SECCIÓN VI

DIFERENTES DIAGRAMAS Y PLANOS

Introducción:

El objetivo de estos diagramas y planos es visualizar en forma breve y esquemática cada uno de los equipos que definen los procesos químicos y operaciones físicas necesarias, como así también los edificios y su distribución en el terreno.
El orden cronológico que es conveniente seguir para la confección de los mismos es el que a continuación se presenta:

1) Diagrama de flujo cualitativo. Flow-Sheet.
2) Diagrama de producción.
3) Layout general de Equipos.
   a) Vista en planta.
   b) Vista/s en elevación.
4) Layout general de Planta.

NOTA:

a) Todo Diagrama o Plano debe respetar el tamaño que indica Normas IRAM de Dibujo Técnico N° 4504. (Formato de láminas)
b) El plegado de dichas láminas se debe hacer como lo indica Normas IRAM de Dibujo Técnico N° 4506. (Formato de láminas)

A continuación se da el Rótulo que deberán tener todos los Planos y Diagramas.

<table>
<tr><td colspan="2">DIBUJADO</td><td colspan="2">FECHA</td><td colspan="2">REVISADO</td><td>FECHA</td><td rowspan="2">1</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">COPIADO</td><td colspan="2" rowspan="2"></td><td colspan="2">COPIA REVISADA</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="5">2

3</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>APROBADO POR:</td><td>ING. CIVIL</td><td>ING. MEC.</td><td>ING. INSTAL.</td><td>ING. ELÉCT.</td><td>CONT.</td><td>G.P.</td><td>Medidas en mm</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td>Escala</td></tr>
<tr><td>1:N</td></tr>
</table>

1 Apellido y nombre de los alumnos
2 Nombre del Diagrama o Plano
3 Nombre del producto a fabricar

Diagrama de Flujo Cualitativo. Flow-Sheet.

Resulta necesario traducir la descripción escrita de los procesos químicos a Diagramas de Flujos simplificados.
Estos Diagramas se realizan sobre el papel, dibujando esquemáticamente el contorno de cada equipo y anotando los tipos de operaciones físicas o químicas que se efectúan junto con una descripción de las corrientes que

entran o salen de cada, equipo.
Debe tenerse muy presente que el diseño debe ser técnicamente sólido, con una base razonable y claramente expuesto.
El resultado obtenido es lo que se denomina Diagrama de Flujo Cualitativo - (Flow-Sheet) del proceso.
Lo único que pretende es mostrar como se va modificando las materias primas hasta llegar al producto final. Sirve para una orientación general sintética, ilustrativa de las operaciones y procesos industriales que intervienen.
Para evitar confusiones se debe colocar al lado de cada esquema el nombre del equipo, como así también aclarar todos los caminos de los distintos materiales.

Diagrama de Producción

Descripto en la sección IV "Balances de materia y energía – Diagrama de producción"

Clasificación de los distintos tipos de Layout.

Para una correcta Distribución de la Planta será necesario hacer dos tipos de estudios:

a) ***Layout General de Equipos o Plano de Distribución General de Equipos.***
b) ***Layout General de Planta o Plano de Distribución General de la Planta.***

A continuación se describe cada uno de ellos:

a) Layout general de equipos:

Es el plano donde se observa el ordenamiento relativo de los equipos dentro del área industrial.
Todos los dibujos de quipos deben contener solo aquellas vistas necesarias y suficientes, para la correcta apreciación de los mismos.
Los equipos deben estar dibujados a escala e individualizados por su respectiva codificación.
Se realizará un plano donde se dibujará una vista en planta y otro u otros con las necesarias vistas en elevación.

- Vista en planta: representación gráfica bidimensional de los equipos, ubicación y dimensiones sobre un plano horizontal visto desde arriba.
- Vista en elevación: representación gráfica de los equipos, ubicación y dimensiones sobre un plano vertical visto de frente.

Se recuerda, que el sistema de proyección que se adopta en Argentina es el Sistema Monge. Normas a consultar (del Manual de Normas para el Dibujo Técnico): IRAM 4538 (C1 – C4 – C15) y normas IRAM 4539 (A1 – A2 – A3 – A4 y líneas D10 – D11 – D12 – D13 – D14 – D15) que contemplan la geometría descriptiva del Sistema Monge en cuanto a símbolos y trazados a emplear.

Breve resumen de lo anterior

Con respecto a la forma de acotación se debe tratar de colocar la a la derecha o debajo del dibujo, siempre que sea posible. Todas estas acotaciones se hacen en milímetros.
Las líneas de cotas no deben tocar el dibujo, sino que deben llegar a 1 ó 2 mm del mismo. Con respecto a la flecha ésta se coloca a 7 mm de distancia del

dibujo.
Se debe cuidar que el dibujo no esté sobreacotado, en él deben figurar sólo las cotas necesarias, de lo contrario estas podrían comprometer su correcta interpretación.
A los efectos de mantener un contraste entre el dibujo principal y las cotas, es costumbre dibujar éstas últimas usando un trazo más fino, logrando así una mayor definición y claridad.

Objetivo principal
La finalidad de estos planos está destinada al montaje de la Planta, ya que se pueden observar las posiciones relativas de los equipos principales.
Para Proyectos de Propósito Múltiple y para procesos muy complicados, se deberá confeccionar planos parciales de acuerdo a las etapas del proceso, según criterio de los diseñadores.
Algunos aspectos de importancia a tener en cuenta en la confección del Layout general de equipos son los que se mencionan a continuación de acuerdo al curso dictado por el Centro Argentino de Dirigentes de Producción (CADEPRO) por D. Urbani.

