



Centro de
Especializaciones
Noeder

Diplomado

GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

CICLO INTENSIVO

MÓDULO III

DISEÑO DE PROCESOS, LAYOUT Y
PRODUCTIVIDAD

Mg. Ing. Rafael Limon Del Prado



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

INDICE

- Análisis y diseño de procesos
- Tipos de lay out y distribución de planta
- Balanceo de líneas de producción
- Tiempos y movimientos
- Indicadores clave de eficiencia (OEE, TEEP)



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

CAPACIDAD Y PLANIFICACIÓN DE RECURSOS

➤ ¿Por qué es Importante la Planificación de la Capacidad?

En términos simples, la planificación de la capacidad es el proceso mediante el cual una organización determina cuántos recursos necesita para satisfacer la demanda actual y futura.

Factores Importantes





DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

- Una de las primeras cosas que debemos entender es que no existe una única forma de medir la capacidad . Depende del contexto y del tipo de organización.

Dos formas principales de expresar la capacidad

Mediciones de salida de producto

La primera forma de expresar la capacidad es a través de las mediciones de salida de producto este enfoque se utiliza principalmente en procesos de flujo en línea donde el objetivo es medir la cantidad de productos o servicios finales que se pueden generar.

Mediciones de insumos

La segunda forma de expresar la capacidad es a través de las mediciones de insumos . Este enfoque se utiliza principalmente en procesos de flujo flexible , donde el enfoque está en los recursos necesarios para producir los productos o servicios.



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD

- La utilización se define como el grado en que el equipo, el espacio o la mano de obra están siendo empleados actualmente.

Fórmula de la utilización:

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tasa de producción promedio}}{\text{Capacidad máxima}} \times 100$$

Baja utilización

Indica que los recursos están infroutilizados, lo que puede ser costoso para la organización. Esto sugiere que podría haber exceso de capacidad que no está generando valor.

Alta utilización

Indica que los recursos están siendo utilizados al máximo, pero también puede ser una señal de advertencia. Si la utilización es demasiado alta⁵, puede haber riesgo de sobrecarga, retrasos o incluso fallas en el sistema.

Importancia :

Si la utilización es baja

Recursos
infroutilizados

Necesidad de
ajustar la
capacidad

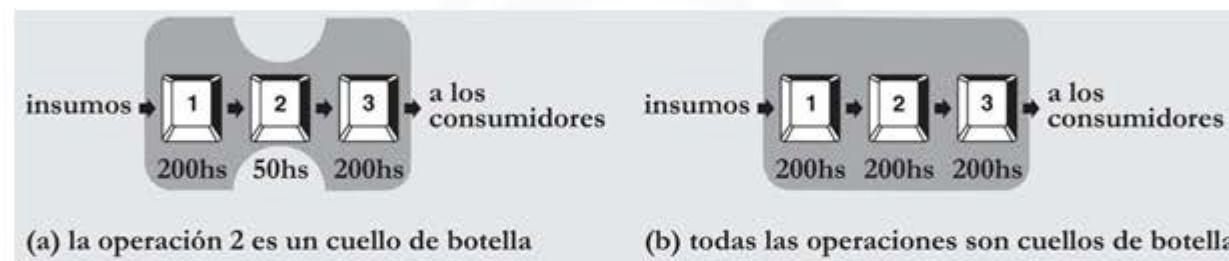
Si la utilización es alta

Riesgo de
sobrecarga

Necesidad de expandir
la capacidad

CUELLOS DE BOTELLA “EL TALÓN DE AQUILES DE LA CAPACIDAD”

- Uno de los aspectos más interesantes del texto es la discusión sobre los cuellos de botella .
- Un cuello de botella ocurre cuando una operación dentro de un proceso tiene la capacidad efectiva más baja, limitando así la salida total del sistema.



Capacidad y distribución física - Roberto Carro, Daniel González

Figura (a) Cuello de botella único

En este caso, la operación 2 es un cuello de botella que limita la producción a 50 unidades por hora. Las otras operaciones (1 y 3) tienen capacidades más altas, pero no pueden compensar la limitación impuesta por la operación 2.

Figura (b) Capacidades equilibradas

Cuando decimos que "todos son cuellos de botella" en este caso, nos referimos a que todas las operaciones están limitadas por la misma capacidad máxima

En este caso, las capacidades de todas las operaciones están perfectamente equilibradas, y cada una tiene una capacidad de 200 unidades por hora.

