TRAMOS DE ROLLETES DE GRAVEDAD**

A: desde 250 hasta 600

A<sub>1</sub>: desde 670 hasta 920



Diámetro del rollete	25	50	70
E	54	75	85

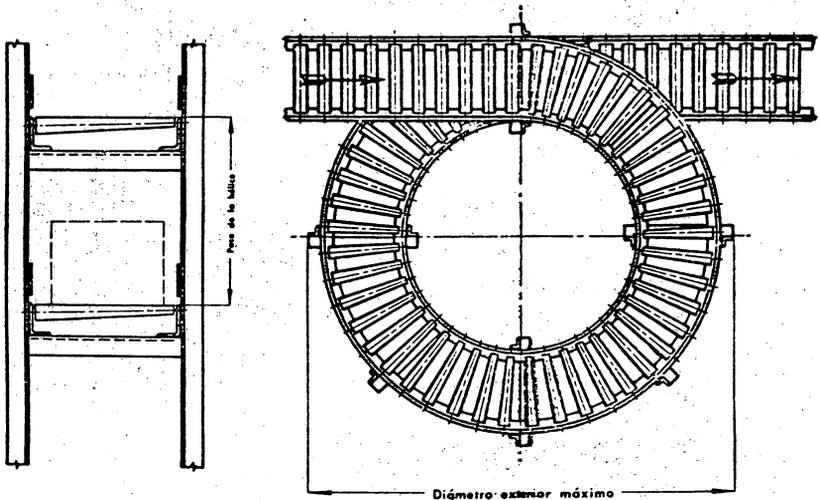


## HELICES DE ROLLETES DE GRAVEDAD

Construidas con curvas de rolletes de gravedad de  $90^\circ$  ó  $45^\circ$  de desarrollo, formando una hélice soportada convenientemente por un bastidor de acero. Los rolletes pueden ser cilíndricos o cónicos siendo los primeros según el ancho del transportador, simples o dobles. El diámetro exterior de la hélice y su paso así como el tipo de rollete, dependen del peso y dimensiones de los bultos.

Permiten almacenar mercaderías a lo largo de su desarrollo, de modo tal que, a medida que se retiran los bultos de la parte inferior los demás descienden automáticamente. Los bultos pueden cargarse en la hélice mediante tramos de rolletes de gravedad, y su descarga realizarse de igual manera. Para la carga o descarga en pisos intermedios es factible intercalar desvíos.

Las aberturas en los pisos normalmente son circulares, pero si no es factible practicar una abertura muy amplia, puede atravesarse el piso mediante una canaleta recta que empalme las hélices del piso superior e inferior.

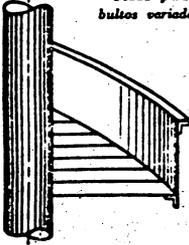


## CANALETAS METALICAS HELICOIDALES

### SECCIONES DE CANALETA

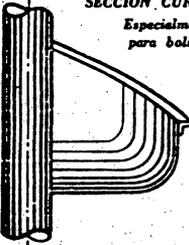
#### SECCION PLANA

Usada para  
bultos variados.

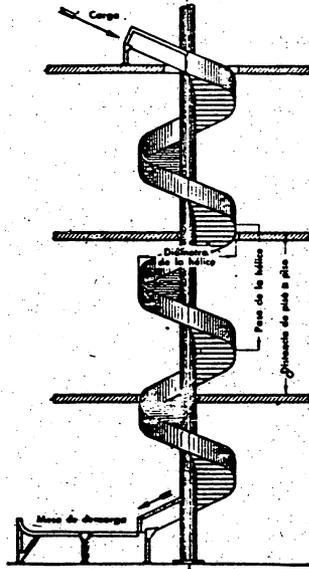


#### SECCION CURVA

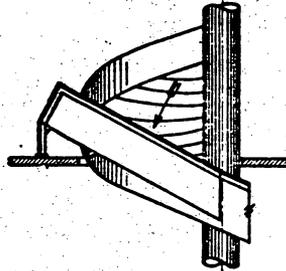
Especialmente  
para bolsas.



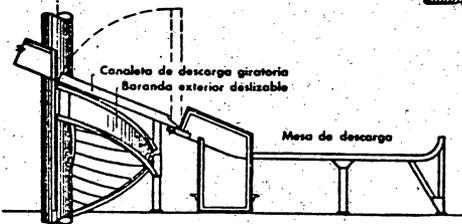
### VISTA DE UNA CANALETA



### CARGA INTERMEDIA

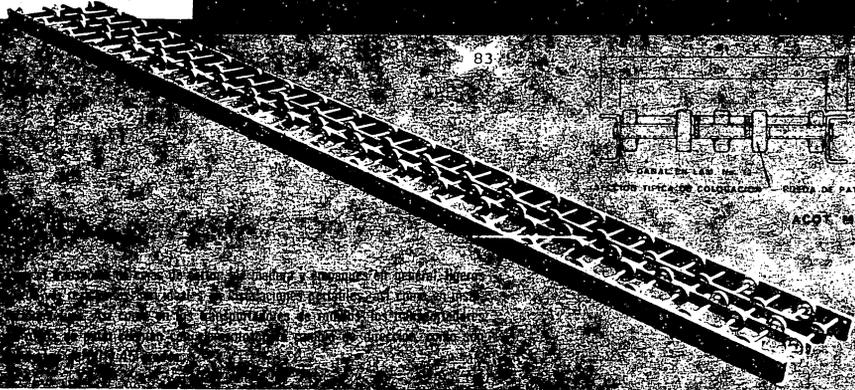
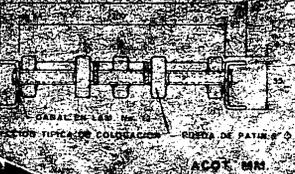


### DESCARGA INTERMEDIA



# TRANSPORTADORES DE RUEDAS DE PATIN

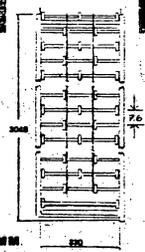
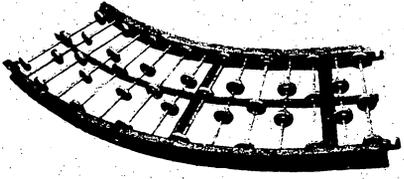
83



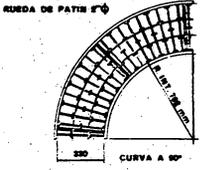
arg. de lám. doblada:	Long. del tramo:	Ancho total:	Ruedas por tramo:	Distancia entre ejes:	Peso total:
Calibre 12.	3.05 m. (10')	38 cms. (15")	100	7.6 cms.	31 kg.

NOTA:—Los transportadores de ruedas de patin se surten también en otras dimensiones y capacidades.

## CURVAS DE TRANSPORTADOR DE RUEDAS DE PATIN



DISTRIBUCION TIPICA EN T. RECTO STD.

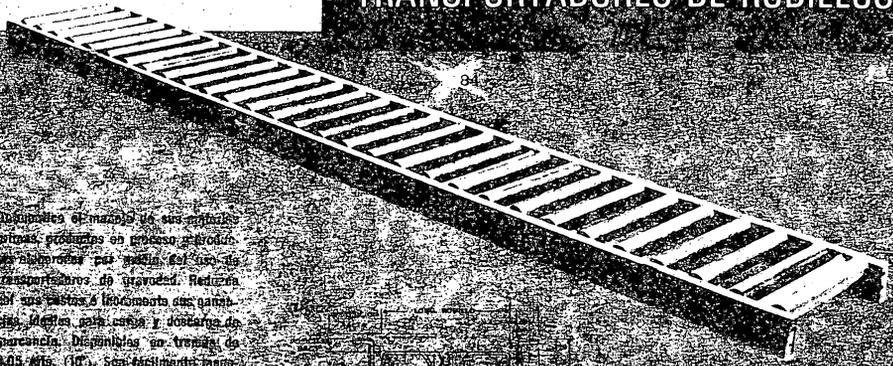


Para los cambios de dirección en las líneas de transportadores, contamos con curvas de 45 y de 90 grados, con las siguientes dimensiones:

Modelo:	Ruedas por tramo:	Radio interior:	Peso total del tramo:
90°	50	762 mm.	18 kg.
45°	25	762 mm.	11 "

Para la instalación de estos transportadores, también se usan los tripies y los apoyos similares a los que se usan en los transportadores de rodillos.

# TRANSPORTADORES DE RODILLOS



Almacenes de mano de sus rodillos, otros, probados en procesos de producción, elaborados por medio del uso de transportadores de gravedad. Reducen los costos y el movimiento que gana una línea para estos y dotados de durabilidad, disponibles en tramos de 3.05 mts. (10'). Son fácilmente desmontables y desmontados en cualquier momento. Los transportadores de rodillos se utilizan con eficiencia para transportar cargas pesadas. Sus rodillos resistentes, son recomendados para transportar bloques y en algunos casos, para el transporte de materiales. Para el transporte de materiales, házase el diseño de un sistema de transporte.

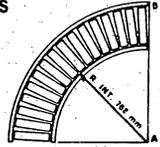
Larg. de lám. doblada:	Long. del tramo:	Ancho total:	Ancho entre rodillos:	Long. útil del rodillo:	Rodillos emb. por tramo:	Distancia entre ejes:	Peso total del tramo:
Calibre 10.	3.05 (10')	44 cms. (17½")	38 cms. (15")	36.5 cms. (14½")	30	10 cms. (4")	55 kg.

NOTA.—Los transportadores de rodillos se surten también en otras dimensiones, capacidades y diámetro de rodillo.

## CURVAS DE TRANSPORTADOR DE RODILLOS

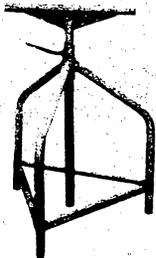


Modelo:	Rodillos embalerados por tramo:	Radio interior:	Peso total del tramo:
90°	16	762 mm	30 kg.
45°	8	762 mm	15 "



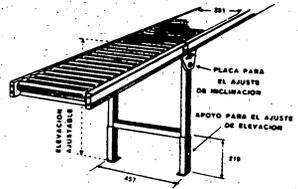
CURVA DE RODILLOS

ACOT. MM.



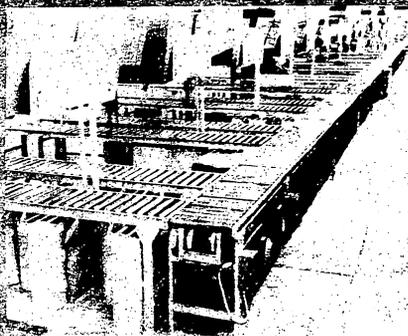
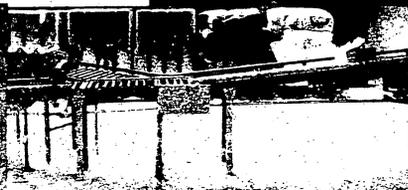
## TRIPYES Y SOPORTES PARA TRANSPORTADORES

El peso de los transportadores lo soportan en el caso de instalaciones semifijas, livianos pero resistentes tripies de construcción tubular de hierro y ajustables a diversas alturas para dar la inclinación requerida al transportador, y en el caso de instalaciones fijas, soportes ajustables tipo "L", hechos de robusta lámina doblada en calibre 12, tanto la altura como la inclinación se gradúan por medio de dos tornillos por lado, pudiendo fijarse al piso por sendos barrenos en la parte inferior.

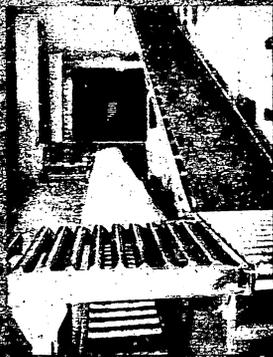
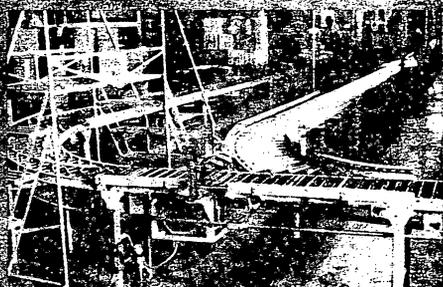


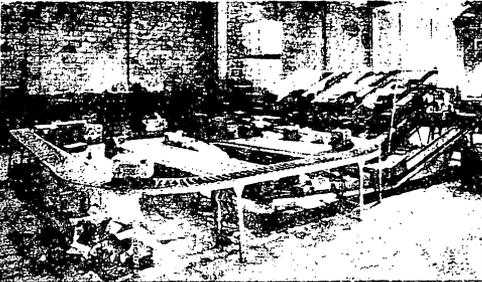
ACOT. MM.

# TRANSPORTADORES DE RODILLOS

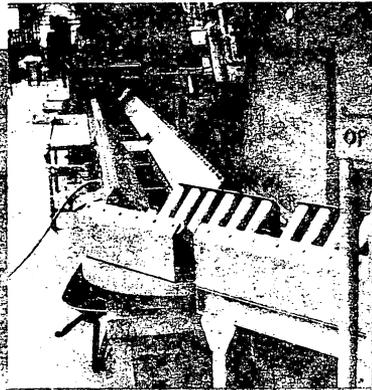


Los transportadores de rodillos para curvas ofrecen ventajas de espacio, capacidad de carga y flexibilidad que justifican el costo. El tipo de construcción y el tipo de transportadores. Instalación de Avon Las.

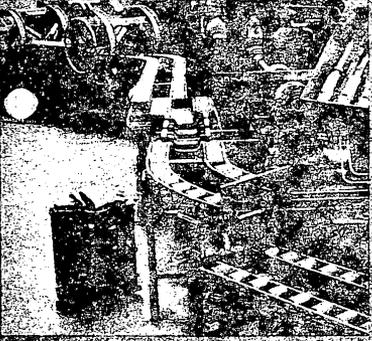




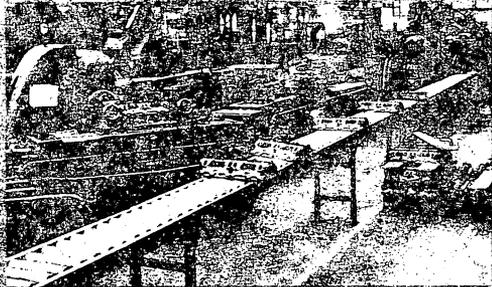
Detalle de un transportador de cables de acero y los componentes de su estructura en un taller de la fábrica en Richardson, Mural, S. A. de E. U.



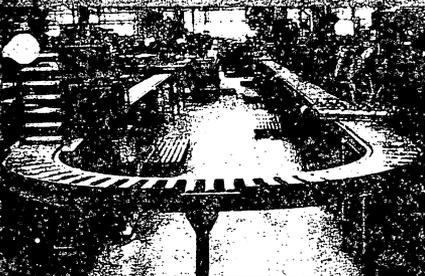
Detalle de un transportador de cables de acero y la estructura del mecanismo de ajuste de tensión de la fábrica en la línea de producción de la fábrica en Richardson, Mural, S. A. de E. U.



Detalle de un transportador de cables de acero y la estructura del mecanismo de ajuste de tensión de la fábrica en la línea de producción de la fábrica en Richardson, Mural, S. A. de E. U.



Detalle de un transportador de cables de acero y la estructura del mecanismo de ajuste de tensión de la fábrica en la línea de producción de la fábrica en Richardson, Mural, S. A. de E. U.



Detalle de un transportador de cables de acero y la estructura del mecanismo de ajuste de tensión de la fábrica en la línea de producción de la fábrica en Richardson, Mural, S. A. de E. U.



Detalle de un transportador de cables de acero y la estructura del mecanismo de ajuste de tensión de la fábrica en la línea de producción de la fábrica en Richardson, Mural, S. A. de E. U.

GRUPO 2 : GRUAS, POLIPASTOS, ELEVADORES: Este grupo abarca aquellos equipos destinados a desplazamientos verticales u horizontales o en ambas direcciones. En general se utilizan para trasladar cargas muy pesadas, pieza por pieza y frecuentemente de forma irregular. Cénéricamente puede subdividirse en los siguientes tipos principales:

- 2.-1.- Grúas de vías fijas.
- 2.-2.- Grúas móviles.
- 2.-3.- Malacates.
- 2.-4.- Accesorios.

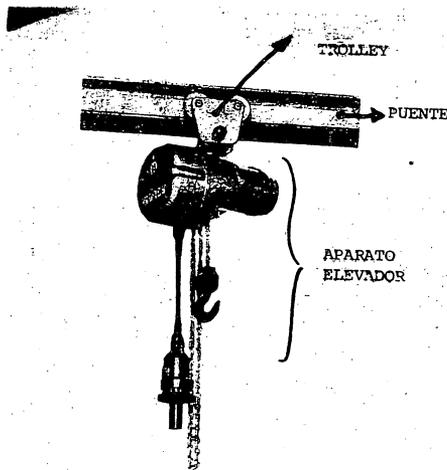
2.1.- Grúas de Vías Fijas: Son equipos de transporte mediante los cuales se puede elevar o bajar una carga y también desplazarla en un plano horizontal, estando determinada la autonomía del desplazamiento por el diseño de la grúa.

Su uso más frecuente es para piezas pesadas e irregulares como las que se dan en la construcción de buques, grandes equipos industriales como turbinas, etc.

Desde el punto de vista constructivo una grúa puede dividirse en 3 partes, cada una de las cuales se desplaza según una dirección:

- 1.- APARATO DE ELEVACION: Posibilita el movimiento en sentido vertical. Comúnmente se les denomina malacates. Son accionados a mano, cuando su uso no es muy frecuente y eléctricamente o neumáticamente, en caso de serlo.

- 2.- EL TROLLEY: Sobre él se monta el aparato de elevación y es el que permite el movimiento en sentido lateral. Como el anterior, puede ser accionado a mano o eléctricamente.
- 3.- EL PUENTE: Sobre el que se desplaza el trolley. Dicho movimiento también puede ser eléctrico o manual. En los monorraíles el puente es fijo, en otros como los puentes grúa, el puente se desplaza sobre dos vías aéreas. En otros tipos, el puente tiene un movimiento giratorio alrededor de un eje vertical.



MUNCK LINK CHAIN HOIST, 750, 1100, 1500, 2200lbs. capacity.

2.1.1. GRUAS MONORRIEL: Consisten en una vía aérea en forma de doble T sobre la que se desplaza un Trolley con un mecanismo elevador. La superficie de la grúa es en este caso una línea recta. Dado que la vía aérea va sujeta del techo o las paredes, este sistema de transporte puede instalarse y utilizarse sin interferir para nada con las operaciones que tienen lugar en el área situada debajo del mismo y por consiguiente ofrece alguna ventajas sobre los transportes terrestres que necesitan espacio libre sobre el suelo.

El sistema de monorriel se usa especialmente en la industria metalúrgica pesada, en la industria química, cerámica, etc.

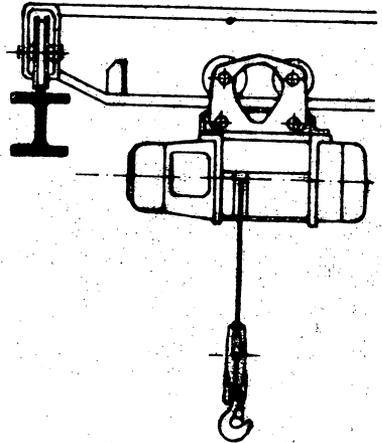
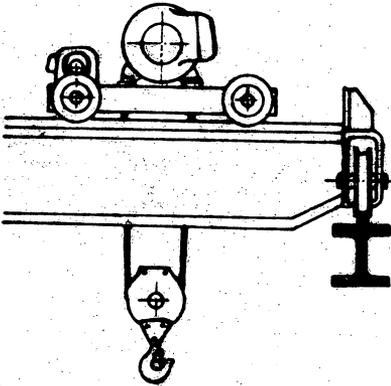
2.1.2. GRUAS PUENTE: En este caso el puente se apoya en ambos extremos sobre ruedas que se desplazan en rieles instalados formando ángulo recto con el puente. Los rieles se instalan sobre columnas del edificio, estructuras aéreas o marcos especiales.

El tipo de grúa puente sobre rieles asegura una buena operación y permite una construcción mejor debido a que pueden usarse ruedas grandes.

En casos en que la velocidad de traslación longitudinal de la grúa excede la velocidad a la que puede caminar un operario (80 mts/min.), éste puede viajar en la cabina de la grúa o usar un control remoto.

Los puentes grúas grandes tienen un motor para impulsar el puente y, por lo general, otros dos motores para accionar el trolley y el polipasto respec

tivamente. Los puentes grúa eléctricos, que son los más comunes, tienen una capacidad muy variable, que puede llegar hasta las 360 toneladas. Los más comunes tienen entre 4 y 27 toneladas. La velocidad del puente varía desde 8 a 14 mts/min. cuando es necesario una gran exactitud en los movimientos y llegan hasta 130 mts/min. cuando lo esencial es la rapidez.