Importancia de la disposición de equipos y requisitos que debe reunir un Layout General de Equipos.
La mejor disposición posible de los equipos dentro de la Planta depende directamente de:
1) *Lugar adecuado para el almacenaje de materiales en bruto, en proceso y terminado.*
Los factores que intervienen en este aspecto son:
a) El peso, tamaño y movilidad del producto.
Si éste es muy pesado o de manipulación difícil y necesita equipos costosos o mucha mano de obra, es sumamente importante que se mueva lo menos posible entre una y otra operación.
A la inversa, tiene poca importancia si el producto o sus piezas son muy pequeñas y livianas, ya que es posible transportar muchos de una solo vez, o sea el aprovisionamiento de varios días.

b) la complejidad del producto.
Si el producto se compone de muchas piezas, de modo que para trasladarlo se necesiten muchas personas, la buena disposición de los locales tiene mayor importancia, especialmente cuando las series de producción sean pequeñas.

c) Duración del proceso con relación a los tiempos de manipulación.
Si el tiempo que se invierte en movimientos y manipulaciones representa una gran proporción del tiempo total de fabricación toda disminución en el tiempo del recorrido o manipulación del producto o de sus componentes, tendrá un efecto muy importante sobre la productividad de la Planta, especialmente si el producto es voluminoso, aunque sea ligero, de modo que solo sea posible transportar algunas unidades de una vez.
Por su parte, si el proceso es de larga duración, la disposición de los locales es menos importante.
Téngase en cuenta que cuando se acorta la duración del proceso por imprimir mayor rapidez a las operaciones o utilizar nuevas instalaciones o equipos de

gran rendimiento, se modifica la proporción entre los tiempos de la manipulación y del proceso, haciéndose relativamente más largo el tiempo de manipulación.
Si la producción es en serie, con equipos de gran rendimiento, es necesario disponer de mucha mano de obra para transportar la producción, si no es buena la disposición de los locales.
Las consideraciones de este punto se pueden resumir en 7 relaciones entre personal, materiales y equipos, según cual de ellos esté en movimiento relativo durante las operaciones:

- Mover el material: Es probablemente el material el elemento que se mueve más comúnmente, ya que se desplaza de una operación a otra y de un puesto de trabajo al otro.
- Mover el operario: los operarios se mueven de un puesto de trabajo al otro realizando las operaciones necesarias en cada pieza del material. Ocurre muy rara vez que tengan que llevar consigo sus maquinarias o herramientas.
- Mover los equipos: En este caso el operario mueve las maquinarias y herramientas hacia el lugar de trabajo donde está ubicada la pieza principal que se elabora.
- Mover materiales y operarios: El obrero se mueve con el material ejecutando cierta operación en cada máquina o puesto de trabajo.
- Mover material y equipos: Los equipos y el material se llevan al personal que realiza las operaciones.
- Mover personal y equipos: Los obreros se desplazan con las herramientas y equipos generalmente alrededor de una pieza de dimensiones grandes.
- Mover materiales, personal y equipos: Es demasiado caro e innecesario mover los tres al mismo tiempo.

Debe tenerse en cuenta que por lo menos uno de los tres elementos principales debe moverse, ya que sino no hay producción. Lo más común es mover el material, salvo en aquellos casos en que el material sea muy pesado o difícil de transportar, y cuando el producto final deba permanecer fijo en el lugar en que se fabrica.
El análisis de los factores que deben moverse lleva automáticamente a los distintos tipos de disposiciones. Los operarios cambian la forma o característica del material o le agregan por síntesis otros componentes. Esto da también una clasificación muy importante para la realización del Layout de detalle, ya que hay tres cosas que pueden ocurrir en la transformación del material en producto final: alterar su forma, sufrir un tratamiento o ser incorporado por armado a otras partes.

2) *Espacio entre máquinas y pasillos.*
a) Espacio requerido para pasillos.
El espacio requerido para los pasillos es variable dependiendo de su importancia, ubicación, naturaleza del producto que se mueve y los medios de transporte que se emplean.

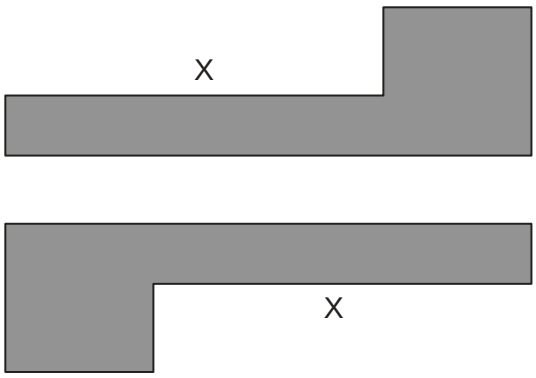
En general se adopta:

PRINCIPALES:	ancho	máximo	4,50 m.
NORMALES :	ancho	mínimo	3,60 m.
AUXILIARES :	ancho	máximo	2,40 m.

Las características geométricas que deben caracterizar a los pasillos es que sean en lo posible,"holgados, rectos y poco numerosos".

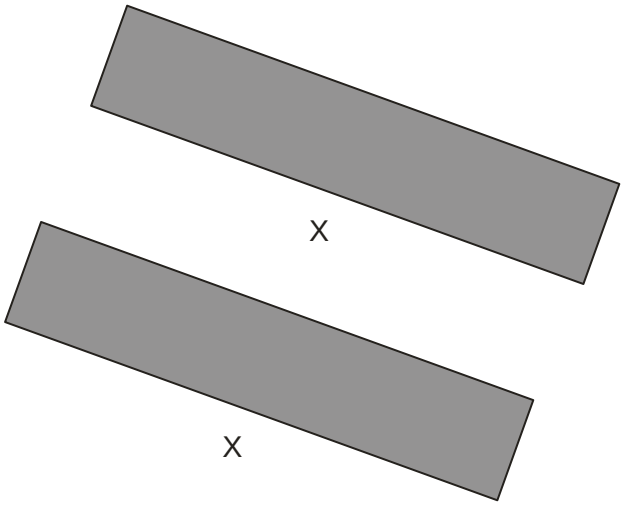
b) Espacio requerido entre equipos.
Las relaciones que se establecen son para todas las posibles combinaciones relativas entre dos equipos.
Los valores típicos adoptados tienen la finalidad de poder acceder a las maquinarias fácilmente ya sea para pasaje del personal a cargo, tareas de mantenimiento, y todo tipo de tareas propias de la Planta.
Pueden intervenir otros aspectos como instalaciones eléctricas o de aguas subterráneas o aéreas, obstáculos, columnas, etc.
Las posiciones relativas posibles y las distancias típicas que generalmente se adoptan son las que a continuación se presentan:

b1) Trasera contra trasera (aproximadamente 0,60 mts.)

