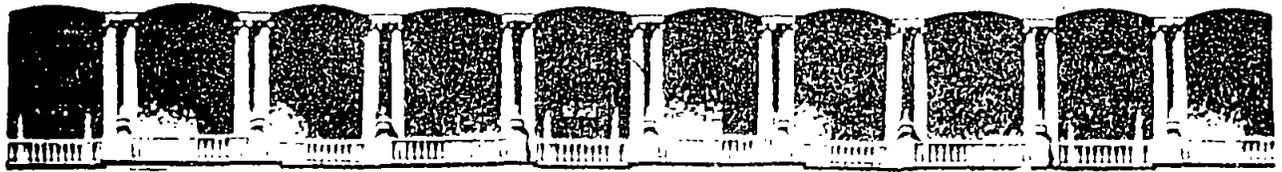


DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
DIPLOMADO EN INGENIERIA DE PRODUCCION
MODULO IV DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS

COORDINADORA: ING. SILVINA HERNANDEZ GARCIA

Del 30 de septiembre al 11 de octubre de 1996

FECHA	TEMA	HORARIO	EXPOSITOR	OBJETIVO DEL SISTEMA
Lunes 30	PRODUCTIVIDAD	17 a 21	ING. DANIEL RODRIGUEZ RESENDIZ.	IDENTIFICAR LOS FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD
Martes 1 Miércoles 2	METODOS Y PROCEDIMIENTOS	17 a 21	ING. DANIEL RODRIGUEZ RESENDIZ.	APRENDER A ANALIZAR Y MEJORAR UN PROCEDIMIENTO DE PRODUCCION O PROCESO
Jueves 3 Viernes 4	ARREGLO DE INSTALACIONES	17 a 21	ING. EMILIO GRAU URRUTIA	APRENDER A APLICAR LAS TECNICAS DE DISTRIBUCION DE PLANTA
Lunes 7	TALLER DE DISEÑO	17 a 21	ING. SILVINA HERNANDEZ GARCIA ING. PERLA FERNANDEZ	APLICAR LAS TECNICAS DE DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS
Martes 8 Miércoles 9	TECNICAS DE INGENIERIA DE PRODUCCION; JIT, KAN BAN Y MEJORA CONTINUA.	17 a 21	ING. SILVINA HERNANDEZ GARCIA	APRENDER LAS TECNICAS PARA MEJORAS DE PROCESO DE PRODUCCION
Jueves 10	REINGENIERIA	17 a 21	ING. LOURDES ARRELLANO BOLIO	APRENDER LA TECNICA PARA EL REDISEÑO DE PROCESOS
Viernes 11	TALLER Y CONCLUSIONES	17 a 21	ING. SILVINA HERNANDEZ GARCIA ING. PERLA FERNANDEZ	APLICAR LAS TECNICAS VISTAS



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO EN INGENIERIA DE PRODUCCION
MODULO IV: DISEÑO DE SISTEMAS DE PRODUCCION
DEL 30 DE SEPTIEMBRE AL 11 DE OCTUBRE DE 1996
DIRECTORIO DE PROFESORES

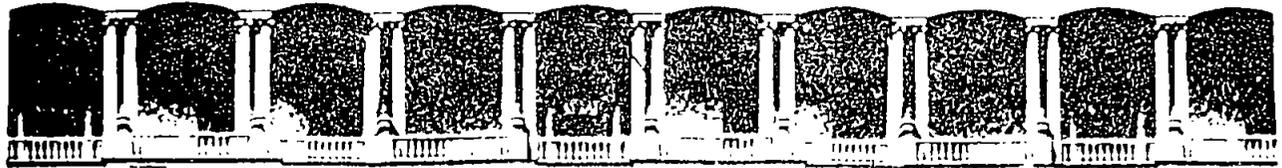
M. EN I. MA DE LOURDES ARRELLANO BOLIO
PROFESOR DE CARRERA ASOC "A"
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
CIUDAD UNIVERSITARIA
COYOACAN
04510 COYOACAN, MEXICO D.F.
622 31 04 622 31 05

ING. PERLA JULIETA FERNANDEZ REYNA
PROFESOR DE CARRERA
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
CTO EXTERIOR, C.U. EDIF DIME P.B. CUB 15
COYOACAN
04510 COYOACAN, MEXICO D.F.
622 31 23

ING. EMILIO GRAU URRUTIA
DIRECTOR
COMERCIAL PRISMA, SA DE CV "DRY CLEAN"
AV SAN JERONIMO No 630 LOCAL 13 Y 14
JARDINES DEL PEDREGAL
01900 ALVARO OBREGON, MEXICO D.F.
595 82 76

ING. SILVINA HERNANDEZ GARCIA
PROFESOR DE CARRERA
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
C.U., EDIF DIMEI CUB 14 P.B.
COYOACAN
04510 COYOACAN, MEXICO D.F.
622 31 04

ING. DANIEL RODRIGUEZ RESENDIZ
SUPERINTENDENTE
COMPAYIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
MELCHOR OCAMPO No 171
TLAXPANA
11370 MIGUEL HIDALGO, MEXICO D.F.
140 03 64



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO EN INGENIERIA DE PRODUCCION
MODULO IV: DISEÑO DE SISTEMAS DE PRODUCCION
DEL 30 DE SEPTIEMBRE AL 11 DE OCTUBRE DE 1996
DIRECTORIO DE ASISTENTES

ING. RENE D. HERNANDEZ PEREZ
GERENTE DE PLANTA
PROCESOS PLASTICOS
AV. UNO NO. 1
TULTITLAN EDO.DE MEX.
54900
888-1110

ING. ENRIQUE GARCIA LEDESMA
JEFE DE PRODUCCION
EMBOT.METROP.S.A.DE C.V.
AV. ACOXPA NO.69
STA. URSULA COAPA DELEG.TLALPAN
MEXICO, D. F.
627-86-19

ING. HUGO MARTINEZ ISLAS
JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
HELADOS HOLANDA
CLAVIJERO NO. 20
TRANSITO DELEG.CUAUHTEMOC
06820 MEXICO, D. F.
624-08-72

LIC.FABIOLA KUN GONZALEZ
DIRECTORA
LAB.ELECTRONICOS MEX.S.A.DE CV
FRAMBUESA 283
HOGAR Y SEGURIDAD DELEG.AZTCAPOT.
02820 MEXICO, D. F.
884-19-66

ING.DANTE ITAMI SORDO
ING.DE CONTROL DE PROC.IND.
ELECTROTECNICA S.A.DE C.V.
AV.RIO CHURUBUSCO 2099
AGRICOLA ORIENTAL DELEG.IXTACALCO
08500 MEXICO, D. F.
558-24-11

ING. GONZALO RAMIREZ GONZALEZ
GTE. DE ING. DE PRODUCTO
ELECTROTECNICA, S.A.
AV. RIO CHURUBUSCO 2099
AGRICOLA ORIENTAL DELEG.IXTACALCO
08500 MEXICO, D. F.
558-24-11

ING. JUAN CARLOS URIBE URIBE

1. ¿Le agradó su estancia en la División de Educación Continua?

SI

NO

Si indica que "NO" diga porqué:

2. Medio a través del cual se enteró del curso:

Periódico <i>Excelsior</i>	
Periódico <i>La Jornada</i>	
Folleto anual	
Folleto del curso	
Gaceta UNAM	
Revistas técnicas	
Otro medio (Indique cuál)	

3. ¿Qué cambios sugeriría al curso para mejorarlo?

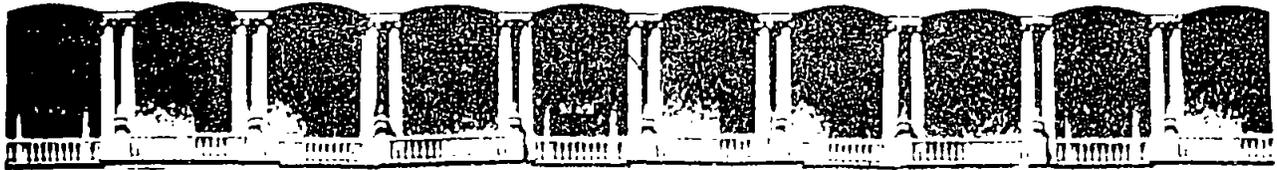
4. ¿Recomendaría el curso a otra(s) persona(s) ?

SI

NO

5. ¿Qué cursos sugiere que imparta la División de Educación Continua?

6. Otras sugerencias:



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO EN INGENIERIA DE PRODUCCION

MODULO IV: DISEÑO DE SISTEMAS DE PRODUCCION

TEMA : MEJORA CONTINUA

**EXPOSITOR: ING. SILVINA HERNANDEZ GARCIA
1996**

MEJORA CONTINUA.

El principio del cual parte la mejora continua es el reconocimiento de que no solamente resolviendo problemas, eliminando defectos o reduciendo desperdicios nos volveremos más competitivos en esta nueva era económica. Las nuevas estrategias de productividad señalan ir más allá de los problemas, los defectos y los desperdicios para buscar las oportunidades de sobresalir continuamente al estado actual.

Mejora continua significa mejoramiento progresivo global pues involucra a todos, incluyendo la forma de vida. Su mensaje es que no debe pasar un día sin que se realice una clase de mejoramiento.

La aplicación de la mejora continua no señala estándares fijos sino estándares que de forma progresiva aumenten sus nivel puesto que el mejoramiento progresivo solo se logra cuando la gente trabaja para estándares mas y mas altos. En su aplicación se tiene en cuenta que los estándares no son establecidos a voluntad de mandos intermedios o altos mandos, los estándares deben estar establecidos a voluntad del trabajador. Un trabajador a quien se a fomentado una cultura de desarrollo deberá participar en el establecimiento de estándares con el fin de que estos sean congruentes con las capacidades y signifiquen un reto al trabajador, quien formando parte de este proceso, asume un compromiso con cual se sentirá continuamente motivado.

La mejora continua no significa, a contraparte de las estrategias occidentales, un cambio repentino, brusco y dramático. Esto refiere la bondad del proceso ya que no requiere de una técnica sofisticada o tecnología avanzada. Para implementar la mejora continua solo se necesitan técnicas sencillas y convencionales como las herramientas de control de calidad. El único requerimiento riguroso y difícil de conseguir en las organizaciones, es creer en las personas que la conforman, la suficiente motivación hacia el cambio para mejorar en todos los aspectos.

Es importante señalar que no son los niveles operativos ni los niveles de supervisión en quienes se encuentra únicamente el rechazo y el miedo al cambio. En muchas empresas el principal factor de rechazo se encuentra en la alta administración y tiene como fundamento el que los empresarios buscan únicamente los beneficios para ellos, no teniendo conciencia que la mejora continua implica al factor humano ante todo. Empleados que no sientan beneficios en su persona de las mejoras implementadas rara vez se sentirán estimulados para aportar su esfuerzo en mejorar. Los trabajadores de todos los niveles agregan valor no por el simple hecho de estar al cuidado de una máquina o llevando a cabo rutinas, sino descubriendo continuamente oportunidades de mejora del producto y del proceso.

La relación operativa de la mejora continua en la organización genérica establece las siguientes funciones.

- Alta administración: De aquí debe surgir la decisión de la mejora continua como estrategia. Para que la estrategia funcione los primeros en comprometerse con la filosofía de mejora continua deben ser los elementos que conforman la alta administración; debe ser en esta área donde surja el apoyo y la autorización de recursos destinados a la mejora continua, se dictan las políticas que han de regir en la estrategia de mejora continua, dictan las metas y construyen los sistemas que han de regir a la mejora continua.

- Administración media y Staff: El despliegue y la ejecución de las metas es su principal compromiso, son ellos quienes establecen los estándares dinámicos y diseñan su evolución, se encargan de concientizar a todos respecto a la filosofía de mejora continua, ayudan a desarrollar habilidades y herramientas para la solución de problemas.

Supervisores: Llevan a cabo la mejora continua en roles funcionales, formulan los planes para la mejora continua y orientan a los trabajadores respecto a dichos planes; siendo las cabezas inmediatas los trabajadores que tienen la responsabilidad de enlazar de manera eficaz la comunicación entre los trabajadores y los administrativos; deben ser personas capaces de mantener alta la moral y no solo comunicar los logros a los trabajadores sino hacerles partícipes de dichos logros, ellos establecen el sistema de sugerencias y deben ser los que mas aporten a el. La disciplina, riguroso factor de éxito para la mejora continua, se establece por disposición de ellos.

Las ventajas de la mejora continua son entre otras:

Trabajan bien en economías de crecimiento lento y continuo.

Mejor adaptadas para economías de crecimiento rápido y discontinuo.

Dentro de un programa de mejora continua existen cuatro orientaciones funcionales dependiendo de la complejidad y el nivel del proceso.

1.- Mejora continua orientada a la administración. Pilar vital, se concentra en puntos logísticos y estratégicos de máxima importancia y proporciona el impulso para mantener el progreso y la moral, la administración japonesa por lo general cree que un gerente debe dedicar cuando menos el 50% de su tiempo al mejoramiento.

2.- Mejora continua en instalaciones. El personal de fábrica toma por concebido que incluso la maquinaria mejor diseñada necesita ser reformada y mejorada en la práctica; como resultado, la generalidad de las fábricas tienen capacidad interna para reparar y construir su maquinaria.

3.- Mejora continua orientada al grupo. La mejora continua considera un enfoque de sistemas, no se puede realizar aislando a los individuos, sino considerándolos como parte funcional de un todo; de aquí la promoción para la realización de grupos de mejora continua y círculos de control de calidad en los que se elabora el círculo Demming en el que se desarrolla un plan de mejora, se lleva a cabo el plan, se estudia los resultados y se actúa sobre los resultados. Todo ello en forma grupal.

4.- Mejora continua orientada al individuo. Su manifestación es en base al sistema de sugerencias, el buen funcionamiento de este garantiza la participación de forma individual del talento de los empleados; mejora continua es un enfoque humanista, porque espera que todos, verdaderamente todos participen en ella. Está basada en la creencia de que todo ser humano puede contribuir a mejorar su lugar de trabajo donde pasa la tercera parte de su vida.

METODOLOGIA

Ciclo de mejora continua:

I. PLAN

Desarrolle un plan para mejorar

Paso 1: Identifique la oportunidad de mejora.

Paso 2: Documente el proceso presente.

Paso 3: Cree una visión del proceso mejorado.

Paso 4: Defina los límites (scope) del esfuerzo de mejora.

II. HACER

Lleve a cabo el plan

Paso 5: Con clientes, y durante algún tiempo, haga a una pequeña escala piloto de los cambios propuestos.

III. VERIFICAR

Estudie los resultados

Paso 6: Observe lo aprendido acerca de la mejora del proceso.

IV. ACTUAR

Ajuste el proceso basado en sus nuevos conocimientos

Paso 7: Haga operativa la nueva mezcla de recursos.

Paso 8: Repita los pasos (ciclo) en la primera oportunidad.

Etapa de planear, paso 1:

Identifique la oportunidad de mejora

Este proceso se logra comparando la "voz del cliente" con "la voz del proceso". Muchas veces estas dos voces no están parejas. Esta es una oportunidad de mejora a la que llaman laguna (gap). También es conocida como la capacidad del proceso.

Tanto la voz del cliente, como la voz del proceso cambian o varían con el tiempo. La estabilidad estadística de cada voz también es crítica para la decisión que se adopte con miras a reducir la laguna. De vital importancia es igualmente el proceso mediante el cual se mide y se estima cada voz. El doctor Demming nos recuerda que al aplicar un procedimiento se obtiene un estimado. Si usted aplica otro procedimiento, obtendrá un estimado diferente. De hecho, si aplica el mismo procedimiento dos veces, obtendrá dos estimados diferentes.

La oportunidad de mejorar respecto al tiempo es una de las tres características que todo gerente de proceso debiera alcanzar, las otras características son calidad y costo. La gerencia puede interpretar la voz del cliente como el deseo de que el tiempo de desarrollo de un nuevo vehículo automotor, desde el concepto inicial hasta su comercialización, debiera ser de 48 meses.

La voz del proceso, que es la distribución del tiempo real para entregar un determinado número de vehículos nuevos, nos dice que, normalmente, el tiempo de entrega es de alrededor de 70 meses, siendo de 66 meses el tiempo menor, y de 74 meses el mayor. La oportunidad de mejora estriba en reducir el promedio del proceso a 48 meses, y también en reducir su variabilidad.

Etapa de planear, paso 2:

Documente el proceso presente.

El propósito de este paso es empezar a ver la red interdependiente de clientes y proveedores mediante un diagrama de flujo del proceso o un mapa de proceso.

Durante el primer recorrido por los diferentes pasos, se debe visualizar el proceso. Pero el verdadero valor radica en la aportación de la perspectiva por parte de los demás miembros del equipo. Existen muchas formas de elaborar diagramas de flujo. Sea cual fuere la que usted elija, los elementos esenciales

que debe incluir son las representación gráfica de las interfaces cliente-proveedor y los vínculos pertinentes del personal, material, métodos, equipo y medio ambiente.

Etapas de planear, paso 3:

Cree una visión del proceso mejorado.

Es semejante al segundo paso. Una vez descrito el proceso actual, y de acuerdo con nuestra percepción del mismo, debe crearse una visión del proceso mejorado. En otras palabras "visualizar", "imaginar" o "buscar las posibilidades" de como podría verse si las restricciones fueran mínimas.

Los pasos 2 y 3 pueden alterarse, pero lo primero que se debe realizar es una descripción del proceso existente, especialmente cuando se trata de procesos complejos, es más fácil detectar algunas de las fallas e ineficiencias existentes que probablemente habría incorporado en la visión ya que se ignoraba su existencia.

Visualizar no es una tarea fácil debido a lo que el Doctor William Ouchi llama aprendizaje supersticioso. Hacemos muchas cosas sin preguntar porque no las han enseñado tan cuidadosamente, como en el caso de la pequeñita y su receta del pan tostado. El proceso para desarrollar una "visión" ayuda en gran manera si nos damos el tiempo necesario para definir operativamente que es lo que creemos que el cliente realmente quiere o necesita, y si nos concentramos en aquellos pasos que agregan valor.

Etapas de planear, paso 4:

Defina el campo de acción del esfuerzo de mejora.

No debe pasarse a esta etapa sin antes haber pasado por las tres anteriores y cuando uno se encuentre preparado para definir su plan de mejora.

El plan es una declaración de intención, es una predicción de una mezcla futura de personal, método, material, equipo y medio ambiente. Si se combinan de cierta manera la laguna disminuirá o desaparecerá. El plan debe preguntar, ¿Quién?, ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Cuánto?, y ¿Porque?.

El plan debe contemplar la participación de equipo de clientes y proveedores, así como de individuos aislados, expertos en la materia. Cuando se trata de mejoras drásticas, el plan incorpora expertos en materias que aparentemente no tiene relación con el tema. Deben definirse los roles y las responsabilidades individuales de todo el personal, así como aquello que deberá aplazarse o reprogramarse para dedicar el tiempo necesario a trabajar en el esfuerzo de mejoras. También deben definirse las fronteras o límites del proceso y las características clave relevantes.

La pregunta favorita del doctor Demming es "¿Cuál será el método mediante el que va a mejorar?". El plan debe equilibrarse para impedir deterioros a corto plazo y mejoras a largo plazo. Usted debe procurar que los aspectos negativos se eliminen mientras que se resaltan los positivos. Deben trasladar el aprendizaje de ciclos previos y anticipar el punto focal de ciclos futuros. Debe balancear todo lo antes dicho en tres niveles: físico, lógico y emocional.

Y puesto que cada persona aprende de manera diferente el plan puede adoptar formas diversas. La forma gráfica representa una planeación optimada del espacio y del tiempo, así como las demás características antes mencionadas. Una representación gráfica de tal naturaleza es una matriz de objetivos compartidos con acciones entrelazadas.

Etapas de hacer, paso 5:

Realice con los clientes durante un tiempo y a pequeña escala, pruebas piloto de los cambios propuestos.

Pensar un poco con cierto criterio estadístico puede ayudar al avance del conocimiento: en lugar de considerar un factor a la vez, que pudiera resultar en un costoso refuerzo de paradigmas, realizar un experimento más eficiente y útil. El diseño de experimentos tiene mejor aplicación cuando se varían diversos factores a la vez. Existen muchos diseños disponibles: factoriales completos o fraccionados, diseño de selección tales como Taguchi o Plackett y Burman, y los experimentos acelerados para pruebas de contabilidad.

Es muy importante saber que, pese a lo que quieran venderle los consultores, no existe ningún diseño único o de aplicación universal. El diseño que usted elija deberá permitirle descubrir interacciones entre los insumos y las salidas o productos, lo cual es obligatorio si desea ir más allá de las soluciones que puedan ofrecerle los mejores expertos.

No hay que pensar que los experimentos sólo son aplicables a cosas tangibles (hardware) o equipos; experimente con un cambio organizacional o tal vez con un cambio de método, o cambiar el medio ambiente o el personal. ¿Hubo interacciones que no fueran previstas en su plan? Pueden ser positivas o negativas. Si lo que quiere es hacer mejoras de orden de magnitud, debe estar especialmente atento a las mezclas positivas, sinérgicas, de los recursos en los que todo es mayor que la suma de las partes. Del mismo modo con las negativas mezcladas antagónicas, en las que todo es menor que la suma de las partes.

Si las circunstancias lo permiten, resulta importante experimentar a pequeña escala. Tal vez un número reducido de experimentos pequeños para que en ningún momento la empresa se exponga a un riesgo excesivo. Para verificar o mejorar los alcances (voz del cliente) es igualmente importante involucrarlo o exponerlo al experimento.

Etapa de estudio, paso 6:

Observe lo aprendido acerca de la mejora del proceso.

El experimento se realizó para ver si los cambios que habíamos planeado en el proceso darían por resultado una laguna menor. En otras palabras, teníamos la expectativa de verificar que la capacidad del proceso había mejorado. En ocasiones no hay mejora aparente; en otras, la laguna crece, y en otras más, se reduce. Sin embargo, debemos aprender del resultado, sin importar cual ha sido. La brecha puede mejorar debido a que se movieron a voz del cliente, o la voz del proceso o ambas. El conocimiento dependerá de las particularidades del movimiento, no del cambio en sí.

Un requisito necesario es el previo control estadístico para mejoras posteriores, porque si los resultados no son predecibles, no podrán proyectarse racionalmente las salidas o los resultados derivados de cualquier cambio que hagamos en el proceso.

Etapa de "actuar", paso 7:

Ponga en operación la nueva mezcla de recursos mediante objetivos compartidos y acciones entrelazadas.

Puede resumirse en las preguntas: ¿Quién?, ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Por qué?, ¿Cómo?, ¿Cuánto?

Usando los objetivos compartidos y la matriz de acciones entrelazadas que desarrollamos en el paso 4, el primer trabajo del equipo de mejoramiento es actualizarlo, reflejando así lo aprendido en la prueba piloto, y desplegarlo entre los diferentes niveles de gerentes de procesos que se haya determinado como esenciales para poner en acción las mejoras.

Etapa de actuar, paso 8:

Repita los pasos (ciclo) en la primera oportunidad.

Al mismo tiempo que está haciéndose permanente la mejora piloteada en el paso 7, debe determinarse de dónde provendrá la siguiente iteración o mejora requerida. Para hacerlo, deben verse las lagunas restantes en éste y en otros procesos. ¿Hay alguna(s) cuyas pérdidas sean tan grandes que nos impulsen a empezar ahí el siguiente ciclo? Pudiera ser que el mismo proceso se necesiten mejoras ulteriores que aporten mayores beneficios.

El método de mejoramiento de 8 pasos que he esbozado en este capítulo es una mezcla sinérgica de ciencia y filosofía. La ciencia o las raíces estadísticas pueden ser más obvias que la filosofía o la psicología.

I. PLAN

Desarrolle un plan para mejorar

- Paso 1:** Identifique la oportunidad de mejora.
- Paso 2:** Documente el proceso presente.
- Paso 3:** Cree una visión del proceso mejorado.
- Paso 4:** Defina los límites (scope) del esfuerzo de mejora.

II. HACER

Lleve a cabo el plan

- Paso 5:** Con clientes, y durante algún tiempo, haga a una pequeña escala piloto de los cambios propuestos.