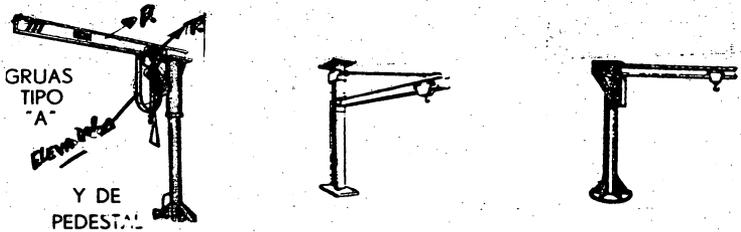


2.1.3. GRUAS FIJAS DE PARED Y PLUMAS. La viga principal de estas grúas gira alrededor de un eje vertical de modo que el área barrida es un segmento de círculo. Este eje vertical en las grúas está sujeto a la pared mientras que en las - -

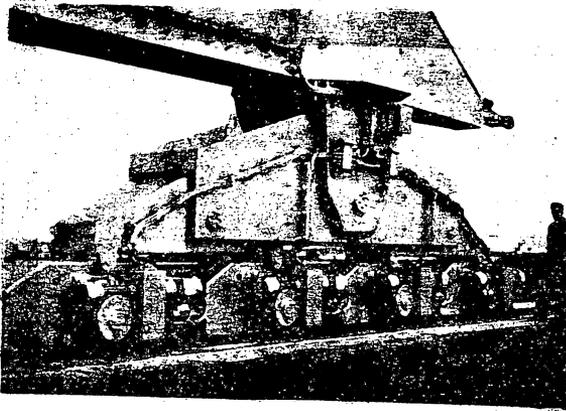
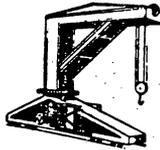
grúas pluma está en una columna que puede construirse en cualquier lugar. El ángulo de giro de la grúa fija está limitado a  $180^\circ$  ó a  $270^\circ$  si se construye en un rincón o esquina. En los equipos normalmente encontrados en la industria, la carga máxima es de 5 toneladas y la longitud varía de 1 a 8 mts.

Estas grúas se instalan por lo general cuando se necesita elevar a menudo en un lugar fijo.

Es posible también construir una grúa fija de tal manera que pueda moverse una distancia corta a lo largo de la pared.

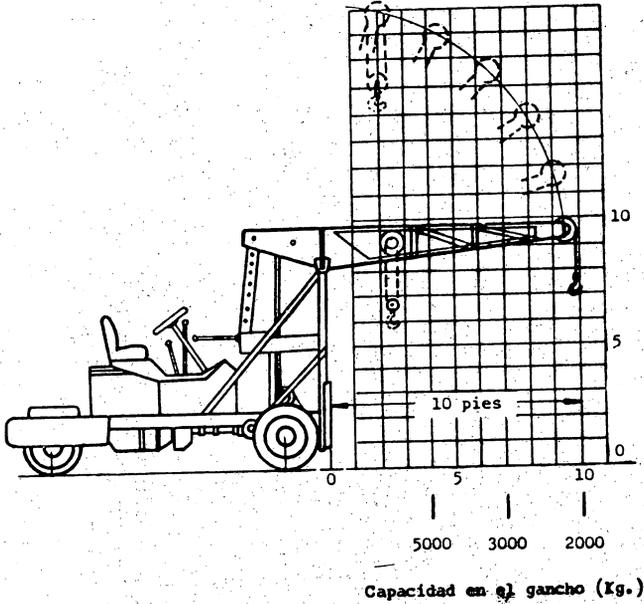


2.1.4. GRUA DE RIELES.- Este tipo de grúa (ver figura) está montada sobre un vehículo que puede ser arrastrado sobre rieles estándar de ferrocarril por locomotoras u otra forma de tracción. La grúa gira alrededor de un eje vertical de modo que el área cubierta es un círculo alrededor del punto de giro. Estas grúas se construyen normalmente en tipos de 5 a 15 toneladas con radio de 2 a 20 mts. y, por lo general, son conducidas por medio de un motor diesel o de gasolina aunque también pueden ser eléctricas.



2.2. GRUAS MOVILES: Las grúas móviles tienen la característica de que pueden ser conducidas a grandes distancias cuando están cargadas. Normalmente -- consisten en un vehículo automotor con una estructura que sostiene la pluma. - La pluma puede desplazarse verticalmente y el aparato de elevación puede desplazarse sobre la pluma. En algunos tipos de grúas, se reemplaza la pluma por un brazo con una pala de modo que pueda utilizarse para transportar tierra. Las aplicaciones más comunes de estas grúas son en patios de fábricas, ferrocarril muelles, etc.

Existen otros modelos en los cuales el vehículo va montado sobre orugas, -



2.3. MALACATES: Un malacate es un dispositivo mecánico suspendido para elevar y bajar cargas en dirección vertical con un pequeño esfuerzo.

Los tipos más difundidos son:

- 1). De mano: Utilizado en general para fines no productivos y cuando su uso se reduce a bajas alturas y poca frecuencia.
- 2). Malacate diferencial: Es la forma más simple de elevación mecánica y consiste de una cadena sin fin única, operada sobre un tambor do-

ble o diferencial y a través de una polea inferior. La diferencia o el diferencial en los diámetros de la polea doble es tan pequeña que la fricción de las distintas partes acopladas sirve para mantener la carga suspendida en cualquier punto cuando se deja de ejercer tracción sobre la cadena.



a. Diferencial

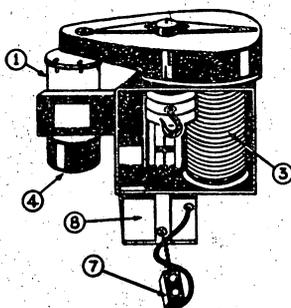
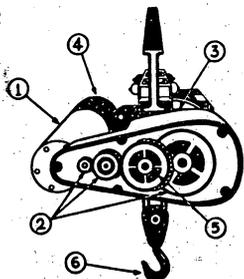


b. De engranajes planetarios

#### Aparejos de accionamiento manual

Se baja o se sube ejerciendo tracción en uno u otro de los lazos de la cadena sin fin que cuelga. Se necesita un hombre para su accionamiento y su uso es hasta 1.5 toneladas. Dado que la reducción de fuerzas se determina por la relación de los diámetros de las dos poleas de arriba, dicha reducción es muy pequeña.

Casos más elaborados de malacates, son los de reducción por engranajes y más aún los eléctricos, en los cuales las fuerzas requeridas para elevar la carga es proporcionada por un motor eléctrico acoplado al malacate, siendo este motor controlado por un operario mediante botonera. Tienen además un tambor donde se enrolla el cable y están provistos de un mecanismo de freno.



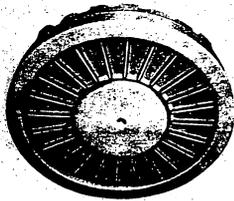
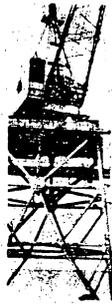
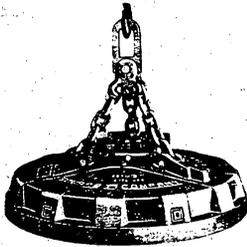
- |                    |                       |                   |
|--------------------|-----------------------|-------------------|
| 1. Motor eléctrico | 2. Tren de engranajes | 3. Tambor y cable |
| 4. Freno del motor | 5. Freno de la carga  | 6. Gancho         |
| 7. Control         | 8. Panel de control   |                   |

#### Aparejo eléctrico

Existen también malacates accionados por aire comprimido para usarse en lugares donde no se permiten chispas o donde la regulación suave es esencial, -- siendo su capacidad limitada a unas 5 toneladas.

2.4.- ACCESORIOS. Las grúas y malacates que hemos descrito deben adaptarse en las operaciones normales a diferentes condiciones de trabajo, lo que se logra mediante el uso de distintos accesorios. Dentro de los más comunes, podemos citar el ELEVADOR ELECTROMAGNETICO (Electroimán) que se utiliza para el manejo de materiales ferrosos como: chatarra de fierro o acero, piezas de fundición, viguetas, rieles, láminas de acero o cualquier material magnético. Se fabrican circulares o rectangulares de diferentes tamaños y capacidades dependiendo de las necesidades del tipo y cantidad de carga.

Los electroimanes se clasifican principalmente por su capacidad de levantamiento en kg. y material a levantar. Operan con voltaje de corriente directa (230 volts.) y requieren de un gabinete de control que le transmite la alimentación rectificada o corriente directa y permite el paso de una corriente mayor en la forma del material, reduciéndose durante el transporte del mismo, invierte la corriente para nulificar el magnetismo remanente y lograr una descarga limpia.



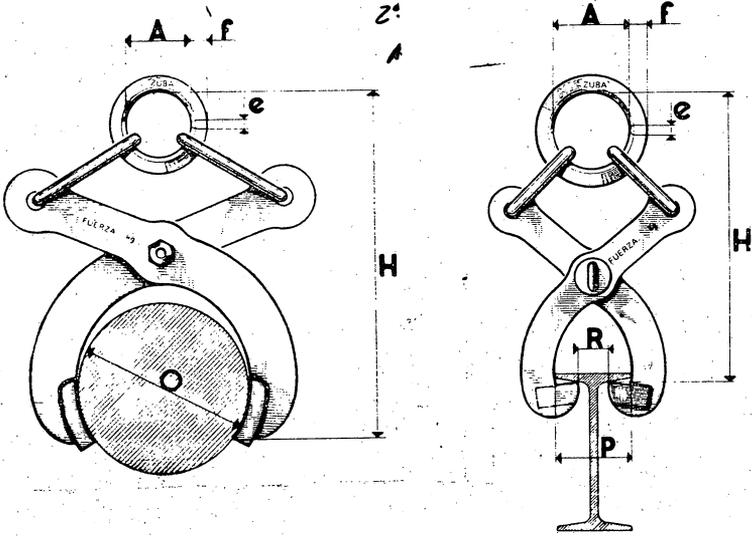
B.- Elevador de Láminas: Utilizado para levantar pilas de lámina.

C.- Pinzas: Para materiales de formas diversas (ver figuras).

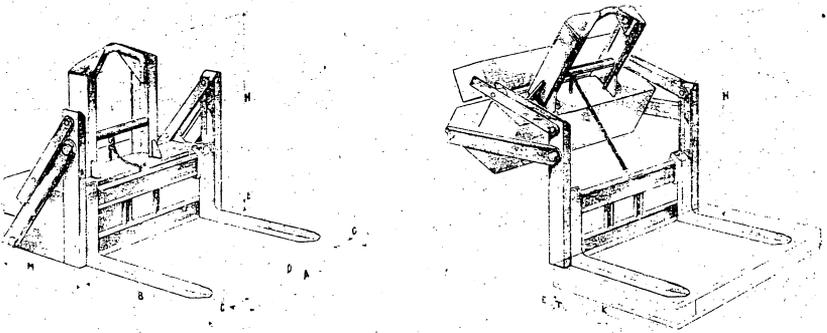
D.- Cucháras: Para descargar grava, carbón, etc.

E.- Cinturones: Para evitar dañar la carga o que ésta se resbale.

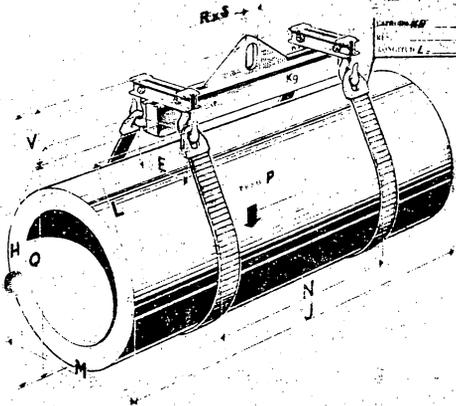
(ver figuras).



## uñas en L para tarimas



PERDIDA DE ALTURA H REDUCIDA

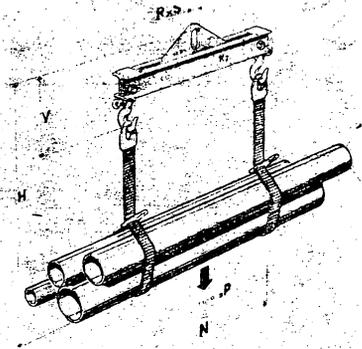
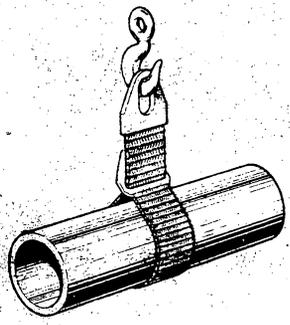


### ECONOMIA

Superficie de contacto muy grande que evita lastimar los objetos manejados.  
Altura perdida mínima con el acoplador especial C.D.M. Consultese nuestro boletín "Acopladores".

### SEGURIDAD

Aro de perfecto que evita cualquier resbataamiento de la carga.



### NUDO CORREDIZO

Sobre pedido, podemos proporcionar una oreja corrediza, lo que permite utilizar el cinturón con nudo corredizo.

3. VEHICULOS INDUSTRIALES : Este grupo de equipos incluye todos los vehículos autónomos de dos o más ruedas utilizados para el manejo de materiales dentro de la fábrica y que pueden ser accionados a mano o por fuerza motriz eléctrica o mecánica. Tienen la ventaja de la flexibilidad y su costo de adquisición es relativamente bajo.

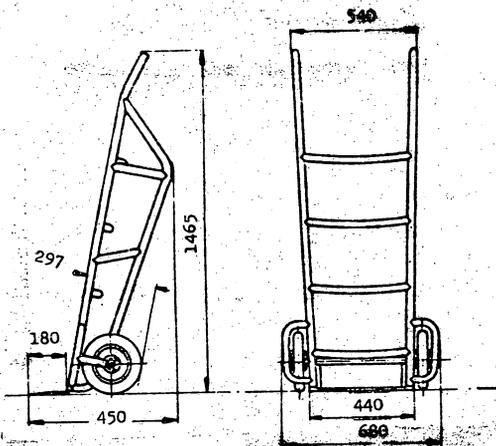
Dada la gran cantidad de tipos, se les suele subdividir en:

- 3.1.- CARRETILLAS MANUALES.
- 3.2.- PLATAFORMAS MANUALES DE 3 O 4 RUEDAS.
- 3.3.- ACOPLADOS PARA USAR CON TRACTORES.
- 3.4.- CARROS ELECTRICOS DE PLATAFORMAS.
- 3.5.- VEHICULOS ELEVADORES.
- 3.6.- VEHICULOS ESPECIALES.

Es muy importante dentro de este grupo el factor diseño, sobre todo en los tipos manuales. Los aspectos más importantes son los que se refieren a: estructura, ruedas y cojinetes.

3.1 Carretillas Manuales. (Diablos). Consisten en un armazón, generalmente tubular, de acero, aluminio o de aleación liviana y provisto de dos ruedas fijas. La carga se levanta empujando la carretilla debajo de aquélla y dejándola caer.

Se usa para el transporte de bolsas, cajas grandes, tambores, etc., sobre distancias de varias decenas de metros.

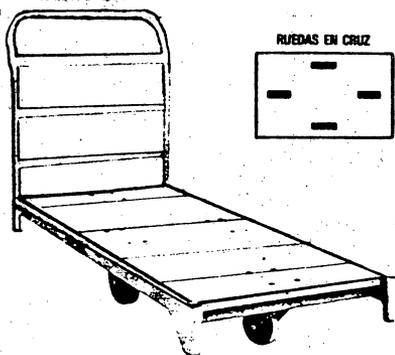


3, 2.- PLATAFORMAS MANUALES DE 3 O 4 RUEDAS. Pueden ser de acero o madera y consisten en una plataforma montada sobre ruedas. Se usan para recorridos cortos con rutas variables y la carga máxima es de 4,000 kgs.

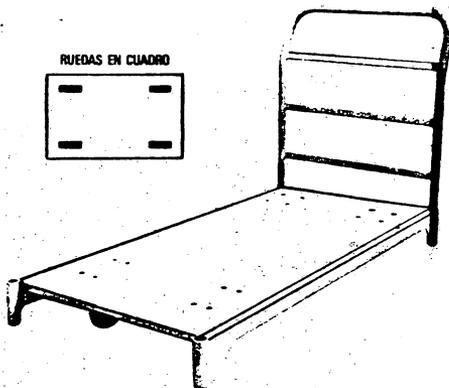
Existen modelos adoptados para aplicaciones especiales. En algunas las ruedas tienen bases giratorias. También hay de base fija o combinadas.

El modelo de base giratoria es difícil de controlar mientras que el de base fija es difícil de maniobrar.

## CARROS - PLATAFORMA



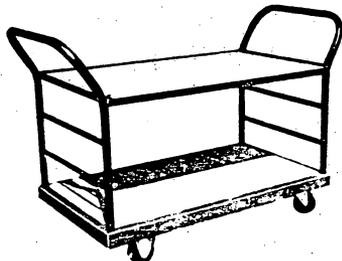
RUEDAS EN CRUZ



RUEDAS EN CUADRO

Carros - plataforma indispensables en toda fábrica y almacén, así como en laboratorios, hospitales, hoteles, fotografías, tiendas de viveres, lavanderías, tintorerías, etc. Construidos de hierro estructural de alta resistencia, con plataforma de madera de primera y maneriales de hierro tubular. Capacidades de 400 a 1.000 kilos. Equipados con dos rodajas giratorias y dos fijas, colocadas en cuadro para su manejo desde no existe problema de espacio y un cruz para su uso en espacios reducidos. Disponibles con uno ó dos maneriales y distintos tamaños de plataforma. Puede servirse cualquier tipo ó tamaño sobre pedido. Existencia constante de los siguientes modelos:

Modelo:	Dimensión de plataforma:	Con rodajas:	Cap. en kgs. en cuadro:	Cap. en kgs. en cruz:
2446-54	61 cms. x 117 cms. (24") x (46")	F5-111 y G4-132	400 kilos.	400 kilos.
2754-66	69 cms. x 137 cms. (27") x (54")	F6-132 y G6-132	600 kilos.	600 kilos.
2754-86	69 cms. x 137 cms. (27") x (54")	F8-1932 y G6-132	800 kilos.	800 kilos.
3060-10/6	76 cms. x 152 cms. (30") x (60")	RHY-10x2 1/2 y G6-132	1.000 kilos.	1.000 kilos.



3.3.- ACOPLADO PARA TRACTORES: Se les emplea especialmente para formar trenes y ser remolcados por un tractor. Consisten en una plataforma generalmente sin estructura superior y con 4 ruedas. Cuando se usan en trenes, tienen dispositivos especiales que enganchan al ser empujados los carros uno sobre otro.

3.4.- CARROS ELECTRICOS DE PLATAFORMA. Se trata de vehículos de tres o cuatro ruedas propulsados por un motor eléctrico o batería colocado en el mismo carro. En algunos tipos el operador va parado sobre la plataforma delantera y controla el desplazamiento mediante pedales, en otros va sentado y tiene un volante. Se usan para distancias medias, con movimientos frecuentes y con carga demasiado pesada para el movimiento manual.

3.5.- VEHICULOS ELEVADORES: Son vehículos de 3 ó 4 ruedas, provistos de un dispositivo por medio del cual pueden ser llevados paquetes apilados sobre plataformas. Pueden considerarse como el desarrollo posterior de los vehículos elevadores en los cuales los paquetes son descargados uno a uno.

Existen dos tipos principales que son:

- 1.- Vehículos de Plataformas: Tienen una plataforma por medio de la cual pueden tomar un pallet o tarima.
- 2.- Elevadores de Horquillas: Son los vehículos industriales de elevación más comunes y tienen una horquilla con dos uñas cortadas en forma de bisel o dispositivos especiales, por medio de los cuales pueden elevar una plataforma, barriles, etc.

Vehículos de Plataformas: Es un autoelevador de tres o cuatro ruedas con una plataforma o uñas que se elevan. Es propulsado a mano o por un motor -siendo la elevación de accionamiento hidráulico o eléctrico. En general, se usan para el transporte de materiales pesados como matrices, fundiciones de hierro, tambores en la fabricación de pinturas, etc.

Autoelevador de Horquillas: El autoelevador es un vehículo de cuatro ruedas con un mástil y una horquilla que se desliza hacia arriba y hacia abajo. Está construido de manera tal, que la horquilla y la carga están fuera de las ruedas delanteras, lo cual es necesario para estibar y, en consecuencia, debe agregarse un contrapeso al vehículo que, constructivamente, está formado por el motor, el bastidor y en caso de ser necesario por pesos extras. Las ruedas delanteras en general son más grandes debido al alto peso del vehículo cargado y pueden ser macizas o neumáticas.

Las neumáticas cojinan la marcha y ejercen menos presión sobre el piso -por razón de su gran superficie de contacto. Esta es una consideración importante para vehículos que trabajen al exterior o por superficies sin pavimentar o en interiores en que los pisos están mojados o resbaladizos. Las llantas macizas, sin embargo, duran más. Todos los autoelevadores tienen cambio de dirección en las ruedas posteriores.

En cuanto a los mástiles hay dos tipos: El telescópico, por medio del cual se obtiene un rango de elevación más grande, si bien se disminuye la capacidad de carga pues ésta se aleja del eje delantero, y el mástil no telescópico con limitación de la distancia de elevación. Para evitar que la carga se deslice de la plataforma, la mayoría de los autoelevadores de horquilla tienen un me-

canismo de inclinación de modo que el mástil completo se puede inclinar hacia atrás, alrededor de un punto de rotación bajo. La inclinación hacia adelante es de  $6^{\circ}$  y hacia atrás de  $15^{\circ}$ .

Dado que el peso de la horquilla y de la carga deben balancearse, es importante tener presente el centro de gravedad de la carga. Los catálogos de los fabricantes traen estas especificaciones. Otro aspecto a considerar, es la resistencia de los pisos, ya que éstos constituyen muchas veces una limitación, y los anchos necesarios de pasillos de acuerdo a la forma en que se quiere estibar. Los catálogos traen datos, como el radio de giro, distancias al eje delantero, etc. y fórmulas matemáticas que permiten calcular los pasillos de acuerdo a la carga, la velocidad, la posibilidad de tránsito de ida y vuelta.

En cuanto a la potencia, podemos decir que si las cargas se llevarán a grandes distancias o si hay rampas empinadas, se preferirá el montacargas impulsado por motor de gasolina, gas de petróleo licuado o diesel. Dichos montacargas presentan el inconveniente de que emiten gases. Los montacargas eléctricos son limpios, silenciosos y sin gases y se suelen preferir cuando la pulcritud es un requisito.



# ESPECIFICACIONES TECNICAS

## MODELO

CFY-20	Peso	2.065 Kgs.
CY	Peso	2.133 Kgs.