Sin embargo, esto también crea un desafío: cualquier expansión adicional de la capacidad del sistema requiere aumentar simultáneamente todas las operaciones.



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

TEORÍA DEL MÉTODO GUERCHET PARA PLANTAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN EFICIENTES



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

TEORÍA DEL MÉTODO GUERCHET PARA PLANTAS INDUSTRIALES

Superficie estática

Es la superficie usada por el operador y por los materiales.

Superficie de gravitación

$N = \#$ de lados laterales a partir de los cuales la máquina o mueble deben ser utilizados.

Superficie de evolución

Es la superficie usada para el movimiento del personal y los medios móviles de acarreo.

$$S_s = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

$$S_g = S_s \times N$$

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

K = Coeficiente que depende de la altura promedio ponderada de los elementos móviles y estáticos.

S_s: Superficie estática del elemento móvil o estático.

h: Altura ⁸ del elemento móvil o estático.

n: Número de elementos móviles o estáticos.



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

TEORÍA DEL MÉTODO GUERCHET PARA PLANTAS INDUSTRIALES

Se han estimado algunos valores de K para diferentes tipos de industria, los cuales se citan a continuación:

Valores Estimados de K

TIPO DE INDUSTRIA	RANGO DE K
Gran industria, alimentación	0.05 - 0.15
Trabajo en cadena con transportador mecánico	0.10 - 0.25
Textil-hilado	0.05 - 0.25
Textil-tejido	0.50 - 1.00
Relojería, joyería	0.75 - 1.00
Pequeña mecánica	1.50 - 2.00
Industria mecánica	2.00 - 3.00



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

TEORÍA DEL MÉTODO GUERCHET PARA PLANTAS INDUSTRIALES

Superficie total por tipo de máquina

$$ST = n \cdot (S_s + S_g + S_e)$$

K: Coeficiente que depende de la altura promedio ponderada de los elementos móviles y estáticos.

S_s: Superficie estática del elemento móvil o estático.

h: Altura del elemento móvil o estático.

n: Número de elementos móviles o estáticos.

Consideraciones:

- Para los operarios se considera una superficie estática de 0,5 m² y una altura promedio de 1,65 m.
- Los almacenes debidamente separados de las áreas de proceso, mediante paredes, mallas, entre otros, no forman parte del análisis Guerchet.
- Para el cálculo de la superficie que hay que asignar a los puntos de espera del material ubicados en las áreas de proceso, no se considera la superficie de gravitación, sino únicamente la superficie estática y de evolución.
- Normalmente, la superficie ocupada por las piezas o los materiales acopados junto a un puesto de trabajo, para la operación en curso, no dan lugar a una asignación complementaria, ya que está comprendida en las superficies de gravitación y de evolución. Sin embargo, si ocupara una superficie mayor del 30 % del área gravitacional del puesto de trabajo, se debe considerar independientemente como si fuera un punto de espera (punto anterior).



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

Consideraciones, continuación.....

- Para el caso de estantes, normalmente solo se considera superficie estática y de evolución, no obstante, si constantemente se están trabajando con materiales, deberá considerarse además la superficie de gravitación.
- Para los equipos cuya vista de planta sean un círculo (tanques, entre otros) normalmente se considera $N = 2$ y la formula πr^2 para el cálculo de la superficie estática.
- Para el caso de los elementos móviles (medios móviles de acarreo), si se estacionaran dentro de la planta, se considerará la superficie estática, en caso contrario no incluirlo y utilizar esta información solo para el cálculo de K.
- Para el caso de hornos y equipos que tengan puertas batientes, que para su operación deben mantenerlas cerradas, calcular la superficie estática en esa posición.
- Es importante señalar que el método desarrollado da los requerimientos aproximados de área, quedando por hacer los ajustes necesarios según las circunstancias.