III. VERIFICAR

Estudie los resultados

- Paso 6:** Observe lo aprendido acerca de la mejora del proceso.

IV. ACTUAR

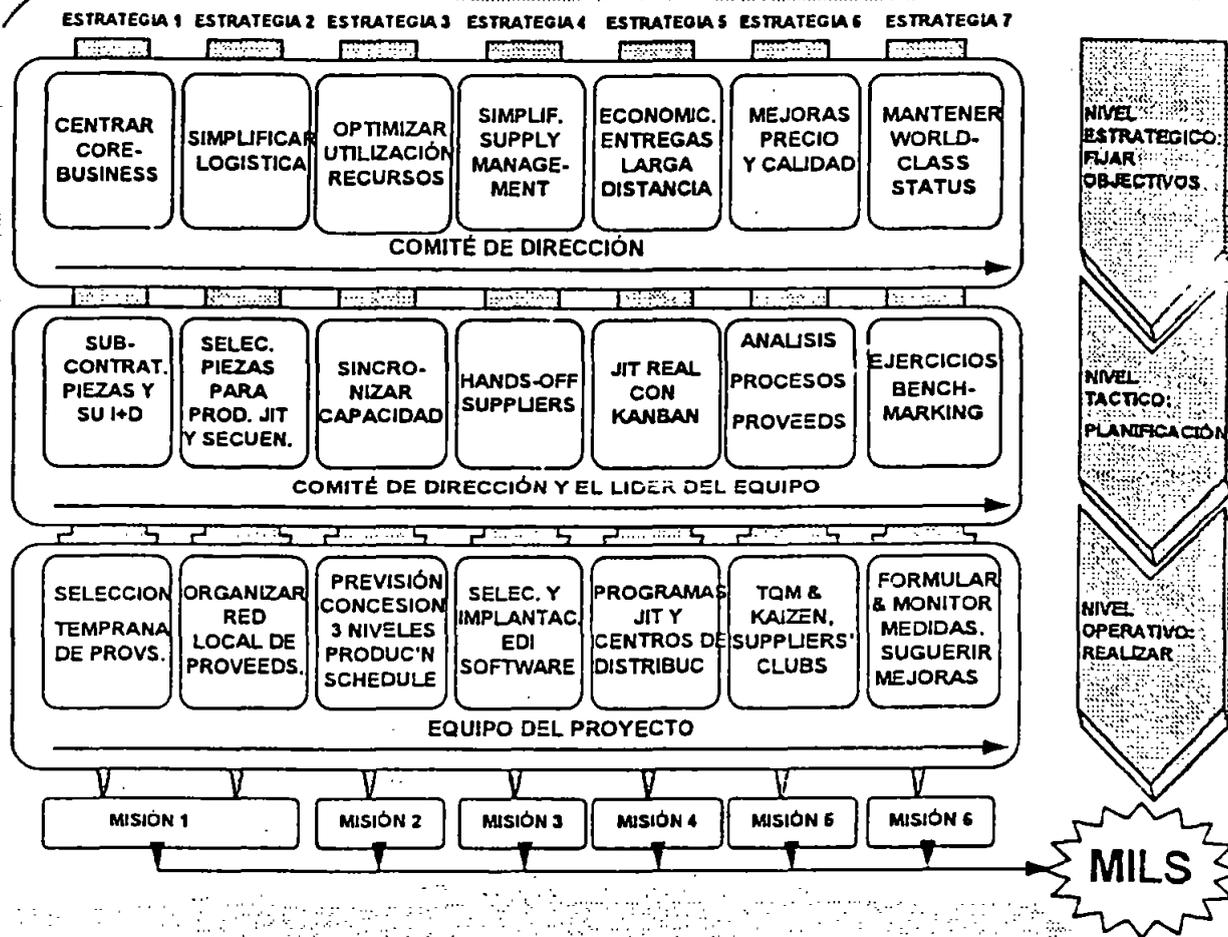
Ajuste el proceso basado en sus nuevos conocimientos

- Paso 7:** Haga operativa la nueva mezcla de recursos.
- Paso 8:** Repita los pasos (ciclo) en la primera oportunidad.

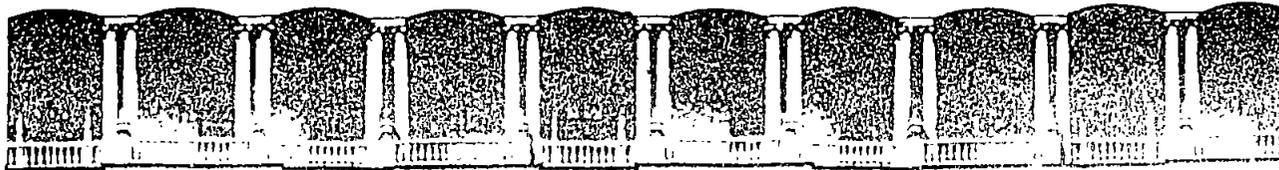
El sistema de planificación y diseño del sistema productivo

Inputs	Planificación y diseño del proceso		Outputs
<p>1 Información sobre bienes y servicios</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demanda - Precios/Volúmenes - Tendencias - Entorno competitivo - Deseos y necesidades de los clientes - Características deseadas para los productos <p>2 Información sobre el sistema productivo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad de recursos - Economías de producción - Tecnologías conocidas - Tecnologías que se pueden adquirir, - Fortalezas - Debilidades <p>3 Estrategia de operaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estrategias de posicionamiento - Armas competitivas necesarias - Asignación de recursos - Enfoque de las plantas 	<p>1 Selección del tipo de proceso</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coordinado con las estrategias <p>2 Estudios de integración vertical</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de los proveedores - Decisiones de adquisición - Decisiones de fabricar o comprar <p>3 Estudios de productos/procesos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pasos tecnológicos principales y secundarios - Simplificación de productos - Estandarización de productos 	<p>4 Estudios sobre equipos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nivel de automatización - Conexiones entre máquinas - Selección de equipos - Selección de herramientas <p>5 Estudios sobre procedimientos productivos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Secuencia de fabricación - Especificaciones de materiales - Necesidad de personal <p>6 Estudios sobre instalaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño de construcciones - Distribución de planta 	<p>1 Procesos tecnológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño de procesos - Vínculos entre procesos <p>2 Instalaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño del edificio - Distribución en planta - Selección de equipo <p>3 Estimaciones sobre necesidades de personal</p> <ul style="list-style-type: none"> - Necesidades de destreza - Tamaño de la plantilla - Necesidades de formación y readiestramiento - Necesidades de supervisión

El Método de Implantación de 'lean supply'
(Fuente: Elaboración propia)



Diseño y Gestión de Sistemas de Producción



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO EN INGENIERIA DE PRODUCCION

MODULO IV

DISEÑO DE SISTEMAS DE PRODUCCION

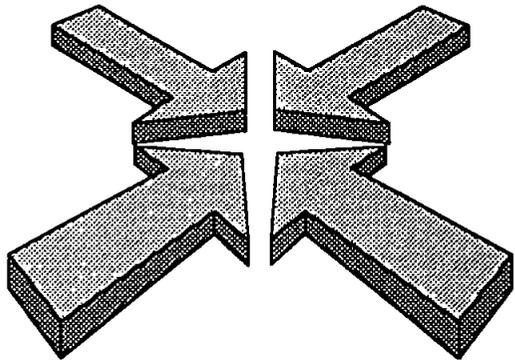
LOCALIZACION DE PLANTAS INDUSTRIALES

1996

LOCALIZACIÓN DE PLANTAS INDUSTRIALES.

La localización correcta de una planta es tan importante para el éxito como la selección de un buen proceso. Deben de estudiarse cuidadosamente no solo los factores tangibles como la disponibilidad de mano de obra, fuentes de materia prima, sino también un gran número de factores intangibles que van a ser los más difíciles de detectar y sobre todo de evaluar.

La selección del lugar donde ubicar una planta debe basarse en un estudio muy detallado, en el que se deben considerar todos los factores como sean posibles.



Antes de proceder a un estudio de localización de una planta, debe tenerse un conocimiento completo de la organización, del historial del producto, de los datos, de los costos, si es que la fábrica ya existe y de las técnicas de mercado que existen en la compañía. Así como una familia debe conocer sus propias necesidades cuando compra una nueva casa, una compañía debe también conocerse a sí misma antes de decidir sobre el futuro sitio en que va a construirse una nueva planta, pero en ocasiones no es tan fácil obtener toda la información y conocer todos los factores que van a intervenir ya que existe un rápido desarrollo de la industria de procesos. En México muchas empresas, industrias y fábricas han crecido de pequeños negocios familiares a grandes empresas corporativas en el transcurso de pocos años.

Al idear un procedimiento adecuado para estudiar la localización de una planta debe tomarse una decisión en dos extremos. El primero consiste en hacer un estudio estadístico completo para el cual se requerirá una década, y el otro, consiste en un estudio corto basado principalmente en las ideas preconcebidas. Hacer un estudio completo de los miles de lugares posibles para construir la planta es, por supuesto, imposible. Deben, buscarse medios para disminuir el número de posibilidades.

Los sistemas de producción están visiblemente influenciados por la ubicación de la planta en dos amplias áreas: la ubicación de la planta tiene una influencia directa sobre los costos de las operaciones de producción y sobre la efectividad de la mercadotecnia; y una vez que se ha decidido sobre la ubicación de la planta, por lo general la empresa permanecerá en el sitio elegido durante varios años o toda su vida. Por tanto los errores que se cometan al tomar la decisión en la ubicación de la planta suele conducir a problemas a largo plazo, que son muy difíciles de solucionar.

Es conveniente diferenciar entre los problemas de ubicación y de emplazamiento: la ubicación es el área general, y el emplazamiento es el lugar escogido dentro de la ubicación. por tanto, la decisión de elegir el emplazamiento se efectúa en dos etapas: en la primera se escoge el área general, y luego se hace un estudio detallado de esa área para determinar el sitio final.

Si se ha tomado la decisión de construir una nueva planta, entonces se hace necesario el análisis mencionado, que debe iniciarse con la acumulación de datos referentes a los requisitos para la ubicación de la planta: ¿Esta integrada con otras compañías?, ¿Cuáles serán los mercados que atenderá esta empresa?, ¿Donde se encuentran las fuentes de materias

primas utilizadas por la empresa?, ¿Qué tipo de mano de obra se requiere?, ¿Qué tipo de transporte se necesita?, ¿cuánto terreno se necesita para la construcción de la planta, y para su exposición futura?, ¿Qué tipo de energía se requiere para el proceso de producción?, ¿Se requieren condiciones climatológicas especiales? Por lo que se da a continuación una descripción de los factores importantes que hay que considerar en el estudio de terrenos y sitios para la localización de plantas.

1. Integración con otras compañías del grupo.

Si la nueva planta es una de las que opera con el grupo de compañías, deberá de estar ubicada de tal manera que su trabajo se pueda integrar al de las otras plantas asociadas. Por ello necesita considerar a todo el grupo como una entidad, y no como unidades independientes.

2. Materias primas.

La elección de la fuente de materias primas, aunque no esté en el sitio de la planta, es un factor extremadamente importante para su ubicación final. El trabajo del desarrollo de su proceso y los estudios económicos indicarán las normas mínimas para la elección de materias primas.

El mayor impacto de la materia prima sobre las decisiones de ubicación de la planta se presenta en las industrias extractivas. Estas industrias dependen de materiales que provienen del mar, de granjas, de las bosques y de las minas, los demás factores de ubicación pasan a ser secundarios a la ubicación de la materia prima.

Puesto que los costos relativos para el suministro de materias primas varían de una industria a otra, no puede darse una fórmula simplificada. Generalmente, a igualdad de las demás condiciones, una industria tiende a ubicarse en el lugar que le implique el menor recargo por costo de transporte.

Se debe determinar la potencialidad de cada fuente de materia prima a la luz de las necesidades actuales y de las estimadas para el futuro. Se debe hacer un intento para estimar la duración de la fuente de materia prima en función de las necesidades futuras.

Al estudiar los costos de transporte de las materias primas se sugiere la recopilación de las siguientes datos:

- Ubicación de la fuente de cada material.
- Disponibilidad.
- Precio.
- Condiciones de venta.
- Tarifas de transporte al lugar.

El concepto de materia prima incluye productos que han sido comprados parcialmente manufacturados o como componentes completos. Por lo tanto la ubicación de materias primas se extiende por todos los materiales y suministros para manufacturar el producto terminado.

3. Ubicación de mercados.

En la determinación del área que ofrezca las mayores ventajas comerciales, debe ser analizado el nivel de las tarifas de los competidores con el fin de determinar un mercado natural,

Deben ser establecidas nuevas facilidades, en aquellos puestos donde una ventaja en la tarifa puede asegurar el control de un mercado importante y donde pueden ser alcanzados competitivamente por mercados adyacentes.

El ubicar las plantas cerca de los mercados para sus productos y servicios es de capital importancia en la decisión sobre la ubicación de la planta. Si los costos de transporte asociados con el movimiento del producto de la planta a los mercados es un gran porcentaje del costo total del producto, entonces puede ser conveniente construir la planta cerca de los mercados.

Las tarifas de transporte no se determinan por medio de fórmulas matemáticas, pero están preparadas para reflejar las necesidades de ingresos de los transportistas y la relación competitiva entre productos, productores y regiones.

4. Mano de obra.

En el costo de cualquier artículo manufacturado, el de la mano de obra representa un alto porcentaje y es de uno de los principales insumos en los sistemas de producción. Cuando una empresa considera una nueva ubicación, necesita contestar a varias preguntas relacionadas con la mano de obra ¿De cuántos trabajadores potenciales se dispone?, ¿Cuáles son niveles de destreza y preparación?, ¿Que tan productiva es la fuerza de trabajo?, ¿Cómo son las relaciones entre las empresas y los trabajadores y el grado de sindicalismo?, ¿Cuál es el patrón de ausentismo y de rotación en la zona?, ¿Cuál es el costo de la vida respecto al costo de mano de obra?

El número de empleados disponibles por lo general no es un indicador adecuado de la fuerza de trabajo en sí. En ocasiones la empresa requiere de fuerza de trabajo con destreza o preparación particular. El grado de sindicalismo y las actitudes empresa-trabajadores que prevalezcan en la zona influyen en algunas firmas. Algunas compañías intentan cambiar sus empresas a zonas en las que pueden operar a base de no sindicalismo, sin embargo otras buscan zonas que cuenten con legislaciones sobre el derecho laboral. Otras buscan zonas en donde existan actitudes empresariales que sean sólidas y positivas. Sin embargo las actitudes empresa-trabajadores son difíciles de determinar a largo plazo, lo que podrían parecer como actitudes favorables en el presente pueden deteriorarse en el futuro y viceversa.

La destreza, las relaciones laborales y el bienestar general de la fuerza laboral afectan materialmente su producción y su eficiencia por lo que cada región que se estudie para la localización de una planta, debe investigarse para determinar la disponibilidad y la destreza del mercado laboral.

Otro factor laboral a estudiar es el nivel de sueldos y salarios y las prestaciones adicionales que existan en cierta comunidad. El sólo costo de la mano de obra no es un indicador adecuado del poder de atracción de una zona dada, por lo que es de vital importancia investigar otro aspecto, que es el relativo a los índices de rotación y ausentismo prevalecientes.

Lo que no hay que perder de vista al evaluar ese factor es que una fuerza laboral estable es valiosa para el éxito en las operaciones de una planta.

Los gastos normales de la comunidad influyen de modo importante sobre el sueldo. Uno de los secretos de la satisfacción obrera es la relación entre el contenido de su sobrepega y el dinero que emplea para alimentar, vestir y albergar a su familia.

5. Disponibilidad de transporte.

Las redes de transporte constituyen un interesante punto focal para el estudio de los tipos de instalación de transporte y de impacto sobre las decisiones para la ubicación de una planta.

Casi todas las principales ciudades industriales deberían de estar sobre vías acuáticas ya que representa un importante factor de ubicación para las compañías dedicadas a la exportación e importación de productos.

El desarrollo de las vías férreas permiten la expansión de las actividades industriales. Los camiones y los ferrocarriles han proporcionado flexibilidad y rapidez, ya que son medios de transporte comparables.

Los camiones tienen la ventaja sobre los ferrocarriles en términos de flexibilidad. En términos de tránsito urbano, los camiones pueden desplazarse con rapidez y flexibilidad sobre muchas rectas alternas y las horas de llegada y salida pueden variar. Aunque el transporte en camiones ha aumentado en los últimos años puede asegurarse que pocas plantas de proceso podrían existir sin tener acceso cuando menos a un ferrocarril.

Debido al incremento de tráfico aéreo y a la actividad de la industria, en la actualidad es ventajoso estar convenientemente situado cerca de un aeropuerto, sino existe una razón especial, si lo es para comodidad del personal de la compañía que efectúa viajes de negocios. Pocas plantas industriales requerirán de continuos embarques aéreos, pero no es raro recurrir a un embarque aéreo de emergencia para el envío de refacciones para el equipo de la planta.

El express aéreo y ferroviario, así como el servicio postal son necesarios para ciertas fases para la operación de cualquier planta industrial. La disponibilidad y la calidad de tales servicios en una comunidad dada deben de comprobarse por completo.

Otro interesante método de transporte son los ductos que se usan mucho para el transporte de gas natural y petróleo, por lo que en cualquier discusión de transporte para plantas de procesos industriales no se deben pasar por alto.

6. Disponibilidad de infraestructura.

Hay cinco servicios públicos principales que necesitan considerarse:

- Agua.

Fundamentalmente el agua se obtiene de tres fuentes: superficie (agua de ríos, lagos, etc.), subsuelo (manantiales, pozos, etc.), lluvia.

Cuando los suministros proceden de agua representada (lagos, ríos, etc.) ésta es generalmente clara, dulce y alta en oxígeno, puesto que las impurezas tienden a depositarse durante el almacenamiento y muestran mayor regularidad a la composición. Aunque en

algunas temporadas del año los microorganismos y la vegetación pueden añadirle gusto y color, que en ocasiones es perjudicial para algunos procesos de fabricación.

La dispersión de la industria a zonas semirurales más allá de las tuberías principales de la ciudad, ha despertado vivo interés por el estudio de suministros de aguas subterráneas. La geología de una zona dictará la calidad, la cantidad y localización de fuentes subterráneas. Las precipitaciones atmosféricas son la fuente principal de abastecimiento de aguas subterráneas. La lluvia y la nieve se filtran a través de partículas de terreno, todas las grietas y poros conducen el agua que puede depositarse desde unos cuantos centímetros de la superficie o hasta cientos de metros bajo la misma.

Las industrias de procesos están clasificadas como las mayores consumidoras de agua. Ninguna planta de procesos podría operar sin agua para el enfriamiento y/o de agua pura y potable para usarla directamente como materia prima en ciertas fases de un proceso. Ciertas industrias requieren grandes cantidades de agua, que tengan ciertas características químicas, bacteriológicas y térmicas.

El abastecimiento de agua en una zona, por lo tanto, debe estudiarse, antes de que ésta zona pueda siquiera considerarse como un posible sitio. El abasto de agua nunca debe darse por concedido, aún cuando la región cuente en un momento con agua, ya que a la larga, ciertas áreas pueden convertirse en un problema, puesto que el crecimiento demográfico y el desarrollo industrial requerirán más agua de la que se pueda disponer localmente.

- **Energía (electricidad).**

El costo de la energía como porcentaje del costo total de entrega al consumidor en muchas industrias no es importante. Por consiguiente el industrial no traslada o ubica la planta ni establece una sucursal únicamente a causa de una reducción en el costo de la energía. Sin embargo dichos costos constituyen un gasto elevado y constante para muchas industrias, por lo que deberán ver comparados cuidadosamente junto con la suficiencia, regularidad y tipo de suministro disponible en la zona considerada.

Gran parte de las compañías que analizan la ubicación de una planta están dispuestas a comprar, más que a producir su propia energía.

Si una planta trabaja las 24 horas del día y tiene una cantidad considerable de vapor de escape, puede ser usado en el proceso o puede ser aconsejable para la producción de calefacción propias con referencia a la adquisición de la energía. Aun siendo así se debe ser cuidadoso en el capital desembolsado para el costo de averías y reparaciones y el costo del servicio de cambios, todos los cuales deben ser repartidos entre el total de kilovatios-hora facturados mensual o anualmente.

Algunos de los factores que se deben considerar cuando se estudia el factor de energía en un área determinada pueden ser los siguientes:

- Tipo de servicio (hidráulico, térmico, otros).
- Regularidad en los servicios (historia de cortes).
- Suficiencia del suministro (restricciones en temporada).
- Clave (fase, periodo, voltaje).
- Tarifas.

-Regulación del combustible.

-Concesiones de alumbrado.

-Descuentos y multas.

- Combustible (gas).

La importancia del combustible junto con el costo de las materias primas y tarifas de transporte los mercados por los que ha ejercido influencia en la ubicación de un sector importante de este tipo de industria.

Para la operación de una planta deben de analizares cuidadosamente el costo de todos los combustibles en la zona. Las líneas de tuberías de gas natural en general ponen en disponibilidad gas barato en alguna parte del país. Las industrias situadas lejos de los abastecimiento de gas natural serán las primeras en tener problemas si ocurre una interrupción en el servicio de las tuberías. Cuando se utilizan suministros susceptibles de interrupción el costo de la reserva o las facilidades de almacenaje deben ser consideradas como parte del costo del combustible. La fuente del suministro debe ser cuidadosamente examinada ya que se un peligro depender de un solo yacimiento, sin conexión con otros.

- Otros servicios públicos (recolección de basura, drenaje, etc.)

Siempre deberán evaluarse los servicios públicos, los que por lo general se consideran son electricidad, gas natural, agua y sistemas de drenaje. El drenaje afectará la decisión de la ubicación de una planta. Si el drenaje es malo, el agua superficial puede acumularse alrededor de las plantas durante la temporada de lluvias y causar problemas al terreno y con esto a la empresa o a la materia prima directamente. En pocos casos los servicios públicos han sido un factor determinante en las decisiones sobre la ubicación de una planta, sin embargo son de importancia fundamental.

7. Eliminación de desperdicios.

La eliminación de los desperdicios y la disminución del ruido pueden ser operaciones rutinarias de la producción o un problema tremendo; el ingeniero estudiará estos factores importantes tanto en las áreas poco pobladas, como en las ciudades muy populosas. En pocos actos se exhibe tanto la falta de principios o de criterio, como el descargar los desechos a la atmósfera o en corrientes cercanas, además de que en ocasiones no es económico.

Le conviene por tanto al ingeniero estudiar la eliminación de desechos y problemas de ruido y considerar los métodos y costos de un programa de control efectivo. Además de que muchos problemas podrán evitarse si se elige correctamente el sitio para la planta.

8. Clima.

Existen dos claras necesidades de las compañías en términos de clima. Lo primero es que el clima debe ser lo bastante benigno para que los trabajadores permanezcan en determinada región, es un hecho que el clima ejerce gran influencia sobre la eficiencia del ser humano y su comportamiento, el deseo de trabajar y la capacidad de producción viene influida por el clima.

Los fabricantes interesados en conseguir condiciones ideales de trabajo deberían buscar un clima con cambios de tiempo frecuente pero moderados y cambios de estación

progresivos. Los períodos de lluvias continuas o sol constante, hacen que el clima resulte monótono y pueden reducir la iniciativa y la habilidad.

Segunda, algunas industrias requieren clima de cierto tipo ya que las condiciones climatológicas (humedad, temperatura), afectan adversamente la manufactura. Con el desarrollo de los dispositivos para controlar la temperatura, polvo, humo y humedad, ahora es posible crear el clima deseado dentro de la planta, casi en cualquier lugar del país. Los costos para calentar o acondicionar el aire se pueden estimar cuando los datos climatológicos de los años anteriores y las experiencias de las plantas construidas.

Debe considerarse la geología del área, es decir, si el subsuelo podrá soportar las cargas a que será sometido. Deben reunirse datos climatológicos correspondientes a cierto número de años para cada comunidad de estudio. Se pondrá atención muy particular a las condiciones climatológicas severas como huracanes, temblores o inundaciones. Estas catástrofes, que deben considerarse como probables, incrementan el costo de la construcción. Las técnicas modernas de construcción permiten superar cualquier desventaja del terreno y clima, pero el costo puede ser elevado y una buena localización podría evitar un costo inicial inflado.