## CAPACIDAD Y DISTRIBUCION DE PESO

Porcentaje sobre las ruedas matrices (vehículo vacío) ..... 54 %  
 Capacidad nominal: 2000 Kgs. a 50 cm. del centro de carga.  
 Para otras capacidades ver tablas.

## RODADO

Standard	Medido	Telas	Presión
Traacción simple y dirección	6.50 x 10	10	100 lbs.

### Opcional

Traacción dual y dirección	6.50 x 10	10	100 lbs.
Traacción simple y dirección	6.50 x 10	macizo especial	

## VELOCIDAD Y DECLIVES

	Embrague a fricción	HIDRATORK
Velocidad de desplazamiento con carga nominal	16,9 Km/hora	17,6 Km/hora
Capacidad de subir rampas con carga nominal	31 %	31,5 %
	COLIZA STANDARD cargado	vacío
Velocidad de elevación	25,3 mts./minuto	28,6 mts./minuto
descenso	18,3 " " "	24,4 " " "

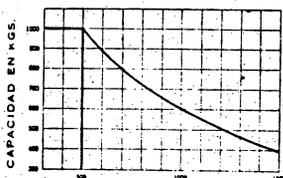
## MOTOR

IKA de 4 cilindros con regulador de velocidad centrífugo actuando en la punta del árbol de levas. Distribución a engranajes de diente helicoidal rectificado. Carburador ascendente.

Modelo	4L-151
Aliesaje	84,138 mm.
Carrera	111,125 mm.
Cilindrada	2480 cm <sup>3</sup>
Cap. carter	4,75 lts.
Revoluciones reguladas con carga	2200
HP a revoluciones reguladas	49,5
Torsión máxima mkg.	16,6
Cap. tanque de combustible	37,5 lts.

Note: LP Gas opcional a costo extra.

## TABLA DE CAPACIDADES



Centro de la carga en mm. desde el frente de los ejes.  
 Las capacidades nominales arriba indicadas están computadas con la coliza en posición vertical.  
 Se aplican para altura máxima de elevación de carga de hasta 4,00 Mts.

## DIMENSIONES Y ALTURAS DEL SUELO

Largo hasta el frente de los ejes	2120 mm.
Distancia entre ejes	1397 mm.
Ancho (ruedas matrices simples)	943 mm.
Trocha (matriz)	765 mm.
Radio de giro	1879 mm.
Pasillo básico para estibar en ángulo recto (añadir longitud de carga)	
Coliza	136 mm.
Eje matriz	184 mm.
Eje de dirección	181 mm.
Centro de chasis	203 mm.
Luz central	80 %

## FILTROS DEL MOTOR

Tres tipos: (1) Filtro de combustible (2) Filtro de aceite con elemento cambiabile de papel tipo automotor (3) Filtro de aire tipo seco con elemento cambiabile de papel plegado de 5 micrones.

## SISTEMA ELECTRICO

Batería	NEGATIVO A MASA
Tensión	12 Volts nominales
Capacidad	40 ampere-hora
Regulador de carga compuesto por	Disyuntor
	Limitador de intensidad
	Regulador de tensión
Generador	
Volts	12 nominales
Amperes	35 nominales
Motor de arranque	
Tensión	12 Volts nominales
Bendix	Centrifugo

## FRENOS

¡Dos sistemas! Torsión del pedal multiplicada a través de reducción final en cada rueda matriz que reduce el esfuerzo y prolonga la vida de los frenos. Doble zapata de expansión hidráulica interna y forros adhesivos. Pedal ancho central en modelos Hydratorak de fácil aplicación con cualquier pie. Tambores cerrados en carcasa del eje matriz en lugar de las ruedas. Zapatos auto-regulables, no necesitan ajuste durante la vida útil del forro.

## DIRECCION

Cubiertas grandes brindan fácil desplazamiento y buena flotación bajo las más adversas condiciones de operación. Eje de dirección de fuerte acero vanadio montado sobre dos bujes torsionales de goma que amortiguan y brindan articulación contra desniveles del piso hasta 15 cm. de altura. Topes eficaces para estabilidad lateral. Pivotes inclinados disminuyen el efecto de golpes. Tren de dirección tipo a bolillas circulantes. El punto central geométrico y la angulación de 75° permiten giros cortos. Rótulos tipo automotor. Volante de 457 mm. de diámetro.

## EJE MOTRIZ Y CAJA DE VELOCIDADES

Montaje integral de tres puntos que incluye: motor, embrague, caja de velocidades, piñón y corona, diferencial y conjunto de eje motriz totalmente flotante. El peso del vehículo lo soporta la cañonera y no el eje palier. Reducción final planetaria en ruedas matrices totalmente blindada.

## EMBRAGUE A PRECISION

Manecillo seco de 280 mm. de diámetro de cambio rápido "quick-change" con revestimiento retrachado de 25 mkg. de torsión; control a pedal tipo automotor. Dos palancas de cambio directas a la caja: adelante-atrás y alto-bajo que seleccionan 2 velocidades adelante y dos atrás.

## TRANSMISION (OPCIONAL) HYDRATORAK

Das velocidades, engranajes en acople constante y control hidráulico de dirección. El convertidor multiplica la torsión del motor sin castigar la línea matriz ni engranajes. El aceite es enfriado por separado en un tanque situado en la parte inferior del radiador y filtrado a través de un elemento cambiabile tipo automotor. Palanca direccional sobre el lado izquierdo de la columna de dirección. En lugares cerrados el juego libre del pedal de frenos acciona hidráulicamente una válvula que permite disminuir gradualmente la fuerza de frenado, mientras que el motor funciona a plena potencia para elevación rápida.

## CILINDROS DE ELEVACION E INCLINACION

Embolos de inclinación cromados. Espesores para compensar el desgaste de empaquetaduras, cambiables desde afuera. Válvula de seguridad de inclinación garantiza un control eficiente contra derivos. Todos los cilindros tienen aros metálicos de protección para las empaquetaduras. Embolo de elevación tipo pistón de esfuerzo lateral mínimo. Regulador de caudal modulado reduce la velocidad de bajada cuanto más pesada la carga.

## INSTRUMENTAL

Amperímetro, Presión de aceite motor, Medidor de temperatura, Medidor de combustible, Cuenta-horas opcional a costo extra.

## COLIZA

Coliza telescópica de guías embutidas con roletes blindados. Perfil central de acero tratado SAE 1045 embutido en perfil fijo del mismo material, proveen un funcionamiento uniforme y brindan mayor durabilidad. Carro porta uñas con roletes de empuje lateral montados externamente para dar mayor estabilidad y evitar esfuerzos de la coliza. Una traba impide que la coliza interna se eleve antes de la completa elevación libre de las uñas.

## SISTEMA HIDRAULICO

Válvulas tipo carrete totalmente balanceadas a precisión brindan puestas en marcha y paradas suaves. Válvulas de alivio para sobrecargas, rosas SAE rectas y "O" rings de goma en todo el sistema de presión. Bomba hidráulica de paletas accionada por el motor a través de engranajes. Tanque hidráulico de chapa de 8 mm. montado sobre el chasis como parte integral del mismo. Mangueras hidráulicas de goma y malla de acero trenzado. Protección contra la suciedad: (1) Respiradero del tanque hidráulico con elemento cambiabile de 5 micrones. (2) Filtro de caudal completo dentro del tanque de 25 micrones.

## CARRO PORTA UNAS Y UNAS

Construcción enteramente soldada para trabajos pesados, de acero 1045 contra impacto. Ajuste lateral de uñas de 0-1015 mm. con o sin parrilla opcional. Conveniente traba de acción rápida para asegurar las uñas. Uñas forjadas y tratadas térmicamente para mayor resistencia en toda la sección del talón.

**MANTENIMIENTO**

El acceso a los órganos mecánicos del autoelevador es simple. Con tan solo abrir las tapas laterales y el capot quedan expuestos para la inspección la tapa de llenado del aceite hidráulico, varilla de nivel del aceite de motor, tapa de llenado de aceite del mismo, etc. Batería montada en plataforma giratoria para su mejor inspección y mantenimiento. Contrapeso de engrajes laterales y un solo bulón de fijación, permite ser retirado rápidamente.

**ASIENTO**

Amplio asiento y respaldo de goma espuma cubiertos de Vinil plástico. Cómodo respaldo curvado e inclinable. Corredera que permite un ajuste longitudinal de hasta 90 mm.

**TECHO Y PARRILLA**

Estos accesorios son opcionales. CLARK EQUIPMENT COMPANY recomienda su uso y aconseja al propietario considerarlos indispensables.

**COLORES**

Dos tonos: Gris plateado combinado con uno de 5 opcionales: rojo, anaranjado, amarillo, verde o azul.

**OTROS**

Reserva auxiliar de combustible accionada a mano de 2 lts. de capacidad. Acople tipo perno empotrado a 30 cms. del suelo. Bulones y tornillos cadmiados. Silenciador resonante detrás del radiador, frente a la corriente de aire, esparsce el gas evitando el recalentamiento. Todas las superficies expuestas con antióxido y pintadas a soplete.

**Accesorios para autoelevadores**



Sujecion de canastos



Accesorios de empuje



Horquilla giratoria



Pluma cuello de ganso



Dispositivo de sujecion



Horquilla de mordaza



Canasto volcable



Sujecion de cartonés



Sujecion giratoria de rollos



Giro lateral



Adaptador neumático



Manipuleo de barriles

3. 6.- VEHICULOS ESPECIALES : Modernamente se han desarrollado una gran cantidad de vehículos diseñados y construidos para aplicaciones no comunes ; sin embargo, algunos tipos se han difundido llegando a ser más o menos comunes.

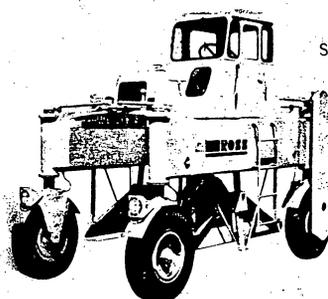
Entre ellos deben mencionarse dos :

- 1.- Autoelevador de carga lateral : Es un autoelevador de horquilla con cuatro ruedas normales y un mástil, que puede moverse lateralmente. Cuando tiene que tomar una plataforma, se coloca el vehículo a lo largo de la plataforma, el mástil y la horquilla se mueven hacia afuera, para tomar la carga, levanta, vuelve hacia atrás y baja y luego se desplaza el vehículo. El mástil tiene también un pequeño movimiento de inclinación hacia adelante. Se utiliza este equipo, preferentemente, para transportar materiales en los cuales predomina una dimensión con respecto a las otras dos, como son tablas, caños, vigas de acero, Etc. y en la mayoría de los casos no se utilizan pallets. Normalmente llevan cargas entre 2 y 15 toneladas y la velocidad máxima es de 40 Km/Hr. Tienen la ventaja de permitir una gran visibilidad para el operario.

*La carga larga completa  
puede ser manejada  
fácilmente por el  
montacargas.*



2.- ACARREADOR DE HORCAJADAS. En un elevador de cuatro ruedas, diseñado para que el material sea tomado por la parte inferior del vehículo. La carga, que en algunos casos se coloca en pallets, se levanta por medio de zapatas elevadores. Se ha difundido mucho en los últimos años en los E.E.U.U. y es muy apto para transportar materiales largos o voluminosos. Su capacidad puede llegar hasta 50 toneladas y tiene la ventaja adicional de poder desplazarse distancias grandes a una velocidad de 50 km/hr. aproximadamente, como por ejemplo del puerto a la fábrica directamente.

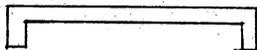


SERIE 81

Grupo 8 CAJAS DE TRANSPORTE Y EQUIPOS AUXILIARES: Las cajas de transporte (containers) pueden definirse como recipientes destinados a contener una cantidad de cierto material para su movimiento entre procesos, hacia depósitos, etc. Existen una gran variedad de cajas de transporte normalizados y especiales, diseñadas para acarrear productos, partes, etc., a través de todas las fases del ciclo de producción, incluyendo expedición.

Veamos algunos tipos:

1)

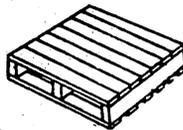


Esta es simplemente una plataforma (pallet).

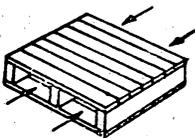
Destinado a transportar bolsas, paquetes, etc. Existen diferentes medidas estandarizadas.



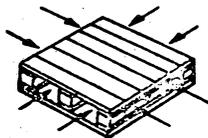
Simple cubierta



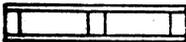
Doble cubierta



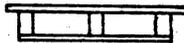
De dos entradas



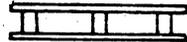
De cuatro entradas



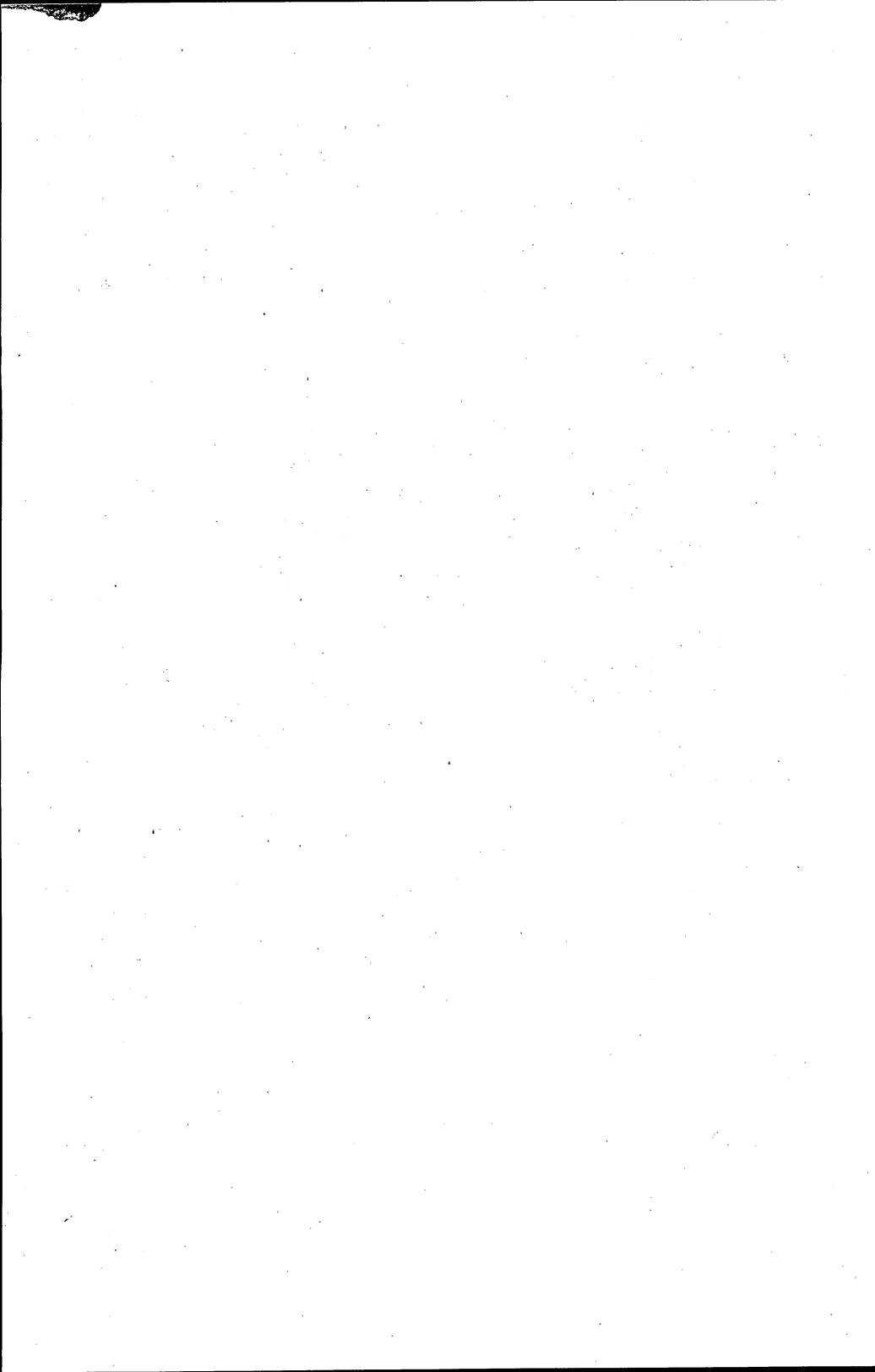
Sin aletas



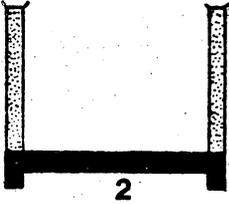
Con aletas simples



Con aletas dobles

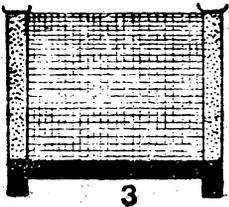


2)



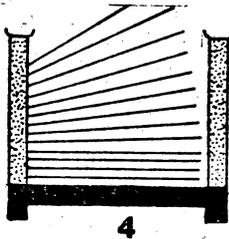
Igual al anterior con el agregado de cuatro columnas, lo que permite transportar tubos redondos, caños, etc.

3)



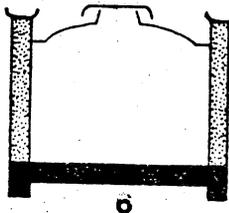
La forma básica se completa con tela metálica para el almacenamiento de partes que pueden estar en contacto, tales como piezas de fundición, piezas de plástico, etc.

4)



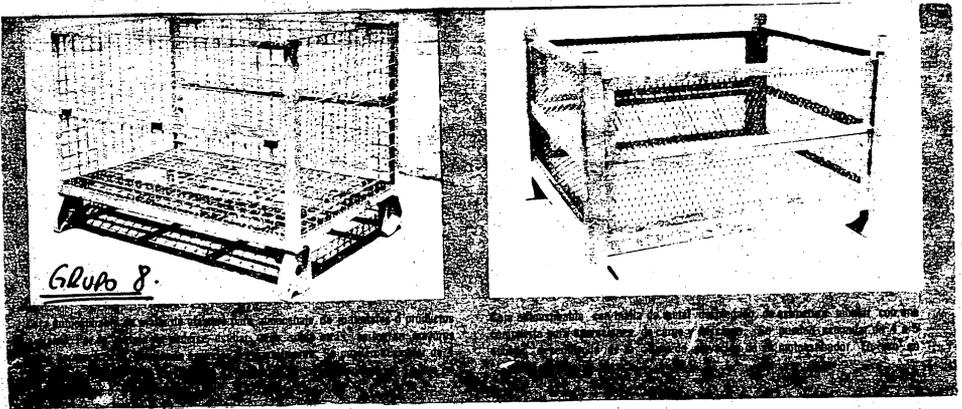
Consiste en base, columnas, costados y estantes para transportar piezas chicas en bandejas.

5)



Similar a los anteriores, pero fornado interiormente para el transporte de material granular. Pueden hacerse también para transportar líquidos o elementos congelados.

En la práctica, estas formas elementales adquieren diferentes configuraciones para servir a propósitos específicos. En algunos modelos, las paredes son desmontables o plegadizas a efectos de disminuir el espacio ocupado cuando están vacíos.



PALETIZADORES: Son máquinas destinadas a hacer pilas de productos que, generalmente, vienen en cajas, como son cerveza, productos alimenticios o también bolsas de cemento, etc. La máquina recibe cajas individualmente y las acomoda sobre una plataforma o pallet de acuerdo a un patrón predeterminado, - en el número de capas requerido. El pallet se monta generalmente sobre un - pistón hidráulico. Las cajas se alimentan a la parte superior de la máquina y van descargando sobre el pallet que hace bajar el pistón.

Celdas fotoeléctricas cuentan el número de cajas y determinan orientación.

La carga completa es automáticamente descargada de la máquina. En la mayoría de los casos el pallet cargado es tomado por un montacargas.

Ejemplo de patrones que pueden hacer un paletizador a efectos de aprovechar óptimamente la superficie del pallet. (ver página 118).

Seguridad en el Manejo de Materiales. Este tema lo vemos, pues muchos ingenieros industriales, por causas no muy claras, son nombrados Jefes de Seguridad.

La seguridad en el manejo de materiales depende de las mismas normas y principios que los programas de seguridad en general. Los accidentes son de dos tipos principales:

- a) Debido a condiciones inseguras.
- b) Provocados por actos personales.

Las causas principales de las primeras son:

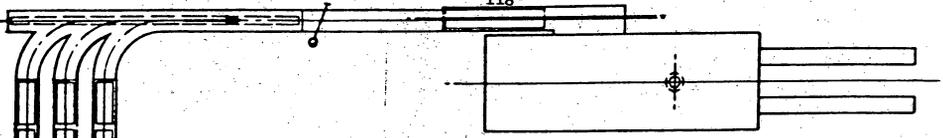
- 1) Defensas inseguras.
- 2) Diseño o construcción inseguro.
- 3) Iluminación deficiente.
- 4) Ventilación deficiente.
- 5) Ropas inadecuadas.
- 6) Herramental no apropiado.
- 7) Pisos en mal estado, etc.

En cuanto a los actos personales que pueden provocar accidente, pueden mencionarse:

- 1.- Operar equipos sin autorización.
- 2.- Trabajar con un equipo a velocidad peligrosa.
- 3.- Usar manos en vez de herramientas.
- 4.- Trabar dispositivos de seguridad de los equipos.
- 5.- Distracciones, bromas, etc.
- 6.- No utilizar dispositivos de seguridad (anteojos, guantes, etc.)
- 7.- Dar mantenimiento a máquinas trabajando.