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

Planificación Técnica de Distribución de Planta



PLANIFICACIÓN TÉCNICA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Objetivos de la Distribución en Planta

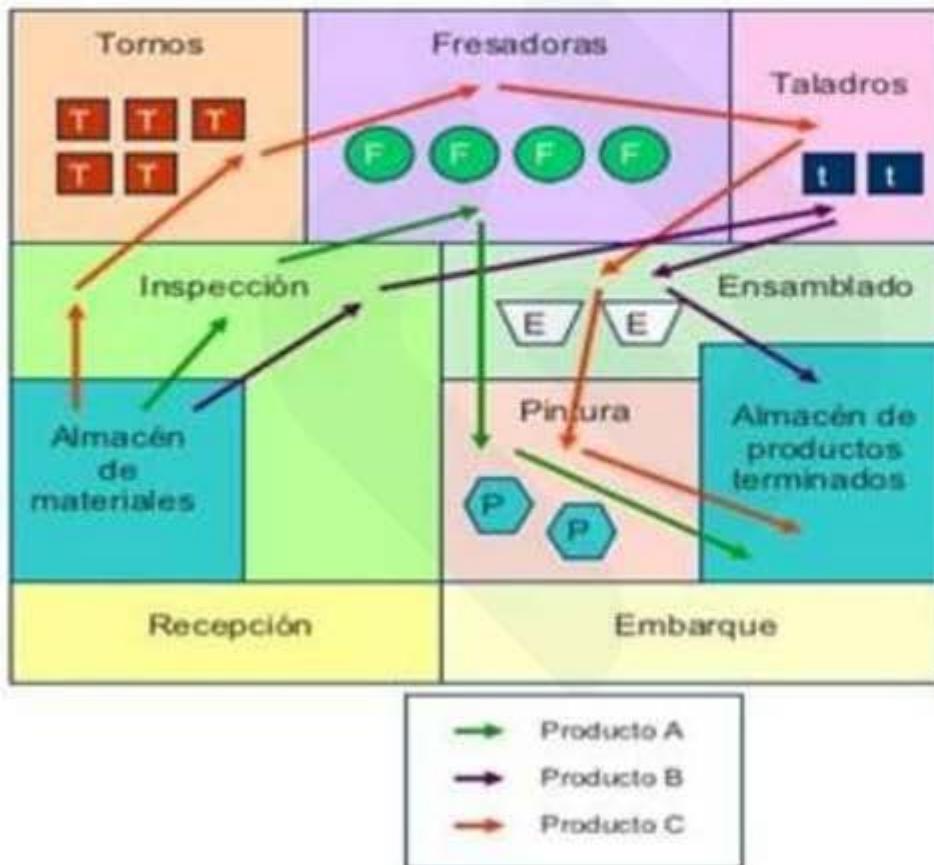
- 1.- Integración de los elementos productivos
- 2.- Lograr una circulación mínima entre los espacios
- 3.- Eficiencia en equipos, espacios, tiempos de producción y costos.
- 4.- Contribuir con una fabricación esbelta
- 5.- Facilitación de la supervisión
- 6.- Sistema de alta flexibilidad
- 7.- Contribuir con una fabricación esbelta



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

TIPOS DE DISTRIBUCIONES EN PLANTAS INDUSTRIALES

Distribución por proceso



Características

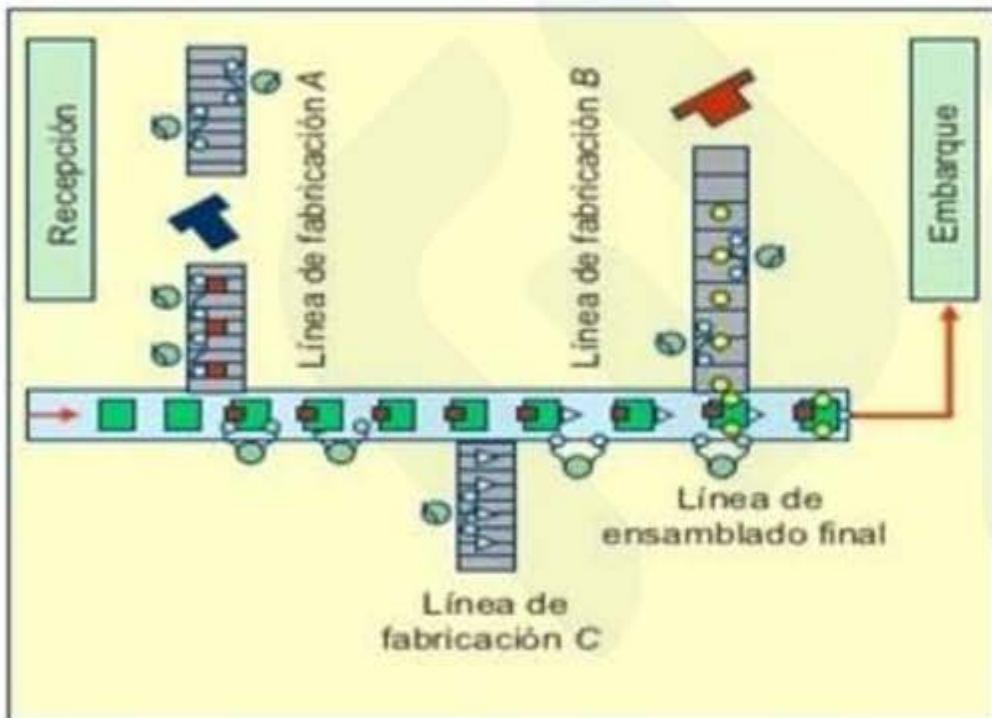
- Las áreas están organizadas según el tipo de proceso que realizan (por ejemplo, área de tornos, fresadoras, taladros, inspección, ensamblado, pintura).
- No hay un orden lógico secuencial de las operaciones; los productos pasan por diferentes áreas según sus necesidades específicas.
- Se agrupan máquinas homogéneas o personal que realiza actividades similares.