9. Factores de la comunidad.

Las instalaciones de la comunidad deben ser investigadas cuando se van a tomar decisiones sobre la ubicación de una planta, ya que el bienestar de los empleados que van a ser cambiados a la comunidad es un factor de suma importancia en el éxito de la operación de un sistema de producción. Los factores de la comunidad es uno de los aspectos más importantes en la localización de una planta y a menudo se pasa por alto o se juega muy a la ligera. Es muy difícil obtener información objetiva sobre una comunidad debido a que las fuentes de información como las comisiones industriales o cámaras tienden a presentar opiniones algo parciales debido al afecto natural hacia su propia ciudad.

El estudio de una comunidad debe empezar con un vistazo a su desarrollo histórico. Con éste estudio puede conocerse entre otras cosas, el carácter de la ciudad, incluyendo su actitud general hacia el desarrollo industrial.

Deben revisarse cuidadosamente los factores que las comunidades elegidas ofrecen. Se requieren lugares de esparcimiento para una vida satisfactoria, si estos no existen, a menudo se convierte en una carga para la planta el subsidiarlos. Las comunidades extremadamente pequeñas no ofrecen oportunidades para la diversión que la gente joven necesita y, a menudo, se crea cierto descontento. Cuando las plantas están situadas cerca de alguna ciudad se evitan estos problemas, mientras que las plantas ubicadas en lugares remotos los han superado estableciendo departamentos de diversión y clubes.

Los bancos deben ser dignos de confianza, contar con un personal competente y tener la capacidad suficiente para mejorar las cuentas, tanto de la planta, como de las de sus empleados.

No se debe sobrestimar la importancia que tiene, especialmente para los miembros femeninos de la familia de los trabajadores de los centros comerciales.

Los hoteles adecuados y agradables son siempre apreciados, especialmente cuando el trabajo de los funcionarios de la planta consiste en convivir con visitantes distinguidos.

Se requiere también de la cercanía de hospitales completamente acreditados. En ciudades grandes, el transporte es un problema, se debe cuidar de que existan éstos transportes públicos eficientes y económicos.

Los centros de cultura de la comunidad son importantes para el desarrollo, como iglesias, bibliotecas, escuelas, teatros, asociaciones, y otros grupos similares hacen mucho por la comunidad. Los gerentes de planta que piensan en el futuro se dan cuenta de que los jóvenes de una comunidad serán los empleados del mañana y que en un sistema escolar bueno y oportunidades culturales adecuadas harán en última instancia, mejores empleados. Es conveniente la cercanía de alguna institución educativa de técnicos profesionistas ya que las industrias de procesos dependen bastante del potencial humano técnico y bien preparado.

El gobierno y los impuestos de la comunidad representan factores que tienden a cambiar con los años por lo que los impuestos bajos no garantizan una situación favorable a menos de que la comunidad esté bien desarrollada y no tengan grandes deudas, cuando se investiga la estructura de los impuestos de una comunidad se debe intentar predecir cuál será la fijación de impuestos sobre las ventas, impuestos sobre la renta, licencias, aportaciones para el seguro social y seguros de accidentes industriales, etc.

10. Disponibilidad de locales y atractivos financieros.

La disponibilidad de determinados tipos de locales y los edificios existentes tienen que ver con la relación de la comunidad. Lo que algunas comunidades anuncian como sitios industriales de primera puede ser sólo un terreno agrícola plano, con las mejores instituciones por parte de la comunidad. Tales anuncios pueden ser engañosos desde el punto de vista de los industriales. Los funcionarios gubernamentales, los promotores de terrenos y los industriales pueden no considerar los locales industriales en la misma forma por lo que difieren sus perspectivas y motivos para ubicar plantas.

Muchas comunidades ofrecen atractivos financieros a las compañías para industrias a construir plantas en su área como son créditos para urbanización y créditos para construcción de naves o edificios industriales y apoyo a parques industriales.

Por lo general se supone que los costos del terreno debe ser un factor importante para el estudiante que considera en primer lugar el tema de la ubicación de planta, mientras que en realidad, los costos del terreno son uno de los factores de menos importancia. Si consideramos cuál será la inversión total cuando el terreno esté urbanizado, la planta construida, el equipo instalado, la planta trabajando, los medios de transporte ligados; el costo del terreno representa un pequeño porcentaje de la inversión total. Por lo que la diferencia de unos cuantos miles de pesos entre locales, no debe ser un factor determinante.

FUENTES DE INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE UBICACIÓN DE PLANTA.

La solución de la ubicación de una planta es una tarea muy compleja. El anterior resumen condensado de los factores que deben determinarse para el estudio de la ubicación de la planta, indica la necesidad de una basta cantidad de información cuantitativa (estadística) y cualitativa. Muchos de los factores estudiados con anterioridad pueden ser analizados una vez que se ha reunido la información suficiente, Sin embargo el acopio de la información necesaria no es una tarea fácil. Hay varios tipos de organizaciones, que ayudan a los gerentes a la localización de plantas industriales, los ferrocarriles, bancos y compañías de energía eléctrica y de gas natural, suelen contar con personal a cargo del desarrollo industrial y el personal sirve para asesorar o ayudar a los hombres de empresa a resolver sus problemas sobre la ubicación de la planta, con el motivo de que puedan ofrecer sus servicios o productos.

A nivel local, las cámaras de comercio, los bancos locales, las instituciones para el desarrollo del estado y las agencias de bienes raíces, por lo general están ansiosas para

ayudar a los gerentes para reunir información y analizarla. Tales contactos deben hacerse con cuidado.

Los asesores también pueden ayudar a tomar las decisiones de ubicación. estas personas que se especializan en encontrar ubicaciones, tienen ciertas ventajas sobre otras organizaciones, por ser contratadas por la compañía no tiene especial interés en servir a otros que no sea la compañía. Puede mantener la objetividad en la fase final del análisis de la decisión, También puede representar a la compañía como un cliente anónimo y mantener el secreto, lo que es conveniente durante el proceso de reunión de la información, análisis y negociación de la operación.

Las agencias gubernamentales para el desarrollo como Nacional Financiera cuenta con un organismo denominado FIDEIN que es el fideicomiso para el estudio y formato de conjuntos, parques y ciudades industriales que es el encargado de promover, instalar y reubicar industrias, acorde con las necesidades de las empresas, así como la ubicación de créditos para urbanización y construcción de naves o edificios industriales.

Para este fin se cuenta con un Plan Nacional de Parques Industriales, que preste los siguientes servicios:

1. Estudios y Proyectos.

- Estudios de Prefactibilidad.
- Estudios de Factibilidad.
- Plan Maestro, Ingeniería Básica e Ingeniería de Detalle.
- Estudios Especiales.

2. Asesoría a Parques Industriales en Operación.

- Administrativos.
- De Comercialización.
- De Promoción
Jurídico.

3. Financiamiento.

4. Banco de Información sobre Localización Industrial.

A este respecto existe un Directorio de la Localización Industrial donde se especifican los parques industriales que existen en México en forma de directorio, así como la siguiente información para cada uno de ellos:

- Nombre.
- Ubicación.
 - Registro.
 - Propiedad del parque
 - Zona de estímulos.

- Superficie.
 - Total.
 - Urbanizada.
 - Vendida.
 - Dispositivos para venta.
 - En brena.
 - Brena para venta.

- Tipo de lote.
 - Superficie.
 - No. de lotes.

- Servicios.
 - Calles pavimentadas.
 - Banquetas.
 - Pavimentación.
 - Drenaje pluvial.
 - Drenaje sanitario.
 - Red hidráulica.
 - Red de gas.
 - Red eléctrica.
 - Alumbrado público.
 - Líneas telefónicas.
 - Telex.
 - Espuela de ferrocarril.

- Municipio.
 - Infraestructura.
 - Temperatura media anual.
 - Precipitación pluvial.

- Principales servicios.
 - Sucursales bancarias.
 - Clínicas médicas.
 - Hospitales.
 - Hoteles.
 - Restaurantes.
 - Tiendas de autoservicio.
 - Mercados.
 - Salas de teatro.
 - Salas de cine.
 - Deportivos.

- Escuelas disponibles.
 - Primarias.
 - Secundarias.
 - Preparatorias.
 - Universidad.
 - Tecnológicos.
 - C. Técnicas.

- Vías de comunicación.
 - Líneas de teléfono disponibles.
 - Oficina de telégrafos.
 - Oficinas telex.
 - Distancia parque - aeropuerto.

Se anexa una lista de parques industriales que existen en <México actualmente, así como una serie de folletos explicativos que son parte de la información recaudada en FIDEIN.

Este fideicomiso forma parte, por ahora, de Nacional Financiera, que se encuentra ubicada en la torre 2 de Plaza Inn, evo. piso.

ELECCIÓN DEFINITIVA DE LA LOCALIDAD.

Como ya se mencionó la localización de la planta consiste en la elección de un solo sitio para ubicar una empresa, almacén, fábrica, industria, etc. tomando en cuenta toda la información que se tenga y/o se haya conseguido y puede analizarse mediante el método que se describe a continuación:

1. Dividir los factores en dos tipos: Factores que implican costos y factores que no implican costos. Los factores de costos pueden medirse en forma objetiva. Los factores sin costos incluyen diversos aspectos intangibles, tales como actividades de la comunidad, relaciones laborales, relaciones con el gobierno, etc. Aún cuando estos factores pueden ser de naturaleza intangible, pueden evaluarse sistemáticamente y considerarse en una forma lógica junto con los factores de costos.

Algunos de estos costos tangibles que por lo general se encuentran en un problema de localización incluyen:

- Costos de terreno, edificios y equipo.
- Costos de transporte tanto de materia prima como de producto terminado.
- Costos de servicios.
- Costos de mano de obra.
- Impuestos.

Entre los factores que no implican costos pero que si deben considerarse se encuentran:

- Disponibilidad de mano de obra.
- Relaciones laborales y sindicales.
- Actividades de la comunidad.
- Factores de la comunidad.
- Impacto sobre el ambiente.
- Estrategia corporativa.

Una forma de combinar todos estos factores consiste en desarrollar una escala de categorías para cada uno de ellos, de tal manera que se reduzca el juicio administrativo a un porcentaje cuantificable; de esta manera los factores sin costo pueden combinarse con los factores que si lo tiene para llegar a un porcentaje global para cada alternativa:

2. El siguiente paso consiste en desarrollar un esquema de ponderación entre los distintos factores, asignando en forma subjetiva, una categoría específica a la importancia que tiene cada factor en relación con los demás, puede usarse cualquier escala con tal de que exista un total definido.

3. Dar un puntaje para cada factor y para cada alternativa suponiendo que estas categorizaciones subjetivas puedan convertirse en una escala numérica de intervalos con cuentas, donde por ejemplo, excelente (10) es cinco veces mejor que pobre (2). Se puede tomar como ejemplo esta escala [Excelente = 10], muy bueno = 8, bueno = 6, regular = 4, pobre = 2.

4. Multiplicar el peso de los porcentajes de los factores para llegar a un porcentaje total aplicable a cada factor sumando todos estos multiplicadores.

La ubicación que tenga el pontaje total más alto será la mejor alternativa.

El procedimiento que se ha descrito puede resumirse de la siguiente manera:

$$S_j = \sum_{i=1}^m W_i F_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

donde:

- S = Puntaje total para la localización j.
- W_i = Ponderación para el factor i.
- F_{ij} = Puntaje para el factor i en la localización j.
- n = Número de localización.
- m = Número de factores.

Ejemplo:

Supóngase que se están considerando dos distintas ciudades para la ubicación de panadería de tamaño mediano, Pachuca y Tulancingo, y se ha obtenido ya la siguiente información.

	Pachuca.	Tulancingo.
Oferta de mano de obra.	Muy buena.	Excelente.
Relaciones laborales y sindicales.	Buena.	Regulares.
Actitudes de la comunidad.	Excelente.	Muy buena.
Disposiciones del gobierno.	Pobres.	Buenas.
Calidad de vida.	Muy buena.	Buena.
Rendimiento anual sobre la inversión.	9%	15%

Se determina una ponderación para cada factor y se le da un puntaje para cada localización de acuerdo a la escala propuesta.

Ponderación.	Pachuca.	Tulancingo.
15 Oferta de mano de obra.	08	10
05 Relaciones laborales y sindicales.	06	04
05 Actividades de la comunidad.	10	08
05 Disposiciones del Gobierno.	02	06
10 Calidad de vida.	08	06
60 Rend. anual sobre la inversión.	06	10

$$S1 = \sum_{i=1}^6 15(8) + 5(6) + 5(10) + 5(2) + 10(8) + 60(6) = 650$$

$$S2 = \sum_{i=1}^6 15(10) + 5(4) + 5(8) + 5(6) + 10(6) + 60(10) = 900$$

Este sistema de puntaje indica que la alternativa 2 Tulancingo es la más conveniente.

Algunos administradores podrán decir que estos supuestos no pueden ser difundidos y que por lo tanto las categorizaciones subjetivas no deben convertirse en un puntaje cuantitativo, pero los factores subjetivos no pueden incorporarse en forma significativa dentro de la decisión a menos que se desarrolle una base de cuantificación, por lo tanto es mejor cuantificar los factores subjetivos aún cuando el resultado pueda ser impreciso.

En algunos tipos de decisiones es muy importante que todos los factores tengan categorizaciones relativamente altas en la alternativa que se haya seleccionado, En este caso un modelo multiplicativo podría ser más apropiado que un modelo aditivo de puntaje. Así el puntaje total para la localización j puede calcularse de la siguiente manera.

$$n \quad W_i$$

$$S_j = \prod_{i=1} F_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

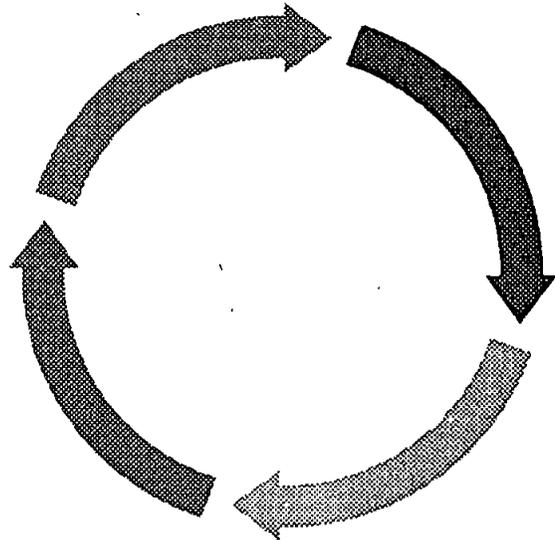
Así con este modelo, cualquier factor individual que tenga un puntaje bajo causará un puntaje global en el producto. La ponderación es no lineal, ya que actúa el factor mediante las ponderaciones exponenciales que se usan. Al elegir este modelo multiplicativo de puntaje en lugar del modelo aditivo, debe recordarse que el modelo multiplicativo tenderá a favorecer aquellas alternativas que no tengan baja categorización en ninguna de las escalas de los factores.

Los métodos expuestos pueden aplicarse a casi cualquier tipo de problemas de localización en el que se incluya una sola instalación y pueden ser aplicados a problemas de localización de fábricas, hospitales, edificios, comercios, etc.

Distribución de planta.

El término "Distribución de Planta" significa unas veces la disposición existente, otras veces el nuevo plan de distribución propuesto, y, a menudo, el área en estudio o el trabajo para realizar una distribución en planta. Por lo tanto, la distribución de planta puede ser una instalación existente, un proyecto o un trabajo.

La distribución de planta comprende la disposición física de las posibilidades industriales. Esta disposición ya sea instalada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para movimiento de material, almacenamiento, mano de obra indirecta y otras actividades auxiliares o servicios como el que utiliza el personal y equipo de trabajo



OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.

El principal objetivo de la distribución de la planta es optimar el arreglo de máquinas, hombres, materiales y servicios auxiliares, para maximizar el valor creado.

Además la distribución debe satisfacer las necesidades del personal asociado con el sistema de producción.

Una buena distribución de planta aspira a lograr una disposición productiva de personal, materiales, maquinaria y servicios auxiliares, que llegue a fabricar un producto a costo suficientemente bajo para poder venderlo con beneficio en un mercado de competencia.

Si vemos mas específicamente los objetivos básicos de la labor de hacer una distribución de planta incluye:

- Minimizar distancias en el movimiento de los materiales.

Una buena distribución debe minimizar tanto los costos como el tiempo, como las distancias para mover los materiales a través de los procesos de producción. En algunas compañías en uso de máquinas de transferencia solo requiere que se alimenten las máquinas con materia prima por un extremo del sistema de producción y que los productos sean retirados por el otro extremo. La industria cervecera es un buen ejemplo, ya que los procesos están arreglados de tal manera que la cerveza va de la primera preparación al envase sin ser tocadas por mano humanas.

- Circulación del trabajo a través de la planta.

Distribuyendo el número de máquinas adecuadas en la posición correcta en una planta, el ingeniero industrial puede lograr el equilibrio en el proceso de producción y se pueden evitar cuellos de botella. Las interferencias de las máquinas se presentan en varias formas dentro de las operaciones de producción, incluyendo ruido excesivo, polvo, vibraciones, emanaciones y calor, y estas interferencias afectan el buen desempeño del trabajo del personal, por lo tanto el analista tratará de minimizarlas, y si esto no es posible aislará las máquinas que sean causa del problema.

- Utilización efectiva de todo el espacio.

Los edificios de la planta representan una gran inversión, así pues, debe usarse en su totalidad todo el espacio disponible para que el rendimiento sobre esa inversión sea el máximo. El espacio representa un gasto fijo, sea que se use o no, de todas maneras, tiene que pagarse los costos del espacio, por lo tanto, al diseñar los arreglos de la planta se deben intentar reducir al mínimo la cantidad del espacio de piso y de espacio superior que no se utilice.

- Satisfacción y seguridad para los obreros.

Una buena distribución de planta debe proporcionar una efectiva utilización de la mano de obra. Los trabajadores no deberán tener exceso de tiempo ocioso, o tener que recorrer grandes distancias por sus herramientas, plantillas u otros suministros. El personal de mantenimiento debe tener fácil acceso a las máquinas para repararlos, operarlos y limpiarlos. Una buena distribución de la planta debe crear un ambiente favorable para la formación de una moral elevada, en ocasiones con movimientos sencillos en la distribución puede lograrse.

En términos de salud una buena distribución debe comprender el adecuado suministro de aire, de ductos adecuados para la eliminación de polvo, rocío de pintura, y otras partículas de aire. Deben dejarse espacios entre los trabajadores y las máquinas en movimiento, protección para las herramientas de corte y sierras y otras provisiones.

- Disposición flexible.

Si se diseña el arreglo de una planta teniendo en mente la flexibilidad, cualquier cambio en el futuro no representará un gran problema, ya que una redistribución puede presentarse con el cambio de algún producto o línea.

El ingeniero industrial debe buscar la máxima flexibilidad para la conjugación de máquinas, hombres, materiales, procesos, productos, espacio de piso y muchos otros factores.

TIPOS BÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN.

- Distribución por posición fija.

En que el material, que se debe elaborar no se desplaza en la fábrica, sino que permanece en un sólo lugar, y por lo tanto toda la maquinaria y demás equipo necesarios se llevan hacia él. Se emplea cuando el producto es voluminoso y pesado, y solo se producen pocas unidades al mismo tiempo. Ejemplo: buques, motores diesel, aviones, etc.

- Distribución por proceso o función.

Es que todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas. En la industria de la confección, el corte de la tela se hace en una zona, el cosido en otra, el acabado en una tercera, etc. Este sistema de distribución se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria. Ejemplo: talleres de mantenimiento, fábrica de hilados.

- Producto o línea denominada producción en cadena.

En este caso, toda la maquinaria y equipo necesario para fabricar determinado producto se agrupa en una misma zona y se ordenan de acuerdo al proceso de fabricación. Se emplea principalmente en los casos en que existe una elevada demanda de uno o varios productos más o menos normalizados. Ejemplos: embotelladora de refrescos, montaje de automóviles, enlatado de cervezas, etc.

Aún cuando todos los sistemas de producción difieren en algo; existen dos tipos básicos de sistemas de producción, uno de ellos está basado en la producción intermitente y el otro en la producción continua. Aunque algunas compañías no pueden clasificarse estrictamente como dedicadas exclusivamente a alguno de los dos tipos.

En términos generales, el sistema de producción continua utiliza equipo para propósitos especiales, en tanto que el sistema de producción intermitente usa maquinaria de propósito general. ejemplo de maquinaria de uso general que puede ejecutar trabajos similares en un sistema de producción intermitente son los taladros, las fresadoras, los tornos, y las esmeriladoras.

La producción intermitente por lo general representa costos de almacenamiento más elevados que en la producción continua, normalmente el producto se mueve más rápidamente a través de la planta en la producción continua.

El sistema de producción intermitente por lo general se presta al uso de distribución por proceso, tanto los hombres, como los materiales, las máquinas y los servicios de apoyo están agrupados sobre la base de las funciones o procesos que están ejecutando, por lo que en ocasiones se le llama la distribución funcional.

El sistema de producción continua generalmente utiliza una distribución por producto. Este arreglo agrupa a los trabajadores, materiales, máquinas y servicios de apoyo sobre la base de la secuencia.

VENTAJAS DE LA DISTRIBUCIÓN POR PROCESO.

- Se tiene mayor flexibilidad en la producción de productos diferentes, en la distribución de máquinas y en la asignación de empleados, y la distribución está adaptada a una demanda intermitente.
- Se puede usar máquinas de propósito general, que cuestan menos que las máquinas especializadas, no se deprecian tan rápido y no se convierten rápidamente en obsoletas,
- Las distribuciones por proceso son menos vulnerables a las interrupciones. Si una máquina sufre algún deterioro las otras pueden seguir trabajando y el trabajo puede pasarse a otras máquinas similares.
- Por lo general existe una inversión financiera menor en las máquinas y en el equipo de apoyo.
- En la distribución por proceso, las máquinas, pueden ubicarse en áreas separadas, y no dependen de una secuencia dada, por lo que es posible aislar las máquinas que producen ruido excesivo: polvo, vibraciones, emanaciones, o calor.
- Se pueden utilizar sistemas de incentivos, puesto que el ritmo de trabajo por lo general se fija por lo obreros y no por las máquinas, tampoco por las líneas transportadoras que suelen encontrarse en las distribuciones por producto.

DESVENTAJAS DE LAS DISTRIBUCIONES POR PROCESO.

- El manejo de materiales es lento y difícil, como hay variedad de trabajos que se hacen al mismo tiempo, los materiales se transportan por muchas rutas que implica generalmente acarreo y reacarreo de un lugar a otro.
- La programación y ruta de las ordenes de producción resulta difícil, ya que para cada producto se requiere de una ruta especial, y en ocasiones se forman cuellos de botella por el retraso de ordenes y por lo general no es fácil mantener equilibrada una línea de producción.
- La inversión en inventario es generalmente mayor, ya que debe haber suficientes existencias de materia prima y una existencia muy grande en artículos de proceso.

VENTAJAS DE LA DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTO.

- El costo de producción en línea por lo general es más barato.
- Los productos se mueven a través de la planta con mayor rapidez debido a que gran parte del equipo es mecanizado y de trayectoria fija.
- El costo por manejo de materiales suele ser más barato por unidad producida.
- El balanceo de la línea es mucho más sencillo de conservar al igual que la ruta y la programación cronológica.
- Los requisitos de inventarios suelen ser menores que en la distribución por proceso. Se requiere un suministro de materiales continuo, pero el ritmo de su utilización es uniforme pudiendo utilizar planeación "justo a tiempo".

DESVENTAJAS DE LA DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTO.