Con referencia a equipos específicos, los fabricantes proveen de normas e instrucciones para su operación. Como ejemplo de normas para vehículos industriales motorizados, podemos mencionar:

- 1.- Mantenga su carga lo más bajo posible estando en movimiento.
- 2.- Evite arranques o paradas bruscas.
- 3.- Disminuya su velocidad al acercarse a puntos peligrosos.
- 4.- Informe de pisos sucios.
- 5.- Asegúrese de levantar toda la carga.
- 6.- Use el claxon, etc.



## EFICIENTE ALIMENTACIÓN DE VARIAS LÍNEAS

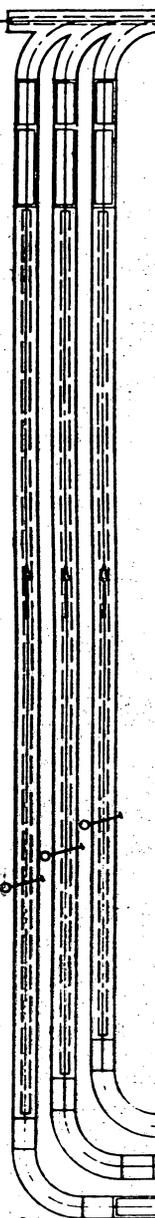
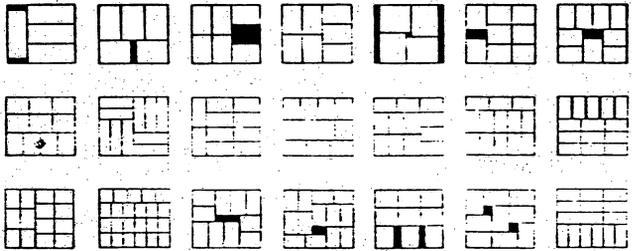
El dibujo muestra tres transportadores de acumulación transportando paquetes desde tres centros de producción diferentes. Cuando los controles de cualquiera de estas tres líneas de transportadores indiquen que una carga completa de paquetes ha sido acumulada, una señal es enviada al paletizador. Si el paletizador no está paletizando otra carga, aceptará los paquetes de la línea de acumulación que ha enviado la señal, y automáticamente contará las unidades de una carga completa. Si el paletizador está en operación, al recibir la señal, ésta será registrada en la memoria hasta que la carga en proceso se haya paletizado, en cuyo momento el paletizador aceptará los paquetes de la línea de acumulación en espera.

Cada producto tiene un patrón de estibo predeterminado, el cual es seleccionado automáticamente por la máquina al aceptar dicho producto. Un singular mecanismo de control permite el manejo de diferentes productos en cada línea de acumulación, asegurando que los mismos serán paletizados separadamente y sin mezclas. Si una carga completa de paquetes se ha acumulado en cada una de las tres líneas simultáneamente, éstas están diseñadas con una longitud de acumulación tal que les permite recibir la producción adicional durante el tiempo requerido en paletizar dichas líneas.

La carga completa es automáticamente descargada de la máquina. En la mayoría de los casos, la plataforma cargada es trasladada del transportador de descarga por medio de montacargas, aunque también es posible transportar la carga directamente a su punto de destino en el almacén.

## POSIBLES PATRONES PARA CAJAS, BOLSAS, O FARDOS

A continuación se muestran algunos de los tantos patrones que se pueden ejecutar en el paletizador. Otros innumerables patrones también pueden ser formados.

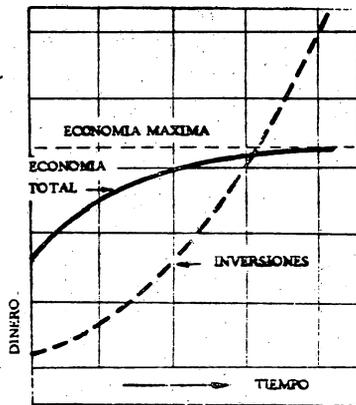
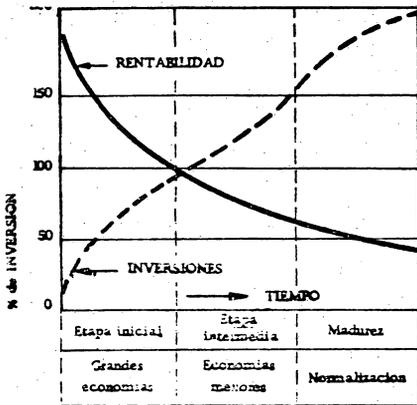


**ANALISIS ECONOMICO:** En el mejoramiento del manipuleo de materiales pueden identificarse tres fases bien definidas:

- 1.- Etapa inicial.
- 2.- Etapa intermedia.
- 3.- Madurez.

Por supuesto que las líneas de división no son precisas.

En la primera etapa hay gran receptibilidad por parte de la dirección. Cambios muy simples pueden producir economías muy grandes. A medida que el programa avanza, se van estableciendo mayores metas de rentabilidad lo cual - en general no se verifica, pues no llega al límite de los rendimientos decrecientes. (Ley de los Rendimientos Decrecientes).



La etapa inicial, de gran desarrollo y rentabilidad, llega a agotarse y

- el programa entra en una faz intermedia en la cual los Ingenieros Industriales dedican mayor tiempo para obtener menores resultados siendo sus proyectos más detallados.

Al llegar a la etapa de madurez, los cambios son más limitados y específicos. En esta etapa la atención de los especialistas se centra en la normalización de equipos y métodos, mejorar el mantenimiento y las condiciones de seguridad. Es decir que todo el programa llega a límites de refinamiento, de investigación de nuevas técnicas y la incorporación de los últimos adelantos. En todas las etapas, pero especialmente en la última, es indispensable contar con un método uniforme, simple y confiable para que la Dirección pueda realizar las propuestas económicas. Se puede aplicar el método que veremos en selección de maquinaria en el cual se calculaban los costos totales anuales para las alternativas. Suele disponerse también de formularios impresos como el de la figura.

ANALISIS DEL COSTO ANUAL PARA EQUIPOS DE MANEJO DE MATERIALES

Basado en \_\_\_\_\_ dias habiles

CONCEPTO	Metodo A			Metodo B			Metodo C *		
	8	16	24	8	16	24	8	16	24
<b>INVERSIONES</b>									
Precio de compra del equipo									
Gastos de instalacion									
Cambios en instalaciones existentes									
Flete									
Trabajos de adaptacion									
Varios									
<b>TOTAL DE INVERSIONES</b>									
<b>GASTOS FIJOS</b>									
Depreciacion ( ___ años)									
Intereses ( ___ %)									
Seguros									
Impuestos									
Supervision									
Gastos administrativos									
Personal de mantenimiento									
Otros gastos									
<b>TOTAL GASTOS FIJOS</b>									
<b>GASTOS VARIABLES</b>									
Operarios									
Electricidad y/combustibles									
Lubricantes									
M.d.o. de mantenimiento									
Repuestos									
Otros gastos									
<b>TOTAL GASTOS VARIABLES</b>									
<b>TOTAL GASTOS ANUALES</b>									

\* Horas diarias de utilizacion

UNIDADES MAG . (Adoptado del Systematic Layout Planning de Richard Muther).

En producciones diversificadas, que impliquen una apreciable variedad de materiales a transportar, ni el peso ni el volumen pueden usarse como magnitudes para mediciones con fines comparativos. Por este motivo y a fin de poder realizar el planeamiento global de una disposición, antes de establecer métodos y equipos de movimiento de materiales, se ha introducido la unidad denominada MAG, que mide la transportabilidad de diferentes materiales.

El concepto y la aplicación de la unidad MAG, tiene sus limitaciones y puede esperarse del sistema una precisión del orden del 20%. No está basado en investigación científica sino que fué desarrollado en base a la experiencia de especialistas en Lay Out y Movimiento de Materiales.

Los diferentes factores que afectan la facilidad o dificultad del transporte pueden reducirse básicamente a los 6 siguientes:

- A.- Tamaño del elemento.
- B.- Densidad o estado de agregación.
- C.- Forma.
- D.- Riesgo de daño al material, personal o equipos.
- E.- Condiciones del elemento (limpio, aceitoso, etc.)
- F.- Costo (incluídos sólo en algunos casos).

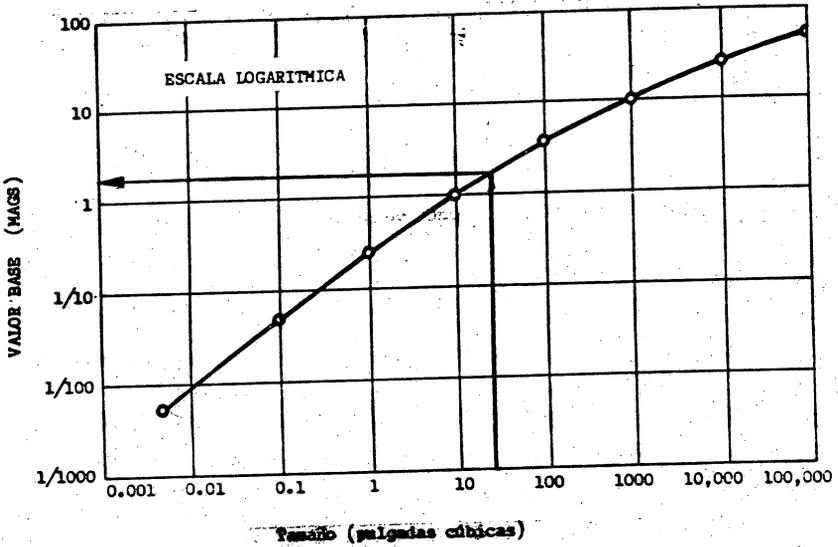
El peso no se incluye porque para un material dado, es proporcional al tamaño y además indicamos la densidad o estado de agregación.

El sistema que aplica la unidad MAG establece un valor básico para el tamaño, que se incrementa o reduce luego, según valores que tienen en cuenta los factores mencionados anteriormente. Por definición un MAG es igual a una pieza de material que reúne las siguientes condiciones:

- 1.- Puede tenerse cómodamente en una mano.
- 2.- Es razonablemente sólido.
- 3.- Es de forma compacta y puede apilarse
- 4.- Poco susceptible de ser dañado.
- 5.- Es razonablemente limpio, firme y estable.

Un ejemplo típico de 1 MAG es un cubo de madera seco de 10 pulgadas cúbicas de volumen.

Sobre esta base, una cajetilla de cigarros es 1/2 MAG, etc. Para el factor A, existe una gráfica en escala logarítmica.



Puede consultarse en el libro de Richard Muther. Se observa que el valor base no es directamente proporcional al volumen. dado que es relativamente más fácil transportar un material a medida que el volumen aumenta.

Al medir el volumen para usar este gráfico, debe tomarse las dimensiones exteriores y no restar los contornos irregulares o cavidades.

Para cualquier elemento, el número de MAGS, se calcula por la fórmula:

$$\text{MAGS} = A + 0.25A (B + C + D + E + F)$$

Los valores B, C, D, E, se encuentran tabulados. El factor F no se incluye en la tabla dado que en general no lleva variaciones de transportabilidad dentro de la fábrica. No obstante, si la situación requiriese considerarla, basta-

ría con fijarse un valor cero y desarrollar la escala.

Cuando se transportan elementos planos en una pila, la unidad es la pila y no la pieza individual. Entonces se aplicarán los seis factores a la pila; debe notarse que la cantidad de MAGS puede variar mucho de una operación a la otra a pesar de que la cantidad de material no lo haga, como en operaciones de pintura, estampado, etc.

Ejemplo: A fin de planear una nueva disposición de talleres metalúrgicos, se trató de establecer, entre otras cosas, la intensidad de movimiento de materiales. Uno de los productos, es un tapón para ruedas de automóviles. El análisis del producto es:

Def: Tapón metálico de 12° cúbicos de volumen.

Operaciones:

- |                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| 1.- Corte de lámina en tiras | 2.- Estampado en prensa |
| 3.- Recorte                  | 4.- Baños galvánicos.   |

Producción: 200,000 piezas/año.

Determinar el número de MAGS para el movimiento de estampado a recortado (op. 2 a 3).

Del gráfico entrando con 12 pulgadas cúbicas, obtenemos  $A = 3$ .

DE la tabla : B = - 2 C = - 1 D = 0 E = + 1

$$\text{MAGS} = A + 0.25 A (B + C + D + E)$$

$$= 3 + (0.25) (3) (-2 - 1 + 1) = 3 - 1.5 = 1.5 \text{ MAGS/pza.}$$

$$= 1.5 \text{ M/pieza y } 200,000 \text{ piezas año.}$$

Intensidad de movimiento:

$$= 300,000 \text{ MAGS/año}$$

UNIDAD MAG.

GRADO	B. DENSIDAD	C. FORMA	D. RIESGO	E. CONDICION
-3	-----	Muy delgado y apilable o completamente anidable (lámina de hierro, hojas de papel, madera terciada)	-----	-----
-2	Muy liviano y vacío (láminas metálicas voluminosas)	Fácilmente apilable o anidable (Bloque de papel, cacerola)	No susceptible a ningún riesgo (Chatarra)	-----
-1	Liviano y voluminoso (Cartón corrugado plegado)	Bastante apilable o ligeramente apilable (Libro, tapón)	Susceptible a muy escaso riesgo (Fundición compacta)	-----
0	Razonablemente sólido (Bloque de madera seca)	Básicamente cúbico y apilable (Bloque de madera)	Ligeramente susceptible a algún daño (madera cortada a medida)	Limpio, firme y estable (Bloque de madera)
+1	Bastante pesado y denso (Fundición gris con cavidades)	Largo, redondo o algo irregular (Bolsa de cereal, barra corta)	Susceptible de daño por aplastamiento, rotura o raspadura (Piezas pintadas)	Aceitoso, resbaloso, inestable o incómodo de tomar (Virutas aceitadas)
+2	Pesado y denso (Fundición sólida)	Muy largo, esférico o irregular (Teléfono)	Muy susceptible a daño (Tubo de TV)	Cubierto de grasa, caliente, resbaloso o difícil de tomar
+3	Muy pesado y denso (Plomo, matriz metálica)	Muy largo, curvado, o muy irregular (Viga de acero larga)	Altamente susceptible a daños (cristales de vidriera)	(Superficies con adhesivos frescos)
+4	-----	Muy largo, muy curvado o particularmente irregular (Estructura de tubos, silla de madera)	Altamente susceptible a grandes daños (Ácidos en vidrio, explosivos, material radioactivo)	(Acero fundido)

### LA GERENCIA DE MATERIALES

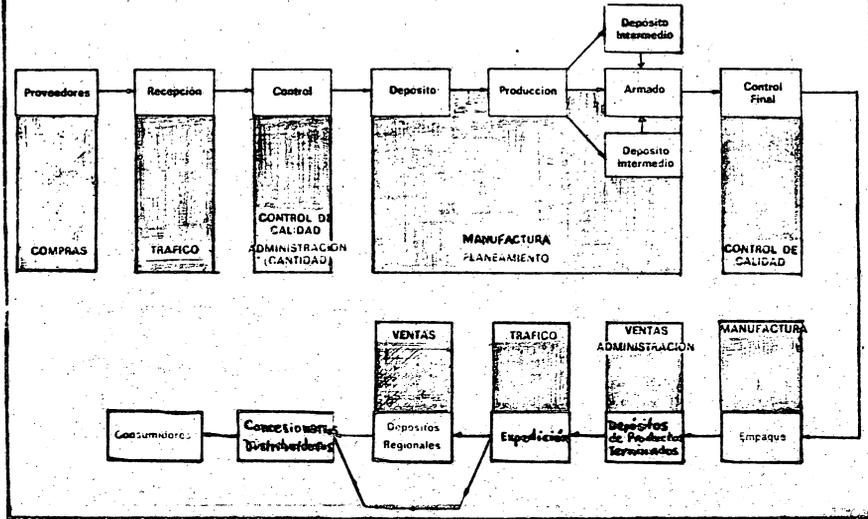
Controlar existencias y movimientos de materiales con miras a su eficiencia global, ha sido de particular interés en las grandes compañías y adquirió jerarquía científica, con la introducción de la Investigación de Operaciones y el Procesamiento Electrónico de datos. Con relación a esas actividades, una interesante innovación se ha registrado en los últimos años. Se trata de la Gerencia de Materiales, una nueva función básica, cuyo objetivo es incrementar la rentabilidad de los capitales invertidos en materia prima, artículos en proceso y productos terminados.

Tradicionalmente la administración de materiales es confiada en forma fragmentada a diferentes áreas de la empresa que separadamente los controlan en cantidad y calidad, organizan sus movimientos y almacenajes, etc.

La Gerencia de Materiales, en cambio, centraliza las subfunciones y personas que planean, programan, compran y controlan materiales desde la provisión de materia prima hasta su distribución física, bajo la autoridad y responsabilidad de un ejecutivo que actúa al mismo nivel que los gerentes de producción, compras, ventas, etc.

Ejemplo: Si se considera el desplazamiento de los materiales y las responsabilidades pertinentes en una empresa integrada de producción y distribución, tendríamos un esquema como el siguiente:

**DESPLAZAMIENTO DE MATERIALES  
EN UNA EMPRESA DE PRODUCCION Y DISTRIBUCION**



Se observa que la responsabilidad sobre los materiales y sus costos asociados, está dividida en varios departamentos sin la suficiente coordinación sobre la rentabilidad total. Dado la diversidad de funciones, sub-funciones y departamentos de la empresa que pueden tomar decisiones, que afectan el movimiento de materiales, es necesario CONCENTRAR la responsabilidad y autoridad bajo un gerente único que pueda planear, ejecutar y controlar las operaciones en su totalidad, independientemente de los intereses particulares de áreas específicas.

ASPECTOS ECONOMICOS. Dado el peso decisivo que sobre los costos del producto terminado y el costo de inventarios, tienen los materiales, se considera actual

mente que el capital inmovilizado en ellos, debe ser objeto de un análisis científico.

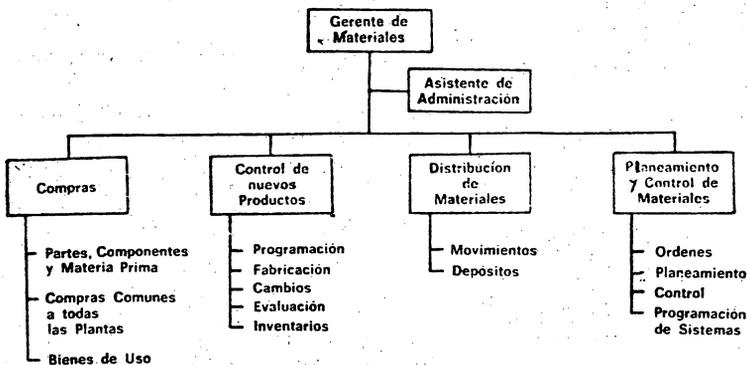
El control de inventarios, consiste en mantener los lotes óptimos que resulten de la aplicación de la Investigación de Operaciones, estableciendo los límites económicos para órdenes de compra, transporte producción y depósitos.

Una de las primeras empresas que concretó la idea de la Gerencia de Materiales fué la GODDYEAR TIRE AND RUBBER CO. que hizo una descripción de 5 puntos - principales para la función:

- 1.- Asumir plena responsabilidad por toda la inversión en materiales a fin de satisfacer a ventas sin ser dominado por él.
- 2.- Coordinar con producción los lotes económicos que impidan inventarios inaceptables.
- 3.- Implementar las directivas financieras con respecto a los inventarios.
- 4.- Preparar pronósticos a corto plazo para control de Producción e Inventarios.
- 5.- Considerar todos los factores estacionales y de obsolescencia referentes a los productos de la Empresa.

Posteriormente la IBM hizo una exposición más detallada de la función. Su organigrama toma la siguiente forma:

### LA GERENCIA DE MATERIALES EN LA DATA SYSTEM DE IBM



La oficina de movimientos cubre desde la recepción hasta la expedición y distribución geográfica.

Publican una serie de resultados con este organigrama:

- 1.- Rotación de materiales en proceso: Aumento 55% del 60/62
- 2.- Demoras en despacho de máquinas: NINGUNA.
- 3.- Ordenes de compra procesadas por día/hombre: Aumento 16%
- 4.- Se cumplieron las metas fijadas en compras.

Otras empresas como CHAMPION, ALLIS CHALMERS, RCA, muestran cifras cuyo promedio es:

Reducción de Inventarios: 40%

Productividad por Hombre: Aumento 28%

Rotación de Inversiones: Aumento 50%

TECNICAS UTILIZADAS: Aparte del cambio que se produce en la organización, la Gerencia de Materiales no implica ninguna novedad ya que, su dinámica participa de la aplicación de técnicas conocidas y que han sido gradualmente convalidadas con la experiencia y la práctica industrial.

Dado que el campo es muy amplio, muchas son las técnicas de eficiencia y organización que pueden aplicarse.

Dentro de ellas mencionaremos:

1°. Pára Inventarios

Regla 20/80, ABC, Lote Económico.

Lo que entra primero, sale primero.

Lo que entra primero, sale último, etc.

2°. Costos de movimientos y almacenaje

Estudios de tiempos y métodos

Muestreos.

Programación Lineal.

3°. Análisis y Comunicaciones.

Estadística, Inv. de Operaciones.

(Colas, etc.) - Análisis Marginal.

Computación, etc.

CRITERIOS EUROPEOS.

Algunas empresas han aceptado la idea de la Gerencia de materiales, aunque no todas aceptan sus consecuencias estructurales. En general, se ha tratado de desarrollar y centralizar funcionalmente los aspectos tecnológicos relati

vos al movimiento y almacenaje de materiales, más que a promover una integración económica financiera del control de los materiales. El criterio general en Europa parte de una definición de objetivos un poco diversa a la norteamericana; se considera como meta de la gerencia de materiales la reducción de costos en la recepción, almacenaje y movimiento de materiales durante el proceso y expedición. Se excluyen en casi todos los casos las actividades de compras y programación.