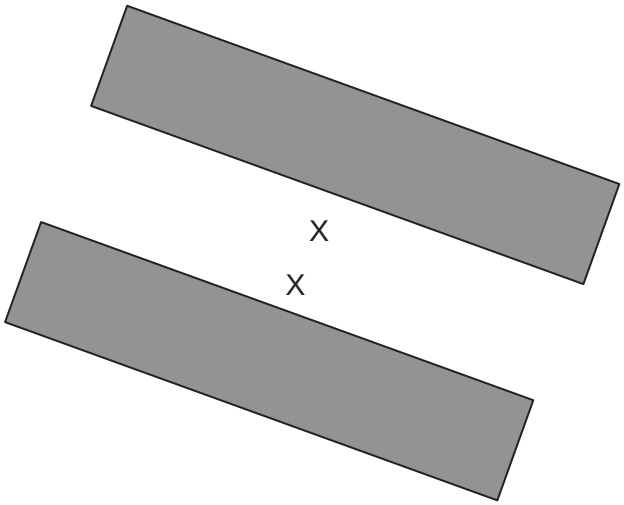


La cruz indica la posición del operario.

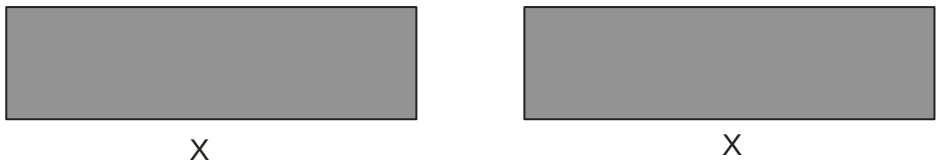
b2) Delantera contra trasera (aproximadamente 0,90 mts.)



b3) Delantera con delantera (aproximadamente 1,80 mts.)



b4) Extremo contra extremo (aproximadamente 0,30 mts)



En todos estos casos, se debe tener en cuenta los espacios que necesitan las tapas o puertas de máquinas al abrirse, para mantenimiento, inspección, cambios de engranajes, etc.

3) *Manipuleo de materiales y/o transporte*

Los tópicos más importantes a tener en cuenta son:

a. El flujo de materiales debe circular en lo posible en línea recta.

b. Evitar el retroceso en los transportes.
c. Tratar de que las líneas de las partes auxiliares estén próximas a la línea de mayor importancia. En este caso hay dos alternativas:
    1. Si el tipo de producción es de serie pequeña o trabajos unitarios, lo deseable es que el recorrido de materiales desde la recepción hasta el empaque siga una curva en U, de esta forma se permite un rápido acceso de mantenimiento y suministros que pueden ubicarse en un lugar estratégico en el centro de la U. Los servicios auxiliares y oficinas de fábrica se distribuyen normalmente en el perímetro de la Planta. Recepción y despacho se ubicarían en los extremos de la U.
    2. Si el tipo de producción es de grandes series, puede optarse por una circulación en línea recta, ubicando a los sectores de abastecimiento en el centro de la línea, Recepción y despachos en extremos opuestos y el perímetro ocupado por sectores improductivos.

4) *Flexibilidad del Layout*
La condición de flexibilidad que debe tener un buen Layout es la de permitir eventualmente:

a. El aumento de producción.
   Lo que traerá aparejado la incorporación de nuevos equipos, o bien el aumento de la densidad de los materiales en proceso o almacenados, etc.
b. Cambios de Proceso.
   Como consecuencia de esto pueden llegar a reubicarse maquinarias, equipos, instalaciones, etc.

En general permitir la posibilidad de futuras expansiones por variadas razones.

b) Layout General de Planta (Block-layout)

Distribución de la planta - Layout
La distribución de la Planta comprende la disposición física de los distintos sectores que la componen. Esta disposición, incluye tanto los espacios necesarios para el proceso, movimiento de materiales, almacenaje, oficinas, laboratorio y toda otra actividad o servicios auxiliares, como el que se precisa para el personal y equipos de trabajo propiamente dicho.
Con el Layout se pretende lograr la distribución adecuada de las distintas áreas que componen la Planta, de manera tal que se logre una eficiente coordinación, que sea la más económica, sin que por ello deje de ser la más segura y satisfactoria para el personal.
En otras palabras, lo que debe aspirar un Layout es:
1) Integrar globalmente todos los factores que afectan a la distribución.
2) Hacer el mínimo recorrido en el Movimiento de materiales.
3) Lograr una buena circulación del trabajo a través de la Planta.
4) Utilizar efectivamente todo el espacio.
5) Tener seguridad y satisfacción para los empleados.
6) Disponer de flexibilidad para que la distribución pueda ser fácilmente reajustada.

Criterios generales para la implementación de los distintos sectores que compondrán la Fábrica.