- La interrupción en una máquina por descompostura o ausentismo del personal puede provocar el cierre o paro de la línea de producción, como las máquinas están puestas en secuencia de principio a fin, si se sufre cualquier interrupción en algún paso del proceso afecta a toda la operación.
- Como la distribución por producto es relativamente rígida, las partes deben ser uniformes, el diseño del producto debe ser estable y debe mantenerse intercambiabilidad en las partes (autos).
- Debe mantenerse un volumen elevado de producción para asegurar un retorno sobre la gran inversión en las máquinas de propósito particular.
- Es difícil de aislar las máquinas que producen ruido excesivo, polvo, vibraciones, emanaciones o calor.
- Los planes de incentivos son difíciles de aplicar y sostener ya que el ritmo de trabajo lo imponen las máquinas, aunque existen alternativas para compensar ésta desventaja.

Los tipos de arreglo más comunes encontrados en la industria son las distribuciones por proceso y por producto, pero la mayoría de las plantas utilizan una combinación por proceso y por producto.

Existe un tipo de distribución menos común pero básica que es la distribución por posición fija. Esta distribución tiene varias ventajas.

VENTAJAS DE LA DISTRIBUCIÓN POR POSICIÓN FIJA.

- Se reduce manipulación de la unidad principal de montaje.
- Los obreros especializados pueden completar su trabajo en un punto y la responsabilidad de la calidad queda fijada en una persona o grupo del montaje.
- Es posible hacer cambios frecuentes en los productos o en el diseño del producto y en la secuencia de operaciones.
- La distribución está adaptada a variedades del producto y a una demanda intermitente.
- Es más flexible, no requiere una técnica de distribución costosa y muy organizada.
- Las interrupciones es una parte del proyecto, no detiene necesariamente a toda la operación de producción, y en muchos casos el posible cambiar la secuencia de las operaciones.

DESVENTAJAS DE LA DISTRIBUCIÓN POR POSICIÓN FIJA.

- Se requieren de trabajadores muy especializados.
- Se incrementa la manipulación de materiales y herramientas en el lugar del montaje.
- Sólo sirve para pocas unidades producidas al mes o al año.

FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.

- El factor material, incluye diseños, variedades, cantidad, operaciones necesarias y secuencia de las mismas.
- El factor maquinaria, incluyendo el equipo de producción y las herramientas con su utilización.

- El factor humano, que incluye supervisión, servicios auxiliares, mano de obra tanto directa como indirecta.
- El factor movimiento incluyendo el transporte externo e interno e interdepartamental, manipulación en las diferentes operaciones, almacenajes e inspecciones.
- El factor espera, incluyendo almacenajes temporales y permanentes y demoras necesarias.
- El factor servicios, que incluye mantenimiento, inspección, desperdicios, programación y expedición.
- El factor edificios, que incluye aspectos exteriores, e interiores del edificio y aprovechamiento del equipo y distribución.
- El factor cambio, incluyendo versatilidad, flexibilidad y expansión.

CRITERIOS PARA UNA BUENA DISTRIBUCIÓN.

Las técnicas empleadas para determinar una buena distribución son las que se usan normalmente en ergonomía, sin embargo existen otros criterios que pueden satisfacer una buena distribución.

- Flexibilidad máxima, una buena distribución se puede modificar rápidamente para afrontar las circunstancias cambiantes, los puntos de abastecimiento deben ser amplios y de fácil acceso.
- Coordinación máxima. La recepción y envíos en cualquier departamento debe plantearse de la manera más conveniente para ambos departamentos. La distribución debe considerarse como un conjunto y no por áreas aisladas.
- Utilización máxima del espacio. Una planta debe considerarse como un cubo, ya que hay espacio arriba del piso, se pueden instalar transportadores a una altura superior a la de la cabeza o usarse como almacenes móviles para trabajos en proceso o pueden suspenderse herramientas y equipo del techo.
- Visibilidad máxima. Todos los hombres y materiales deben ser fácilmente observables en todo momento, no debe haber rincones en los que puedan extraviarse los objetos. Todo cancel o pared divisoria debe pasar por un cuidadoso estudio ya que reduce el espacio disponible y además origina una separación en ocasiones indeseable.

- **Accesibilidad máxima.** Todos los puntos de servicio y mantenimiento deben tener acceso fácil sobre todo para evitar riesgos y peligros.
- **Distancia mínima.** Los movimientos deben ser necesarios y directos. El manejo de los materiales y productos durante el proceso incrementa el costo del producto y no su valor, por lo que deben evitarse en lo posible los anaqueles para almacenamientos temporales (Compañía San Cristóbal Papelera).
- **Manejo mínimo.** El manejo óptimo es el manejo nulo, pero cuando es inevitable debe reducirse al mínimo usando transportadores, montacargas, toboganes, rampas, carretillas. El material con el que se está trabajando debe mantenerse a la altura de la mesa de trabajo y no colocarse en el piso si ha de tenerse que levantar después.
- **Incomodidad mínima.** Las corrientes de aire, la iluminación deficiente, la luz solar excesiva, el calor, el ruido, las vibraciones y los olores deben reducirse al mínimo, y si es posible contrarrestar.
- **Seguridad.** Toda distribución debe ser inherentemente segura y ninguna persona deberá estar expuesta a peligros. Debe tenerse cuidado no sólo de las personas que operan el equipo sino también de las que pasen cerca (fábrica de tornillos). Deben incluirse salvaguardas contra fuego, humedad, robo y deterioro general.
- **Flujo unidireccional.** No deben cruzarse las rutas de trabajo con las de transporte. Todo el material en una fábrica debe fluir en una dirección solamente; y una distribución que no se ajuste a esto ocasionará dificultades sino es que un verdadero caos.
- **Rutas visibles e identificación,** Deben proveerse rutas definidas de recorrido y de ser posible deben marcarse claramente, ningún pasillo debe usarse nunca para fines de almacenamiento ni aún en forma temporal. Siempre que sea posible debe otorgarse a los grupos de trabajadores su propio espacio de trabajo. La necesidad de un territorio definido parece ser básica en el ser humano. (Fábrica de muebles).

PASOS PARA LOGRAR UNA BUENA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.

- **Establecer el problema.**

En la distribución de planta intervienen tantas consideraciones, escondidas tras la disposición física del material, maquinaria, hombres y funciones auxiliares, que deben definirse claramente desde el principio la naturaleza y extensión de la labor a realizar; por lo que debe establecerse claramente el problema.

Debe hacerse un plan y un programa de trabajo tomando en cuenta las cuatro fases de la distribución: Situación de la superficie disponible, Distribución general de conjunto, Plan detallado de la distribución, está programando el tiempo de cada una y los interfaces si es que existen.

- **Conseguir datos reales.**

Como en cualquier problema de ingeniería, si conseguimos los datos reales, la solución se obtiene con sencillez en muchos casos. Sin datos habrá de basarse en opiniones o supuestos. Se deben reunir datos sobre el material y los productos terminados, la maquinaria, el equipo, el personal y los demás factores que intervienen. Estar convencidos que son datos reales, reunidos por medidas actuales, cifras aprobadas. No debemos basarnos en ideas, registros o dibujos inexactos, dudosos o atrasados. (Utilizar diagramas vistos en estudio del trabajo).

- Volver a establecer o aclarar el problema a la luz de los datos reales.

Este es el momento para señalar las contradicciones o los conceptos equivocados. Los datos reunidos pueden mostrar que el establecimiento original o alcance del problema debe cambiarse. Debe lograrse que, en éste momento, queda aclarada cualquier duda o decisión y las aclaraciones indicarán que nuevos hechos o datos deben ser tomados en consideración.

- Analizar y decidir la mejor solución.

El análisis de los datos reales en paralelo con los objetivos de una buena distribución es el principal problema del trabajo de distribución de planta. Se reúnen y evalúan los datos, se comparan las disposiciones alternativas, se ensayan y comprueban los planes, el análisis termina cuando se toma la decisión en cuanto a la mejor solución del problema.

- Ejecutar acción para la aprobación e instalación de la fase siguiente.

Cuando se ha decidido ya la solución, es necesario lograr su aprobación (vender la idea) por parte del jefe de departamento como de la dirección así como de las personas involucradas en los cambios para darles ocasión de señalar a tiempo cualquier deficiencia o error (caso de las cafeteras).

- Continuación.

Es importante considerar una continuidad, pues aunque la fase anterior sea por lo general aprobada, es posible y probable que surjan ajustes al llevar a cabo el desarrollo del proyecto y aún cuando una distribución este realizada físicamente surgirán preguntas y necesidad de reacomodar o estudiar algunos otros pormenores.

Se ha señalado ya, que hay varios requerimientos diferentes y a veces conflictos que deben satisfacerse al preparar una buena distribución y para la toma de decisiones se tienen modelos matemáticos sobre la distribución de las instalaciones físicas que son de gran ayuda.

La decisión sobre la distribución de planta de flujos intermitentes o de distribución por proceso determina la localización relativa de los departamentos con el fin de alcanzar un criterio de decisión establecido dentro de ciertas restricciones de la distribución. En las decisiones de distribución de planta, algunos ejemplos de criterios son: minimización de los costos de manejo de materiales, minimización de la distancia que recorren los clientes, minimización de tiempos de viajes de los empleados y la máxima cercanía entre departamentos interrelacionados. Entre las restricciones más comunes están, las limitaciones de espacio, la necesidad de mantener una ubicación fija para ciertos departamentos, la capacidad limitada en cuanto al soporte de peso de ciertas áreas del piso, las disposiciones de seguridad industrial, las disposiciones de prevención de incendios y los requerimientos de áreas libres y pasillos. El problema consiste en encontrar la mejor distribución que cumpla con todas las restricciones del caso.

Los problemas de distribución o al menos una satisfactoria que cumpla con todas las restricciones del caso.

Los problemas de distribución de planta para procesos intermitentes caen dentro de dos categorías: Los que involucran criterios cuantitativos de decisión y los que involucran criterios cualitativos. Los problemas que implican criterios cuantitativos requieren decisiones que pueden ser expresadas en términos medibles, tales como el costo de manejo de materiales, tiempo de viajes de clientes o distancias. En las decisiones de distribución de planta que implican criterios cualitativos deben establecerse las cualidades que cada operación debe cumplir o las cualidades de cada departamento o lugar de trabajo. Por ejemplo, puede ser muy conveniente aislar los departamentos de pintura y soldadura por razones de seguridad y prevención de incendios. Estas relaciones, son de naturaleza cualitativa; por lo que se tienen métodos para resolver problemas cualitativos o otros para problemas cuantitativos.

CRITERIOS CUANTITATIVOS.

Es posible formular varios tipos de problemas de distribución de planta de procesos basándose en criterios cuantitativos. Entre éstos están la minimización de los costos de manejo de materiales en las fábricas y almacenes, y la minimización del tiempo de viaje de los empleados o clientes en las operaciones de servicios.

$$c = \sum_{i,j} T_{ij} C_{ij} D_{ij}$$

donde:

T_{ij} = Viajes entre el departamento i y el departamento j .

C_{ij} = Costo por unidad de distancia por viaje recorrido de i a j .

D_{ij} = Distancia de i a j .

C = Costo total.

N = Número de departamentos.

En ésta encuesta el costo puede considerarse en pesos (dólares) o en unidades de tiempo, para dar cabida ya sea al criterio de manejo de materiales o al tiempo de viaje, considerando el costo como un recurso escaso que debe conservarse o minimizarse por medio de la decisión de distribución de planta.

Para poder ilustrar el modelo de minimización del costo lo ejemplificaremos con el siguiente problema:

Considérese una planta que produce miniautos de juguete y que para ello usa los departamentos siguientes:

Depto. Número.	Nombre del departamento.	Área (m ²)
1	Pintura	500
2	Corte de materiales	350
3	Soldadura	600
4	Motores pequeños	225
5	Trabajos de metales	600
Depto. Número	Nombre del departamento	Área (m ²)
6	Controles	275
7	Ruedas y llantas	500
8	Ensamble final	600

Suponga que en éste problema, el objetivo consiste en minimizar el costo para transportar los materiales de un departamento al siguiente.

El paso número 1 para la solución del problema consiste en determinar el número de viajes que ocurren entre cada par de departamentos. Para poder obtener el número de viajes se toman como base las hojas de ruta (diagramas de proceso) de cada uno de los productos y los volúmenes futuros estimados de los productos.

Matriz de viajes T_{ij} semanal.

Donde los elementos de la matriz se interpretan como el número total de viajes por semana entre el departamento i y el departamento j en "ambas direcciones".

En este problema fue elegido el volumen semanal de producción, pero puede usarse cualquier periodo, tal como diario, mensual o anual.

El paso número 2 consiste en determinar el costo del manejo de materiales por unidad de distancia recorrida en cada viaje. Este costo puede variar entre cada par de departamentos en atención a que se usen distintos métodos de manejo de materiales. (Carretillas, carritos manuales o montacargas, etc.)

Matriz de costos \$ C_{ij}

El paso número 3 consiste en determinar las distancias que existen entre cada par de departamentos, las cuales dependerán de la distribución de planta que se haya elegido.

Pintura	Motores pequeños	Trabajo de metales	Ruedas y llantas	Muelle de recepción
1	3	5	7	
Corte de metales	Soldadura	Controles	Ensamble final	Muelle de embarque
2	4	6	8	

Con ésta distribución se han calculado las distancias entre cada par de departamentos.

Se ha especificado ya la matriz de número de viajes (T_{ij}) la matriz de costos (C_{ij}) y la matriz de distancias (D_{ij}) para la distribución de planta particular. Con estos datos es posible calcular el costo total del manejo de materiales para cada par de departamentos. La matriz de costos total se calculó multiplicando los elementos T_{ij} , C_{ij} , D_{ij} , correspondiente a las tres matrices anteriores por ejemplo para el departamento 1 a 2 el costo de manejo de materiales es $(75)(0.5)(0.30) = \$ 112.50$ y el costo total de todos éstos nos da un costo total de $C = \$ 3, 668.50$ por semana.

Con esto se contempla la evaluación de la ecuación inicial para un plano específico de planta.

La idea de obtener el costo es el preguntarse si es posible hacer algunas mejoras, para reducir C la iniciamos realizando intercambios entre los pares de departamentos.

Por ejemplo si cambiamos el departamento 4 por el 5 , el costo es de \$ 3,144.50 y la matriz de costos ajustada debido al intercambio se muestra en la figura siguiente. Se podrían considerar otros intercambios que podrían reducir aún más los costos sin embargo no se puede así llegar a una solución óptima por éste método manual, a menos de que se evaluarán todas las alternativas de cambios de departamento que en éste caso serían 8. Son embargo, existen algunos métodos de computadora para la solución de problemas a gran escala.

El problema cuantitativo de la distribución de planta par procesos intermitentes; puede a menudo expresarse como una función lineal de las distancias entre los distintos departamentos. Existen varios métodos de programación lineal. Uno de ellos es el método gráfico, que implica la

construcción de una gráfica que describe las relaciones de las variables y de los parámetros comprendidos en el problema. mediante el análisis de la función objetivo relacionada con las variables y los parámetros, es posible encontrar el punto, línea o plano que proporcionen la solución óptima para el problema.

Otro método de programación lineal es el método simple. El método implica establecer relaciones entre las variables, parámetros y la función objetivo en términos de ecuaciones. Estas ecuaciones se manipulan matemáticamente en una serie de operaciones repetitivas de manera que la función objetivo sea minimizada o maximizada. Es un método tanto tedioso y tardado cuando se hace manualmente; sin embargo se dispone de programas de computadora para el método simplex.

El método de transporte de programación lineal se refiere al análisis de cierto número de variables y parámetros en forma de una rejilla. Este método como los otros proporciona la solución óptima en términos de minimizar o maximizar la función objetivo. Al igual que el método simplex, también implica varios ciclos de análisis repetitivos o interacciones, antes de que se llegue a la solución óptima. También existen programas de computadora para el método de transporte que reduce el tiempo para llegar a una solución.

La programación entera, la programación lineal y la programación dinámica son otros tipos de técnicas de programación que son útiles.

CRITERIOS CUALITATIVOS.

Los problemas de distribución de planta que involucran criterios cualitativos surge cuando las relaciones que existen entre los departamentos de una instalación se especifican en términos cualitativos. (La conveniencia de colocar un departamento cerca del otro).

De acuerdo con el enfoque de Muther la conveniencia de colocar un departamento determinado adyacente a cualquier otro puede evaluarse mediante una de las siguientes categorías "Absolutamente necesario", "especialmente importante", "importante", "cercanía común correcta", "poco importante", e "inconveniente", esta jerarquización puede basarse en consideraciones de seguridad industrial, conveniencia del cliente, o flujos aproximados entre distintos departamentos.

Para poder ilustrar mejor éste método lo haremos a través de un ejemplo, haremos una redistribución de un supermercado típico.

Se tienen en el supermercado los departamentos siguientes con sus respectivas necesidades de espacio:

	Departamento	Área (m ²)
1	Frutas, verduras y carne	1,900
2	Alimentos congelados	1,700
3	Abarrotes secos	2,800
4	Recepción	1,000
5	Alimentos enlatados	1,500
6	Área de salida	1,100
7	Panes y bocadillos	900
8	Productos no alimenticios	800

El paso número 1 consiste en establecer la jerarquización que regirá dentro del supermercado y cuales son los límites y el código con el que se va a distinguir.

Jerarquización	Definición de la relaciones	Símbolo
A	Absolutamente necesaria	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Cercanía común correcta	
U	Poco importante	
X	Inconveniente	

El paso número 2 consiste en obtener las razones para la relación e identificación con un código de esta razón o justificación.

Código	Razón
a	Manejo de materiales
b	Facilidad de supervisión
c	Personal común
d	Convivencia del cliente
e	Mejoras en la venta
f	Apariencia

* Pueden añadirse otras.

El paso número 3 consiste en realizar una matriz muy parecida al del problema cuantitativo en donde son arregladas la relación y la razón de cada departamento.

El paso número 4 consiste en que una vez especificadas las relaciones cualitativas, es necesario encontrar la forma de resolver el problema. Cuando se trata de problemas pequeños, éstos pueden hacerse por inspección visual. En éste caso sólo se tratará de colocar cerca los departamentos que sean absolutamente necesarios y las relaciones departamentales queden satisfechas colocando los departamentos lo más separado posible.

El paso número 5 consiste en que una vez que se ha decidido sobre la relación el problema de distribución no ha quedado resuelto aún ya que toda distribución debe por lo general encajar en una forma geométrica o de la forma del terreno con que se cuente, y par ello hacemos plantillas a escala para cada departamento y se colocan sobre un plano también a escala, no olvidando especificar muros, puertas, sólidos, etc. y sobre el plano que juega hasta encontrar la solución "óptima".

Cuando se trata de problemas más grandes, la solución no puede obtenerse mediante inspección, sino que deben usarse métodos computarizados por medio de los cuales se intente considerar todas las relaciones específicas y llegar a una solución óptima (ó satisfactoria). Estos

métodos requieren que las relaciones cualitativas se conviertan en una escala numérica y se pueda resolver mediante un algoritmo.

Los criterios de distribución de planta se pueden aplicar a muchos tipos de situaciones entre las que se incluyen fábricas, almacenes, oficinas, y operaciones de servicios. Este método es posible aplicarse porque siempre es posible especificar relaciones cualitativas entre departamentos.

La planeación computarizada de la distribución de planta para procesos intermitentes ha evolucionado desde 1963 cuando se desarrollo el programa CRAFT para criterios cuantitativos, y el CORELAP y ALDEP para criterios cualitativos.

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA PROCESOS EN LÍNEA.

La distribución de planta para los procesos en línea difieren notablemente de la distribución de planta para los procesos intermitentes, en los procesos en línea el producto se elabora en forma secuencial realizando un paso y luego el siguiente a lo largo de la línea de flujo, por lo que , la distribución no afecta la dirección del flujo del producto, pero si afecta la eficiencia de la línea, y los trabajos que se asignen a los trabajadores individuales.

Cuando se usa una línea tradicional de ensamble de naturaleza móvil se considera el problema de asignación de tareas a los trabajadores de tal forma que el trabajo se divida por igual entre todos los empleados y esto es el problema clásico de balanceo de líneas.

Existen varias maneras según el caso que se trate para balancear las líneas de producción, vamos a ver y ejemplificar a continuación las más clásicas y frecuentes que se presentan.

El balanceo de líneas más clásico que existe es el de resolver el problema comenzando por el final de la línea, y de acuerdo con los datos necesarios para balancear, como son los volúmenes de producción, lista de operaciones, secuencias de éstos tiempos requeridos, se va programando en el balanceo hacia el principio de la línea.

Veamos el siguiente ejemplo:

Se trata de balancear una línea de producción para obtener 10,000 Kg. diarios de hilo de algodón. El proceso es el siguiente:

Limpieza de algodón	Cardado	Estirado	Torcido	Hilado
---------------------	---------	----------	---------	--------

* Apuntes del Ing. Juan José D' Matteo C.
Fac. de Ing. UNAM. Diseño de sistemas productivos.

Sabiendo que al final debe salir 10,000 Kg/día y con la producción de cada hiladora (supongamos 100 Kg/día), determinamos que se requieren $10000/100 = 100$ máquinas, conociendo a través del departamento de Ing. Industrial que un operario puede atender 13 máquinas determinaremos que necesitamos $100/13 = 7.6$ operarios, por lo que se tomarán 8 y el operario que tenga menos carga de trabajo se le podrán asignar lagunas tareas extras como pudieran ser lubricaciones, movimiento de materiales, limpiezas, etc.

Ahora bien, ocurre normalmente que los tiempos estándar no son cumplidos por algún puesto de la línea, o por toda la línea. Aparece entonces lo que se llama Eficiencia (E) de la línea que es el cociente formado por:

$$E = \text{Minutos estándar} / \text{Minutos reales}$$

Si por ejemplo determinamos que la eficiencia $E = 80\%$, entonces, debemos balancear la línea de acuerdo a los nuevos tiempos:

No. de oper.	Tiempo est.	Tiempo real= T. Est. / E	Min. reales/0.685	Operarios
1	1.25	1.56	2.28	2
2	1.38	1.72	2.52	3
3	2.58	3.225	4.7	5
4	3.84	4.8	7.0	7
5	1.27	1.59	2.25	2
6	1.29	1.61	2.35	2
7	2.28	2.85	4.16	4
8	1.26	1.58	2.31	2

Para saber cual es la operación más lenta, dividimos el tiempo real de cada operación entre el número estimado de operaciones para cada una de las 8 operaciones.

Operación	Tiempo real / No. de operadores
1	$1.56 / 2 = 0.78 \text{ min.}$
2	$1.72 / 3 = 0.57 \text{ min.}$
3	$3.225 / 5 = 0.64 \text{ min.}$
4	$4.80 / 7 = 0.68 \text{ min.}$
5	$1.54 / 2 = 0.77 \text{ min.}$
6	$1.61 / 2 = 0.805 \text{ min.}$
7	$2.85 / 4 = 0.71 \text{ min.}$
8	$1.58 / 2 = 0.79 \text{ min.}$

En consecuencia la operación 6 determinará la velocidad de la línea que en este caso será:

$$\text{Velocidad de la línea} = 480 / 0.805 = 596 \text{ pzas.}$$

Por lo que determinaremos que faltan $700 - 596 = 104$ pzas.

Como ésta velocidad no resulta adecuada tenemos que aumentar la velocidad de producción de la operación número 6. Ello puede lograrse de las siguientes maneras:

- Haciendo que uno de los operarios trabaje horas extras. $104 \times 0.805 = 83.7 \text{ min.}$ de tiempo extra.

- Utilizando los servicios de un tercer hombre (a medio tiempo) en el puesto número 6.
- Mejorando el método de la operación número 6 para disminuir su ciclo de trabajo.

El problema de la asignación a la línea de producción puede ser también del de minimizar el número de estaciones de trabajo, dado que el tiempo de ciclo deseado, o bien, dado el número de estaciones de trabajo, asignar tareas o elementos de trabajo a las estaciones, dentro de las restricciones establecidas para minimizar el tiempo ciclo.

El siguiente procedimiento de ayuda a la resolución del problema de equilibrio de líneas y se basa en la publicación de la General Electric acerca de equilibrio de líneas de ensamble. Los ingenieros de ésta empresa han elaborado un programa para computadora que tiene por objeto asignar elementos de trabajo a una línea de ensamble.