#### INICIACION DE UN PROGRAMA

Dado que una reestructuración con vista a la administración integral de los materiales exige una redistribución de funciones y personas, no puede iniciarse fácilmente desde niveles inferiores de la organización. En las empresas que lo han experimentado en los últimos años, la nueva función ha debido contar con el apoyo firme de la dirección y fueron gradualmente afectando a los gerentes.

Un punto clave del nuevo esquema es la selección del ejecutivo máximo que ha de dirigirlo. De acuerdo a la experiencia, no hay una especialidad que habilite más que las otras. Hay en la actualidad gerentes de materiales que anteriormente se desempeñaban en compras, ingeniería, administración, etc.

No obstante, y dado el nivel en que actuará, es evidente que la perso

na seleccionada además de ser un ejecutivo capaz, con relevantes condiciones de organización, deberá poseer experiencia o haber recibido instrucción en los siguientes campos:

- 1.- Movimientos de materiales.
- 2.- Programación y control de la producción.
- 3.- Compras y control de inventarios.
- 4.- Control de calidad.
- 5.- Conocimientos básicos de Ingeniería Industrial  
y Procesamiento Electrónico de Datos.

Posibilidades en México. Si bien cada caso en particular indicará en qué medida las empresas puedan asimilar las experiencias extranjeras, podemos afirmar que, en general, una estructura tal como la tratada puede brindar a las empresas mexicanas considerables ventajas. Es de hacer notar, que el sólo hecho de dibujar un organigrama no basta y que los beneficios económicos financieros han de ser consecuencia de la aplicación inteligente de las técnicas de administración.

Se observa sobre todo en fábricas medianas y chicas que este tema se halla muy descuidado. La causa más frecuente es la falta de análisis por desconocimiento de las técnicas y la idea infundada de que toda racionalización exige grandes inversiones.

En las empresas grandes que cuentan con una sólida infraestructura económica y humana, el cambio de estructura hacia la gerencia de materiales debe repetir las experiencias de las empresas norteamericanas con probabili-

dades de obtener importantes beneficios.

### Observaciones finales sobre la Administración de Materiales

- 1.- Como en otras áreas de la Ingeniería Industrial, hay un poco de confusión en la terminología con que se designa esta función.

Aparte de los ya mencionados Gerencia de Materiales y Administración de Materiales, se usan en México otros términos como Aprovisionamientos, Suministros, Logística.

Los dos primeros son fácilmente interpretables.

El término Logística proviene de las fuerzas armadas.

En este campo se usa para mencionar todas las cosas que apoyan a las personas que directamente luchan (armas, comidas, ropas, transportes, tiendas de campaña, etc). Para ejemplificar podemos mencionar dos ejemplos famosos: Se dice que el desembarco de las tropas aliadas en Normandía durante la segunda guerra mundial fué un éxito total de Logística.

Napoleón fracasó en su campaña a Rusia por un problema de Logística que hizo que miles de franceses murieran congelados por la nieve o por el hambre.

- 2.- Proceso de Desarrollo de la Administración de Materiales.

Por supuesto que el desarrollo de la Administración de Materiales, no es

igual en todas las empresas. No obstante, parece ser que, en general, se desarrollan las siguientes etapas:

Etapas 1.- Todas las actividades de Administración de Materiales se llevan adelante por ejecutivos cuya principal actividad es otra y no son muy concientes de ello.

Etapas 2.- Se toma conciencia de las actividades más importantes de la Administración de Materiales, pero éstas son desarrolladas por varias personas sin estar centralizadas.

Etapas 3.- Todas las actividades de compras y cosas afines, son agrupadas bajo órdenes de un sólo ejecutivo que gradualmente comienza a funcionar como Gerente de Materiales.

Etapas 4.- La Administración de los materiales se convierte en una verdadera actividad, considerada ésta como que agrega valor al producto (valor agregado). La Gerencia de Materiales da asesoría especializada a producción y mercadotecnia en sus problemas de distribución física.

### 3.- Metas de la Administración de Materiales

Todo Departamento de Administración de Materiales tiene por lo menos 10 objetivos:

- 1.- Obtener precios de compra de materiales lo más bajos posibles.

- 2.- Lograr una alta rotación de inventarios.
- 3.- Menores costos de almacenamiento. Si los materiales son movidos y almacenados eficientemente, el costo real disminuye.
- 4.- Provisión Continua. Es evidente que la interrupción en la provisión de materiales genera costos de ineficiencia que, de otra manera, podrían evitarse.
- 5.- Consistencia en la calidad. La Administración de Materiales debe ser responsable únicamente por la calidad de los materiales y servicios - provistos desde afuera de la compañía. El departamento de producción es responsable por la calidad de los procesos de manufactura.
- 6.- Menores costos de mano de obra. Esto es común a todos los departamentos de la compañía. Pero el problema debe verse en una correcta perspectiva. A veces, conviene pagar un peso más si ello me permite ahorrar \$1.01 en otra área.
- 7.- Buenas relaciones con proveedores. Debe tenerse el concepto que los proveedores pueden contribuir a que una empresa tenga éxito.
- 8.- Desarrollo del personal. Esto también es común. No debe olvidarse - que las utilidades futuras de la empresa dependerán del talento de -- sus ejecutivos.
- 9.- Buenos archivos. Ello ayuda a la Administración de Materiales a desarrollar mejor su trabajo. Los compradores de la empresa gastan el dinero de la misma y ello es una gran tentación para caer en la corrupción. Buenos archivos junto con bien planeados controles administrativos y auditorías periódicas, pueden desalentar a la corrupción.

10.- Estandarización. Cuanto menor sea la variedad de artículos a controlar, más simple y eficiente será el proceso de Administración de Materiales. Por lo tanto, debe promoverse la estandarización y simplificación de las especificaciones. Ingeniería del Producto es la función responsable de esto, pero la Gerencia de Abastecimientos puede hacer contribuciones importantes. Por ejemplo, a través de revisiones periódicas de los inventarios para detectar artículos no estandarizados.

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

- 1.- "Manejo de Materiales." Immer, J.R. - Ed. Hispano-Europea. 1972.
- 2.- "Manual de Ingeniería Industrial." Maynard, H.B. - Mc. Graw Hill.
- 3.- "Material Handling Systems Design." - Apple, J.M. - Ronald, 1972.
- 4.- "Materials Management." Ammer, D.S. - Irwin, 1974.

SELECCION DE MAQUINARIA

La compra de maquinaria, ya sea para reemplazar a otra usada o que se trate de una nueva instalación, interesa a varios departamentos de la fábrica entre los cuales podemos citar:

- |                |                           |                   |
|----------------|---------------------------|-------------------|
| 1.- Producción | 2.- Control de Producción | 3.- Mantenimiento |
| 4.- Ingeniería | 5.- Compras               | 6.- Finanzas.     |

los cuales deben ser consultados antes de tomar cualquier decisión.

En ~~empresas~~ grandes donde los ejecutivos deben disponer su tiempo entre varias actividades, se recurre al comité. Es decir que cada uno de los departamentos citados nombre a un representante, los cuales se reúnen periódicamente para tratar todos los asuntos relacionados con la maquinaria.

MAQUINARIA PARA UNA FABRICA NUEVA.

Es un problema esencialmente diferente al de sustitución por estar vieja que veremos más adelante. Sin ser muy común, lo que sí puede llegar a serlo, es la elección de maquinaria para un producto nuevo.

Los pasos a seguir son:

- 1.- Obtener las especificaciones del producto y hacer una lista de los materiales, piezas, etc. que se necesitan con planos de las mismas.
- 2.- Determinar el volumen a fabricar.

- 3.- Hacer diagramas de las operaciones para las piezas, submontajes y montaje final.
- 4.- Hacer lista de operaciones por clase de maquinaria en la que se realizarán.
- 5.- Obtener estimación sobre tiempos estándar de las operaciones. Calcular capacidad diaria de las máquinas que se supone se instalarán y determinar el número de ellas.
- 6.- Escoger los tipos de máquinas o marcas y tamaños que son más apropiados, tratando de mantenerse en la misma línea de las existentes.
- 7.- Estudio de la disposición de la maquinaria. Tener presentes aspectos de nivelación, resistencia de pisos, etc.

#### FACTORES BASICOS PARA EL REEMPLAZO DE MAQUINARIA

Tanto si las máquinas se reemplazan de acuerdo con un programa, como si sólo se hace cuando surge algún problema relacionado con la fabricación (calidad, cantidad, nuevos productos, etc.), es necesario realizar algún plan e investigación. Este plan consistirá en hacer una lista de puntos que sirvan para evaluar la maquinaria existente, y la propuesta desde el punto de vista de la conveniencia técnica y el costo.

##### A.- Factores Técnicos:

- 1.- ¿Está desgastada o es obsoleta?
- 2.- ¿Es inadecuada por velocidad, calidad, resistencia?
- 3.- ¿Carece de los controles, accesorios especiales y

dispositivos de seguridad de las máquinas más modernas?

- 4.- ¿La máquina propuesta hará además de los trabajos de la actual, algunos extras?
- 5.- ¿Se aumentará la automatización?
- 6.- ¿La máquina nueva tendrá ventajas desde el punto de vista de facilidad de preparación del trabajo, comodidad, seguridad, mantenimiento?

B. Factores de Costo:

- 1.- Costo actual de mantenimiento relacionado con el costo de mantenimiento de la maquinaria propuesta.
- 2.- Costo de modificación de la maquinaria vieja.
- 3.- Posibilidad de disminuir el desperdicio. (Productividad de los materiales).
- 4.- Calidad de la mano de obra requerida.
- 5.- ¿Podrá reducirse el número de operarios para igual producción?
- 6.- Vida útil estimada.
- 7.- Período de recuperación del Capital Invertido =  $\frac{\text{Inversión}}{\text{Utilidad}}$
- 8.- En caso de cambios de diseño ¿la máquina servirá?
- 9.- ¿Ahorrará espacios?
- 10.- ¿Se dispone de fondos? ¿Puede financiarse?

Todos estos puntos tienen una adaptación especial a la industria de que se trate, pero en forma general, son comunes a muchas.

ESTUDIOS SOBRE REEMPLAZO.

Se han desarrollado diferentes fórmulas para este problema pero ninguna es totalmente satisfactoria. No es fácil encontrar un método de teoría - correcta y lo bastante sencillo para su aplicación práctica.

Ciertos métodos tabulares tienen la ventaja de hacer intervenir todos los factores, de manera tal, que se realiza un cálculo seguro.

El método que veremos a continuación es de esta clase. Consiste en - hallar los costos totales (por lo general anuales) para fabricar la cantidad deseada para las alternativas que se comparan.

Sea:

- I = Inversión en la maquinaria existente o propuesta. Para la - propuesta, es el costo instalada y en condiciones de funcionamiento. Para la existente, es el valor realizable cualquiera sea el valor de libros.
- A = % Anual admitido sobre el capital invertido.
- B = % Anual asignado a impuestos, seguros, etc.
- D = % Anual asignado a depreciaciones.
- C = Costo anual de conservación (mantenimiento)
- E = Costo anual de energía eléctrica, fuerza matriz a suministros.
- F = Costo anual del espacio asignado a las máquinas.
- M = Costo anual del material.
- L = Costo anual de Mano de Obra Directa.
- Y = Carga fija total por año  $Y = I (A+B+D)$
- R = Carga total por año para producir la cantidad deseada.

$$R = Y + C + E + F + L + M$$

Se usan subíndices para comparar la propuesto con lo existente.

El Interés sobre el capital invertido es un punto que requiere especial atención.

Este método supone que A y B se calculan sobre valores depreciados linealmente.

O sea que A y B hay que calcularlos sobre valores medios.

Si A es el apropiado % anual admitido y N la vida estimada en años, entonces:

$$A = \frac{1}{2} A' \frac{(N + 1)}{N} \quad \text{es decir} \quad N = 1 \dots A = A'$$

$$N = 2 \dots A = 3/4 A'$$

si N es grande, A tiende a ser igual a

$$\frac{1}{2} A'$$

Ejemplo N°1: Una fábrica de muebles estudia reemplazar dos máquinas viejas por otra más moderna y automática. La nueva cuesta \$12,000,000.00, - siendo su vida estimada de 10 años con un rendimiento del 35% sobre la Inversión Media. Las viejas costaron \$ 6,500,000.00 cada una y se compraron hace 5 años. La vida útil se estimó en 10 años y, por lo tanto, su valor de libros es de - - \$3,250,000.00 cada una, aunque su valor realizable es de \$4,000,000.00 cada una.

Las cargas fijas sobre las máquinas existentes se considerarán sobre su valor realizable suponiendo que le quedan 5 años de vida, con un interés de 35% sobre la inversión media. La maquinaria usada requiere un operario por máquina. La nueva también. Debe considerarse un 3% sobre la inversión para seguros e impuestos.

$$A \text{ (máq. nueva)} = \frac{1}{2} \times 0.35 \frac{(10 + 1)}{10} = 0.197$$

$$B \text{ (máq. nueva)} = \frac{1}{2} \times 0.03 \frac{(10 + 1)}{10} = 0.016$$

$$A \text{ (máqs.usadas)} = \frac{1}{2} \times 0.35 \frac{(5 + 1)}{5} = 0.21$$

$$B \text{ (máqs.usadas)} = \frac{1}{2} \times 0.03 \frac{(5 + 1)}{5} = 0.018$$

Maquinaria Existente	Símbolo	Maquinaria Nueva
8,000,000.00	I	12,000,000.00
0.21	A	0.197
0.018	B	0.016
0.20	D	0.10
0.428	A+B+D	0.313
8,000,000 x 0.428 = 3,424,000	Y	12,000,000 x 0.313 = 3,756,000
900,000	C	600,000
44,760	E(Energía)	22,380
13,000	F(Espacio)	6,500
-.-	M	-.-
320,000	L(Mano de Obra)	160,000
4,701,760	R	4,544,380

En consecuencia, convendrá realizar el cambio por la máquina nueva, -  
-pues tendremos un ahorro anual de \$157,380.00 y además se garantiza un A del  
35% sobre la inversión media.

NOTAS: El costo del mantenimiento se calculó de acuerdo a experien--  
cias industriales. El costo de la Energía Eléctrica mediante:

$$10 \text{ HP} \times 0.746 \text{ Kw/HP} \times 1.50\$/\text{Kw Hr} \times 2,000\text{hs/año} = 22,380.00\$/\text{año}$$

El costo del espacio por experiencia y el costo de mano de --  
obra considerando un operario que gana 350\$/día, durante 350 días y que tiene  
prestaciones del 30%

Ejemplo N° 2: Por ampliaciones una compañía que fabrica piezas para la indus-  
tria automotriz necesita 32 tornos más de 1 huso, que cuestan  
\$960,000.00. Un operario atiende 4 tornos. Se ha sugerido adquirir tornos de  
husos múltiples siendo entonces necesario solamente 6 tornos que cuestan - - -  
\$1,200,000.00, siendo necesario en este caso un operario por torno. Se estima  
que ambos tipos de tornos tienen una vida útil de 5 años con un interés del -  
25% sobre la inversión media y un 3% asignado a seguros e impuestos.

$$A = \frac{1}{2} \times 0.25 \left( \frac{5+1}{5} \right) = 0.15$$

$$B = \frac{1}{2} \times 0.03 \left( \frac{5+1}{5} \right) = 0.018$$

32 tornos de 1 huso	Símbolo	6 tornos husos múltiples
\$960,000	I	1200,000
0.15	A	0.15
0.018	B	0.018
0.20	D	0.20
0.368	A+B+D	0.368
960,000 x 0.368 =		1,200,000 x 0.368 =
353,280	Y	441,600
65,000	C	60,000
55,000	E	49,500
22,000	F	18,000
.-	M	.-
(8 operarios) 949,000	L	(6 operarios) 711,750
\$1,444,280.00	R	\$1,280,850.00

En consecuencia, la compra de los tornos automáticos proveerá una economía anual de \$163,438.00.

En realidad, éste es un problema de Selección de Maquinaria más que de Reemplazo. En vista del resultado obtenido, podría pensarse en analizar la conveniencia de reemplazar los tornos que la fábrica ya tiene, por otros de husos múltiples. Para ello habría que determinar el precio de venta (I) de los tornos usados y desarrollar el cálculo en forma análoga.

El método explicado es independiente de los métodos generales de con-  
tabilidad y calcula la depreciación en forma lineal. Puede incluirse un pa-  
rámetro T que es el costo de la mano de obra indirecta. No lo hemos inclui-  
do debido a que en general no varía. Es de hacer notar que no es correcto -  
suponer que la economía de mano de obra indirecta sea proporcional a la di-  
recta.

Segundo Método: Considerando el mismo enfoque de calcular los cos-  
tos totales (en general anuales) para las diferentes alternativas, puede ha-  
cerse un cálculo similar pero utilizando la fórmula fundamental de la Evalua-  
ción Económica.

$$P = \frac{S}{(1+i)^n}$$

P = Valor presente de una cantidad de dinero.

S = Valor futuro de una cantidad de dinero.

i = Tasa de interés considerada.

n = Número de períodos.

Veamos un ejemplo: Hace un año una empresa compró un motor de 10 H.P.  
para mover una cinta transportadora. El largo no es suficiente actualmente y  
se decidió duplicar la longitud de la cinta. La nueva correa necesita 20 H.P.  
y esta potencia puede obtenerse con otro motor de 10 H.P. o reemplazando el ac-  
tual por un motor de 20 H.P.

El motor de 10 H.P. costó \$420,000 instalado. Actualmente se puede -  
comprar un motor idéntico en \$520,000. El motor de 20 H.P. cuesta \$780,000.

El motor de 10 H.P. puede venderse en \$270,000. La electricidad tiene un costo de 1.50\$/Kw.H. y se espera que la cinta funcione 2,000 hs. por año. El mantenimiento y los costos de operación que no sean la electricidad para cada motor de 10 H.P. se estiman en \$35,000/año, mientras que el mismo concepto para el motor de 20 H.P. es de 50,000\$/año. Los impuestos y seguros son del 3% del precio de compra. Se tomará un interés del 30%. La vida útil de los motores nuevos es de 10 años, con un valor de salvamento de 20% sobre el valor original. Se puede considerar que el motor instalado también tendrá una vida útil de 10 años.

La alternativa 1 consiste en comprar el motor de 20 H.P. Para ello tendremos que hacer una inversión de \$780,000.00 y tendremos un valor de rescate de \$156,000.00.

Calculamos una anualidad equivalente a esta inversión.

$$\begin{aligned} & 780,000 (A/P, i, n) - 156,000 (A/F, i, n) = \\ = & 780,000 (0.32346) - 156,000 (0.02346) & = 248,639.00 \\ \\ \text{Costo E.E.: } & 20 \text{ H.P.} \times \frac{0.746 \text{ Kw}}{\text{H.P.}} \times 1.50\$/\text{Kw.H.} \times 2,000 \text{ hs.} = 44,760.00 \\ \text{Costo de mantenimiento y operación} & & = 50,000.00 \\ \text{Impuestos y Seguros} & & = 23,400.00 \\ \text{Costo Anual Equivalente total} & & \$ 366,799.00 \end{aligned}$$

La alternativa 2 consiste en la compra de un motor adicional de 10 H.P. en \$520,000.00.

Costos del motor ya instalado:

\$270,000 (A/P,i,n) - 84,000 (A/P,i,n)	=	85,364.00
E.E.= $10 \times 0.746 \times 1.50 \times 2,000$	=	22,380.00
Costo de mantenimiento y operación	=	35,000.00
Impuestos y seguros (\$420,000 x 0.03)	=	12,600.00

Costos de otro motor de 10 H.P.

520,000 (A/P,i,n) - 104,000 (A/P,i,n)	=	165,759.00
E.E.= $10 \times 0.746 \times 1.50 \times 2,000$	=	22,380.00
Costo de mantenimiento y operación	=	35,000.00
Costos de seguros e impuestos (520,000 x 0.03)	=	<u>15,600.00</u>
Costo Anual equivalente total	=	\$394,083.00

Por lo tanto, nos convendrá comprar el motor de 20 H.P. El valor de \$270,000 se tomó como valor presente del motor de 10 H.P.

El hecho de que se puede vender el motor usado en \$270,000.00 no disminuye la inversión necesaria para comprar el motor de 20 H.P.

Estos estudios se hacen basándonos únicamente en el costo. Pero pueden existir muchas otras razones en la decisión como son: calidad, imagen en la compra, publicidad, intangibles, etc.

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

Thuesen, Fabrycky, Thuesen, "Economía del Proyecto en Ingeniería"

Prentice Hall - Cap. 8

INDICES QUE PUEDEN ACOMPAÑARSE A ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

$$1.- \text{ Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Capital o Inversión (para un equipo)}} \quad (1)$$

Recordando que: Activo = Pasivo

$$\text{Activo} = \text{Capital} + \text{Pasivo Exigible} = K + P.E.$$

$$\therefore K = A - P.E.$$

Reemplazando en (1)

$$R = \frac{\text{Utilidad}}{A - P.E.}$$

Esta fórmula nos permite enunciar un principio financiero muy importante. A efectos de maximizar la Rentabilidad, se deberá tratar de trabajar con activos mínimos. Naturalmente que mínimos significa que no sean excesivos, pero no que sean tan bajos que ya no generen los ingresos necesarios. O sea que a igualdad de ingresos, hay que tratar de tener los menores activos posibles. En consecuencia se deberá tratar de trabajar con un mínimo de cuentas por cobrar, de inventarios, de máquinas, etc.

En empresas normales, la Rentabilidad comúnmente aceptada es del orden del 10 al 20% en dinero constante.

2.- Período de Recuperación del Capital Invertido (P.R.C.I.)

$$\text{P.R.C.I.} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Utilidad/periodo}} = \frac{1,000,000\$}{250,000\$/\text{año}} = 4 \text{ años}$$

Como su nombre lo indica, nos da el tiempo en el cual se recupera la inversión realizada.