La distribución de la Planta puede hacerse en base a los siguientes criterios:

1.- Distribución por posición fija del material (o por Producto):
Es una distribución en la que el material o componente principal permanece en un lugar fijo. Todas las maquinarías, herramientas, personal, etc. se llevan a él. Todo el trabajo se nace estando el componente principal en un lugar fijo.
Ventajas:

a) Él recorrido del trabajo, siguiendo rutas directas, elimina esperas y reduce manipulación de materiales, se simplifica el control de la producción y se evitan las anotaciones y registros por la sucesión fija de las operaciones entre equipos próximos.
b) Los obreros pueden instruirse fácilmente y la responsabilidad de la calidad queda fijada en las personas encargadas del montaje.
c) Es posible hacer cambios en el producto o en el diseño de los mismos y en la secuencia de las operaciones.
d) La distribución está adaptada a variedades del producto y a una demanda intermitente.
e) Es muy flexible, ya que no requiere una técnica de distribución costosa o muy organizada.

Desventajas:

a) La ruptura de una solo máquina puede paralizar toda una línea de producción.
b) Si una o más líneas de producción tienen poco trabajo, muchos equipos permanecerán inactivos.
c) Pueden aumentar las inversiones en maquinarias por la necesidad de usar la misma maquina en varias líneas de producción.
d) El costo de fabricación es alto cuando el volumen de producción es pequeño.

Cuando usar este tipo de Distribución:

a) Cuando cueste mucho el traslado del componente principal.
b) Cuando se fabrique uno o algunos elementos de un artículo.
c) Cuando la elaboración del producto requiera máquinas simples o herramientas manuales.
d) Cuando la especialización de la mano de obra resida en la aptitud del personal o cuando se desee fijar la responsabilidad de la calidad del producto en un obrero.

2.- Distribución por Procesos:
En este caso, todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso se agrupan juntas.
En este caso hay intercambiabilidad entre los equipos, pero no existe interconexión en secuencia como en el caso anterior.

Los equipos de un mismo proceso se agrupan en Departamentos y la materia prima se debe trasladar de un Departamento a otro a medida que progresa y se transforma en producto final.

Ventajas:

a) La utilización más completa de los equipos permite una inversión menor.
b) Pueden mantenerse ocupados los equipos durante la mayor par te del tiempo y con ello reducir los costos de producción.
c) Gran flexibilidad para ejecutar los trabajos. Puede disponerse de cualquier maquina de la misma clase que esté libre en ese instante.
d) Los trabajadores y los capataces adquieren mayor pericia en el manejo de un tipo de maquina determinada, pero necesitan un aprendizaje más largo para poder realizar trabajos de diversos tipos.
e) Es más fácil mantener la continuidad de la producción en caso de:
   - averías en máquinas o equipos.
   - escasez de materiales.
   - ausencia de obreros.

Desventajas:

a) Suele ocupar más espacio que en la Distribución por posición fija del material.
b) Es más difícil fijar rutas o programas, por no haber una ruta fija por el cual tenga que circular el trabajo.
c) La separación de las operaciones y las mayores distancias implican mayor manipulación de materiales, más mano de obra *y* costos más altos.
d) Una atención mayor para poder coordinar la labor.
e) Por la necesidad de transporte se aumenta el tiempo total de fabricación.

Cuando usar este tipo de distribución:

a) Cuando las maquinarias son muy costosas y difíciles de trasladar.
b) Cuando se fabrican muchos productos.
c) Cuando hay variaciones amplias en los tiempos que se precisan para diferentes operaciones.
d) Cuando la demanda del producto es pequeña e intermitente.

3.- Distribución por línea de producción:

En esta distribución se dispone cada operación inmediatamente adyacente a la siguiente. Esto quiere decir que cualquier equipo usado en la fabricación del producto, independientemente del proceso que realice, está colocado de acuerdo con la secuencia de las operaciones.

Ventajas:

a) Reducción en la manipulación del material.
b) Reducción en la cantidad de material en proceso, lo que implica menor tiempo de producción y menor costo en materiales.
c) Utilización más efectiva del trabajo por:
   - la facilidad de entrenamiento.
   - mayor especialización.
   - suministro de mano de obra más amplio.
d) Control más sencillo y supervisión más fácil, ya que no se requiere mucho papeleo.
e) deducción en la congestión y en la superficie, ya que en otros casos habría que destinar a almacenes y pasillos.

Desventajas:

a) La Inversión es alta por la necesidad de muchos equipos.
b) Más mano de obra especializada, lo que implica mayores salarios.
c) Mayor superficie disponible.

Cuando usar este tipo de distribución

a) Cuando se trate de Proyectos de Propósito Múltiple.
b) Cuando el diseño de los productos esté normalizado.
c) Cuando la demanda sea estable.
d) Cuando el proceso sea continuo.

Factores que influyen en la Distribución de la Planta.

Para confeccionar un Layout es necesario considerar una serie de factores, ellos son:

1) Material: diseños, variedades, cantidades, propiedades físicas y químicas, operaciones necesarias y secuencias de las mismas.
2) Maquinarias: incluyendo el equipo de producción y las herramientas y su utilización.
3) Mano de Obra: incluyendo supervisión y servicios auxiliares, y todo el personal afectado directamente a la producción.
4) Transporte: tipo y variedad, condiciones operativas, maniobrabilidad, espacio necesario para las maniobras y parking.
5) Factor de espera: incluyendo almacenajes temporales y permanentes, y demoras.
6) Servicios: incluyendo mantenimiento, inspección y desperdicios.
7) Edificio: aspecto exterior e interior del edificio y aprovechamiento del equipo y distribución. Leyes y ordenanzas municipales y requisitos del Código para la Construcción.
8) Factor Cambio: incluyendo versatilidad, flexibilidad y expansión

Dicho de otra manera y resumiendo lo anterior:

Es el plano más general de la Fábrica, donde se aprecian todos los sectores o bloques que la componen.

A cada bloque se lo puede desglosar en secciones basándose en las distintas fases del proceso, en los procedimientos de operación, en los riesgos de contaminación y en los requisitos de seguridad.

Con el Layout General de Planta debe tenerse una rápida y completa idea de la ubicación y tamaño de cada uno de los edificios que constituyen la Planta.