Paso 1. El primer paso para la resolución del problema es la determinación de la secuencia de los elementos de trabajo. Para determinar la secuencia de los elementos, el analista debe preguntar y responder a la pregunta:

¿Qué otros elementos de trabajo o tarea, si hubiera, deben quedar terminados antes de que se pueda iniciar éste elemento de trabajo?. Se recomienda hacer un diagrama para la línea de producción.

Para poder ejemplificar cada uno de los pasos se hará como los otros métodos por medio de un ejercicio:

Considérese que se requiere una producción de 300 unidades / día de un determinado producto, se calcula un margen de error del 15 % de productos, y una eficiencia del 10 % con las operaciones siguientes y su tiempo estándar para cada unidad.

Unidad de trabajo (tarea)	Tiempo estándar para dada unidad (min.)
00	0.46
01	0.35
02	0.25
03	0.22
04	1.10
05	0.87
06	0.28
07	0.72
08	1.32
09	0.49
10	0.55

El diagrama de precedencias es éste.

(00)-----(02)-----(05)-----(06)-----(08)-----(09)----- (10)----- (01)----- (03)----- (04)----- (07)

Se ve en éste diagrama que la unidad de trabajo (00) se debe terminar antes que (02), (03), (05), (06), (04), (07), (08), (09) y (10). La unidad (00) o la (01) pueden ser la primera o realizarse simultáneamente, la unidad de trabajo (03) no se puede iniciar hasta que las unidades (00) y (01) están terminadas y así sucesivamente.

Paso 2. Para describir éstas relaciones se utiliza una matriz de procedencia, en éste caso marcamos con el número 1 la relación que "debe preceder a", por ejemplo la unidad de trabajo (00) debe proceder a las unidades (02), (03), (04), (05), (06), (07), (08), (09), y (10) asimismo la unidad de trabajo (09) debe proceder sólo a la (10).

Paso 3. Ahora debe calcularse el peso posicional para cada unidad. Esto se realiza calculando la suma de cada unidad de trabajo que deben seguirla; por lo tanto el peso posicional corresponde a la unidad de trabajo (00) será:

$$(00,02,03, 04,05, 06, 07, 08, 09, 10) = 0.46 + 0.25+ 0.22 + 1.10 + 0.87 + 0.28 + 0.72 + 1.32 + 0.49 + 0.55) = 6.26$$

Elemento de trabajo (tarea)	Peso posicional
00	6.26
01	4.75
02	3.76
03	4.40
04	4.18
05	3.56
06	2.64
07	1.76
08	2.36
09	1.04
10	0.55

Paso 4. Se reordenan los elementos de trabajo en orden decreciente y se determinan los antecesores inmediatos.

Elementos de trabajo ordenados	Peso posicional	Antecesores inmediatos
00	6.26	----
01	4.75	----
03	4.40	(00), (01)
04	4.18	(03)
02	3.76	(03)
05	3.56	(00)
06	2.64	(05)
08	2.36	(04), (06)
07	1.76	(04)
09	1.04	(07), (08)
10	0.55	(09)

Paso 5. Los elementos de trabajo se asignan ahora a las diversas estaciones a los pesos posicionales (las tareas o elementos de trabajo con mayor peso posicional se asignarán primero) y el tiempo de ciclo del sistema. Por tanto, el elemento de trabajo con mayor peso posicional se asigna a la primera estación de trabajo. El tiempo no asignado se determina restando la suma de los tiempos de los elementos asignados el tiempo de ciclo estimado. Si hubiera un tiempo no asignado adecuado, entonces se puede asignar el elemento de trabajo con el siguiente peso

posicional mayor, siempre que los elementos de trabajo en la columna de antecedentes inmediatos hayan sido asignados.

El procedimiento continúa hasta haber asignado todos los elementos de trabajo.

$$\text{Tiempo ciclo del sistema} = \frac{(\text{min de trabajo} - \text{margen de error}) \times (\text{eficiencia})}{\text{Unidades a producir al día.}}$$

$$\text{Tiempo ciclo del sistema} = (480 - 72) \times (1.10) / 300 = 1.50 \text{ min / unidad}$$

El primer elemento de trabajo que se contempla es la (00) por su peso posicional de 6.26 y su tiempo de elemento de trabajo es de 0.46. Si su ciclo es de $1.50 - 0.4 = 1.04$ que es el tiempo de estación no asignado; por lo que se introduce en ésta estación de trabajo (1). La siguiente tarea a asignar es la que le sigue en peso posicional que será la (01) que tiene peso posicional de 4.75 y tiempo de elemento de trabajo de 0.35; si se tienen 1.04 min. de tiempo no asignado tendremos $(1.04) - (0.35) = 0.69$ min. y así sucesivamente $(0.69 - 0.22) = 0.47$ min. disponibles para la siguiente tarea y así hasta asignar cada tarea a cada estación de trabajo.

Según la disposición que se ilustra con 6 estaciones de trabajo se tiene un tiempo ciclo de 1.32 min. (estación de trabajo número 4), la cual cumplirá con el requisito de 300 unidades y producirá:

$$(480 - 72) \times (1.10) / (1.32) = 341 \text{ unidades}$$

Sin embargo con las estaciones de trabajo se tiene un tiempo de inactividad considerable, el tiempo muerto por ciclo es:

$$\begin{aligned} &= (1.32 - 1.28) + (1.32 - 1.10) + (1.32 - 1.15) + (1.32 - 1.32) + (1.32 - 1.21) + \\ &\quad (1.22 - 0.55) \\ &= 0.04 + 0.22 + 0.17 + 0 + 0.11 + 0.77 = 1.31 \text{ minutos} \end{aligned}$$

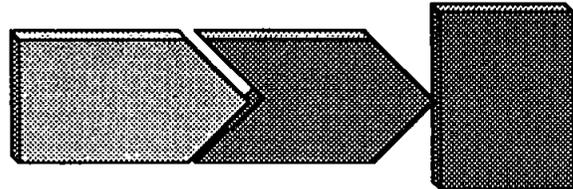
Para un equilibrio más favorable el problema se puede resolver para ciclos menores de 1.50 min., con esto aumenta el número de operario y la producción diaria que hay que almacenar, otra alternativa sería la de reducir las horas de trabajo del día.

Se han visto entonces que las decisiones sobre la distribución de planta va ligado en gran parte de las decisiones sobre la selección de procesos productivos, de ésta manera la distribución de planta estudia el arreglo de las instalaciones físicas de procesamiento para un tipo determinado de proceso.



MOVIMIENTO Y ALMACENAJE DE MATERIALES.

El movimiento de los materiales es el traslado y almacenamiento de materiales al menor costo posible mediante el uso de métodos y equipos adecuados.



Las operaciones de la fábrica de las cuales será directamente responsable el ingeniero o la dirección serán: embarques, recepciones, almacenajes, manejo entre plantas, manejo entre procesos, embalajes, cargas, selección de equipo y su mantenimiento, métodos y procedimientos de almacenajes; está implicado en el control de inventarios, etc. En un aspecto más amplio, sus deberes consistirán en establecer y mantener la adecuada circulación de materiales a través de la fábrica de la manera más eficiente y económica posible.

El costo del movimiento de los materiales puede obtenerse al comparar potencias en caballos de fuerza. Todo movimiento de materiales es simplemente una cuestión de potencia tanto si se obtiene de un animal, de un hombre o de una máquina. La única diferencia entre estas fuentes de trabajo son sus velocidades y costo; por lo que el ingeniero industrial debe mecanizar tantas operaciones de movimiento de materiales como sea posible y un axioma que debe tener siempre en mente es que la parte mejor manejada es aquella en que se tiene la menor operación manual.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES EN EL MOVIMIENTO DE LOS MATERIALES.

1. En el análisis de una operación industrial, todo movimiento de materiales debe ser eliminado en donde sea posible.
2. Los movimientos de materiales que no pueden ser eliminados; serán mecanizados siempre que sea posible, el material debe moverse sobre las distancias más cortas, usar líneas rectas; ya que la recta representa la distancia más corta entre dos puntos, se deduce que si los materiales se mueven en línea recta se estará utilizando la ruta más corta.
3. Al preparar una nueva distribución de planta o al revisar una distribución se debe estar seguro que cada movimiento de materiales está planeado tomando en cuenta los principios 1 y 2
4. Antes de decidirse, o especificar sobre algún tipo de equipo de manejo de materiales, hay que estar seguro de poder hacer un método completo de análisis y determinar el tipo del

equipo más adecuado y más económico; hay que evitar cargas parciales, debemos de tomar en cuenta que la gravedad es casi la fuente más barata de fuerza que se conoce.

5. Seleccionar el equipo sobre la base de máxima economía y adaptabilidad. Cada tipo de equipo tiene su propia gama de usos y no hay ninguno que sea adecuado para resolver todos los problemas de movimiento de materiales, para poder seleccionar el mejor equipo y adecuado se deberá considerar "la ley de pareto".
6. Se debe estar seguro de que toda la organización comprende el plan y se solidariza con el. Si se determina con gran detalle todos los equipos de trabajo requeridos para una operación dada; pero existe una adecuada combinación y comunicación entre los que intervienen no puede lograrse una disposición práctica de las instalaciones industriales.
7. En una industria el manejo de los materiales se tiene que realizar con el mayor cuidado posible. Las encuestas en la industria revelan que casi el 40 % de los accidentes ocurridos en ella son resultado de operaciones de manejo de materiales. Cuando se tiene cuidado en el manejo y el esfuerzo físico de la maniobra se transfiere a aparatos mecánicos se reduce la fatiga y los accidentes. Los registros realizados prueban también que toda fábrica segura es también una fábrica eficiente.

MATERIALES Y MOVIMIENTOS.

Los elementos básicos del manejo de materiales son tres: materiales, movimiento y equipos, uno de los factores que se aplica en cada estudio de movimiento de materiales, es el tipo de material a ser acarreado, incluyendo la cantidad y las características del mismo.

Los materiales a ser movidos están clasificados en dos amplias clasificaciones: a granel, y en unidades completas. Esta clasificación pretende definir las condiciones del material. Los materiales a granel se envasan (arena, carbones, aceite, etc.), mientras que las unidades completas están contenidas en conjuntos (cartones, cajas, etc.).

Son dos los tipos de movimientos: continuos e intermitentes y cuando se combinan los dos tipos de material, resultan cuatro tipos de movimientos de materiales que son:

- Continuo para materiales a granel.
- Intermitente para materiales a granel.
- Continuo para unidades completas.
- Intermitente para unidades completas.

Después de haber clasificado los materiales, sus características pueden ser determinadas y registrados. Debe haber un perfecto conocimiento de las características de los materiales con el fin de asegurar la técnica de movimiento segura y económica. Para ello puede establecerse un cuadro con aquellas propiedades de los materiales que más puedan influir en la determinación de las características de la función de los movimientos del material. Las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, es necesario conocerlas para determinar la capacidad y rendimiento de un equipo de movimiento de materiales y además para decidir acerca de los métodos de almacenamiento.

Las propiedades importantes que hay que observar para su movimiento son:

- Propiedades químicas.
- Propiedades físicas.
- Propiedades mecánicas.
- Propiedades eléctricas.
- Propiedades térmicas.
- Tamaño y forma.
- Dimensiones y peso.

El ingeniero industrial debe recolectar la información real y analizarla y para ello debe realizar un formato para la recolección, tal formato debe contener la siguiente información cuando menos:

Características del material.

- Nombre y descripción del material.
- Tamaño.
- Peso.
- Descripción y posición del material antes del movimiento.

Características del movimiento.

- De donde a donde es el movimiento.
- Distancia.
- Cantidad a mover.
- Frecuencia.
- Cantidad anual.
- Inspecciones a efectuar.

Métodos existentes o propuestos.

- Recipiente que se utiliza o necesario y capacidad en cada paso.
- Equipo de movimiento que se utiliza y/o necesario.
- Espera de material.
- Espacio requerido, actual y necesario.
- Tiempo de trabajo por elemento.
 - 1.Carga.
 - 2.Transporte.
 - 3.Descarga.T O T A L.
- Número de hombres que se utilizan.
- Costo del trabajo de movimiento por elemento.
- Observaciones.

Además el ingeniero industrial deberá contar con un plano que represente la zona en que van a realizarse los análisis, mostrando los lugares que ocupa toda la maquinaria y equipos, toda información sobre pisos, solidez, techos, dimensiones de puertas, cantidad, calidad y estado del equipo actual de manejo de materiales, tipos de movimientos implicados en el campo de estudio, etc.

Aunque no hay una metodología del progreso para catalogar la gran cantidad de datos requeridos para efectuar un análisis del movimiento de materiales es preciso que sean llevados a cabo de manera ordenada. El uso de un modelo adecuado facilita al observador la ejecución de un trabajo bueno, por lo que a continuación se muestra una de tantas metodología para realizar un estudio de movimiento de materiales.

1. El primer paso será registrar el objeto del estudio.
2. El segundo paso consiste en registrar una descripción del material y movimiento para ser movido.
3. El paso siguiente es registrar todos los datos concernientes al material y al motivo de su elemento.
4. Para completar la información sobre el material es necesario cuestionarlo y estas cuestiones tendrán una consideración especial, algunos de los cuestionamientos podrían ser:
 - ¿Puede evitarse el amontonamiento del material sobre el piso?
 - ¿Será posible pesar el material sin tener que levantarlo?
 - ¿Puede usarse un transportador para evitar la operación de recoger?
 - ¿Se puede manejar mejor el material pesado empleando equipos mecánicos?
 - ¿Pueden manipularse las piezas más rápidamente con medios mecánicos?
 - ¿Es posible apilar el material a mayor altura mecánicamente?
 - ¿Pueden manejarse los materiales en cantidades más grandes o más convenientes?
 - ¿Podría algún equipo auxiliar facilitar el servicio en la estación de trabajo?
 - ¿Podría manipularse el material con mayor seguridad?
 - ¿Sería posible reducir los daños a los productos mediante una mejor manipulación?
5. El siguiente paso es registrar la información en un plano o ubicarla dentro del mismo.
6. En el curso del movimiento de materiales se encuentran con frecuencia almacenajes temporales o definitivos. Por lo tanto serán registrados todos los datos correspondientes.
7. Cuando se ha obtenido toda la información; el observador considera de nuevo todo el ciclo industrial. Un diagrama del proceso es útil para éste objeto y puede ser utilizado indistintamente para condiciones existentes o propuestas.
8. Una última precaución que debe tomar el ingeniero es examinar los posibles efectos que los cambios propuestos pueden tener sobre las operaciones adyacentes y no abarcadas en su análisis.
9. El ingeniero decidirá sobre las mejoras del movimiento de materiales y los costos ocasionados por ello y su posible efecto sobre factores económicos de las operaciones terminales.
10. Probablemente la fase más crítica de cualquier proyecto de movimiento de materiales es presentarla a otros para su aprobación, la gerencia debe estar convencida de que el proyecto que se presenta es convincente y económicamente justificado.

Lo primero que hay que hacer es buscar a las personas que están directamente afectadas por el cambio e involucradas de tal manera que las modificaciones salgan de sus necesidades y no las sientan impuestas.

Es conveniente preparar un informe conveniente para poder presentarlo a la gerencia. Para ella lo más importante es la justificación económica y debe darse importancia a su presentación. Los beneficios no tangibles pero involucrados tales como condiciones de trabajo, seguridad o mejor utilización del espacio deberán también ser presentados.

Es importante por lo tanto presentar la propuesta de manera que contenga lo siguientes puntos que son los más importantes para la gerencia.

1. Descripción de las operaciones actuales.
2. Costos actuales.
3. Descripción de las técnicas propuestas.
4. Estimación del costo inicial probable y el costo de las operaciones.
5. Beneficios monetarios.
6. Beneficios de conjunto.
7. Tiempo a introducir la mejor en una operación en marcha y tiempo en el que se obtendrán los beneficios.

La actitud que se debe asumir al presentar la proposición nunca deberá de ser como la idea infalible o curarlo todo.

EMPAQUETADO.

Existen dos tipos básicos de empaquetado: el de protección y el decorativo.

El empaquetado protector tiene como objetivo principal el de suministrar protección, controlar la cantidad, tamaño de la unidad y proporcionar un medio apropiado de contener el material para el traslado y durante su almacenamiento. El empaque protector debe darse al consumidor o puede usarse de nuevo.

El empaquetado decorativo se requiere para proporcionar atracción al consumidor y puede ser clasificado como decorativo y el elegirlo es normalmente responsabilidad del empleado publicitario.

Para ambos tipos de empaquetado se debe realizar un estudio previo a la elección, es aconsejable desarrollar los siguientes pasos:

- Planteamiento del problema.
- Fotografía del envase.
- Medición de las dimensiones principales.
- Creación del modelo.
- Decorar el envase.
- Construcción de una muestra según el diseño.
- Probar.
- Comprobar presiones, peso, etc. someter a pruebas.
- Examinar presentación.
- Realizar cambios necesarios.
- Elegir.

Existen varios materiales y tipos de envases y embalajes, a continuación se mencionan los más comunes y más utilizados.

Envases metálicos.- Existen bidones y barriles par materiales líquidos, semilíquidos o secos. Se construyen para varias capacidades y de diferentes materiales como lámina, acero inoxidable, etc., también vienen en diferentes formas según el requerimiento o necesidades, en ocasiones se construyen forrados de algún otro material contenido, esté en contacto con las paredes del recipiente. A veces se utilizan también cajas metálicas para el envío de objetos pesados de pequeño tamaño o muy vulnerables, pueden utilizarse también para cargar mercancía de valor siendo cerrados por el remitente y nadie la toca hasta llegar a su destino.

Envases de madera.- Se construyen barriles, bidones y cubos de madera, utilizan para envasar una gran variedad de productos sólidos, semisólidos y líquidos. Generalmente se construyen sobre pedido, cumpliendo las necesidades del usuario o cliente. Las maderas más utilizadas para barriles son pino, abeto y roble. Las cajas de madera vienen varios usos, cualidades, calidades y cubren innumerables necesidades ya que soportar un trato muy duro, y la resistencia y capacidad para soportar esfuerzos dependen de su forma y su estructura, clase de madera, contenido de humedad, forma del corte y posición con respecto a la dirección de la fibra, el tamaño de las tablas y de los clavos, así como de los refuerzos que lleve, flejes metálicos o listones de madera. Existen cajas que son apropiadas para cargas de hasta 200 libras, también las hay de madera contrachapada para productos de gran valor y/o que deben ir bien protegidos ya que ofrecen mayor rapidez, poco a peso y alta resistencia a la distorsión diagonal y resistencia para soportar caídas y golpes violentos. Las cajas y/o jaulas se entregan generalmente al usuario plegadas y se manejan fácilmente y ocupan poco espacio de almacenamiento. Existen cajas cocidas con alambre, es un envase ligero hecho a base de tabla cortada, de poco espesor, sujeta por medio de listones, alambres y grapas. Tiene gran elasticidad por lo que es capaz de resistir un trato rudo. Las jaulas se construyen con un entramado de madera, construido alrededor del objeto que ha de transportarse y de fácil construcción y de manera que tenga rigidez y resistencia.

Cajas de cartón.- Las hay de varias dimensiones, tamaños, formas, resistencias, etc. y son de uso muy común para empacar o envasar artículos. Los de cartón ondulado son los más resistentes ya que consiste en una hoja de cartulina acanalada y encolada entre dos hojas exteriores de cartulina lisa, lo cual resulta un producto ligero de peso pero con una considerable resistencia mecánica, y tiene un alto grado de elasticidad y es adaptable a las diversas exigencias, por lo que aumenta su difusión dentro de los usuarios. Las cajas se recortan, entallan y se enmarcan en la fábrica para facilitar el doblado. Los envases se entregan al usuario desarmados y plegados, lo cual facilita su almacenamiento. Las cajas tienen otra gran ventaja, ya que se pueden imprimir en las paredes, pegar etiquetas, fotografías, identificaciones, etc. por lo que hace que sea mayor la posibilidad de utilizarlo como elemento publicitario. Este tipo de envasado puede armarse, cerrarse y sellarse con cinta engomada o con grapas de alambre.

Por bien proyectado y fabricado que sea un producto y su producción haya sido vigilada, puede ser que el usuario final no obtenga de él la plena satisfacción si el embalaje es deficiente y el producto sufre desperfectos durante su transporte o se deteriora en los almacenes, o en los estantes del distribuidor final. Debe pues cuidarse de ésta cuestión primordial. El diseño real de los embalajes o empaquetados debe ser realizado por una persona que conozca sobre la materia, la cual debe comprobar que los embalajes ofrezcan adecuada protección al producto en todo momento, y se debe tomar en cuenta también que la protección no debe exceder a lo justo.

ALMACENAMIENTO.

El almacenaje no constituye en sí un proceso del movimiento de materiales pero se encuentra estrechamente ligado a él. Existen dos maneras de clasificar el almacenamiento: el temporal, que se considera como la estancia transitoria de materiales en un lugar, debido a no poder utilizarlos inmediatamente: el almacenamiento permanente considerado como un proceso plasmado para guardar materiales en un predeterminado lugar y que tiene como objeto controlar el suministro.

El almacenaje temporal es el más costoso y problemático de los dos tipos de almacenamiento, para poder detectar fácilmente el almacenaje temporal basta con realizar un diagrama de proceso del producto. Sin embargo existen algunas reglas para solucionar éstos problemas.

- Programar la producción. La producción programada proporciona circulación al material para evitar almacenajes temporales, con la producción programada el material alcanza su lugar correcto al propio tiempo que se elimina su entrada en procesos de almacenamientos o demoras durante el proceso.
- Distribución de planta. La distribución debe ser tal que permita la circulación fluida a todas las secciones. Los lugares de trabajo estarán dispuestos de tal modo que el material pueda ser introducido y sacado sin perturbar otras operaciones.
- Control de existencias. Lo cual consiste en tener a mano la cantidad correcta de materiales para satisfacer la carga productiva.
- Planeación del trabajo. El trabajo tiene que ser programado diariamente de manera que cada trabajador y puesto de trabajo funcionen sin interrupciones.
- Supervisión y adiestramiento. Las personas encargadas de la supervisión no deben mostrar indiferencia hacia el almacenamiento temporal en el proceso, ya que dará una actitud similar en los trabajadores y se hará costumbre. Siempre que sea posible el personal clave debe ser capacitado para la reorganización y eliminación de los almacenamientos temporales necesarios.

Si fuera necesario almacenar temporalmente los materiales, el costo de ésta operación debe minimizarse empleando algunos métodos y lugares menos costosos y que cause menos problema.

El almacenamiento permanente es una necesidad por lo que con ella se asegura la reserva de provisiones. Esta necesidad no significa que debe de ser una carga o problema para la compañía, debe ser tratado como un problema técnico planeado.

Para poder determinar que tipo de almacén se requiere se necesita tener toda la información de los productos que estarán en ese almacén, por lo que se sugiere recolectar toda la información por medio de un formato como el que se muestra a continuación.

INSPECCIÓN DEL MATERIAL A ALMACENAR.

Descripción del material _____ Condiciones-
 (Húmedo, caliente, frágil, pegajoso, fluido, explosivo, empaquetado, flojo, inflamable, áspero,
 acabado, deleznable, sensible al: calor, frío, humedad, polvo, lodo, humos) _____

Otras condiciones _____ Dimensiones de la pieza, Min. _____
 Máx. _____ Peso de la pieza, Min. _____ Máx. _____ Plano No. _____
 No. _____ Tipo ó modelo No _____ Desplazamiento y articulaciones almacenados.-Individualmente:
 Tablero superior _____ Dimensiones _____ Caja de cartón delgado _____
 Dimensiones _____ Rodillo _____ Dimensiones _____ Plataforma _____ Dimensiones _____
 Caja _____ Dimensiones _____ Lata o tambor _____ Dimensiones _____ Otros _____
 Cantidad a contener _____ Peso medio de la carga _____ Material recibido de
 _____ Vía _____ Almacenado en (lugar) _____
 Por (método) _____ Cantidad disponible normalmente _____
 Frecuencia de las recepciones _____ Frecuencia de las salidas _____
 Forma o método de pago _____ Abonado en (lugar) _____
 Fecha de almacenamiento _____ ¿Puede apilarse el material? _____
 ¿A qué altura? _____ Los suelos son de: Hormigón, madera, asfalto, adoquines,
 ladrillos, lodo, otros materiales _____ Estado o condiciones: Bueno, malo,
 liso, áspero, húmedo, seco, inclinado _____ ¿son útiles las grasas? _____
 Tipos _____ Capacidad _____ Dimensiones plataforma _____ ¿pueden
 ser descargados los vehículos al nivel del suelo? _____ Carga admisible sobre el piso
 _____ Sobre armados _____ ¿Pueden usarse soportes, estanterías, tolvas?
 ¿Hay implicado algún riesgo no frecuente? _____ ¿Hay implicado algún problema no
 frecuente de control de calidad? _____ ¿Hay implicado algún problema de producción o
 control financiero no frecuente? _____ Observaciones _____

 Recopilador por _____ Fecha _____

Si obtenemos todos los datos requeridos en el formato nos podrá ayudar indudablemente a resolver el problema del almacenamiento, es posible que éste cuestionario no se adapte a algunos casos específicos pero se buscará la información adicional y se añadirá fácilmente al modelo.