3.- Índice de Endeudamiento.

$$\text{I. de E.} = \frac{\text{Pasivo Exigible}}{\text{Pasivo Total}} = \frac{\$100,000}{\$400,000} = 0.25$$

Significa que por cada \$100 que tenemos como financiamiento, \$25.00 - provienen de terceros (bancos, proveedores, etc.)

Este índice puede ser importante pues hay empresas que fijan un límite muy rígido a este índice de manera tal que en oportunidades se deben desechar proyectos para no pasarse del límite.

Además los bancos antes de prestar dinero, calculan este índice.

Se considera como normal un índice del endeudamiento cercano al 50%. - Valores mayores indican que la empresa no tiene mucha solvencia de pago.

4.- Rotación del Patrimonio.

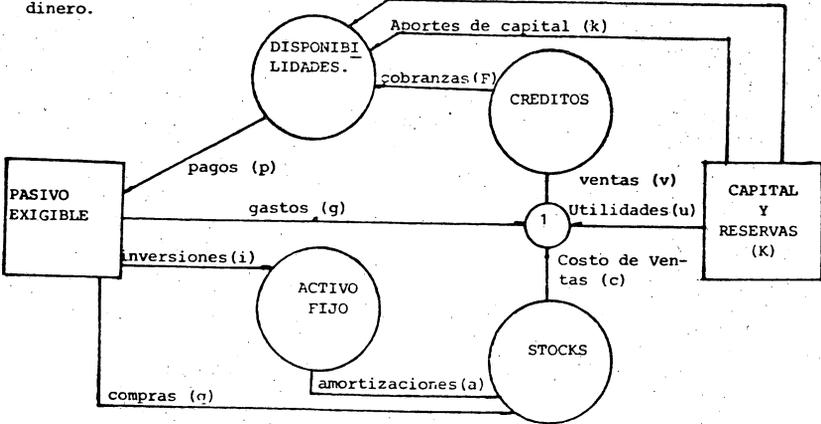
$$\text{R. del P.} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Inversión}} = \frac{\$300,000.00}{\$150,000.00} = 2$$

Significa que por cada peso de inversión por parte de los dueños, se venderán dos pesos. Se define para un período dado.

Varía este índice de 2 a 4 para empresas livianas y está alrededor de 1 en empresas de grandes inversiones.

DINAMICA ECONOMICA FINANCIERA

Vamos a ver en casos simplificados, distintos tipos de empresas en evolución y qué es lo que ocurre con la economía y las finanzas de esas empresas ante cambios en el mercado, o sea, qué es lo que ocurre ante expansiones o contracciones de las ventas. Usaremos un modelo simplificado con cuatro cuentas de activo y dos de pasivo. Para representar el esquema usaremos un modelo hidráulico que simula tanques y tubos que conduce un fluido, que es dinero.



Conviene aclarar la diferencia fundamental entre lo que se llama aspecto financiero y aspecto económico en una empresa.

El aspecto financiero se refiere a lo que acontece en el tanque - disponibilidades o caja. Para que la empresa funcione bien financieramente, la disponibilidad de efectivo en caja debe exceder siempre a las demandas. El aspecto económico se refiere a lo que ocurre en el nudo de ventas y en particular al signo y al monto de las utilidades. Una empresa evoluciona bien económicamente, si está obteniendo ganancias proporcionales al monto del patrimonio de la empresa.

Es decir, que el indicador económico fundamental es la relación entre las utilidades y patrimonio. A dicha relación la hemos definido como - Rentabilidad. La Rentabilidad en una empresa debe ser mayor de lo que cuesta el dinero en el mercado a efectos de compensar el mayor riesgo y la inmovilidad del capital.

Es natural que una mejor situación económica trae aparejada una mejor evolución financiera.

El caso contrario es una empresa que tiene una situación financiera aceptable y un serio problema económico, como ocurre con algunas empresas del estado que éste mantiene por motivos sociales muy importantes pese a -- que dan pérdidas. Ello significa que si bien financieramente la situación no es brillante, económicamente la situación es mala.

Volviendo al modelo hidráulico, las leyes que relacionan a todas esas variables son:

$$\text{Activo} = \text{Pasivo}$$

$$D + S + F + C = K + P.E.$$

Para las variaciones: Cuentas de Activo: Lo que entra menos lo que sale.

Cuentas de Pasivo: Lo que sale menos lo que entra.

$$\Delta F = i-a; \quad \Delta K = K+u-e; \quad \Delta C = v-f; \quad \Delta S = q+a-c$$

$$\Delta D = f-p+k-e; \quad \Delta PE = q+i+g-p; \quad u = v-c-g$$

Estudiaremos 2 ó tres casos concretos con este esquema a efectos de ver cómo evolucionan estos elementos.

- 1a) Empresa Deudora ante contracción de ventas: Llamamos empresa - de estructura deudora a aquella que tiene pasivos exigibles mucho mayores que sus créditos, es decir que compra a plazos y vende al contado. Veremos que una empresa de este tipo tiene problemas fi nancieros ante una contracción de ventas e inversamente tiene hol gura ante expansión de ventas.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
P	v	c	g	u	q	a	i	k	e	f	p	$\Delta D$	D	C	S	F	P	K
1	10	6	2	2	5	1	1	0	0	10	8	2	8	0	20	50	24	54
2	10	6	2	2	5	1	1	0	0	10	8	2	10	0	20	50	24	56
3	5	3	2	0	2	1	0	0	0	5	8	-3	12	0	20	50	24	58
4	5	3	2	0	2	1	0	0	0	5	8	-3	9	0	20	49	20	58
5	5	3	2	0	2	1	0	0	0	5	8	-3	6	0	20	48	16	58
6	5	3	2	0	2	1	0	0	0	5	4	1	3	0	20	47	12	58
7	5	3	2	0	2	1	0	0	0	5	4	1	4	0	20	46	12	58
													5	0	20	45	12	58

Explicación:

- Columna (1) = Son los períodos.
- (2) = Las ventas caen de 10 a 5 en el tercer período.
- (3) = Al caer las ventas, el costo de las mercancías vendidas también cae a la mitad.
- (4) = Los gastos son esencialmente fijos y por lo tanto no varían.
- (5) = La empresa venía ganando 2 y por la recesión pasó a trabajar en el punto de equilibrio.
- (6) = Las compras disminuyen por la recesión.
- (7) = Las amortizaciones son constantes.
- (8) = La empresa venía invirtiendo la mitad de lo que ganaba. Cuando se produce la recesión, la empresa reduce sus inversiones a cero, tratando de manejarse de la forma financiera más adecuada.
- (9) y (10) = Suponemos que no hay aportes ni dividendos.
- (11) = Las cobranzas coinciden con las ventas, pues dijimos que es una empresa de estructura deudora.
- (12) = Las compras se hacían a 3 períodos. Aquí es donde se crea el problema pues apenas en el sexto trimestre va a pagar cuatro.
- (13) = Lo calculamos en función de  $f - p$ .

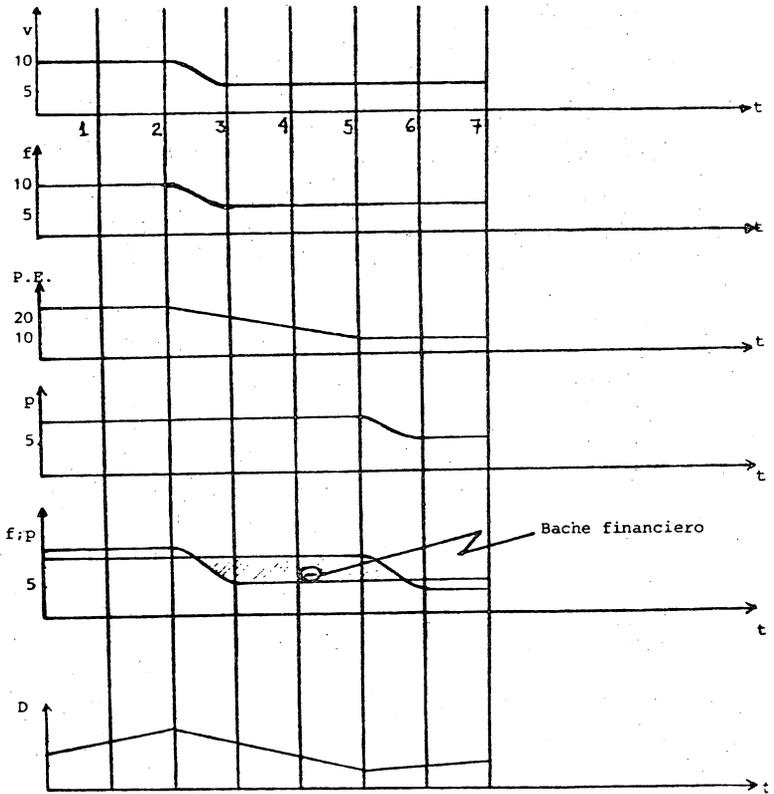
Partiendo del dato de la primera situación, se puede entonces reconstituir la estructura de activos y pasivos (columnas 14 a 19). Estos valores deben ir intercalados entre las columnas 1 a 13 pues indican el resultado -- del período.

Por lo tanto, el resultado económico es una reducción de utilidades.

El resultado financiero es que la empresa tiene dificultades llegando en el ejemplo a un mínimo de 3, que podría haber sido negativo si la disponibilidad inicial hubiera sido de 4 por ejemplo.

Nótese que antes de la crisis, nuestros proveedores nos estaban financiando 24 pasivos. En el nuevo régimen que se establece, nuestros proveedores siguen manteniendo los 3 períodos de créditos, pero a un nivel de operaciones mucho menor, quiere decir que, en 3 períodos nos desa parecen 12 de financiamiento, o sea que, nuestros Pasivos Exigibles se reducen, lo que trae siempre problemas financieros.

Otra manera de ver esto, es graficando los principales índices en función del tiempo:



Otro asunto que conviene hacer notar es el siguiente:

Teníamos que:

$$D + C + S + F = K + P.E.$$

$$\Delta D + \Delta C + \Delta S + \Delta F = \Delta K + \Delta P.E.$$

$$\Delta D = \Delta P.E. - \Delta C - \Delta S + a - i + k - u - e$$

Para el estado inicial y final la empresa se encuentra en régimen es decir, que no varían los Pasivos Exigibles ni los créditos ni los - - stocks, no hay aportes ni dividendos en efectivo y por lo tanto:

$$\Delta D = a - i + u$$

$$\Delta D (1) = 1 - 1 + 2 = 2$$

$$\Delta D (7) = 1 - 0 + 0 = 1$$

De aquí, se deduce otro principio general: Cuando la empresa está en régimen o sea ventas, compras, cobranzas, etc., constantes, la variación de disponibilidades es igual a las amortizaciones, más las utilidades, menos las inversiones. Esto explica cómo una empresa puede estar en pérdida durante un tiempo y no notarlo financieramente, pues puede ocurrir que las pérdidas sean menores que las depreciaciones y entonces financieramente no se siente e incluso puede haber incremento de disponibilidades.

Si hiciéramos el caso contrario para una estructura como la plantea

da, es decir, que las ventas pasarán de 10 a 14, por ejemplo, veríamos - que el problema es opuesto y se genera un superávit financiero abultado.

2do].- Empresa de Naturaleza Acreedora: La definimos como aquella en la cual los créditos son mayores que los Pasivos Exigibles, es decir que compra al contado y vende a plazos. Veremos que una empresa de este tipo tiene problemas financieros ante una expansión de las ventas y tiene holgura financiera en casos de contracción.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
P	v	c	g	u	q	a	i	k	e	f	p	AD	D	C	S	F	P	K
1	10	7	2	1	6	1	1	0	0	10	9	1	20	30	20	50	9	111
2	10	7	2	1	6	1	1	0	0	10	9	1	21	30	20	50	9	112
3	20	14	2	4	13	1	2	0	0	10	9	1	22	30	20	50	9	113
4	20	14	2	4	13	1	2	0	0	10	17	-7	23	40	20	51	17	117
5	20	14	2	4	13	1	2	0	0	10	17	-7	16	50	20	52	17	121
6	20	14	2	4	13	1	2	0	0	20	17	3	9	60	20	53	17	125
7	20	14	2	4	13	1	2	0	0	20	17	3	12	60	20	54	17	129
													15	60	20	55	17	133

Explicación:

- Columna No. 1: Son los períodos
- Columna No. 2: Las ventas saltan en el tercer período al doble.
- Columna No. 3: El costo de las mercancías vendidas pasa al doble.
- Columna No. 4: Los gastos fijos son constantes y se mantienen en 2.
- Columna No. 5: Las utilidades se incrementan a 4 con la expansión de las ventas.
- Columna No. 6: Las compras eran de 6 y pasan a 13.
- Columna No. 7: Las depreciaciones con constantes.
- Columna No. 8: Las inversiones se incrementan de 1 a 2. Esto es un caso bastante común que a un mayor nivel de actividad corresponden mayores inversiones como por ejemplo acelerar un programa de renovación.
- Columna 9 y 10: Suponemos que no hay aportes ni dividendos.
- Columna No. 11: Las cobranzas eran de 10. Como las ventas se realizan a tres períodos, recién en el sexto - saltan a 20
- Columna No. 12: Suponemos que los pagos se realizan a 1 período. Por lo tanto, en los tres primeros pagamos 9 y luego saltan a 17 de manera que:

$$p = g + q + i$$

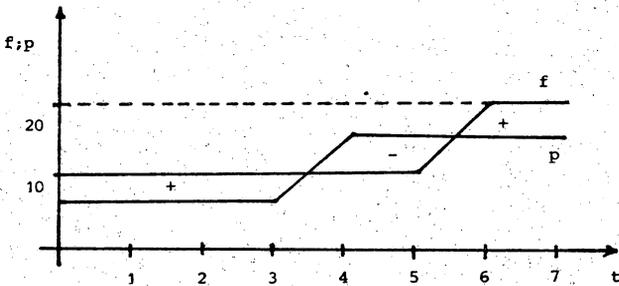
- Columna No. 13: La variación de caja la calculamos con la fórmula. Dado que los pagos se incrementan más rápido que las cobranzas, durante los dos períodos de diferencia hay un déficit.

Partiendo de un balance inicial como el indicado (dato), vamos calculando la evolución de las columnas 14 a 19.

La conclusión es que una empresa de Estructura Acreedora, frente a una reactivación del mercado, tiene como efecto económico una mejora notable, pues la duplicación de las ventas produce una cuadruplicación

de las utilidades y como efecto financiero ocurre que la empresa tiene dificultades.

Representaremos:



Como ejemplo podemos citar a algunas empresas textiles que venden en promedio a 6 u 8 meses y pagan a 2 ó 3 meses, al producirse una reactivación brusca del mercado se encuentra con que vende más, gana más e igual se le presentan problemas financieros.

Naturalmente que en este tipo de empresas ocurre exactamente lo contrario en las recesiones o sea que bajan las ventas, comienzan a perder, pero financieramente tienen holgura.

Para finalizar podemos hacer una lista de situaciones que traen aparejados problemas financieros.

- (1) Por contracción de actividades en empresas deudoras.
- (2) Por expansión de actividades en empresas acreedoras.
- (3) Contracción del crédito de los proveedores (verlo - en la fórmula del flujo de caja).

$\Delta P = q + i + g - p$  . . . P aumenta,  $\Delta P$  es menor

y  $\Delta D$  es menor.

- (4) Vencimientos importantes de obligaciones no renovables.  $\Delta D$  disminuye en la fórmula del flujo de caja.
- (5) Inversiones de Activo Fijo financiados a corto plazo.
- (6) Acumulación importante de stocks de cualquier naturaleza. Ello se debe a que aparece  $\Delta S$  en la fórmula con signo negativo.
- (7) Dividendos en efectivo importantes.
- (8) Alargamiento de los plazos de créditos concedidos (fórmula del flujo).
- (9) Pérdidas (Cambia el signo de u en la fórmula del Flujo de Caja).

INSTALACIONES AUXILIARES EN LA FABRICA:

Principales Servicios: Estos servicios incluyen el suministro de energía eléctrica, vapor, gas, aire comprimido, alumbrado (natural y artificial), calefacción, ventilación, acondicionamiento del aire, agua y otros servicios en la fábrica.

La mayoría de estos servicios requiere de una u otra manera de instalaciones fijas cuyas alteraciones resultan difíciles y costosas. -- Por otro lado, los costos de funcionamiento dependen directamente de ellas. Por consiguiente, es de la mayor importancia que se planeen adecuadamente al hacer la instalación para satisfacer las necesidades actuales y las que se preveen para el porvenir.

La importancia del planeamiento de estos servicios y los conocimientos técnicos que exige su proyecto hace que sea conveniente utilizar la ayuda de un especialista en cada campo. Aquí sólo nos proponemos presentar la naturaleza de algunos problemas que plantean.

NOTA: En la materia de INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS se verá con mayor profundidad cada uno de los temas.

Sistemas de Distribución de Servicios: La electricidad, el vapor, el gas, el aire comprimido, el agua potable y el agua para el servicio de lavabos

y retretes, de una calidad adecuada, deben de distribuirse por toda la fábrica hasta los sitios más convenientes para su consumo; por otra parte, hay que eliminar los desperdicios, los malos olores, los vapores, los humos y el polvo.

La electricidad presta dos servicios en una instalación industrial (alumbrado y fuerza) y los sistemas de distribución para ambos fines - deben mantenerse separados. Los circuitos de alumbrado son, por lo general, de 110/220 voltios, corriente alterna, y los circuitos de fuerza de 220 ó 440 voltios en corriente alterna trifásica. La caída de voltaje usual admitida entre la fuente de energía y los aparatos que la utilizan es del 2% al 4% para los circuitos de alumbrado y del 5% para los de fuerza. Si la distancia es considerable, es más económico transmitir la corriente a voltajes elevados y transformarlos a otros más bajos cerca de los puntos en los que se utilice la energía. Todos los conductores deben ser de una sección suficientemente amplia para que la caída de voltaje sea mínima y para permitir los aumentos de la carga.

El vapor sirve también para dos fines en el promedio de las fábricas (calefacción y fuerza). Su presión dependerá de las necesidades del proceso empleado. Las tuberías de vapor tienen que ser de un diámetro suficiente para poder conducir la cantidad de él suficiente y necesaria, así como deben ser lo suficientemente fuertes para resistir las presiones a las que está sometidas. Las principales pérdidas en la distribución del vapor se deben a la instalación de sistemas de tuberías inadecuadas o defectuosas, a las pérdidas excesivas por radiación y a las fugas. La falta de aislamiento, la mala

calidad de los materiales, la aplicación defectuosa del aislamiento, o su deterioro, pueden ser las causas de pérdidas importantes en el calor, el aislamiento de las bridas, las válvulas y los accesorios resulta una economía dudosa, salvo en los casos en que se emplee vapor a altas temperaturas. En lo que respecta a las tuberías, el recubrirlas con lona después de puesto el aislamiento, implica un costo inicial mayor, pero tiene la ventaja de mantener la eficiencia y su aspecto y se presta a que se pinten.

En la distribución de gas y aire comprimido, los principales factores que hay que tener en cuenta son la presión, el volumen y la situación más conveniente de las salidas.

El agua para los lavabos y los retretes debe ser limpia y pura y a una presión adecuada. Las tuberías deben de ser de un diámetro adecuado y suficiente para hacer frente a la demanda máxima que se produce a determinadas horas, sin que varíe apreciablemente la presión en los grifos. Debe existir siempre un abastecimiento abundante de agua caliente y las tuberías de la fría no deben colocarse cerca de las de vapor ni de otras fuentes de calor.

#### VENTAJAS DE UN BUEN ALUMBRADO:

La facilidad de ver sin tener que forzar la vista ni fatigar los ojos es un detalle fundamental para el funcionamiento eficiente, económico y sin riesgos en toda fábrica.

La facilidad de la visión depende por entero de la existencia de un buen alumbrado natural o artificial. He aquí las ventajas de una buena iluminación. (Prácticas recomendadas en el Alumbrado Industrial. Illuminating Engineering Society):

- 1.- Mayor exactitud en el trabajo realizado, que dá como resultado mejor calidad en el producto con menos desecho y repasos del trabajo.
- 2.- Mayor producción y menores costos
- 3.- Mejor utilización del espacio en las plantas.
- 4.- Mayor facilidad para mantener la limpieza y la pulcritud en la fábrica
- 5.- Mayor facilidad para ver, en especial, los operarios de más edad y experiencia, que hace que sean más eficientes.
- 6.- Menos fatiga visual entre los empleados.
- 7.- Mejoramiento de la moral de los empleados, que dá como resultado una disminución de la renovación de la mano de obra.
- 8.- Disminución de los accidentes.

FACTORES DE UNA BUENA ILUMINACION:

Una buena iluminación consiste en algo más que un nivel adecuado o una cantidad apropiada de luz. La calidad que incluye el color de luz, su dirección, su difusión, su contancia y la ausencia de deslumbramiento, es tan importante como la cantidad adecuada. El examen de los numerosos factores que intervienen en una buena iluminación es un problema complejo; por consiguiente, las instalaciones de alumbrado deben ser proyectadas por ingenieros especializados en esta rama técnica.

CALIDAD DE ALUMBRADO:

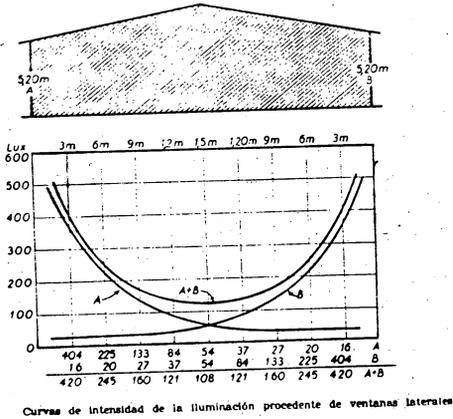
La "bujía metro" es la intensidad de iluminación producida sobre una superficie por una bujía estándar o patrón a un metro de distancia. Una intensidad de una "bujía metro" exige una cantidad de luz igual a un lumen por metro cuadrado, o sea un "lux."