Para ello todo; el plano debe estar perfectamente acotado y orientado.

En él se especifican no sólo las naves en donde se realiza el proceso, sino también la balanza principal, las instalaciones de Administración, portería, sanitarios, depósitos, caminos, etc.

En caso de existir terreno para futuras expansiones, esto debe constar.

Se indican las aberturas marcando el sentido en que abren o deslizan, las puertas, todo según normas IRAM Oficial 4511 (N10 – Modos de acotar en Planos de Construcciones Civiles), al igual que la circulación de los caminos.

A continuación se presenta un Método para confeccionar un Layout General de Planta, extraído del curso dictado por el Centro Argentino de Dirigentes de Producción (CADEPRO) por D. Urbani.

Método Simplificado de Distribución en Planta de Richard Muther

A fin de sistematizar el procedimiento seguido en un proyecto de Layout, R. Muther introdujo hace pocos años lo que él llamó:

Planeamiento sistemático de Disposiciones: y que consiste en un método organizado de realizar un Layout.

Este método no tiene basamento científico, pero ofrece grandes ventajas prácticas para identificar, visualizar y evaluar los elementos correspondientes a un Layout.

El método consiste principalmente en la creación de un Layout global o en bloque y a posterior una disposición detallada en la que se planifique cada porción del plan general.

El procedimiento comienza con un análisis de Producto y Cantidad a fabricarse, sigue luego con el estudio de recorrido de materiales y recorrido de actividades auxiliares y funciones vinculadas a la producción.

Estas investigaciones, de recorrido y de actividades y sus relaciones, se integran en un Diagrama de relaciones interdepartamentales.

Sigue luego las consideraciones de los requisitos de espacio que sé desarrollan, de análisis de proceso y equipos necesarios y los servicios auxiliares correspondientes.

Finalmente se llega a la etapa de evaluación de alternativas, que surgen de las distintas propuestas, que puedan resultar interesantes, para resolver operativamente el problema planteado.

Desarrollo del Método

En la distribución general de la Planta se deben tener en cuenta tres aspectos:

1) Establecer relaciones entre los distintos sectores o actividades que caracterizan a un determinado sector .tener en cuenta *y* prever los requerimientos de espacio para cada actividad.
2) Efectuar un ordenamiento de todos los sectores, realizando un plan de distribución racional.

Para lograr esto Muther propone el siguiente método:

1. Realizar un análisis de Producto-Cantidad.
2. Establecer las relaciones entre las diversas áreas, actividades o funciones.
3. Establecer los requerimientos de espacio para cada uno de ellos.
4. Diagramar las relaciones obtenidas en el primer paso.
5. Integrar las relaciones interdepartamentales con los requerimientos de espacio.
6. Plantear y proponer algunas alternativas posibles de distribución. Evaluar dichas alternativas y seleccionar alguna de ellas.
7. Detallar el plan de distribución.

A continuación se desarrolla cada paso del método:

1.- Análisis de Producto y Volumen de producción.

Toda disposición de equipos tiene como elementos básicos a considerar los siguientes:

I. Producto o material: es decir lo que ha de fabricarse
II. Cantidad o volumen: cuanto de cada item se debe producir.

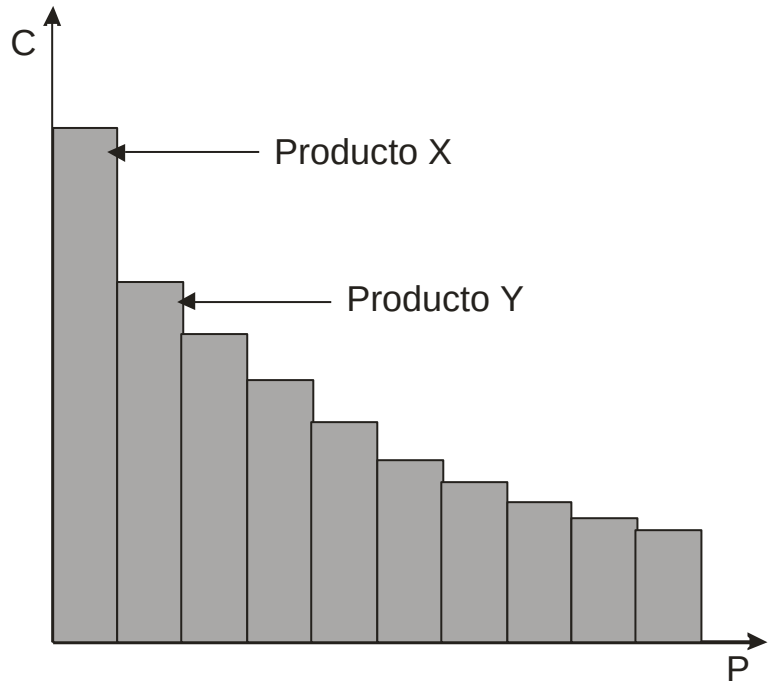
Este análisis tiene un significado específico para el diseñador ya que es básico para decidir que tipo fundamental o sistema de producción se elegirá, es decir si se basará en una organización en línea, de proceso o combinación.