Para resolver el problema del almacenamiento se seguirá haciendo un cuestionamiento de la información adquirida y una guía de preguntas puede ser:

1. ¿Puede tener lugar el almacenamiento al aire libre o en cubierto?
2. ¿Como se presenta la mayor parte del material, en forma empaquetada o a granel y debe seguir haciéndose así?
3. ¿Que grado de protección es necesario?
4. ¿Cuál es el volumen de movimiento dentro y/o fuera del almacén?
5. ¿Qué medidas de almacenamientos y movimientos son necesarios para la utilización económica del espacio de la mano de obra?

Los tipos y métodos de almacenaje seleccionados dependerán, sobre todo, del movimiento de materiales almacenados y de la frecuencia de entradas y salidas.

Los tipos de almacenamiento más usuales son:

1. Para grandes cantidades de materiales juntos.

- Recipientes a granel.
- Silos.
- Toneles.
- Carboneras.
- Recipientes abiertos.
- Fosos abiertos.

2. Para pequeñas cantidades de materiales sueltos.

- Estantes.
- Gavetas o cajones
- Cubetas.
- Bateas.
- Cajas.
- Recipientes rotativos.
- Alacenas.
- Vasijas o envases.
- Tambores o bidones.
- Mostradores.
- Estantes portátiles.

3. Para unidades o materiales empaquetados.

- Recipientes
- Estantes o perchas.
- Pallets (plataforma para manejo de mercancías).
- Skids (madera inclinada para desplazamiento).
- Plataforma.
- Armarios.
- Estuches.
- Puertas (stands).

SELECCIÓN DE EQUIPOS.

Antes de efectuar la selección de equipos para el manejo de materiales deben ser consideradas las características de las instalaciones. Parte de estas consideraciones pueden hacerse patentes por el análisis del proyecto del manejo de materiales, pero todas deberán ser consideradas bajo el punto de vista de proporcionar una mayor seguridad.

Las características más comunes a considerar para la elección son: techo, altos pasillos blancos, altura del techo y obstrucciones superiores, capacidad de carga de los pisos, huelga de paso en las puertas, espacio libre entre columnas, resistencia de las estructuras y otras.

Al elegir equipos fijos, el ingeniero podrá añadir con frecuencia accesorios de poco volumen; pero que darán mayor seguridad cuando se eligen transportadores pueden encontrarse compuertas contrapesadas que aseguran su posición de estas arriba o abajo según la conveniencia. Pueden colocarse guardas o protecciones en los bordes de los transportadores en curva, para impedir que el material caiga del mismo y dañe a los obreros. Cuando se eligen carros accionados mecánicamente que tengan que circular por lugares estrechos deberán ser protegidos con guardas para prevenir que el conductor no corra el riesgo de ser aplastado.

La mecanización del manejo de materiales reducirá generalmente los costos de mano de obra, mejorará la seguridad, reducirá la fatiga, e incrementará la producción. Sin embargo hay que tener cuidado en la selección apropiada de los métodos y del equipo. Es muy importante la estandarización de los manipuladores de los materiales, ya que no hace posible la simplificación del adiestramiento y la posible intercambiabilidad del equipo y se requieren menos existencias de piezas de refacción para su mantenimiento.

A continuación se dará una descripción de algunos de los equipos más típicos de manejo de materiales usados en la industria.

1. Tarimas.- Normalmente existen con entradas por los cuatro lados y sirven como base para apilar productos empacados y poderlos transportar al almacén de otro lugar del proceso es también llamado "pallets", se presentan en distintos materiales y en diversos estilos para usos muy diversos, hay tarimas para montaje, para transporte, generalmente sirven para los transportadores o carros de horquilla elevadora, son fabricados con acero, papel, madera, alambre o fibra de vidrio.
2. Tarimas o "pallets" en forma de caja.- Pueden construirse con paredes plegables, dispuestas sobre una estructura para soporte y fabricadas con el mismo tipo de material de las tarimas solas, al igual que los "pallets", sirven también para utilizar con carros de horquillas para transportar productos empacados o a granel, las hay también de cajas desmontables y

rígidas y de una sola a pieza. Todas ellas tiene centenares de aplicaciones en la industria en general.

3. Plataformas de arrastre.- Al igual que las dos anteriores sirven para transportar cualquier producto con el carro de horquillas, normalmente se construyen con acero soldado o con madera clavada, dispuestos en forma de entramado semiabierto, generalmente son más económicas que las plataformas o "pallets".
4. Plataformas rodantes.- Esta forma parte de la misma familia de los anteriores, estas plataformas son bajas de tablero plano, fabricados con metal o madera reforzada, están equipadas con ruedas y una barra para guiar o jalar, es un valioso equipo ya que puede servir también para utilizarlos con los carros de horquilla, estas plataformas pueden fabricarse en forma de caja, lo cual lo hace muy versátil.
5. Carretilla de estibar de dos ruedas (diablo).- Es un artefacto con ruedas, muy fácil de manejar, muy útil en cualquier empresa donde tengan que mover artículos muy pesados y los pasillos sean muy estrechos, sirven para transportar productos a granel y empacados en barriles o cajas de cualquier forma y se utilizan para transportar en distancias cortas, son ligeras, de precio bastante bajo, su principal ventaja es su flexibilidad que unidas a los dos anteriores la hace aplicable a cualquier instalación o negocio pequeño, mediana o grande.
6. Carro alzarimas con baja elevación o carretilla mecánica.- Las carretillas o carros los hay manuales, accionados por un motor de gasolina, la cual tiene una capacidad superior a cuatro veces la carretilla de mano corriente y sirve para transportar una gran variedad de productos, ya que puede equiparse con horquillas o con una plataforma para que funcione como carretilla, las hay de soporte fijo y giratoria y general mente son metálicas y son de control manual.
7. Carretillas para transporte.- Este grupo de carretillas se utiliza para el transporte de "pallets" o plataformas, la carga se levanta hasta tres pulgadas del suelo, esta elevación se efectúa mecánicamente en unos modelos e hidráulicamente en otros.
8. Elevador portátil.- Estas unidades están diseñadas para ser conducidas por un conductor que va a pie atrás de la carga y controla los movimientos por medio de mandos colocados en el timón, la altura de la elevación de los aparatos es variable, pero normalmente es la indispensable para permitir la carga y la descarga de un producto. Este tipo de elevadores son accionados por un motor de gasolina o eléctrico o por ambos, la elevación se hace por elevación hidráulica.

Carro montacargas o carretillas elevador de horquillas.- Puede cargarse o descargarse por si mismo, es capaz de elevar la carga y descargarla o recogerla de un nivel elevado. Con la importancia cada vez mayor que se da al apilado de los materiales y al aprovechamiento de la tercera dimensión, el carro montacargas se ha convertido en uno de los grupos más importantes para el manejo económico de materiales. Este tipo de aparatos de este grupo, son accionados por motores de gasolina o eléctricos, estos últimos toman la corriente de baterías de acumuladores que forman parte de la unidad, las hay también de gasolina-eléctrica, en la cuál in motor de gasolina genera energía eléctrica que carga una batería de la cuál se alimenta un motor eléctrico y es muy adecuado para el trabajo continuo. Ofrecen ventajas cuando se tiene que hacer recorridos largos sin interrupciones, recorre suelos poco lisos, el costo de adquisición es bajo, puede manejar materiales en pendientes y se pueden realizar las operaciones a la intemperie; cuando son eléctricas se pueden usar en recintos cerrados donde deban evitarse los ruidos y humos. Las carretillas elevadoras pueden ser adaptadas con plataformas o adquirirlas de plataforma o utilizarlas con plataforma y además pueden adquirirse otros accesorios y dispositivos que la hacen aún más versátil. La carretilla elevadora equipada con horquillas, se construye disponiendo su elemento de forma que tal que el propio peso de la carretilla equilibre el peso de la carga que se eleva. La capacidad de carga de la carretilla es función de su peso

propio y de la distancia existente entre la proyección de su gravedad y punto medio del eje del entero. La carga máxima que puede manejar con seguridad se calcula generalmente con facilidad.

Por ejemplo, la capacidad de levantamiento se calcula multiplicando la distancia (en cm y plg) entre el centro del eje del entero y el centro de la carga. Si la distancia entre el centro del eje del entero y el centro de la carga es de $B=45$ cm. y la longitud de la planta es $A=150$ cm. entonces el peso máximo total que podrá manejar un carro con capacidad de 250000 cm/kg.

Peso máximo = (Capacidad) / $(B+A/2)$

Peso máximo = $(250000) / (45+150/2) = 2083$ kg.

Planeando el tamaño de la tarima para aprovechar plenamente el equipo, se puede obtener un mejor rendimiento del equipo.

Cinta transportadora o banda transportadora.- Con los diversos tipos de cintas transportadoras se obtiene una superficie de apoyo continua que es útil para el transporte de una extensa gama de productos, tanto a granel como empaquetados. Las bandas más comúnmente usadas son las que constan de varias capas de tejidos de algodón pegadas unas con otras, ó vulcanizadas con goma. La superficie inferior o superior están protegidas por un recubrimiento de caucho. Cuando hay reacciones químicas que atacan al caucho natural se emplea caucho sintético y cuando aumenta la longitud de transportador, se insertan cables de hilo de acero en la armadura de la cinta. La cinta de caucho se utiliza para paquetes y artículos menudos y en forma de canal para materiales a granel gruesos o finos. La banda se apoya a intervalos regulares sobre poleas o rodillos dispuestos de modo que se forme una superficie plana o acanalada. De la separación, tamaño y características superficiales del material están hechas las poleas o rodillos depende en gran parte de la capacidad de carga de la banda que pasa sobre ellos. El movimiento de las bandas o cintas es producido por un motor aplicado al tambor de uno de los extremos del circuito, las bandas normalmente. trovan temperaturas de 121°C a 149°C . Para ciertas circunstancias especiales las hay de tejido metálico. Los materiales más pesados pueden trasladarse sobre bandas de eslabones muy juntos y obtener así una superficie de apoyo continuo, las cintas lisas de acero se utilizan cuando la superficie debe mantenerse constantemente limpio.

- Cinta transportadora articulada.- Este tipo de transportador est formado por una serie de tablas o discos metálicos o de madera sujetos a dos cadenas sin fin, normalmente se utilizan para cargas pesadas y que son depositadas con golpes fuertes. Los transportadores de discos metálicos a diferencia del de tablas, están contiguas o solapadas con otra y con ellos se forma una superficie continua, hay un modelo que consiste en una cadena única a la que se fijan los discos cortados como medias lunas, con lo que se dispone de una superficie continúa aún cuando se requiera alguna curva o codo.
- Transportador de rodillos libres.- Con este tipo de transportador se mueven materiales a gran distancia horizontal sin gasto alguno de energía, la distancia a recorrer solamente está limitada para el desnivel necesario para utilizar la fuerza de la gravedad, aunque el desnivel puede salvarse intercambiando en el trayecto, unidades elevadoras que son tramos cortos de cinta transportadora con motor, que elevan el material y con esto tomará nuevamente fuerza para continuar el movimiento. Este tipo de transportador de rodillos sirve para transportar materiales que tienen una superficie de asiento suficientemente lisa.
- Transportador vibratorio.- Es otra modalidad de cinta transportadora que sirve para el manejo de materiales abrasivos a elevadas temperaturas, las bandas están en forma de canal metálico sobre la que se hace avanzar el producto mediante movimiento vibratorio o de va y

ven, ese transportador es ideal para mover arena y piezas fundidas calientes, cemento, rebabas y virutas, así como materiales muy pequeños y filosos.

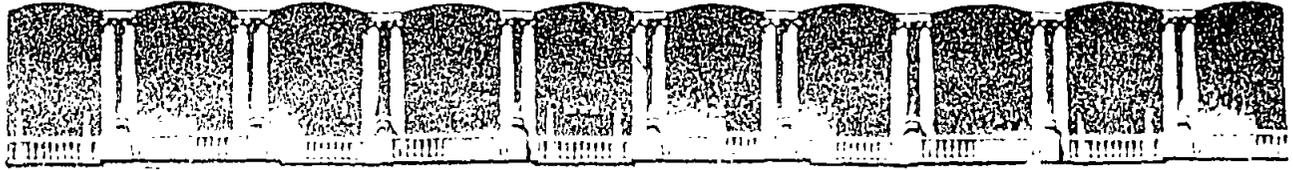
10. Grúas de brazo.- Guardan varias ventajas sobre otro tipo de transportadores, como son; los pasillos no precisan de una anchura como para transporte por suelo, el sistema de mantenimiento es independiente de la superficie y de sus desniveles. También sirven para mover materiales solamente dentro de los límites dentro de una zona de trabajo, el área barrida por la grúa es generalmente el sector descrito por la longitud del brazo y cuando el brazo no se utiliza se le hace girar retirándolo a un lado para permitir el paso de vagones u otros. Las grúas de brazo horizontal se pueden montar también sobre carros pesados que van y vienen sobre carriles colocados al nivel del suelo, estas grúas móviles se utilizan generalmente para elevar cargas pesadas, abajo de una grúa puente. Existe otro tipo de brazo que consiste en un pescante que es una pieza saliente de madera o metal a modo de grúa para bajar y subir artículos, y está colocado en un muro en ángulo recto y se mueve a lo largo del muro sobre carriles dispuestos en forma análoga al camino de rodadura de la grúa puente.

11. Monocarriles.- Constituye un buen y eficaz camino cuando el lugar donde se recogen y se depositan los materiales está claramente definido, los monocarriles se emplean mucho en el montaje de tractores y automóviles, además sirven de pequeños almacenes de elementos pesados temporalmente y comúnmente es llamado malacate, los hay eléctricos y manuales y su principal componente es un riel con un polipasto. El transporte vertical de materiales se efectúa fácilmente por medio de polipastos cuando se elige el adecuado a cada trabajo se tomarán como parámetros principales el peso que ha de elevarse, frecuencia de las operaciones de elevación y el cuidado en el manejo de la carga, hay muchos tipos de polipasto; los polipastos accionados manualmente se utilizan para elevaciones poco frecuentes y cuando se requiere de una elevación lenta y cuidadosa no muy pesada, los polipastos accionados eléctricamente pueden emplearse para elevar verticalmente rápido piezas ligeras, pesadas, grandes, y estos pueden manejarse directamente a mano o con mando a distancia y los tableros de control pueden formar parte del aparato elevador o estar situados en un puesto de mando central, los principales y más usuales tipos son: polipastos de cadena accionados a mano, polipasto de aire comprimido, polipasto eléctrico y polipasto accionado por motor de aire comprimido.

12. Moto-grúa industrial o grúa de camión.- Estos tipos de grúas realizan una función elevadora de productos, y tienen toda la amplitud de movimiento horizontal que permite el ángulo de giro y el alcance de su pluma, con la gran ventaja que la función de traslación horizontal puede ejecutarse al mismo tiempo dentro de su campo de acción, el tonelaje que pueda elevar y trasladar está limitado por la resistencia de la pluma y del cable, el pilotaje es nuevamente aquí otro componente en combinación con la pluma para lograr otro tipo eficiente manejador de materiales.

13. Grúa viajera tipo puente.- Cuando se requiere de un movimiento elevador en dos planos dentro del recinto de una fábrica, se obtiene casi siempre utilizando grúas tipo puente, además con la ventaja que se tiene un borrado más completo, la grúa puente más sencilla puede consistir en una única viga en doble T, suspendida sobre la cuál se mueve de uno a otro extremo, un polipasto, ya sea manual o de aire comprimido; el puente puede ser desplazado a mano o por medio de un motor eléctrico.





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO EN INGENIERIA DE PRODUCCION

MODULO IV

DISEÑO DE SISTEMAS DE PRODUCCION

REINGENIERIA

1996

REINGENIERÍA

Introducción

¿Cómo surgió el concepto de reingeniería de negocios y cómo desarrollamos una metodología para su ejecución? Hace unos diez años, empezamos a observar que unas pocas compañías habían mejorado espectacularmente su rendimiento en una o más áreas de su negocio cambiando radicalmente las formas en que trabajan. No habían cambiado el negocio a que se dedicaban sino que habían alterado en forma significativa los procesos que seguían en dichos negocios, o incluso habían cambiado totalmente los viejos procedimientos.

Al mismo tiempo, trabajamos activamente para ayudar a algunos de nuestros clientes a desarrollar nuevas técnicas que les permitieran sobrevivir -y hasta prosperar- en un clima competitivo cada vez más duro.

Con la reingeniería no se busca mejorar el negocio mediante avances incrementales; su meta es un salto de magnitud exponencial en rendimiento, una mejora del cien por ciento o aún diez veces mayor, que se puede alcanzar con procesos del trabajo y estructuras totalmente nuevas (orientación a procesos).

Nuestros empresarios, ejecutivos y gerentes crearon y dirigieron compañías que durante más de cien años correspondieron a la demanda siempre creciente de productos y servicios para un mercado masivo. Estos administradores y sus empresas fijaron las normas de desempeño para el resto del mundo de los negocios. Lamentablemente ya no es el caso.

La división de trabajo aumentó la productividad de los operarios que hacían alfileres por un factor de centenares. La ventaja, escribió Adam Smith, se debe a tres circunstancias distintas: en primer lugar el aumento de destreza de todos los obreros en segundo lugar, el ahorro de tiempo que suelen perderse pasando de una clase de trabajo a otra; y por último, al inventarlo de un gran número de máquinas que facilitan y acortan el trabajo y le permiten a un hombre hacer el trabajo de muchos.

Los siguientes grandes pasos revolucionarios en el desarrollo de las organizaciones industriales modernas se dieron a principios del siglo XX y se debieron a dos pioneros del automóvil: Henry Ford y Alfred Sloan.

El modelo organizacional desarrollado en los Estados Unidos, se adoptó rápidamente en Europa y luego en el Japón, después de la Segunda Guerra Mundial. Habiéndose proyectado por un periodo de fuerte y creciente demanda, y por lo tanto de crecimiento acelerado, esta organización corporativa se acomodaba perfectamente a las circunstancias de la postguerra.

La actual crisis de competitividad global que afrontan las empresas no es el resultado de una recesión económica temporal ni de un punto bajo en el ciclo de los negocios. En el ambiente de hoy nada es constante ni previsible; ni crecimiento del mercado, ni demanda de los clientes, ni ciclo de vida de los productos, ni tasa de cambio tecnológico, ni naturaleza de la competencia. El mundo de Adam Smith y sus maneras de hacer negocios son el paradigma del ayer.

Tres fuerzas por separado y en combinación, están impulsando a las compañías a penetrar cada vez más en el territorio que para la mayoría de los ejecutivos y administradores es atterradoramente desconocido. Llamamos a estas fuerzas las tres Ces: Clientes, Competencia y Cambio.

Palabra clave: Radical.

Al hablar de reingeniería, rediseñar radicalmente significa destacar todas las estructuras y los procedimientos existentes e inventar maneras de realizar el trabajo. Rediseñar es reinventar el negocio, no mejorarlo o modificarlo.

Definición:

La reingeniería es el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares bajo nuevos parámetros de eficiencia; tales como: calidad, servicio, costo y tiempo.

BENCHMARKING.

Proceso de comparación continua en una organización con lo mejor (de la competencia) que exista en el mundo, para mejorar la ejecución propia.
En un proceso de medición continuo y sistemático.

PRINCIPIO BÁSICO DE LA REINGENIERÍA

Estimular las actividades con valor agregado para el cliente, y transformar o eliminar las que no lo tienen.

Que no es reingeniería

- ♣ Rediseñar mejoras continuas
- ♣ Reorganizar o reestructurar la compañía
- ♣ Implantar un programa de reducción de costos
- ♣ Otra estrategia de calidad
- ♣ Acelerar el proceso de automatización

La reingeniería implica un cambio radical con un enfoque totalmente innovador.

Objetivos de la reingeniería.

- ♣ Conducir el rediseño de los productos centrales y correlacionados con las metas estratégicas y los requerimientos del cliente.
- ♣ Identificar los puntos claves (cuellos de botella) para alcanzar resultados importantes.
- ♣ Establecer prioridades para crear un ambiente óptimo para el rediseño.
- ♣ Seguir alentando las mejoras continuas una vez aplicada la reingeniería, para que el proceso no se estanque.

DIFERENCIAS FUNDAMENTALES ENTRE MEJORA CONTINUA Y REINGENIERÍA

Mejora continua.- Estableciendo las interrelaciones entre las variables causales, planteando el escenario deseado (Benchmarking) y definiendo como alcanzar los objetivos y metas establecidos; respetando los principios operativos y organizacionales vigentes.

EL CAMBIO SE VUELVE CONSTANTE

Con la globalización de la economía las compañías se van ante un número mayor de competidores, cada uno de los cuales puede introducir en el mercado innovaciones de productos y servicios. La rapidez del cambio tecnológico también promueve la innovación. Los ciclos de vida de los productos han pasado de años a meses.

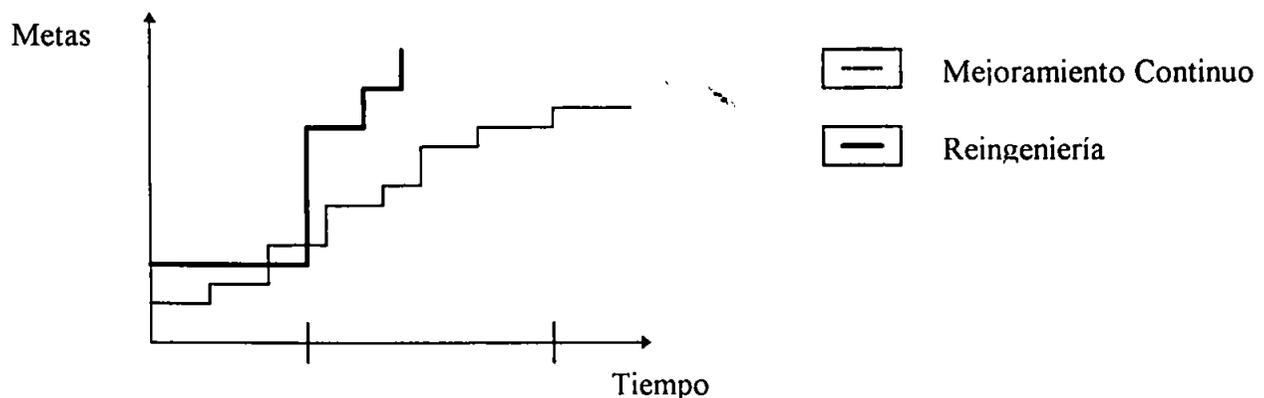
Las tres Ces - Clientes, Competencia y Cambio - han creado un nuevo mundo para los negocios y cada día se hace más evidente que organizaciones diseñadas para que funcionen en un ambiente no se puede arreglar para que funcionen en otro.

Si las compañías quieren volver a ser ganadoras tendrán que echar un vistazo a la manera de realizar su trabajo.