La difusión, la dirección y la distribución de la luz pueden influir mucho sobre la facilidad y la exactitud de la visión. La difusión se obtiene ampliando el tamaño de las fuentes luminosas, esparciendo la luz en todas direcciones y aprovechando la reflexión de las paredes y los techos.

El resultado es una distribución uniforme, ausencia de deslumbramiento y una suavización o una eliminación de sombras.

La dirección de la luz es importante si se quieren evitar -- sombras perjudiciales. Sin embargo, para percibir con exactitud las - figuras de tres dimensiones es conveniente que existan sombras obtenidas por medio de un alumbrado dirigido. Este es el caso de algunos tipos de inspección. La distribución uniforme de la luz es esencial si se quiere evitar la "fatiga visual." No debe someterse a los ojos a - condiciones que exijan que la vista pase de un nivel de luz elevado a otro bajo o viceversa. Si se obtiene un nivel de iluminación muy alto por un alumbrado suplementario en el área de trabajo, la iluminación - general que rodee a aquella debe ser por lo menos un décimo de nivel - elevado.

La iluminación inestable puede resultar muy molesta y fatigo sa, las fluctuaciones se han suprimido prácticamente utilizando la co-- rriente de 60 períodos y en cuanto al efecto estroboscópico del alumbrado fluorescente puede eliminarse en la práctica empleando aparatos auxi liares de dos lámparas.



LUZ NATURAL:

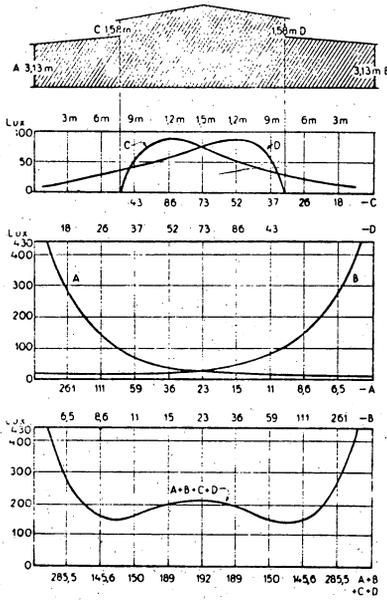
La buena práctica en el alumbrado natural exige hoy que ninguna de las intensidades sea inferior a un mínimo de 110 luxes en el plano de trabajo y una distribución tan uniforme de la luz como sea posible obtener. En consecuencia, el alumbrado por ventanas y claraboyas debe proyectarse tomando como base ese valor. Debe hacerse observar que 110 luxes es un mínimo que debe obtenerse cuando el sol está completamente oculto (nublado) y haya una suciedad en los vidrios de las ventanas de seis meses.

Luz Natural a través de ventanas laterales.- Si la luz llega por un solo lado, se transmitirá un alumbrado natural adecuado de 100 luxes, o más al interior de un edificio normal en una distancia igual al doble de

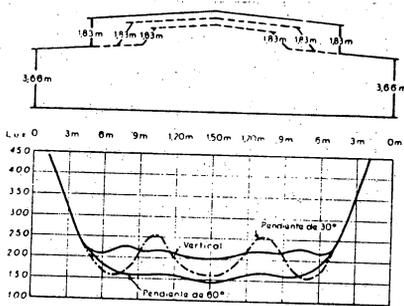
la altura de las ventanas. Esta regla está limitada hasta edificios de 30 metros de anchura, en la figura superior se puede observar las "curvas de la distribución del alumbrado natural" en edificios de -- una sola planta con ventanas laterales.

Luz Natural a través de V. L. y Lucernarios en forma de Montera:

De esta forma se provee más luz que de la forma anterior, -- por regla general, puede obtenerse el mejor alumbrado natural por medio de lucernarios y ventanas verticales diseñadas de modo que el ancho de aquellos sea la mitad del de los edificios. Comúnmente, el ancho de un lucernario no debe ser inferior al doble de la altura de -- sus ventanas. Recíprocamente, la altura del lucernario no debe ser -- mayor que la mitad de su anchura. Aumentando la altura de un lucernario, sea ancho o estrecho, se aumenta la iluminación mínima con mayor rapidez que la máxima y ayuda a conseguir uniformidad en la iluminación.



Curvas de intensidad de iluminación que muestra el efecto de los lucernarios



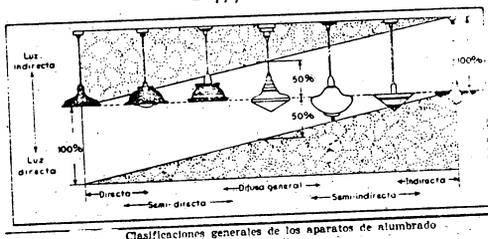
Distribución de la luz natural en un edificio de una sola planta con diferentes modelos de lucernarios

ALUMBRADO ARTIFICIAL:

El alumbrado artificial puede clasificarse en general y suplementario. El general es el que suministra la base o cantidad mínima de luz en la habitación. El suplementario es el que suministra en un lugar de trabajo determinado en que se necesita una iluminación mayor que la que suministra el alumbrado general.

El alumbrado general suele proveerse a menudo por medio de aparatos colocados a 3 metros o más de distancia del plano de trabajo. Debe suministrar una luz razonablemente uniforme por toda la habitación, de modo que pueda utilizarse cualquier sector de la planta.

Alumbrado suplementario. Se obtiene por medio de lámparas instaladas en los lugares de trabajo. Esta se cuelga directamente sobre la máquina o se fija en el brazo que pueda ajustar el operario, con el fin de satisfacer sus necesidades particulares.



Clasificación	Distribución aproximada del flujo luminoso del foco	
	Hacia arriba, por ciento	Hacia abajo, por ciento
Directo .....	0-10	90-100
Semidirecto .....	10-40	60-90
Difuso general .....	40-60	40-60
Semiindirecto .....	60-90	10-40
Indirecto .....	90-100	0-10

Distribución de la luz en los distintos sistemas de alumbrado

**DISEÑO DEL ALUMBRADO INTERIOR:**

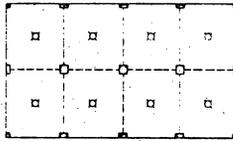
El diseño de la instalación de alumbrado para cualquier aplicación dada DEBE PLANEARLO MINUCIOSAMENTE UN INGENIERO ESPECIALIZADO EN ESTA RAMA TECNICA. Con objeto de que se comprendan mejor los factores que intervienen, expondremos un método simplificado para diseñar el alumbrado de un local. Este método se estudia con toda clase de detalles en "Artificial Light and Its Application" (Westinghouse Lamp Division, Westinghouse Elec. & Mfg. Co.) el procedimiento (del cual sólo ilustraremos el primer punto) es el siguiente:

- 1.- Se decide el espaciamiento entre las unidades del alumbrado
- 2.- Se obtiene el factor de la habitación o la clasificación de ésta.
- 3.- Se eligen los luxes necesarios.
- 4.- Se determina el voltaje de lámparas necesario.

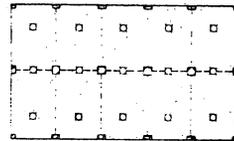
5.- Se calcula la capacidad necesaria de los conductores.

Para desarrollar todos estos pasos es necesario contar con las tablas correspondientes que también pueden consultarse en el "Manual de la Producción" de Alford y Bangs 888-895 pp. Ed. UTEHA.

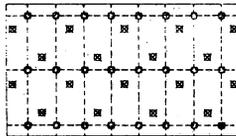
La figura que a continuación se inserta, sólo ilustra las diferentes posibilidades de distribución.



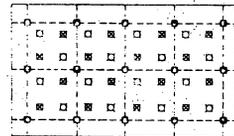
1. Un aparato por cruzja  
Utilizable cuando un lado del cuadrado es aproximadamente igual a la altura de montaje o instalación del aparato.



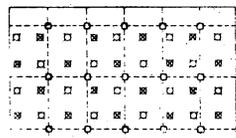
2. Dos aparatos por cruzja  
Utilizable cuando el espacio entre las columnas quedará siempre abierto.



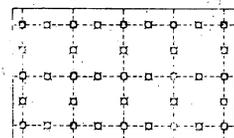
3. Un aparato por cruzja; al tresbolillo  
Aunque esta disposición de los aparatos no es simétrica en las diferentes cruzjas, da como resultado una disposición simétrica con respecto a toda la habitación.



4. Dos o cuatro por cruzja  
La instalación inicial puede consistir en cuatro unidades por cruzja, o dos unidades con una adición posterior de dos más por cruzja para hacer frente a las nuevas necesidades.



5. Tres por dos cruzjas  
Si sólo se utilizan las unidades indicadas por medio de símbolos negros, se obtiene un promedio de tres para dos cruzjas.



6. Promedio de dos aparatos por cruzja  
Puede instalarse de más una unidad adicional en el centro de la cruzja si se necesita más luz para hacer frente a las nuevas necesidades.

LOS COLORES:

Las paredes y los techos oscuros o grises de muchas fábricas y los grises y negros de muchas máquinas y aparatos, suelos oscuros, - etc., no sólo son poco atractivos, sino que a menudo son repulsivos; además de que disminuyen de una manera considerable la iluminación tan to natural como artificial. Los estudios revelan que pintando todas las superficies interiores de un color adecuado, puede aumentarse la intensidad de la iluminación en muchos casos hasta en un 100%.

La utilización de pintura distintiva, también persigue otros fines que podemos resumir en los siguientes:

1.- Proporcionar una visibilidad positiva con los acabados que tienen factores de reflexión elevados, por medio de un contraste adecuado en el tono.

2.- Proporcionar un contraste total que no sea demasiado duro para impedir la visión continua y cómoda.

3.- Proporcionar una sensación de color que sea psicológicamente continua y agradable y que aumenta el bienestar.

La conveniencia de un color para los fines de aumentar los contrastes y de intensificar la cantidad de iluminación depende de

- a) Su factor de reflexión, o sea, la cantidad relativa de luz devuelta por su superficie.
- b) Su carencia de deslumbramiento que se consigue eliminando el brillo mediante el empleo del acabado mate.
- c) Su matiz, su valor y su croma.

Estos últimos tres elementos se definen de la siguiente forma:

El matiz es la cualidad que distingue un color del otro. Esta propiedad se designa con los nombres comunes de los colores, rojo, azul, etc.

El valor es la cualidad por la cual se distingue un color -- claro de otro oscuro, teniendo los valores claros un valor alto y los oscuros uno bajo. Para cualquier matiz existen valores especificados: verde claro, verde oscuro, etc.

Croma es la cualidad por la cual se distingue un color brillante o puro de otro agrisado, siendo el primero fuerte y el segundo -- tanto más débil en croma cuanto más agrisado.

De esta forma presentamos la siguiente tabla que es una buena guía para la selección del color adecuado a la labor, máquina o parte -- de la fábrica.

Nombre	Uso
BLANCO	Bancadas y armazones de máquinas y puntos de trabajo, cuando las condiciones sanitarias indican el blanco (como en la fabricación de productos alimenticios).
MARFIL	Puntos de trabajo en las máquinas.
ANTE	Puntos de trabajo en las máquinas o áreas inmediatamente contiguas.
VERDE	Armazones de máquinas, bancadas, montantes, etc., horizontes o todas las paredes que formen un fondo detrás de las máquinas o las instalaciones.
GRIS CLARO	Pisos de los pasillos, en ciertos casos las áreas de trabajo en las máquinas.
VERDE SUAVE	Horizontes, rodapiés o todas las paredes que formen fondo detrás de las máquinas, cuando los operarios ven las paredes al levantar la vista de su trabajo.
AZUL	Techos, para casar con las armaduras de la techumbre, etc.
AMARILLO OSCURO	Grúas, aparatos de elevación, transportadores que funcionen cerca de los operarios, carretillas industriales y tractores, manivelas y ruedas de las máquinas y otros elementos móviles o de accionamiento.
AMARILLO CLARO	Paredes, columnas, etc., que no estén directamente dentro del campo visual del operario. Este color simula la luz solar.
BEIGE	Áreas de máquinas contiguas a los puntos de trabajo.
ROJO	En las cajas de interruptores, los paneles o cuadros de los botones para puesta en marcha y paro de las máquinas, los aparatos para combatir los incendios, las salidas y otros dispositivos de seguridad y puntos peligrosos.
ANARANJADO	Plataformas de trabajo, escaleras, etc., y para marcar las bandas a lo largo de las sendas del tráfico, en especial si se usan carretillas industriales.
GRIS OSCURO	Pisos en que no se necesite una gran reflexión de la luz, superficies situadas debajo de las máquinas o donde permanezcan de pie los obreros, y los pasillos de tráfico.
NEGRO	Bandas en los aparatos para manipular los materiales, rayas en los extremos sin salida, las vueltas, etc., de los pasillos.
COLORES ESTÁNDARES DE IDENTIFICACIÓN	En las válvulas o ciertos complementos para distinguir la índole del servicio (vapor, aire comprimido, etc.). El resto de las tuberías debe pintarse de modo que case con las superficies que le sirven de fondo.

Colores focales para la pintura de la habitación y de la maquinaria

REQUISITOS PARA LA COMODIDAD:

El bienestar de un individuo depende de la rapidez con que su cuerpo pierde calor y de la ausencia de ruidos, olores, polvos, - etc.

La rapidez con que el cuerpo pierde calor es una función - de la temperatura, la humedad, la velocidad del aire y los movimien-- tos que hace el individuo.

El grado de humedad no influye tanto en la comodidad como la temperatura. Desde el punto de vista de la salud, las humedades - comprendidas entre el 40% y 60% son las más convenientes.

El movimiento del aire debe mantenerse en todo momento, en parte para su purificación y en parte para su enfriamiento, pero el - movimiento no debe ser perceptible. Las velocidades de hasta 12 m. - por minuto reúnen este requisito.

En cuanto a facilidades sanitarias, se deberán respetar las reglamentarias de la Secretaría de Salubridad. Se aconseja instalar un inodoro por cada 15 operarios. Las paredes de los baños deben ser de azulejos. Se exige que los baños, regaderas, etc. cuenten con una adecuada ventilación.

Debe tenerse el concepto que una buena limpieza general de -  
la fábrica no sólo contribuye a la salud general de los trabajadores, -  
sino que es un factor importante en la productividad y la moral de tra-  
bajo.

## MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

### 1. INTRODUCCION.

El fin perseguido por el mantenimiento es conservar en buen estado los edificios, terrenos, maquinaria e instalaciones de fabricación.

En las fábricas pequeñas las actividades de mantenimiento se combinan con el trabajo de otros departamentos, como el de Ingeniería ó el de Producción.

En las fábricas grandes se organiza éste trabajo independientemente, con un ejecutivo encargado que despacha directamente con el Gerente Industrial o el Superintendente. El término empleado a menudo para designar la función de mantenimiento, en el sentido más amplio, es el de Ingeniería de Fábrica.

La tendencia moderna de organizar el trabajo de mantenimiento, es consecuencia de varias cosas. Entre ellas podemos mencionar:

1. Las interrupciones de la producción pueden ser causa del incumplimiento de los plazos de entrega convenidos, con graves consecuencias y pérdidas de clientes.
2. Los gastos de servicios auxiliares como vapor, aire, electrici-

dad, agua, etc., se reducen mediante un trabajo de conservación continuo.

3. La especialización en el trabajo de mantenimiento, da como resultado una mayor garantía en el trabajo realizado, al mismo tiempo que se reduce el costo.
4. El planeamiento correcto de las actividades de mantenimiento, asegurará la existencia en almacén de las piezas de recambio necesarias.
5. La creciente mecanización que, si bien disminuye los costos de mano de obra directa, exige que, por lo menos una parte del beneficio obtenido, se gaste en conservar las instalaciones.

De estos puntos mencionados, vemos que el principal objetivo del mantenimiento es anticipar e impedir las interrupciones no programadas en la producción y conservar la maquinaria en un estado tal, que permita obtener un alto rendimiento.

#### 1. Organización del Mantenimiento.

Para analizar la organización del Departamento de Mantenimiento, conviene dividir el tema en 3 partes:

2.a. Responsabilidades

2.b. ¿Qué papel desempeña?, o sea, qué hace o debería hacer.

2.c. ¿Qué posición debe tener el Mantenimiento en la organización?,

¿Cómo encuadra en la Toma de Decisiones?

2.a. Los objetivos del Mantenimiento deben encuadrar dentro de --

los objetivos generales de la empresa. En principio, sus -

objetivos son:

1) Maximizar la disponibilidad de equipo para producción.

2) Preservar las instalaciones minimizando el deterioro.

3) Conseguir los dos objetivos anteriores a un costo mínimo.

Por supuesto que puede haber otros objetivos secundarios. Además-

los objetivos no deben de ser estáticos.

La principal cooperación de Mantenimiento a los objetivos gene  
rales de la empresa es el mejoramiento de los beneficios que ésta  
obtiene.

Para la consecución de estos objetivos, los deberes, responsa-  
bilidades y resultados esperados, deben ser descritos con todo de-  
talle, es decir, deben establecerse Especificaciones de Puesto --

para que la gente sepa bien lo que se espera de ella. Las actividades deben delinearse con toda precisión.

Una lista no exhaustiva de actividades comprende los siguientes puntos:

- a) Planear y programar todas las actividades de Mantenimiento.
- b) Conservar y reparar toda la maquinaria, incluyendo equipos de movimiento de materiales e instalaciones, asegurando siempre un buen estado de funcionamiento.
- c) Instalar, mover y retirar maquinaria para facilitar la producción.
- d) Fijar especificaciones para la compra de nueva maquinaria (en colaboración con Ing. del Producto).
- e) Especificar y aplicar los lubricantes adecuados (Mantenimiento menor).
- f) Proporcionar aseo a toda la planta (pisos, baños, etc.)
- g) Proporcionar estadísticas de costos, tiempos, vidas útiles, etc.
- h) Llevar un adecuado inventario de piezas de repuesto y material de Mantenimiento.
- i) Solicitar herramientas, accesorios, piezas especiales, etc., - que ayuden a llevar con éxito la función.

- j) Seleccionar y capacitar al personal para llevar a cabo -- las diferentes tareas.
- k) Cuidar el cumplimiento de normas de seguridad en calderas, hornos, etc., controlando el funcionamiento de los dispositivos de seguridad.

#### 2.b. Papel del Mantenimiento en la Fábrica.

Existen algunos factores que afectan la organización del Mantenimiento y su papel dentro de la compañía. Ellos son:

- 1º Clase de fábrica.
- 2º Clase de servicios.
- 3º Clase de equipo.
- 4º Clase de conocimientos.

Estos factores afectan las tareas del Mantenimiento y su organización.

#### 1º Clases de fábrica:

Tipo básico.- Locales fabriles sin requerimientos especiales.

Piso, techo, paredes y oficinas comunes. En este caso, el Mantenimiento es de poca importancia. Ejemplo: fábricas ensambladoras.

Tipo complejo.- Son diseñadas para fabricar un producto. Por-

ejemplo:

Cerveza (ollas, refrigeración, tubería, bombeo), fábrica de automóviles (mucho movimiento de materiales, líneas balanceadas, movimiento de equipos), embotelladoras, refinerías de grasas, aceite, etc.

En este caso el Mantenimiento tendrá mucha importancia y requerirá de conocimientos especializados.

Tipo multifábrica. - Hay empresas que cuentan con varias plantas. Si estas plantas hacen productos diferentes, el Mantenimiento será individual y caerá en una de las categorías anteriores. Si las diferentes plantas son de la misma naturaleza (ej. cemento), el Mantenimiento se maneja a nivel corporativo. En este caso se fijarán políticas generales y se debe estudiar muy a fondo la organización del Mantenimiento para que no redunde en costos excesivos.

2º Clases de servicios. Toda fábrica necesita de servicios como energía eléctrica, agua, gas, eliminación de desperdicios, etc.

Podemos distinguir entre:

Servicios básicos: Son los comunes. Una vez hecha la contratación no se requiere nada especial.

Servicios complejos: Entre ellos podemos mencionar: equipos, colectores de polvos en molinos, de humos por uso de calderas, -- drenajes para desechos corrosivos o venenosos, anticontaminantes, etc.

Salta a la vista que, en la organización del Mantenimiento, se deberá tener en cuenta el tipo de servicios requerido por la fábrica.

3º. Clase de equipo.- Haremos aquí la diferencia entre fábricas -- con equipo básico (máquinas de línea como tornos, fresadoras, hornos, etc.) y equipos de diseño especial.

Equipo básico.- Las refacciones no son especiales, por ello, -- la importancia del Mantenimiento no es muy grande y variará proporcionalmente a la importancia del equipo.

Equipos de Diseño Especial.- En este caso el Mantenimiento es -- más difícil y cobra más importancia por los conocimientos especializados que se requieren. En general, los paros de máquina son -- muy costosos, por lo cual debe procurarse que estos equipos trabajen 3 turnos. Ejemplos: equipo para fabricar vidrio, hojas de --

afeitar, prensas u hornos muy grandes, etc.

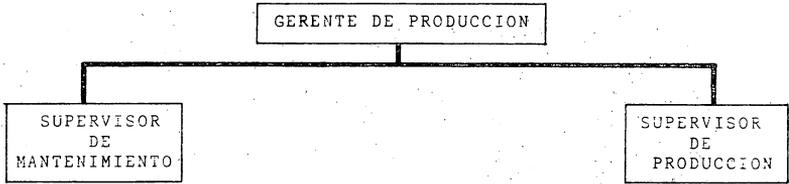
4º Clase de conocimientos:- Hay empresas que trabajan con equipos especiales que requieren de personal muy experto y profesional. La precisión es un requisito fundamental (por ej. plantas de alto vapor, equipos con controles electrónicos o computarizados).