El gráfico P – C

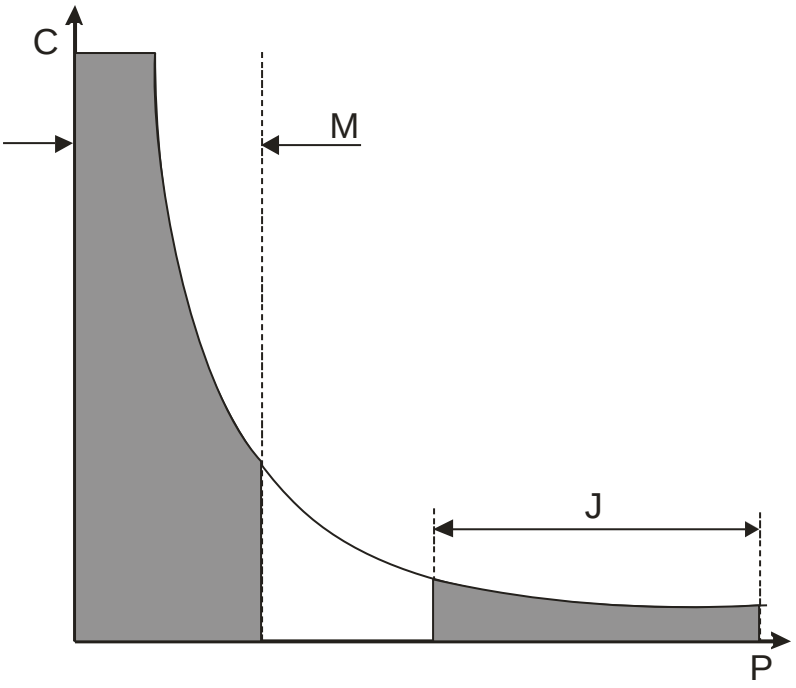
El análisis de los distintos productos o partes en consideración con la cantidad de cada uno es un aspecto muy importante en la confección del Layout.
Generalmente el análisis consiste en:

a) Dividir o agrupar los distintos productos, partes o materiales
b) Clasificarlos en orden de volumen decreciente, no acumulativo.

Los datos son dispuestos bajo la forma de un histograma, llamado gráfico P-C. Colocando las cantidades en orden decreciente en las ordenadas y el nombre del producto en la absisa, las cantidades son generalmente expresadas en número de piezas, volumen en m^3, pesos, y no en unidades monetarias.



El gráfico se aproxima a una hipérbola equilátera. En un extremo de la curva se encuentran grandes cantidades de pocos productos o variedades, lo cual indica que las condiciones de producción en masa serían preferibles, y por lo tanto serán adecuadas las disposiciones por producto o producción en línea con alto grado de mecanización.
En el extremo opuesto, se encuentra una gran variedad de productos en cantidades pequeñas, lo cual indicaría, como más adecuado el método de disposición por proceso, dotado de equipos universales de gran versatilidad y que puedan adecuarse a una gran variedad de tareas.



Como se puede ver las áreas M son los que se fabrican masivamente, los del área J se producen por proceso y las intermedias por una combinación de ambos tipos de distribución.
En el caso de que no exista una gran variedad de productos, el análisis P-C es impracticable, y se opta por quitar de la producción en masa las pequeñas tareas que puedan realizarse en talleres separados.

2.- Establecimiento de relaciones entre diversas áreas

Las relaciones entre los diversos sectores se establecen en función de las necesidades de proximidad geográfica de las distintas actividades entre si.
El grado de proximidad geográfica se establece a través del conocimiento de las actividades específicas de cada área. Así es necesario que estén próximos la Sala de Máquinas y el Departamento de Mantenimiento, ya que las actividades de éste último están íntimamente relacionadas con el funcionamiento de las máquinas, no es conveniente, sin embargo, la proximidad de la Sala de Máquinas y la Sala de Reuniones, debido a que las actividades especificas de cada una es independiente, y más aún, los ruidos de las máquinas no deben llegar a la sala de reuniones.
Para especificar la conveniencia de proximidad de cada área, en función de las relaciones de actividades de las mismas, vamos a adoptar la siguiente simbología:

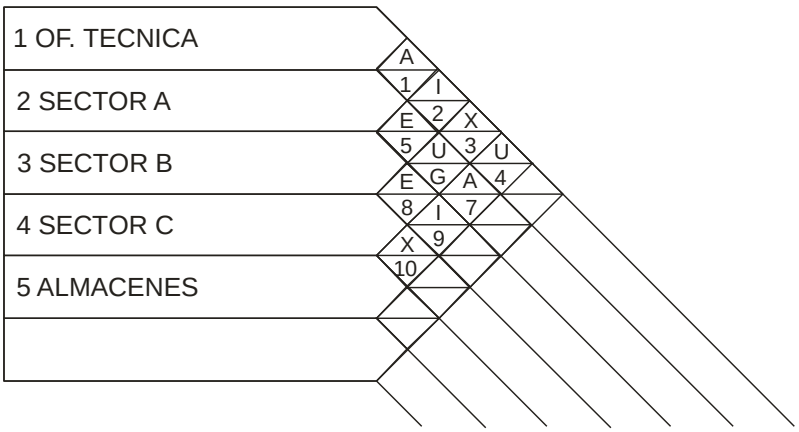
A = relación absolutamente necesaria.
E = esencialmente importante.
I = importante.
0 = ordinariamente importante.
U = no importante.
X = indeseable.

Con esta simbología es necesario confeccionar un "Diagrama de Relaciones Interdepartamentales", en el que se puede apreciar en forma esquemática los

distintos sectores fabriles y sus grados de relación.
Así por ejemplo, si tenemos las siguientes áreas:

1) Oficina Técnica
2) Sector A
3) Sector B
4) Sector C
5) Almacenes ,

Siendo las relaciones departamentales las siguientes:
La Oficina Técnica tiene una relación absolutamente necesaria con el Sector A, importante con el B, indeseable con el C y no importante con Almacenes. Por su parte el Sector A tiene una relación esencialmente importante con el Sector B, no importante con el C, y absolutamente necesaria con Almacenes. A su vez, el Sector B tiene una relación esencialmente importante con el Sector C e importante con Almacenes. Mientras que el Sector C tiene una relación indeseable con Almacenes.
De éste análisis el "Diagrama de Relaciones Interdepartamentales" que resulta es el siguiente:



Observemos que en el gráfico aparecen una serie de rombos, cada uno con una letra que indica el grado de relación citado anteriormente y un numero de código; éste sirve para explicar detalladamente, en un cuadro aparte las razones que han motivado la elección de un determinado grado de relación, Estas motivaciones pueden ser por diversa causas técnicas, de seguridad, de economía, etc.
El análisis de los sectores debe hacerse, en primera instancia de a pares, prescindiendo por el momento de una apreciación del conjunto en el problema. Concluido el diagrama y detallado los motivos particulares adoptados se procede a confeccionar una sencilla tabla donde se contabilizan los grados de relaciones adoptados. Así en el ejemplo dado se obtuvo:

Grado de relaciones	Cantidad
A	2
E	2
I	2
O	2
U	2
X	2

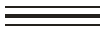
Nota: Se observa que en el ejemplo dado las cantidades ce los distintos grados de relación son iguales (2), es decir, balanceo perfecto.