Condiciones de aplicación

- Gran variedad de productos.
- Demanda baja o intermitente.
- Productos pequeños y fabricados en lotes.
- Maquinaria genérica o universal.
- Rutas de productos distintas y flujos de materiales diversos.

TIPOS DE DISTRIBUCIONES EN PLANTAS INDUSTRIALES

Distribución por productos



Características

- La producción está organizada según rutas de transformación preestablecidas y estables.
- El producto se mueve de manera fluida con mínimos tiempos de traslado entre estaciones.
- Se utilizan líneas de producción (manuales o automatizadas).

Condiciones de aplicación

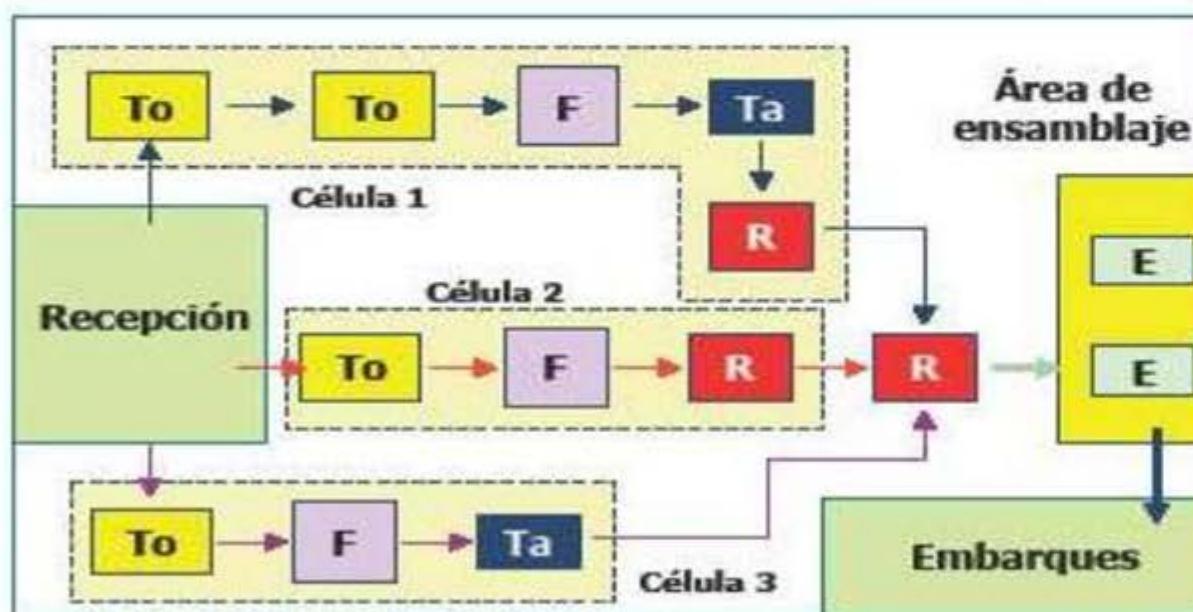
15

- Producción elevada y estable. Fabricación en serie o lotes muy grandes.
- Reducción del tiempo de producción justifica el costo de las líneas de producción.
- Continuidad en el funcionamiento de las estaciones (si una falla, toda la línea se detiene).