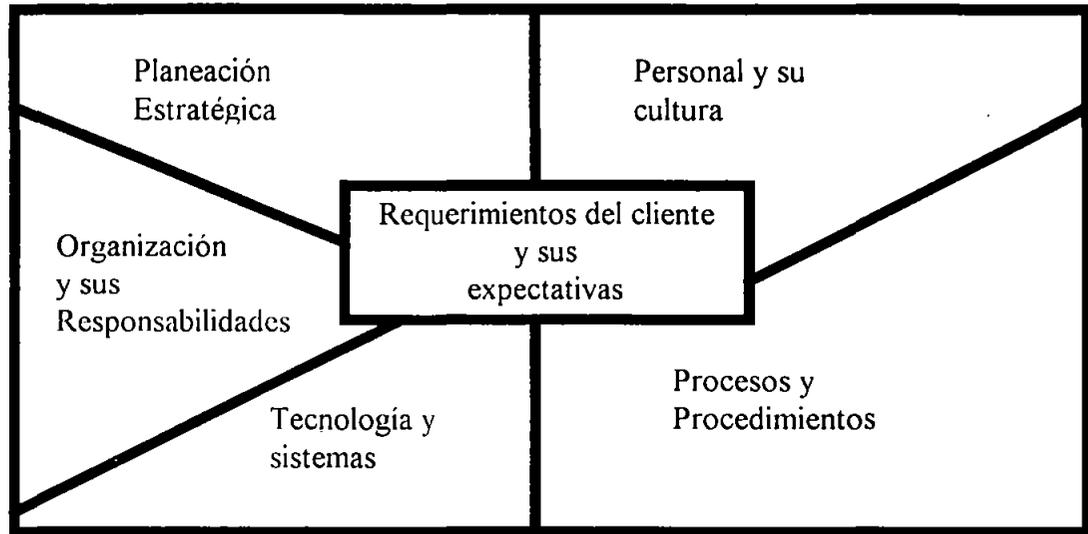
La reingeniería de negocios significa volver a empezar, arrancar de cero. Lo que importa en la reingeniería es como queremos organizar hoy el trabajo, dadas las exigencias de los mercados actuales y el potencial de las tecnologías actuales.

En la esencia de la reingeniería de negocios está la idea de pensamiento discontinuo: la identificación y el abandono de reglas y operaciones comerciales anticuadas.

Rediseño de procesos.- Por medio del rediseño de procesos, realizando cambios radicales en la cultura organizativa y en la operación para alcanzar el escenario deseado en el corto plazo.



ENFOQUE DE LA REINGENIERÍA



El mundo de la revolución industrial, está cediendo el campo a una economía global, a poderosas tecnologías informáticas y a un cambio inexorable: Se inicia la edad de la reingeniería. Los que respondan a su llamada escribirán las nuevas reglas de los negocios, todo lo que se necesita es voluntad de triunfar y valor para empezar.

CONSIDERACIONES FUNDAMENTALES

ESTRATEGIA COMERCIAL:	Entender el mercado y la competencia.
PERSONAS Y SU CULTURA:	Actitudes y aptitudes, habilidades y pretensiones.
ACTIVIDADES Y PROCESOS:	Capacidad de operación y manejo de información.
ORGANIZACIÓN:	Relaciones personales.
CLIENTE:	Características y funciones del producto, calidad del mismo.

LOS CLIENTES ASUMEN EL MANDO

A partir de los primeros años 80 en Estados Unidos y en otros países desarrollados, la fuerza dominante en la relación vendedor-cliente ha cambiado. Los que mandan ya no son los vendedores son los clientes. Hoy los clientes les dicen a los proveedores qué es lo que quieren, cuándo lo quieren y cuánto pagarán.

LA COMPETENCIA SE INTENSIFICA

Los competidores de nicho han cambiado la faz de todos los mercados. Se venden artículos similares en distintos mercados sobre bases competitivas totalmente distintas: con un mercado con base en el precio, otro con base en la selección, aquí con base en la calidad y más allá con base en la calidad antes o después de la venta o durante de ella. Ya no basta ofrecer un producto o servicio satisfactorio. Si una compañía no puede plantarse hombro a hombro con la mejor del mundo en una categoría competitiva, pronto no tendrá donde pararse.

CULTURA DE LA REINGENIERÍA

El cambio de la cultura en la organización de mando por la reingeniería

De:

A:

- | | |
|---------------------------------|--|
| ♣ Evitar riesgos | ♣ Tomar riesgos |
| ♣ Miedo al error | ♣ Aprender de la experiencia |
| ♣ Enfoque endógeno | ♣ Enfoque hacia el cliente, la experiencia y los proveedores |
| ♣ Atención al procedimiento | ♣ Atención a resultados |
| ♣ Decisiones verticales | ♣ Estimular decisiones grupales |
| ♣ Análisis excesivos | ♣ Actitud hacia la acción |
| ♣ Enfoque en el corto plazo | ♣ Visión a largo plazo |
| ♣ Enfocando a las funciones | ♣ Enfocado a los procesos |
| ♣ Metas en términos financieros | ♣ Metas en términos de valor agregado y servicio al cliente |

SIGNIFICADO PARA LA ORGANIZACIÓN

- ♣ Reemplazar estructuras obsoletas.
- ♣ Remover líneas de mando
- ♣ Cambio en el papel de los trabajadores empleados
- ♣ Necesidades de asumir retos
- ♣ Remover barreras organizacionales
- ♣ Nuevo sistema de estímulos y compensaciones
- ♣ Actitud de compromiso

Fase 1: PLANTEAMIENTOS INICIALES

Objetivo de un proyecto de reingeniería

Lograr compañías expeditas, ágiles, flexibles, diligentes, competitivas, innovadoras, eficientes, enfocadas al cliente y rentables.

HORIZONTE DE PLANEACIÓN

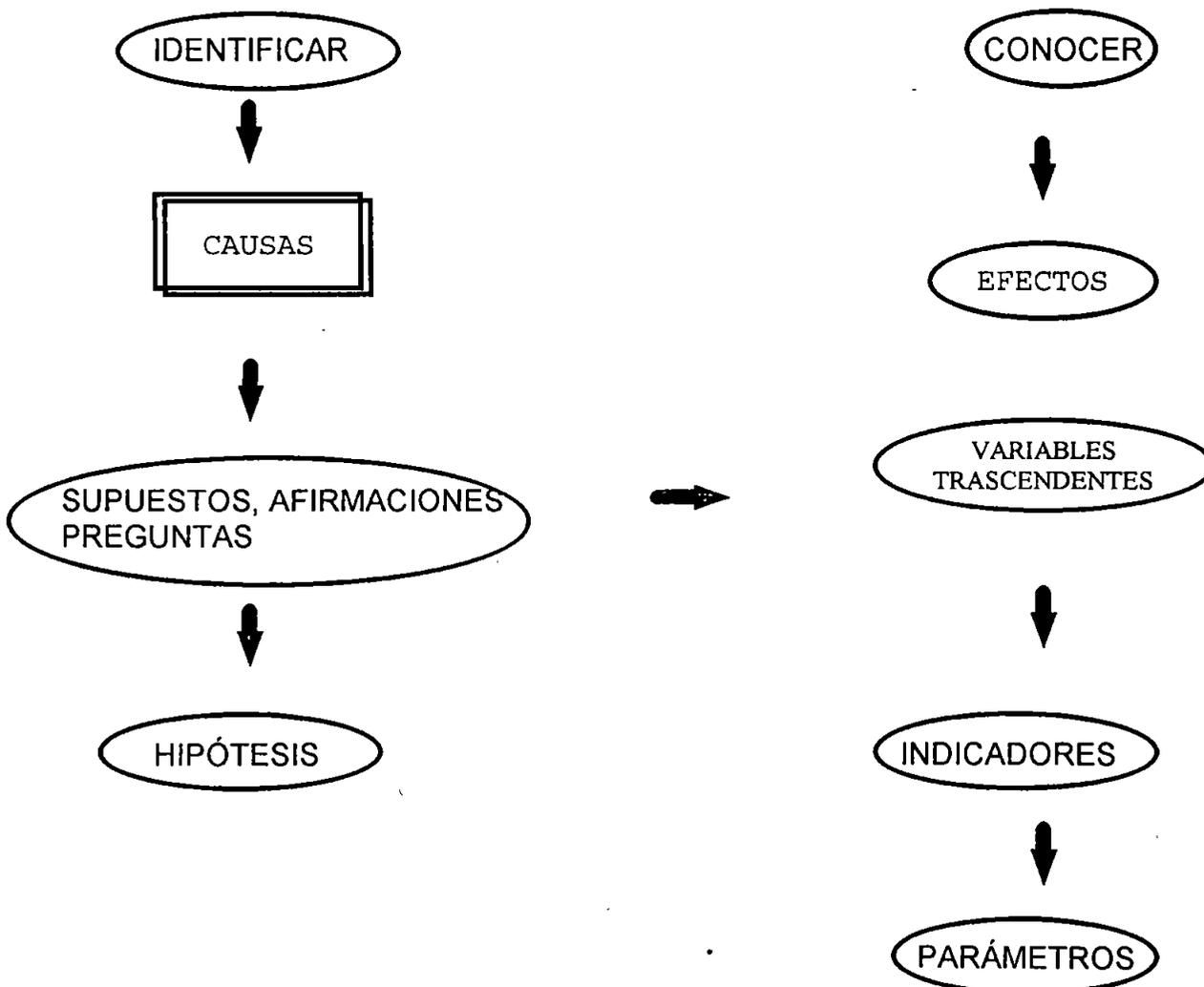
Fecha preliminar para la consecución del objetivo focal.

RESTRICCIONES INICIALES

Visualización de posibles restricciones, generalmente de tipo legal.

FASE 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

EL PROBLEMA



FASE 3: IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO

¿ Cómo identificar un proceso ?

- 1.- Conocer la entrada y la salida de una actividad
- 2.- Identificar los puntos claves (cuellos de botella, etc.) de la actividad.
- 3.- Identificar las actividades que agreguen valor al cliente.
- 4.- Identificar las actividades sin valor agregado al cliente, inevitables.
- 5.- Identificar las actividades sin valor agregado al cliente, innecesarias.
- 6.- Agrupar actividades que persigan un mismo objetivo.

CUESTIONAMIENTO PARA SABER SI UNA ACTIVIDAD AGREGA VALOR O NO

- ♣ Si la tarea no puede ser eliminada, cambiada y/o combinada, ¿puede ser simplificada?
- ♣ ¿Puede una tarea ser eliminada sin afectar la calidad del producto o servicio?
- ♣ ¿Es esta tarea necesaria para el cliente?

¿ CÓMO SE REDISEÑA UN PROCESO?

- 1.- Se eliminan o reducen las actividades que no agregan valor al cliente.
- 2.- Se construye el escenario deseado (Benchmark).
- 3.- Se hacen las mejoras correspondientes a los procesos a rediseñar.
- 4.- Se pone en marcha (implantar) el proceso rediseñado.

FASE 4: CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS

ESCENARIO DESEADO: BENCHMARK

Es una referencia o medida estándar para ser utilizada como comparación :

"LO MEJOR EN SU CLASE"

BENCHMARKING

Proceso de comparación continua en una organización con lo mejor (de la competencia) que exista en el mundo, el país, la ciudad, el municipio, la colonia para mejorar la ejecución propia.

Es un proceso de medición continuo y sistemático.

FASE 5: REDISEÑO DE PROCESOS

TECNOLOGÍA DE LA INFORMÁTICA

La aplicación de la tecnología de la informática al rediseño de procesos, requiere del razonamiento inductivo, o sea desarrollar la habilidad de primero detectar soluciones poderosas y después buscar algunos de ellos probablemente la empresa no sabe de su existencia.

Empleando la nueva tecnología de la informática, se tiende a eliminar las actividades que no agregan valor.

MÓVILES TÍPICOS PARA EL REDISEÑO DE PROCESOS

ACTIVIDADES SUSCEPTIBLES AL REDISEÑO



- | | |
|-----------------------------|--|
| ♣ Tiempo de entrega | ♣ Incremento del valor agregado |
| ♣ Inventarios | |
| ♣ Mercadotecnia | ♣ Mayor servicio al cliente |
| ♣ Programa de calidad | → |
| ♣ Distribución de áreas | ♣ Incremento en la participación en el mercado |
| ♣ Requisiciones | |
| ♣ Administración y finanzas | ♣ Elevar la productividad |

FASE 6: EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

SEGUIMIENTO:

Prerrequisito de la evaluación.

Observación sistemática del comportamiento de los procesos rediseñados.

EVALUACIÓN:

Comparación sistemática de resultados contra objetivos.

EQUIPO DE PROCESO

Determinación de las causas del no cumplimiento, remitiéndose a cualquier punto del proceso.

EL PAPEL DEL LÍDER

- ♣ Organiza y coordina al equipo de reingeniería
- ♣ Motiva y mantiene los trabajos del equipo
- ♣ Provee los requerimientos de asistencia externa
- ♣ Remueve barreras
- ♣ Concilia en conflictos
- ♣ Promueve los éxitos del equipo

EL EQUIPO DEL COORDINADOR

- ♣ Auxilia al líder a afrontar lo desconocido
- ♣ Verifica el correcto uso de las herramientas y el equipo
- ♣ Establece las reglas de trabajo
- ♣ Toma decisiones con respecto a las actividades
- ♣ Responsable del rediseño de un proceso

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE REINGENIERÍA

- ♣ Interés en el proceso
- ♣ Conocimiento sobre el negocio (personal interno)
- ♣ Innovadores, visionarios, (personal externo)
- ♣ Participantes activos en todo el proceso
- ♣ Responsables
- ♣ Comunicativo de sus éxitos

ELEMENTOS QUE ASEGURAN EL EXITO DEL EQUIPO DE PROCESO

- ♣ Clara asignación de responsabilidades
- ♣ Comunicación abierta y objetiva
- ♣ Participación mixta: personal interno y externo
- ♣ Apoyo de la dirección
- ♣ Uso correcto de la tecnología y herramientas
- ♣ Comunicar los éxitos alcanzados

ELEMENTOS CON VALOR PARA EL CLIENTE:

CALIDAD:

- ♣ Satisfacer las necesidades del cliente
- ♣ Utilidad de uso
- ♣ Variabilidad mínima(normas)
- ♣ Mejoras continuas

SERVICIO:

- ♣ Apoyos al cliente
- ♣ Servicios asociados al producto
- ♣ Apoyos adicionales al producto
- ♣ Flexibilidad para satisfacer las demandas del cliente
- ♣ Flexibilidad para satisfacer las necesidades del mercado

COSTO:

- ♣ Ingeniería de diseño
- ♣ Garantía de calidad
- ♣ Distribución
- ♣ Administración
- ♣ Inventarios
- ♣ Materiales
- ♣ Producción

TIEMPO:

- ♣ Tiempo de entrega
- ♣ Respuesta a las fuerzas de mercado
- ♣ Ciclo del procesamiento de una orden

IMPACTO EN LA PRODUCCION

- ♣ Diferente forma de organización de la producción (líneas de producción - lay out)
- ♣ Integración de la excesiva división del trabajo
- ♣ Evitar la monotonía y el trabajo repetitivo.
- ♣ Facultar a los trabajadores para la toma de decisiones.
- ♣ Reducción al mínimo de los puntos de control y supervisión.

IMPACTO EN LA ADMINISTRACION

- ♣ El rediseño de procesos se genera de los niveles altos de la empresa, hacia abajo.
- ♣ Los gerentes deben convertirse en líderes.
- ♣ La administración no debe manejarse solo con base en números, sino en la efectividad de los procesos.
- ♣ El rediseño de procesos demanda una nueva estructura organizacional.
- ♣ Revisión de las actividades centralizadas versus las descentralizadas.

LA MAYOR PARTE DE LOS ERRORES QUE LLEVAN A LAS EMPRESAS AL FRACASO EN REINGENIERIA, SON:

- ♣ Tratar de corregir un proceso en vez de cambiarlo: necesidad radical de cambio.
- ♣ Confundir procesos con funciones departamentales y/o divisionales concentrarse en los procesos
- ♣ No olvidarse de los movimientos tradicionales de mejora continua: la reingeniería provoca: rediseño para calificar oficios; nuevas e innovadoras políticas de remuneración y promoción; programas de capacitación con enfoques creativos e innovadores; criterios de contratación de personal.
- ♣ No hacer caso de los trabajadores y creencias de los empleados: los que trabajan en un proceso rediseñado son necesariamente personas facultadas.
- ♣ Conformarse con resultados de poca importancia: la reingeniería busca avances trascendentales
- ♣ Abandonar el esfuerzo antes de tiempo: la reingeniería requiere del compromiso absoluto de todas las personas involucradas hasta el final
- ♣ Limitar de antemano la definición del problema y el alcance del esfuerzo de reingeniería: la reingeniería tiene que sentirse destructiva y no cómoda.
- ♣ Dejar que las culturas y las actitudes corporativas existentes impidan que empiece la reingeniería: la reingeniería es el único camino para que las compañías rediseñadas permanezca en el mercado.
- ♣ Tratar que la reingeniería se haga de abajo hacia arriba: debe iniciarse en la alta dirección.
- ♣ Confiarle el liderazgo a una persona que no entienda la reingeniería el líder debe entenderla y comprometerse con ella.
- ♣ Escatimar los recursos destinados a la reingeniería: tiempo y los mejores elementos de la empresa.

El objetivo de la reingeniería de procesos es el entendimiento de como funciona el negocio e identificar oportunidades de innovación para el logro de mejoras integrales

ENTENDER EL NEGOCIO

- ♣ Visión, estrategia y objetivos de la organización y de las unidades y funciones individuales
- ♣ El objetivo y costo estratégico de sus principales procesos básicos
- ♣ La relación interfuncional de procesos.
- ♣ La efectividad en el servicio a los clientes de cada proceso y subproceso.

IDENTIFICAR OPORTUNIDADES DE INNOVACION.

- ♣ Obteniendo: reducciones radicales en costo, mejoras impactantes en calidad y servicio.
- ♣ Previendo: cambios estructurales, organizacionales y tecnológicos.

ESENCIAS DE LA REINGENIERA.

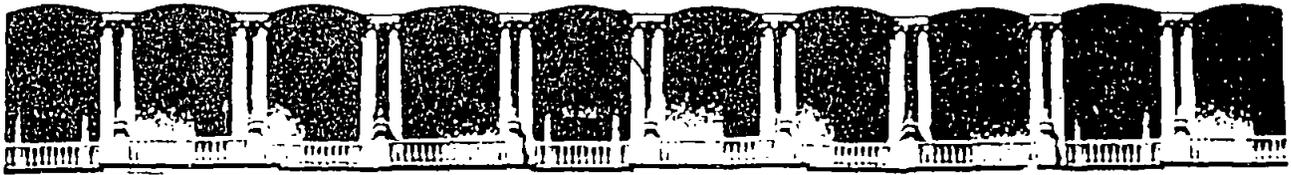
- ♣ Orientación a procesos
- ♣ Uso creativo de la tecnología de información
- ♣ Cuestionar reglas tradicionales de operación:

"Las decisiones de crédito son hechas por el departamento de crédito...."

"Se necesita inventario local para ofrecer un buen servicio...."

"Las formas deben ser llenadas completamente y en orden..."

"Ambos capturamos, procesamos y luego conciliamos..."



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO EN INGENIERIA DE PRODUCCION

MODULO IV

DISEÑO DE SISTEMAS DE PRODUCCION

PRODUCTIVIDAD

1996

PRODUCTIVIDAD

La Secretaría de Trabajo y Previsión Social a través de la Dirección General de Capacitación y Productividad y también de la Dirección de Promoción de la Productividad emitió una definición para que fuese manejada tanto por representantes del Sector Público, del Privado y del Social. Como resultado de este consenso, se presenta la definición de productividad:

"Es la capacidad de la sociedad para utilizar en forma racional y óptima los recursos de que dispone: humanos, naturales, financieros, científicos y tecnológicos; retribuyendo equitativamente a los factores que intervienen en la generación de la producción, para proporcionar los bienes y servicios que satisfacen las necesidades materiales educativas y culturales de sus integrantes, de manera que mejore cuantitativamente y cualitativamente el bienestar social y económico de dicha sociedad.

Los beneficios deben ser retribuidos equitativamente entre utilidad, salarios e impuestos y deben significar mejores precios al consumidor"

A continuación se presentan algunas definiciones adicionales o complementarias:

1.- "El concepto de productividad está asociado a la relación entre producto y factores, es decir la relación entre el producto obtenido por unidad del factor o factores utilizados para lograrla"

FUENTE: Hernández Laos, E. EVOLUCION DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS FACTORES EN MEXICO, Ediciones Productividad, México, 1973.

2.- "La productividad es la relación que existe entre las cantidades de bienes producidos y las cantidades de recursos utilizados en la producción"

FUENTE: Oakley, Stan. ABC OF WORK STUDY, Pitman Publishing, 1973.

3.- "La productividad es la relación cuantitativa entre lo que producimos y los recursos utilizados"

FUENTE: Russel Mackenzick, Currie. ANALISIS Y MEDICION DEL TRABAJO, Diana, México, 1979.

4.- "La productividad se define como la relación que existe entre la meta lograda y los recursos gastados con este fin"

FUENTE: Klein, A.W. LA MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD Y COMPARACION ENTRE EMPRESAS, Arte, Venezuela, 1965.

5.- "La productividad es la cantidad de productos obtenidos por unidad de recurso productor utilizado durante una unidad de tiempo"

FUENTE: Organización Internacional del Trabajo. METODOS PARA LAS ESTADISTICAS DE LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO, OIT, México, 1975.

6.- "La productividad es una serie de sistemas o implementos que se tienen para el control de la producción, para lo cual es necesario utilizar parámetros que midan el avance de la producción en la Empresa, así como la óptima utilización de los recursos"

FUENTE: Encuesta aplicada en Norkin, S.A.

7.- "Las productividades, la eficientización, la optimización del uso de los recursos humanos y materiales disponibles"

FUENTE: Encuesta aplicada en la Industria H-24, S.A. de C.V.

8.- "La productividad es el nivel de aprovechamiento que de todos los recursos disponibles en la empresa haga un trabajador o empleado"

FUENTE: Encuesta aplicada en Helena Rubenstein S.A.

9.- "La productividad es cualquier actividad realizada con calidad, oportunidad, costo y cantidad"

FUENTE: Encuesta aplicada a Proveedora Satélite S.A. de C.V.

10.- "La productividad es el aprovechamiento al máximo de los recursos materiales y personales de la fábrica"

FUENTE: Encuesta aplicada en el Grupo Suntory, S.A.

11.- "La productividad es el aprovechamiento máximo de los recursos físicos para la producción de un bien o servicio, es decir, ahorrar recursos, producir con un mínimo de costos"

FUENTE: Encuesta aplicada en Tijeras Barrilito, S.A.

12.- "La productividad es la cantidad de una producción originada por uno de los factores de la producción"

FUENTE: Secretaría del Trabajo y Previsión Social, SINOPSIS DE PRODUCTIVIDAD, Editorial Popular de los Trabajadores, México, 1980.

13.- "La productividad es un indicador de la utilización de recursos medidos en términos físicos en función de un estándar"

FUENTE: Ensayos varios.

Para efectos de este curso, emplearemos la siguiente definición:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Servicios empleados en su obtención}}$$

Existe productividad de los siguientes factores:

- a) de la tierra,
- b) servicios del hombre,
- c) maquinaria, equipo e instalaciones,
- d) de los materiales,
- e) del dinero, etc.

Ejemplo:

10 ton/1 ha = 10; ↑12 ton/1 ha = 12; ↑10 ton/0.75 ha = 13.3

Se incrementa la productividad al aumentar el numerador, reducir el denominador o al cumplir ambos requerimientos, es decir:

**Hago más con lo mismo.
Hago lo mismo con menos.
Hago más con menos.**

¿Cómo aumentar el numerador?

- Modificando el catálogo de producción;
- Utilizando los subproductos o desperdicios;
- Evitando rechazos y devoluciones;
- Evitando la pérdida de ventas.

¿Cómo reducir el denominador?

- En cuanto a suministros
 - Evitando desperdicios;
 - Evitando el mal uso de materiales.
- En cuanto a fuerza de trabajo
 - Evitando tiempos ociosos;
 - Suprimiendo maniobras innecesarias;
 - Evitando el mal uso de la capacidad.
- En cuanto a los medios de producción
 - Reduciendo los tiempos de paro;
 - Evitando el desgaste prematuro;
 - Cuidando las características físicas y económicas.