En el caso de que se produzca un desbalanceo en las cantidades de los distintos grados de relación en el diagrama (por ejemplo: 8 absolutamente necesaria, 4 esencialmente importante y ninguna de las demás relaciones), se deberá tratar de corregirlo, debido a que los grados de relación determinan, como luego se verá, la ubicación relativa de los Sectores, y este desbalanceo como se puede imaginar trae aparejado una distribución que haría difícil satisfacer los grados de relación establecidos.
Para balancear el diagrama se debe proceder a revisar las motivaciones de los grados de relación predominantes, tratando de establecer una mayor relatividad en cuanto a la importancia de proximidad entre las distintas áreas, y así conseguir un equilibrio más o menos armónico del problema, o sea corregir la primitiva relación utilizada.

3.- Determinación de los requerimientos de espacio y materiales.
En este paso se deben calcular los espacios requeridos por cada área, atendiendo a las necesidades de las mismas.
Así por la parte de Planta se hace necesario nacer un examen detallado (ver Layout de Detalle, dado más adelante), que determine el espacio requerido para máquinas, equipos y servicios auxiliares dentro de este sector.
Idénticas consideraciones se deben efectuar para cada Sector.

4.- Construcción del Diagrama de Relaciones.
Este punto consiste en integrar los requerimientos de espacio con las relaciones interdepartamentales.
Los sectores se representan con círculos, y las relaciones entre los mismos se hacen con una serie de líneas llamadas conectivos.
Los símbolos que representan los conectivos son:

A: 

E: 

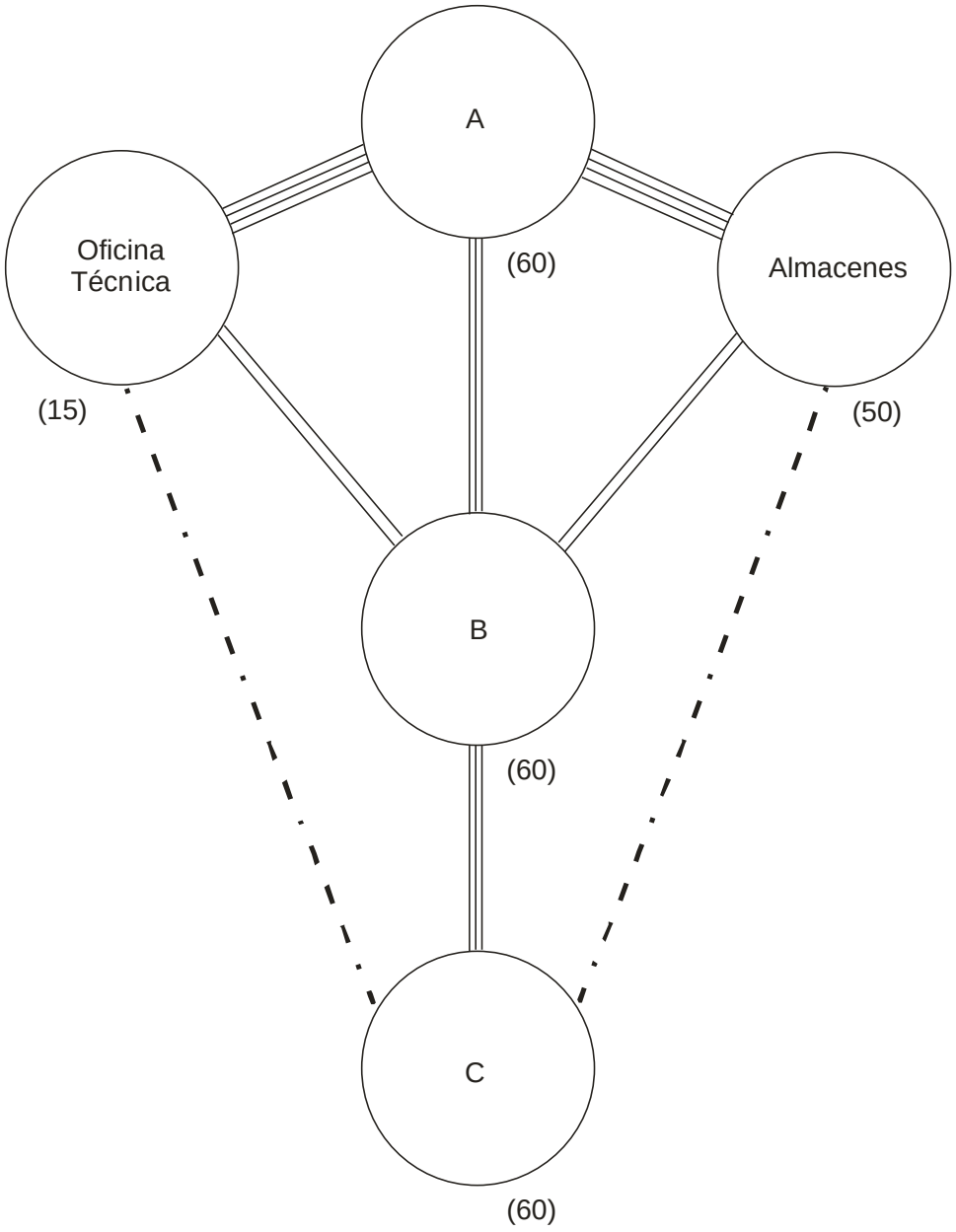
I:

O:

U: No se considera ningún símbolo

X:

Los sectores se ubican tratando de colocarlos de manera que respondan a los grados de relaciones que existen entre los mismos. El orden de construcción no es arbitraria, sino que se comienza a "conectar" primero las relaciones del tipo A, luego los del E y así sucesivamente.
Se presenta aquí el Diagrama de Relaciones para el ejemplo dado anteriormente:



Si bien el gráfico no esta a escala, se debe guardar una posición relativa de acuerdo a los grados de proximidad.
Los números indicados entre paréntesis corresponderían a los metros cuadrados de área.