Es evidente que estos factores influyen en la posición que ocupa el Mantenimiento en la fábrica.

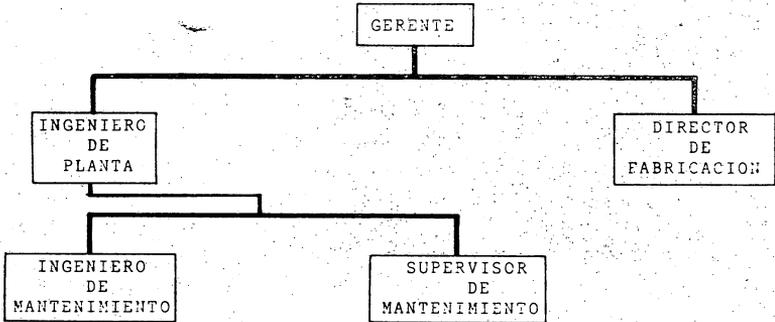
2.c. Pasamos ahora a analizar el lugar que debe ocupar el sistema de Mantenimiento en el organigrama de la empresa. El tamaño de la fábrica determinará los centros de Toma de Decisiones.

Podemos analizar el caso de una empresa pequeña, una mediana y una grande. En principio se deberían tener organigramas como los indicados en las figuras.

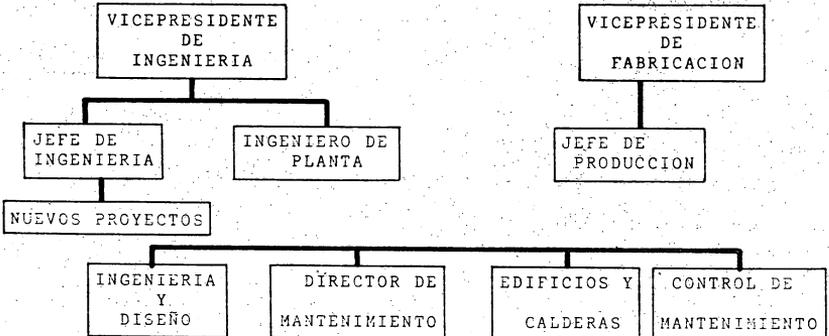
FABRICA PEQUEÑA:



FABRICA MEDIANA:



FABRICA GRANDE O MULTIFABRICA:



Se pueden desarrollar una gran cantidad de ejemplos de organigramas de acuerdo con el tamaño y tipo de la fábrica.

El organigrama del Mantenimiento debe desarrollarse de acuerdo a los factores vistos y las necesidades de la empresa.

### 3. ASPECTOS BASICOS DEL MANTENIMIENTO.

La administración del Mantenimiento necesita contar con medios claros y precisos para solicitar, autorizar y ejecutar trabajos; computar tiempos, materiales y costos; saber que acciones tomar para reducir el costo del Mantenimiento, etc.; poder comparar lo planeado con lo real.

Para ésto, se deben llevar controles directos, que consisten en una serie de documentos.

Los trabajos de Mantenimiento deben clasificarse según el tipo de actividad, por ejemplo con dos dígitos:

#### 04 Mto. preventivo

- a) Inspección y ajuste
- b) Aceitar y engrasar.
- c) Reponer partes gastadas.
- d) Limpiar.

#### 05 Mto. Correctivo

- a) De urgencia
- b) Habitual
- c) Patios e instalaciones

06 Cambios y renovaciones

- a) De maquinaria y equipo
- b) De edificios e instalaciones.

07 Seguridad

- a) Cambios, construcciones, etc., que mejoren la seguridad.

08 Fabricación.

- a) Piezas para reparaciones, renovaciones, construcción, etc.

Esta clasificación contribuye a un rápido análisis de costos.

3.1. Solicitudes de trabajos de Mantenimiento y su autorización.

La ley fundamental es que todo trabajo de Mantenimiento debe originar un documento. En casos de urgencia, puede realizarse el trabajo pero con la idea de hacer una orden de trabajo lo antes posible. Toda solicitud debe ir firmada por un responsable especificando fecha, cuenta de cargo, descripción del trabajo, etc. Suele incluirse en estas formas una estimación del costo del trabajo para determinar quién autorizó la realización del trabajo. Cada empresa debe desarrollar su forma de solicitud que muchas veces se convierte posteriormente en la orden de trabajo.

La figura que anexamos es un ejemplo bastante completo de lo que debe contener una orden de trabajo.

**ORDEN DE TRABAJO No.**

**No.**

<b>REPORTE</b>	Solicitado por _____		Fecha _____	
	Sección _____		Máquina _____ No. _____	
	Descripción del Trabajo Solicitado _____			
	<input type="radio"/> <b>URGENTE</b> <input type="radio"/> <b>NORMAL</b>			
<b>INSTRUCCIONES</b>	Fecha en que se necesita: _____			
	Reportó _____		Aprobó _____	
	Defecto Observado _____		Recibió _____	
	Instrucciones al Taller _____ Inc: _____			
<b>ESTIMACION TOTAL</b>	Term: _____			
	MECANICA	ELECTRICO	Horas Reg _____	Costo promedio por hora _____
	TUBERIA	CARPINTERIA		
	TRANSPORTES	PINTURA	Horas Ext. _____	Costo total mano de obra _____
	MAQUINADO	ALBAÑILERIA		
	CILINDROS	PATIOS	Total Horas Nominales _____	\$ _____
	SOLDADURA			
Materiales \$ _____		Mano de obra \$ _____		
Suma Total \$ _____				
Vo. Bo. Trabajo Recibido _____		Supervisor _____		Ing. de Mantenimiento _____



El procedimiento de aprobación: El trámite de aprobación debe-  
ir de acuerdo con el organigrama del Departamento. Para facilitar  
las cosas suele hacerse una tabla del tipo:

PUESTO QUE AUTORIZA	TIPO DE TRA BAJO	SOLICITADO POR	OBSERVACIONES
El mismo	Emergencia	Supervisor de Mantenimiento	Verbal
Supervisor de Mantenimiento	Reparaciones meno res. Ajustes-Mante nimiento preventi vo.	Supervisor de producción	con solicitud
Jefe de Man- tenimiento	Reparaciones ma- yores.	Supervisor de mantenimiento	Con estimación de costos.
Gerente de producción.	Proyectos-Redispo- siciones.	Ingeniería de Fábrica.	Estudio de Facti bilidad aprobado.

El procedimiento para informar acerca del tiempo:

Es imprescindible hacer un buen cargo del tiempo empleado en -  
las distintas actividades de Mantenimiento para que tengan sentido  
los informes de costo. Hay varios procedimientos para ello:

1. Relojes checadores de tarjetas de los operarios colocados en -  
varias áreas de la fábrica.
2. Anotación de tiempos por cuenta del supervisor.





3.3 ESTANDARES DE TRABAJO: Debido a que la variedad de trabajos que se presentan es bastante amplia, la asignación de los mismos suele hacerse sin una instrucción o inspección adecuada. Ello conduce a un costo elevado. Deben, entonces, irse introduciendo gradualmente los estudios de tiempo. Ello lleva a menudo a la implantación de nuevos métodos de trabajo o al empleo de mejores herramientas, lo cual constituye por sí mismo una mejora importante. Si, además, podemos llegar a implantar un tiempo estándar, las economías serán mayores.

En un programa para la instalación de un mantenimiento planeado en una fábrica textil de 3,000 operarios, en el cual participé, los ahorros de mano de obra en el primer año fueron del orden del 30%. Usamos las técnicas clásicas de estudio del trabajo, pero, en especial, la que más nos sirvió, por sus posibilidades de generalización, fue la técnica denominada DATOS ESTANDAR (Standard Data). Un paso posterior de este programa fue la implantación de incentivos en mantenimiento. Creo que las técnicas de incentivos escapan a este trabajo y debe consultarse ese tema en especial.

No obstante, debe tenerse el concepto claro de que el Estudio de Trabajo no sólo debe aplicarse a actividades productivas.

4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO-CONTROL: El éxito del mantenimiento preventivo depende en gran parte del establecimiento de un programa adecuado de control, y el ideal es remediar los efectos de poca monta antes de que den lugar a la necesidad de hacer reparaciones importantes. El control será la forma más adecuada de acercarnos al ideal. Un buen programa de inspección abarcará todo campo de la fábrica y la maquinaria.

Los puntos que hay que tener en cuenta al organizar un programa son:

1. Ilustraciones detalladas sobre los elementos que hay que inspeccionar, las medidas necesarias y los límites de tolerancia y servicio.
2. Regulación de las inspecciones en cuanto a frecuencia de las mismas y su coordinación con las operaciones de mantenimiento.
3. Asignación de los trabajos de control a las personas adecuadas.
4. Instalación de registro de control y de un sistema de segui-

miento.

Para las instrucciones detalladas se deberán formular machotes como el de la figura anexa.

Informe de Inspección de transportadores Nº 21	
Transportador Nº 23	Sección 12-F Fecha 10-2 Inspeccionado por C. Baling
Motor	Si
Regulador	En orden normal, del motor está bien
Coil de rodillos	Si
Tiende de abomas	/
Tornillo de fin	/
Resorte del tornillo sin fin	/
Cajones	En gran parte en el estado del eje mismo
Ejes y collares	Si
Empuñadura	Si
Resorte destinado para cadenas	Tornillo, resorte, eje
Cadenas	Si
Resortes	Según modelo
Paralelismo de la carga	Si
Coil de rodillos	Si
Amplificador del transportador	En gran medida en el estado normal
Indicador de seguridad	Si
General	En gran

Hoja de Informe de Inspección para conservación de transportadores

La regulación de las inspecciones tiene por objeto distanciarlas lo más posibles, con el fin de reducir el costo, pero sin salirse de los límites de seguridad del tiempo durante el cual no se desarrollen los defectos, hasta el punto de necesitar atención.

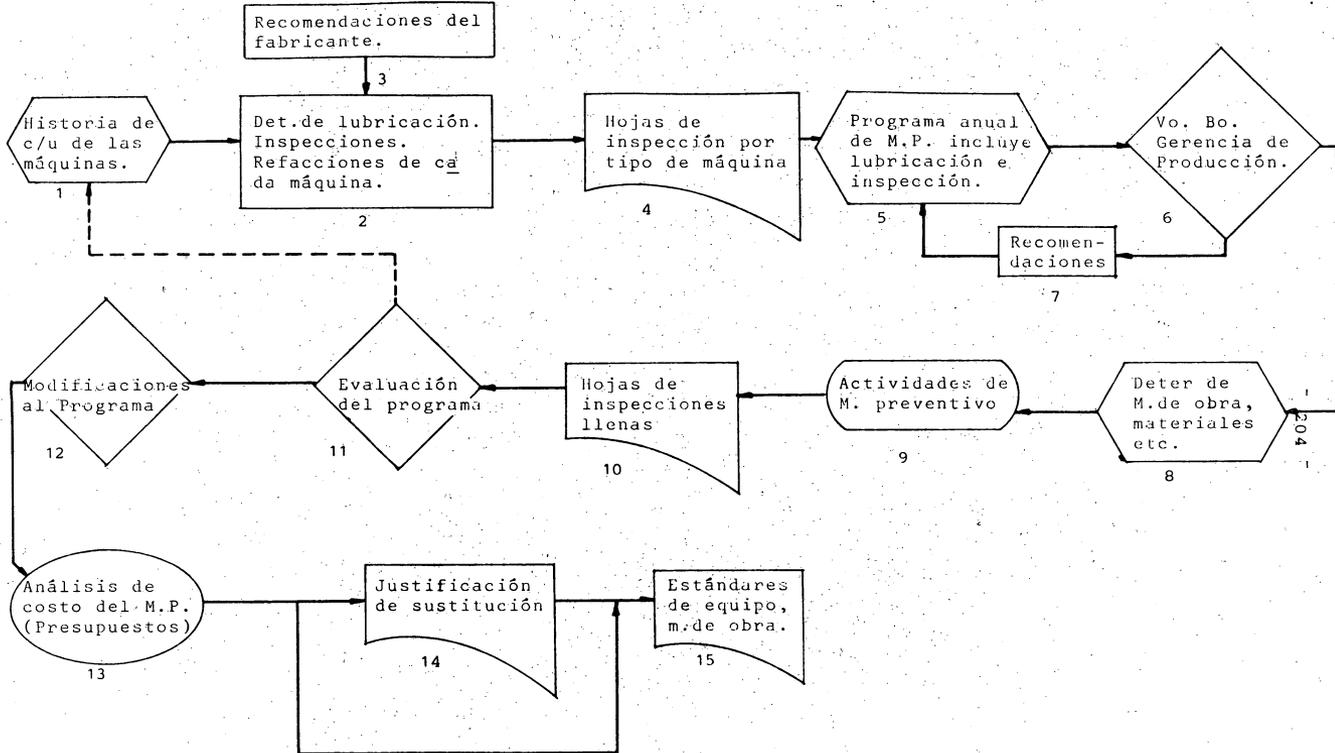
Deben tratar de combinarse las inspecciones con los trabajos de mantenimiento.

La frecuencia inicial de la inspección se fijará basándose en el criterio personal y en la experiencia general con la maquinaria de que se trate. Los registros de inspección y conservación indicarán cuándo debe cambiarse la frecuencia.

#### 4.1 METODOLOGIA

Más que con palabras, trataremos de ver la metodología de un sistema de mantenimiento preventivo a través de una gráfica.

METODOLOGIA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



Comentarios:

Ya hemos comentado qué son las hojas de historia de cada máquina y las hojas de inspección

5. El programa anual de Mantenimiento Preventivo (M.P.) debe ser discutido y aprobado con la complicidad de producción. El programa debe volcarse en gráficas de Gantt, como se verá más adelante.
8. La mano de obra, materiales y refacciones del Mantenimiento Preventivo se determina en base a la historia de las máquinas, recomendaciones del fabricante y del programa del Mantenimiento Preventivo.
11. El plan de Mantenimiento Preventivo debe ser revisado anualmente, evaluando los resultados, costos, experiencias, etc. De esto se deduce que el programa de Mantenimiento Preventivo no es estático, sino que debe mejorarse continuamente.
13. La historia de las máquinas servirá de base para justificar su sustitución, un Mantenimiento Preventivo más intenso y una modificación.

Volviendo sobre el punto No. 5, el plan deberá hacerse en gráficas del siguiente tipo:



## 5. EVALUACION DEL NIVEL DE MANTENIMIENTO

¿A que nivel de mantenimiento se obtiene un beneficio óptimo?

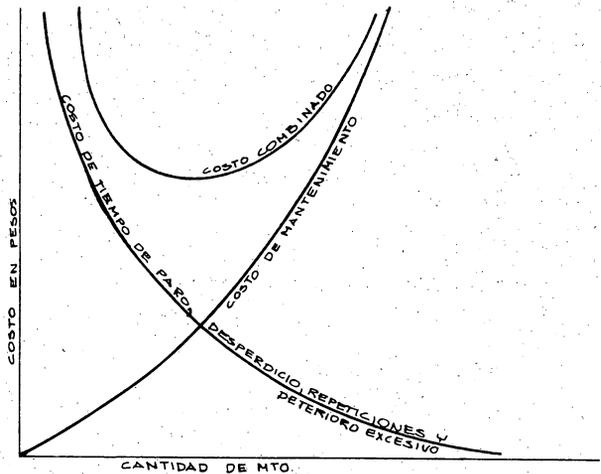
¿Como evaluamos el nivel de mantenimiento?

Debemos evaluar el nivel de mantenimiento para detectar desviaciones respecto de los objetivos. Para poder saber cual es el nivel de mantenimiento de la fábrica es necesario hacer un buen análisis de los informes de tiempos. Los primeros tiempos que necesitamos (para luego convertirlos a costos), son las horas de paro de máquinas debidas a un mantenimiento deficiente. Estos paros pueden ser consecuencia de: a) deficiencia de mantenimiento b) deficiencias en el diseño de la máquina o parte del equipo c) descuidos del trabajador y, d) fallas en el suministro eléctrico, siniestros, etc. Las horas de paro debidas a mantenimiento preventivo no deben incluirse.

Luego, deben determinarse los costos de materiales desperdiciados y/o los costos de reprocesamiento debidos a un mantenimiento no apropiado. Por último debe precisarse si hay una depreciación excesiva debido a problemas de mantenimiento inadecuado. O sea --

que habrá que investigar la depreciación no garantizada, originado por problemas de mantenimiento. (No debe considerarse la depreciación acelerada debido a un mal uso por los operarios.).

El nivel óptimo de mantenimiento para una instalación es el punto en que los costos combinados de mantenimiento, tiempo de paros debidos a mantenimiento inadecuado, desperdicios y deterioro prematuro son mínimos. Lo anterior puede resumirse en una gráfica.



CANTIDAD OPTIMA DE MANTENIMIENTO

Si los costos combinados se encuentran a la izquierda del -- punto mínimo, ello significa que el mantenimiento es insuficiente y viceversa.

Una vez que se determinó el Nivel Optimo, debemos determinar el Nivel Real. Para ello se usa un método denominado Evaluación del Costo que consiste en determinar un índice de la siguiente -- manera.

$$\text{N.de M} = \frac{\text{Costo de tiempo de paro por Mto def. + Desperdicios + Deterioro Excesivo}}{\text{Costo prefijado de mantenimiento.}}$$

Si el índice da menor que 1, tenemos un nivel de mantenimiento pobre. Si da mayor que 1, el mantenimiento preventivo es mayor -- que lo necesario.

El numerador del índice puede variar mucho de un mes al otro. Para evitar esto debe considerarse el promedio de los últimos seis meses, por ejemplo

6. Indices de Control de Mantenimiento.

La importancia de la función de mantenimiento en la industria va en aumento. Este costo creciente ha hecho que se preste más atención a mejorarlo, medirlo y controlarlo. Por ello se han hecho algunos índices que sirven para relacionar el costo de mantenimiento con otros factores para ver la forma de reducir su costo. Debe entenderse que ningún índice -- por sí solo es totalmente eficaz.

Es casi imposible establecer un índice que muestre la posición absoluta de mantenimiento. Por lo tanto, la verdadera finalidad de los índices es indicar tendencias, usando el desempeño anterior como referencia, y estimular a la dirección de mantenimiento para mejorar la actuación presente.

CLASES DE INDICES: 1. Indicadores Amplios.

A. RAZON ENTRE EL COSTO DE MANTENIMIENTO Y EL DE VENTAS.

Este índice varia bastante con el tipo de industria. En promedio se habla que debe ser del 5% pero, en algunas industrias como la del acero y la del petróleo, es mucho mas. Creo conveniente tener una idea de este indice para el tipo de in-

dustria en la que se esté trabajando.

B. RAZON ENTRE COSTO DE MANTENIMIENTO Y LA INVERSION. Es un indicador más representativo que el anterior. En la industria automotriz es del orden del 13%. En la petrolera es del 3%. Estos indicadores son útiles sobre todo para comparar cambios.

2. Indicadores de Cargas de Trabajo.

Dan una idea del tipo y magnitud del trabajo de mantenimiento. Los más conocidos son:

A. Índice de Mantenimiento Preventivo: Apunta el porcentaje de hs. hombre empleados en mantenimiento preventivo, comparado con el total de horas de mantenimiento. Es deseable que varíe de 20 a 40%.

B. Índice de Mantenimiento diario: Son las horas hombre de reparación distintas a las empleadas en M.P. No debe incluir trabajos de "cambios y modificaciones". Se expresa como porcentaje del total de hs. hombre de mantenimiento y debe tratarse de disminuirse.

C. Trabajos pendientes en proceso: Señala la cantidad de -

trabajo aprobado para hacerse, expresado en semanas cuadrilla. Tener demasiado trabajo, o muy poco, no es bueno. El óptimo es equivalente a dos o cuatro semanas cuadrilla.

3. Planeación.

Indican que tan bien se está haciendo la planeación.

A. Trabajos terminados según programa. Se expresa como porcentaje de los trabajos programados. Si este porcentaje no se mantiene alto, ello indicará que se están acumulando trabajos pendientes.

B. Tiempo de paro. Se expresa como porcentaje de horas-equipo perdidas en virtud del mal funcionamiento o paro de una máquina. El índice mide la calidad del trabajo de mantenimiento y de eficacia del programa de mantenimiento preventivo.

4. Indicadores de la productividad.

Indican el aprovechamiento de la mano de obra.

A. Personal de mantenimiento ocupado en forma productiva. Se expresa como porcentaje del tiempo total que realmente tendrían que trabajar. Las determinaciones pueden hacerse con un - -

muestreo del trabajo.

B. Costo de mantenimiento por unidad de producción.

C. Número de operarios de mantenimiento, comparado con el -  
de operarios de la fábrica.

5. Indicadores de Costo.

A. Porcentaje de costo directo de mantenimiento sobre el --  
costo total de mantenimiento.

B. Porcentaje de la nómina de mantenimiento (en relación a -  
la nómina total).

C. Costo real de mantenimiento comparado con el presupuesta  
do.

#### EMPLEO DE LOS INDICES.

Es tarea del ingeniero de mantenimiento el seleccionar aque-  
llos indices que resulten mas representativos y confiables -  
para él. Con una combinación adecuada de estos indices, po-  
drá hacer diagnósticos confiables sobre que factor necesita  
una mayor mejoría.

El uso de los indices dependerá de la situación de la fá-  
brica en cuestión y de la creatividad de las personas encar-

gadas de usarlos.

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

1. Administración de Mantenimiento Industrial. E.T. New - Brough-Diana. 1974.
2. Mantenimiento de Plantas Industriales. Ing. Napoleón - Argüello. Centro Regional de Ayuda Técnica.
3. Manual de la Producción. Alford y Bangs. UTEHA.
4. Plant Engineering Handbook. Steiner. Mc. Graw Hill.
5. Manual de Mantenimiento Industrial. L.C. Morrow. CECSA 1973 (Tres tomos).