Otros índices de productividad:

$$P = \frac{\text{Productos obtenidos}}{\text{materiales utilizados}}$$

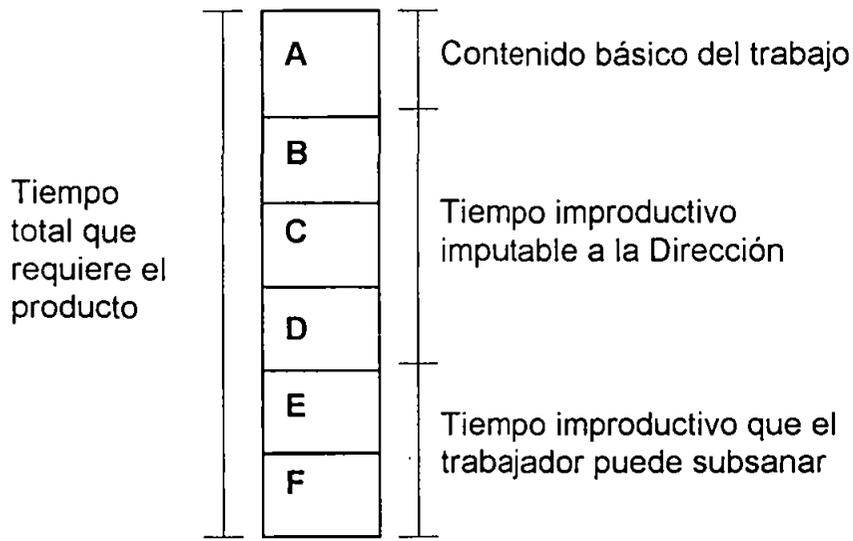
$$P = \frac{\text{productos obtenidos}}{\text{capital invertido}}$$

$$P = \frac{\text{productos obtenidos}}{\text{energía consumida}}$$

$$P = \frac{\text{productos obtenidos}}{\text{capacidad productiva}}$$

$$P = \frac{\text{horas de trabajo efectivo}}{\text{horas de trabajo posible}}$$

A) Componentes del tiempo total de trabajo.



- A. Contenido básico del trabajo.
- B. Trabajo en exceso debido a deficiencias en la planeación y las especificaciones del mismo.
 - B.1. Una mala planeación no permite el uso del equipo adecuado.
 - B.2. Una mala normalización impide utilizar los métodos más adecuados para el trabajo.
 - B.3. Fijación incorrecta de normas de calidad, exageraciones en las especificaciones ocasionan trabajo de más.
- C. Trabajo en exceso debido a métodos ineficientes o al funcionamiento de la misma área.
 - C.1. Usar maquinaria o herramienta inadecuada.
 - C.2. Proceso mal ejecutado o ejecutado en condiciones incorrectas.
 - C.3. Mala disposición de la maquinaria o equipo, lo que ocasiona trabajos innecesarios.
 - C.4. Métodos de trabajo ineficientes o desconocimiento del trabajo por parte del operario.
- D. Trabajo en exceso debido a la mala organización.
 - D.1. Variedad excesiva de productos y materiales utilizados en el proceso.
 - D.2. Falta de normalización, cambio de modificaciones al diseño, impiden una adecuada capacitación.
 - D.3. Mala planificación del trabajo o en la recepción de materiales provocan inactividad en las máquinas o equipos.
 - D.4. Constantes averías provocan inactividad y descontrol en la planta.
- E. Tiempo improductivo por negligencia del trabajador.
 - E.1. Ausencias, retrasos e inactividad del trabajador.
 - E.2. Hacer labores en forma descuidada, lo que genera tiempo improductivo por tener que repetir o desechar el producto.

- F. Tiempo improductivo debido a accidentes y a incidentes.
F.1. Accidentes e incidentes pueden generar ausencias por incapacidad, ausencias temporales o breves interrupciones.
F.2. Enfermedades no profesionales provocan ausencias justificadas, pero en muchos casos no se puede suplir a la persona.

B) Principios.

Principio de la función limitante.

Una función desempeñada poco eficiente, limitará el rendimiento y la productividad de otras funciones así como el resultado final de las operaciones de la empresa.

Principio de la función limitada.

Deberá considerarse poco provechoso todo esfuerzo adicional que se emplee en una función con la intención de mejorar su rendimiento si antes no se eliminan los obstáculos que otras funciones le anteponen en el camino a su objetivo.

Principio de los círculos viciosos.

Se constituye en círculo vicioso cuando dos o más funciones se limitan a una continuación de la otra y la última de la cadena limita a la primera. En este caso la acción debe ser la adecuada para romper la cadena en el eslabón más débil.

C) Análisis Factorial.

$$E = \frac{a + \frac{b}{2} + \frac{c}{4}}{n}$$

E = % de eficiencia;
a = # de elementos satisfactorios;
b = # de elementos regulares;
c = # de elementos malos o deficientes;
d = # de elementos inexistentes;
n = # total de elementos analizados, (a+b+c+d)

Factores a estudiar:

- 1.- Medio Ambiente: todos los elementos externos a la organización que resultan relevantes para la operación, incluso elementos de acción directa e indirecta.
- 2.- Dirección: orientación y manejo de la empresa.
- 3.- Productos y procesos: selección y diseño de los bienes a producir y de los medios utilizados en la fabricación.
- 4.- Financiamiento: manejo de los aspectos materiales.
- 5.- Fuerza de trabajo: el total de personal ocupado en la empresa.
- 6.- Suministros: conjunto de materias primas, materiales, productos semielaborados, accesorios y servicios.
- 7.- Medios de producción: conjunto de inmuebles, equipo, herramientas e instalaciones de servicios.
- 8.- Actividad productora: transformación de los materiales en productos que puedan comercializarse.
- 9.- Mercadeo: manejo de la venta y de la distribución de los productos.
- 10.- Contabilidad y estadística: registro e información de las transacciones de la empresa.

METODOS Y PROCEDIMIENTOS.

Estudio del Trabajo.

Es la expresión que se utiliza para designar las técnicas de estudio de métodos y de la medida del trabajo y mediante los cuales se asegura el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales para llevar a cabo una tarea.

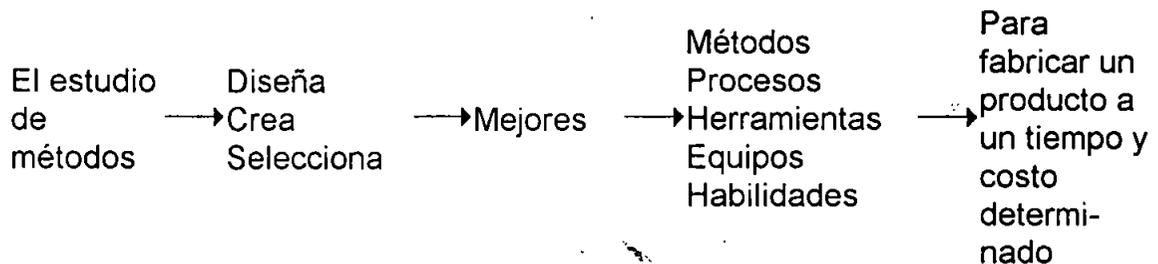
Los objetivos del Estudio de Trabajo son:

- * Mejorar los procesos, procedimientos y métodos;
- * Mejorar la distribución de la fábrica, así como también el diseño de equipo e instalaciones;
- * Economizar el esfuerzo humano y disminuir la fatiga innecesaria;
- * Incrementar la productividad de los 3 elementos de la producción, es decir: mano de obra, materiales e instalaciones; y
- * Crear mejores condiciones de trabajo.

Estudio de métodos.

Es el registro, análisis y examen crítico y sistemático de los modos existentes y propuestos de llevar a cabo una tarea, y así como también el desarrollo y aplicación de métodos sencillos y eficaces.

También se dice que es el procedimiento sistemático del escrutinio de actividades directas e indirectas para facilitar el trabajo, minimizando tiempo y costo.



Procedimiento Sistemático para realizar un estudio de métodos.

- 1.- Seleccionar el trabajo motivo del estudio.
- 2.- Registrar todos los hechos relativos al método actual mediante la observación directa.
- 3.- Examinar críticamente esos hechos utilizando las técnicas más apropiadas a cada caso.
- 4.- Desarrollar el método más sencillo y eficaz.
- 5.- Adoptar el nuevo método como práctica uniforme.
- 6.- Mantener el nuevo método mediante comprobaciones regulares.

En cuanto al primer punto deberán hacerse tres tipos de consideraciones:

- a) Económicas;
- b) Técnicas;
- c) Humanas.

Las económicas significan que deberán escogerse trabajos que sean muy repetitivos y que tiendan a durar en el tiempo.

Las consideraciones técnicas deben tomar en cuenta que pueden existir factores que impiden el mejoramiento del método o aumento de la producción.

Las consideraciones humanas son las más difíciles de prever, se debe instruir y comunicarse en forma general con supervisores y todo el personal obrero involucrado acerca de las ventajas del estudio, si a pesar de ello el estudio de métodos causa malestares o resentimientos hay que abandonarlo por más prometedor que parezca.

Durante el registro de datos en los diferentes diagramas nos será de gran utilidad el empleo de los 5 símbolos básicos, razón por la cuál debemos dominar su intención, comprenderlos y utilizarlos.

Símbolos.

○ Operación.- Decimos que hay operación cuando se modifican intencionalmente las características físicas o químicas de un artículo, cuando de monta o desmonta en relación a otro objetivo, cuando se prepara para la operación siguiente, cuando se completa o produce algo.

□ Inspección.- Decimos que hay inspección cuando un objeto es examinado para fines de identificación, para comprobar cantidad o calidad de sus propiedades. La inspección no contribuye a la conversión del material en producto terminado. Sirve para comprobar si una actividad ha sido terminada correctamente en lo que se refiere a cantidad o calidad.

⇒ Transporte.- Hay transporte cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, salvo que sea trasladado dentro de una operación o inspección usamos el símbolo de transporte siempre que haya manipulación del material o desplazamiento del operario.

Ⓓ Almacenamiento temporal o demora.- Se presenta precisamente cuando el material es retenido en algún punto de su recorrido o durante alguna etapa del proceso.

∇ Almacenamiento.- Existe almacenamiento cuando un objeto es guardado o protegido contra el traslado no autorizado del mismo. La diferencia entre almacenamiento temporal y almacenamiento consiste en que para sacar un artículo que está en almacenamiento se necesita un vale o autorización que no existe en el temporal.

⊖ Actividad combinada.- Cuando se desea expresar actividades ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario, se combinan los símbolos de estas actividades.

Análisis de Métodos de Trabajo por medio de Diagramas.

En el estudio de métodos es de gran utilidad el empleo de diversos diagramas dado que por medio de ellos podemos conocer características del proceso productivo.

El empleo de diagramas nos sirve para:

- a) Saber cómo, con qué, y cuánto tiempo se elabora un producto o serie de productos.
- b) Compara la eficiencia de varios métodos en igualdad de condiciones.
- c) También nos sirve para repartir la tarea dentro de los grupos de trabajo.
- d) Para conocer el recorrido que siguen los materiales u operarios para un proceso o producto dado.

Para la elaboración de los diagramas es necesario que primero se observe perfectamente el proceso y se tomen tantas notas como sea necesario, excepto cuando se intente la elaboración del diagramado de un método propuesto, pues en este caso se requiere primero de una investigación exhaustiva y posteriormente mucho trabajo de gabinete.

Todos los diagramas deben llevar un encabezado, el cual debe llevar al menos los siguientes datos:

- * Nombre de la empresa o razón social;
- * Fecha o periodo de la observación;
- * Identificación del operario observado;
- * Identificación del observador;
- * Producto, pieza, elemento en elaboración;
- * Máquina en la que se elabora;
- * Area o departamento;
- * Resumen.

Operaciones del Proceso o Cursograma Sinóptico.

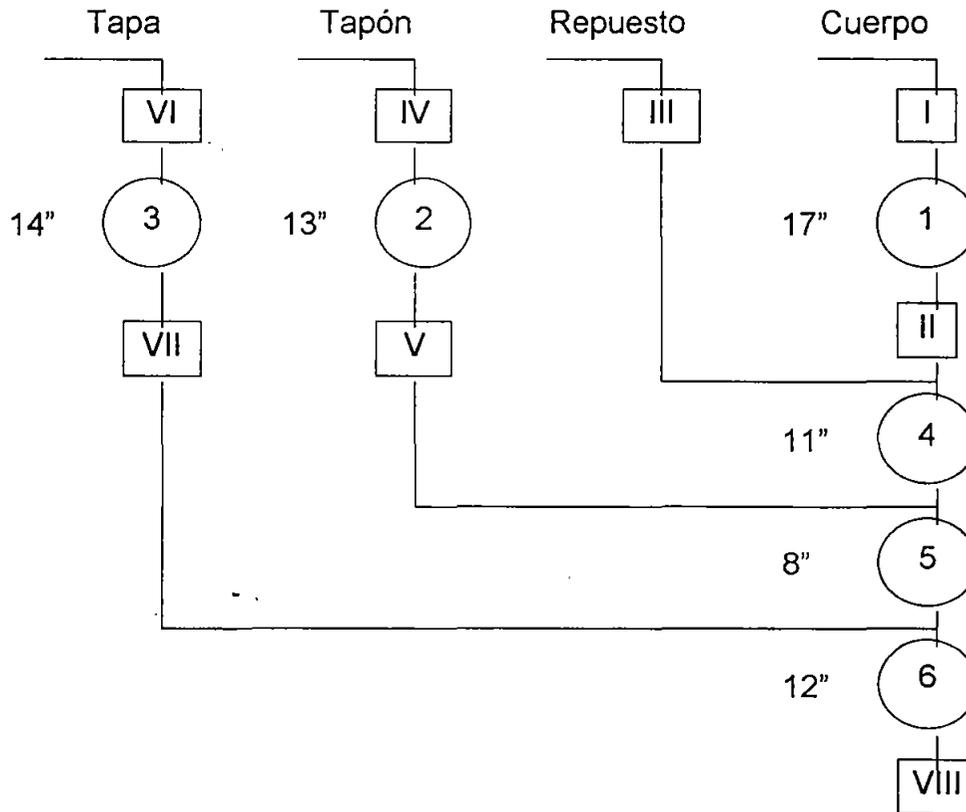
Es de suma utilidad contar con un gráfico que nos permita observar de una sola ojeada la totalidad del proceso.

El cursograma sinóptico es la representación gráfica de la sucesión de todas las operaciones e inspecciones de que consta el proceso, con indicaciones de los puntos de entrada de los materiales.

Responde a la pregunta ¿Cómo se realiza?, utiliza únicamente los símbolos de operación e inspección sin tomar en cuenta ¿Quién? y ¿Dónde se ejecuta?, suele indicarse adjunto a cada símbolo el tiempo asignado para realizar esa actividad.

Se comienza con una línea vertical a la derecha de la hoja para indicar las operaciones e inspecciones del elemento principal, el tiempo de la actividad se indica a la izquierda de cada símbolo, en hoja aparte se da una explicación breve de la operación o inspección indicando la máquina o herramienta utilizada. Es muy importante la forma de numerar, pues la misma nos va a señalar la secuencia del armado o ensamble.

La elaboración y lectura del diagrama es de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo, se recomienda dividirlo por componente.



Operaciones:

- 1.- Rebabeo con máquina X-14
- 2.- Rebabeo con máquina X-15

Inspecciones:

- I.- Verificar cantidad de rebaba.
- II.- Verificar la carencia de rebaba.

Análisis del proceso o cursograma Analítico.

En este diagrama se va señalando el curso que sigue el material o el operario (no ambos), diferenciando con precisión de que actividad se trata, al final se contabiliza cuantas ocasiones se lleva a cabo cada actividad, que tiempo total se llevó, que distancia total se recorre, etc.

Descripción	Cant.	T.	Mts.	○	□	⇒	D	▽	●	Observaciones
Verifica asistencia visualmente		4			●					
A escritorio	1	12	10			●				
Deja portafolios	1	4		●						
Quitarse saco	1	4		●						
Abrir portafolios	1	8		●						
Sacar notas	1	16							●	
A tarima	1	4	2.5			●				

Resumen:

	Método Actual	Método Propuesto	Economías
○			
□			
⇒			
D			
▽			
●			
Total de Acts.			
Tiempo			
Dist. en metros			

Diagrama de Proceso de Flujo.

Es una variación del cursograma analítico, lleva distancia, símbolo y explicación o descripción, enumerando los símbolos como en el cursograma sinóptico.

Diagrama Bimanual.

El diagrama bimanual registra el trabajo de las dos manos en relación a una escala de tiempos, esta escala nos facilita la ubicación de los símbolos en cada una de las actividades que se realiza.

El símbolo del almacenamiento no se utiliza por la definición del mismo, los movimientos de la mano para inspeccionar una pieza cabe clasificarlos como operación ya que rara vez es la mano la que inspecciona.

La hoja de análisis debe llevar un croquis del lugar o del dispositivo del trabajo, además de un resumen de movimientos.

Al registrar se deben anotar los movimientos de una mano cada vez, pero teniendo en cuenta a cada actividad de una mano debe corresponder una actividad de la otra. También con este diagrama puede diagramarse el accionar de los pies.

Mano Izquierda				Mano Derecha					
Descripción	○	□	⇒	Ⓛ	Ⓡ	⇒	□	○	Descripción

Diagrama de Actividades Múltiples, de Grupo o de Hombre-Máquina.

Es un diagrama en el cual se registra la sucesión de actividades interdependientes de varios operarios o varias máquinas. Se utiliza cuando es necesario analizar por medio de una gráfica las actividades de un operario con relación a otro, el diagrama expone claramente los tiempos improductivos mediante la representación en columnas separadas de la actividad de los operarios y con la confrontación de una escala común de tiempos.

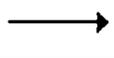
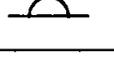
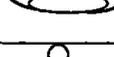
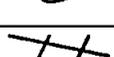
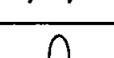
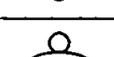
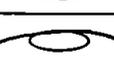
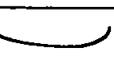
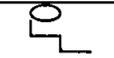
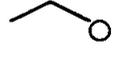
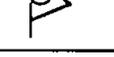
Es sumamente útil para organizar equipos de trabajadores en producción en serie o en tareas de mantenimiento.

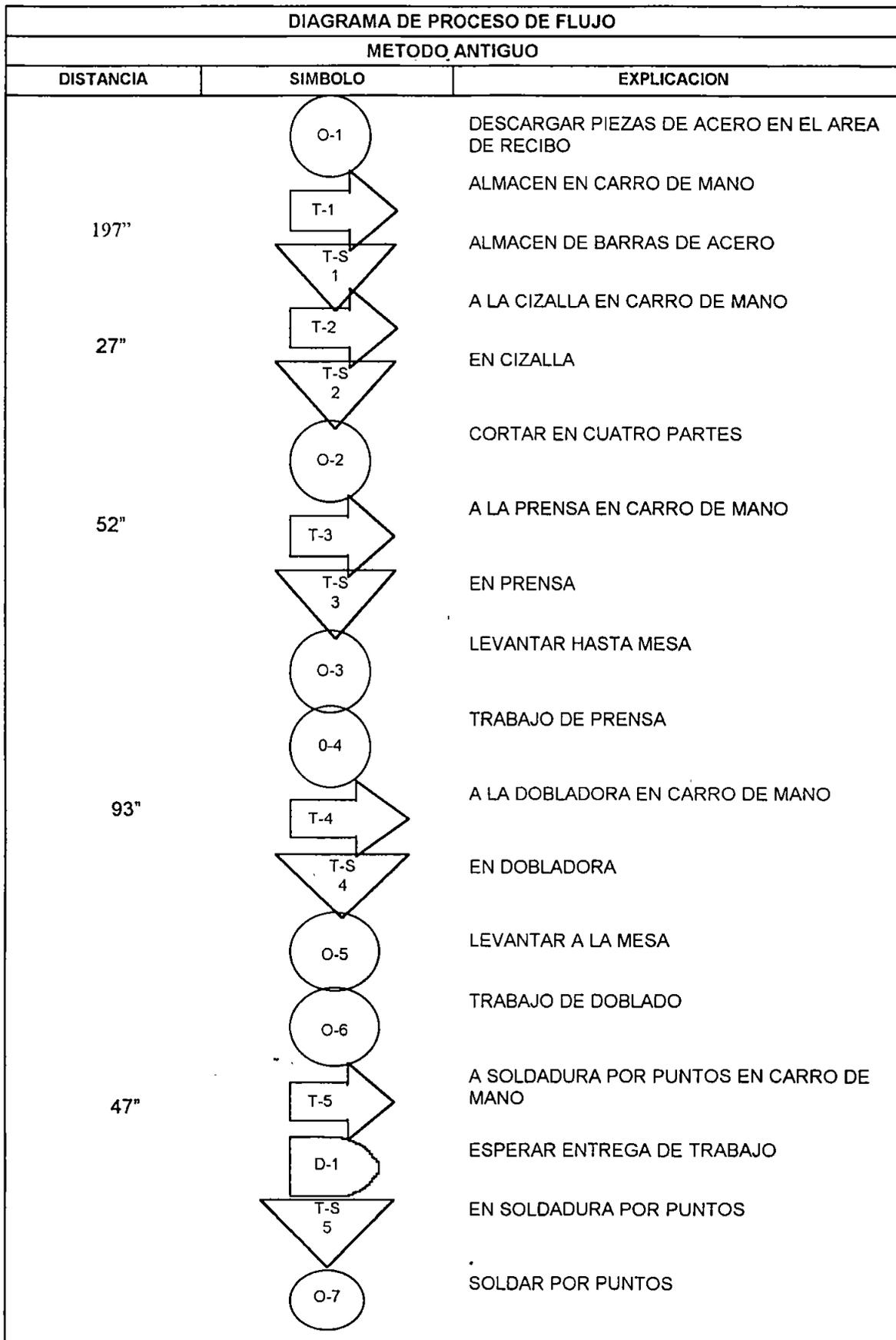
No se emplea ningún símbolo, tan sólo se menciona la actividad, graficando exactamente la cantidad de tiempo que requiere ésta, se gráfica por igual las actividades productivas y las no productivas, diferenciando las productivas por medio de líneas, colores, etc.

Tiempo (segs)	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4
10	1			
		3	2	
60	4			
80			6	5

	ANALISIS		CRITICA	ESTUDIO DE MEJORA
	HECHOS	RAZONES	COMPARACION	PROPUESTAS
PROPOSITO	¿Qué actividad se lleva a cabo?	¿Por qué se realiza?	¿Es necesario?	¿Se puede evitar?
LUGAR	¿Dónde se lleva a cabo?	¿Por qué en ese lugar?	¿Es el lugar más indicado?	¿Se puede cambiar?
SUCESION	¿Cuándo se lleva a cabo?	¿Por qué en ese momento?	¿Es el mejor momento?	¿Se puede combinar con otra operación?
PERSONA	¿Quién la lleva a cabo?	¿Por qué esa persona?	¿Es la persona más indicada?	¿Se puede evitar o cambiar la persona que lo ejecuta?
MEDIOS	¿Cómo se lleva a cabo?	¿Por qué de esa manera y con ese material?	¿Es el mejor método? ¿Es el mejor medio?	¿Se puede mejorar el método o medio?

CUADRO LOS THERBLIGS

SIMBOLO	NOMBRE	ABREVIACION	COLOR
	Buscar	Sh	Negro
	Encontrar	F	Gris
	Seleccionar	St	Gris perla
	Asir	G	Rojo
	Sostener	H	Ocre dorado
	Transportar carga	TL	Verde
	Colocar en posición	P	Azul
	Ensamblar	A	Violeta
	Usar	U	Morado
	Desmontar	DA	Lila
	Inspeccionar	I	Ocre tostado
	Preparar colocación	PP	Azul celeste
	Soltar carga	RL	Carmin
	Desplazarse sin carga	TE	Aceituna
	Descansar por agotamiento	R	Naranja
	Demora inevitable	UD	Amarillo
	Demora evitable	AD	Amarillo verdoso
	Planificar	Pn	Marrón



DIPLOMADO EN INGENIERIA DE PRODUCCION

MODULO IV

DISEÑO DE SISTEMAS DE PRODUCCION

ANEXOS

1996