5.- Integración de las Relaciones Interdepartamentales con los requerimientos de espacio

Con las dimensiones del terreno y con las posiciones relativas obtenidas del diagrama anterior se construye, a escala, el Layout General, teniendo en cuenta una serie de dimensiones características como ser pasillos, servicios auxiliares, etc.

De aquí pueden surgir varias alternativas que tratarán de adecuar el espacio necesario al disponible, buscando de lograr el mayor caudal de personas y materiales entre los sectores, si es que esto se requiere.

6.- Evaluación de las alternativas.

Aquí se trata de encontrar la alternativa óptima, para ello se procede a listar todos los factores que son importantes para elegir una determinada distribución.

Los factores que pueden ser considerados son:

a) Posibilidad de futuras expansiones.
b) Disposición flexible.
c) Facilidad de movimiento de materiales.
d) Facilidad de manipuleo de materiales.
e) Facilidad de almacenar materiales de proceso.
f) Facilidad para incorporar servicios auxiliares.
g) Seguridad y buenas condiciones de trabajo.
h) Facilidad de supervisión y control.
i) Calidad del producto.
j) Facilidad de mantenimiento y reparaciones.
k) Buena utilización de los equipos.
l) Buena inversión del capital.
m) Plazo de construcción.

Se puede llegar a ponderar estas alternativas, para ello se usa el siguiente cuadro:

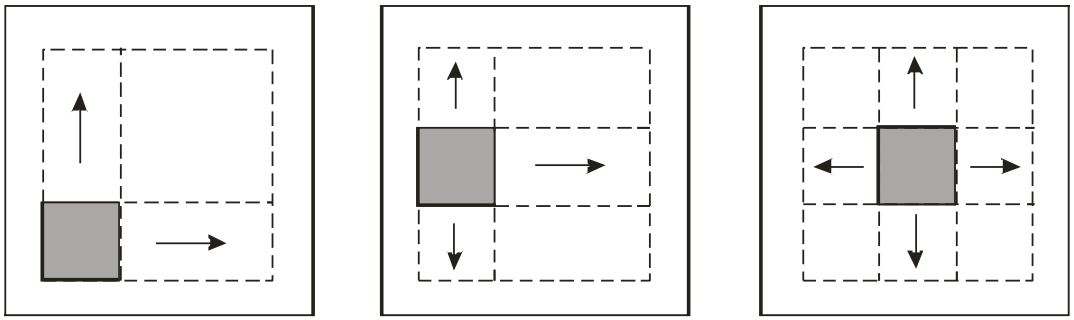
FACTORES	VALOR FACTOR	ALTERNATIVAS				
		A	B	C	D	E
Posibilidad de futuras expansiones						
Disposición flexible						
Facilidad de movimiento de materiales						
Facilidad de manipuleo de materiales						
Facilidad de almacenar materiales de proceso						
Facilidad para incorporar servicios auxiliares						
Seguridad y buenas condiciones de trabajo						
Facilidad de supervisión y control						
Calidad del producto						
Facilidad de mantenimiento y reparaciones						
Buena utilización de los equipos						
Buena inversión del capital						
Plazo de construcción						

A cada Factor se le da un valor de 1 a 10 de acuerdo a su importancia relativa, y dicho puntaje se coloca en la columna Valor Factor.

Hecho esto, a cada alternativa se le da un valor que como máximo es el correspondiente al de la columna Valor Factor, y que indica la importancia relativa de ese valor en cada alternativa. Así por ejemplo, supongamos que el

Factor "Futuras Expansiones" se le da un puntaje de 7, el que se coloca en la columna Valor Factor, y en la Alternativa "A" se la pondera un valor de 4, mientras que las alternativas B y D tienen un puntaje de 2 y 1 respectivamente, teniendo las restantes alternativas una ponderación de cero. Obsérvese que la suma de los puntajes dados a las alternativas es 7.
Finalmente se suman los valores de cada alternativa y la de mayor puntaje será la óptima.
Por ejemplo, la experiencia demuestra que en general, no es conveniente tener un terreno demasiado pequeño. Debido a las posibilidades de futuras expansiones, o a las necesidades de absorción de excesos de Inventario y a que el terreno representa un costo pequeño comparada con la Inversión Total; en general conviene que el área del mismo sea de cinco a diez veces el de toda la Planta para incluir espacios para desvíos, plataformas de cargas, desplazamiento de camiones, estacionamiento y expansiones futuras. Se debe tener en cuenta que para el caso de edificios de varios pisos, se toma como área del mismo no el total de metros cuadrados sino toda el área bajo techo.

En la figura se muestran algunas de las posibilidades de ubicar el edificio con respecto al terreno para prever las expansiones futuras.



7.- Detalle del plan elegido

Se procede a detallar el plan de distribución elegido, esto es, el plano de Layout General de planta (o Block-Layout) y su justificación.
A continuación se adjunta un plano de Layout General de planta, atendiendo que el mismo es a título de presentación, y que de acuerdo a cada tipo de industria el mismo podrá variar, pero en lo posible se deberá respetar los criterios mencionados anteriormente.