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

Distribución por célula



Características

- Combina aspectos de la distribución por proceso y por producto.
- Las máquinas se agrupan en células según las piezas que producen.
- Cada célula completa una parte específica del producto.

Condiciones de aplicación

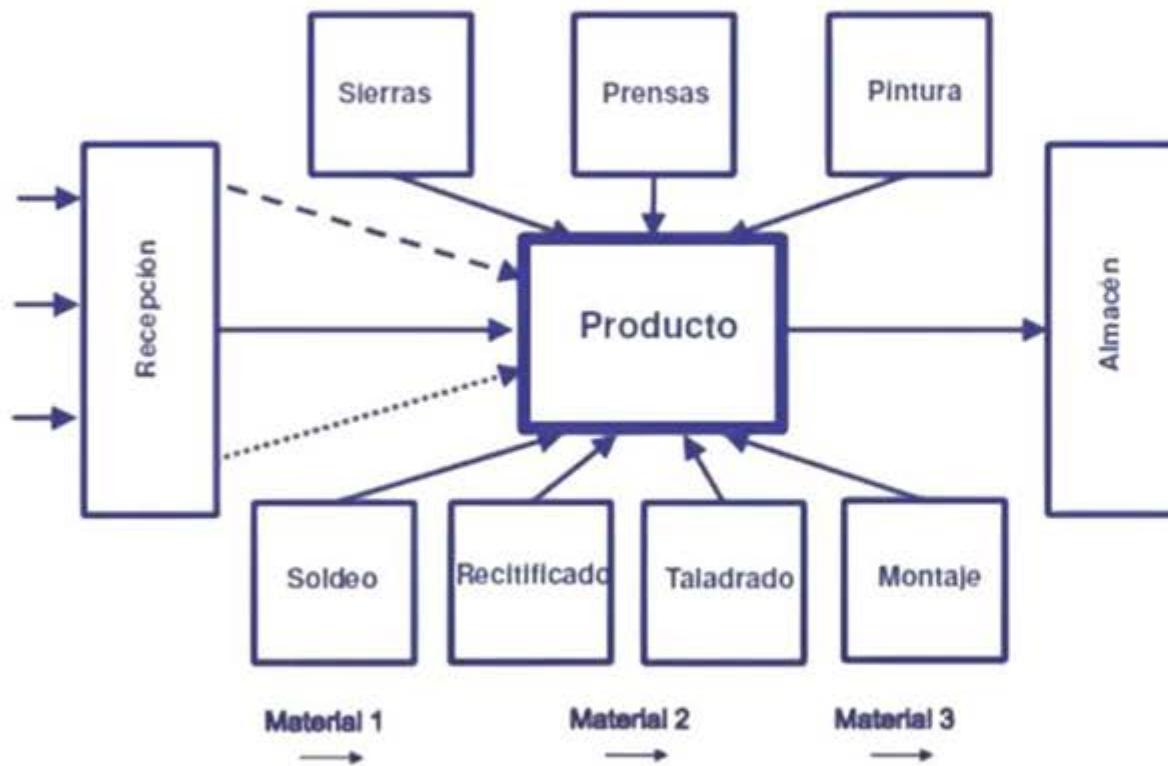
16

- Fabricación de muchas piezas distintas.
- Producción en series pequeñas.
- Piezas similares con procesos de fabricación comunes.



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

Distribución por puesto fijo



Características

- El producto permanece inmóvil en una posición determinada.
- El personal, herramientas, maquinarias y materiales se desplazan hacia el producto.

Condiciones de aplicación

17

- Fabricación de una sola unidad o pocas unidades de productos grandes.
- Responsabilidad de calidad concentrada en una persona.
- Operaciones que requieren herramientas manuales o máquinas sencillas.



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

CONCEPTOS CLAVE DEL MÉTODO SLP EN PLANTAS
(System Layout planning)



DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

Pasos para Aplicar el Método SLP

1. Recopilación de datos

Se recopilan datos sobre productos (P), cantidades (Q), rutas de procesamiento(R), servicios auxiliares (S) y tiempo (T).

2. Diagrama de relación entre actividades

Se analiza cómo se mueven los materiales dentro de la planta.

3. Requerimientos de espacio y espacio disponible

Se determina cuánto espacio necesita cada área o departamento, considerando factores como equipos, personal y almacenamiento.

4. Diagrama de relaciones de espacio

Basado en los requerimientos de espacio y el espacio disponible

5. Factores influyentes y Limitaciones prácticas

Se consideran factores externos e internos que pueden afectar la distribución, como normativas, seguridad, etc.

6. Desarrollo de alternativas

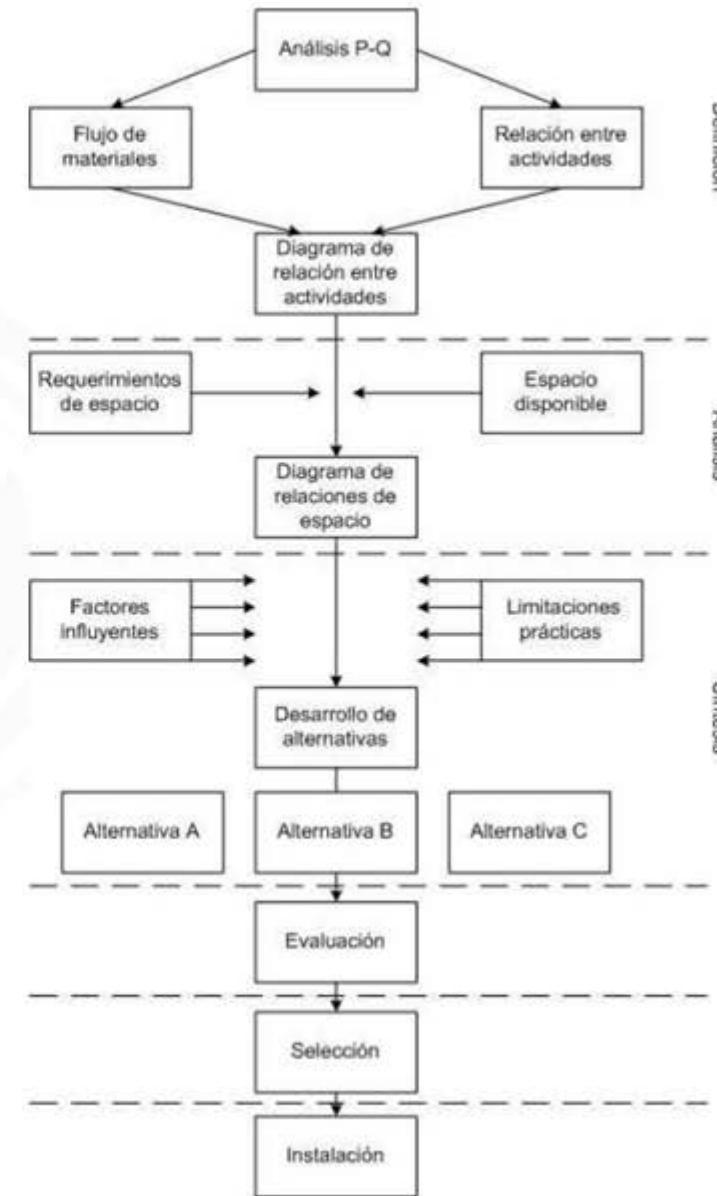
Con toda la información recopilada, se generan varias alternativas de distribución

7. Evaluación y Selección

Cada alternativa se evalúa utilizando criterios objetivos y subjetivos, como costos, eficiencia, seguridad, etc.

8. Instalación

La alternativa seleccionada se implementa en la planta.





DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

RELACIÓN ENTRE ACTIVIDADES

Cálculo del Porcentaje del Flujo Total

$$\begin{aligned}\text{Porcentaje} &= (\text{Flujo de CD} / \text{Flujo total}) * 100 \\ &= (3400 / 19600) * 100 \approx 17\%\end{aligned}$$

Clasificación de las Relaciones

Según el porcentaje calculado, clasificamos las relaciones entre actividades utilizando una escala predefinida:

- A: Absolutamente necesario (10-15% del flujo total)
- E: Especialmente importante (5-10% del flujo total)
- I: Importante (2-5% del flujo total)
- O: Ordinario (menos de 2% del flujo total)
- U: No importante (cero flujo)

Actividades	Flujo	%	Clasificación
CD	3400	17%	A
GH	2200	11%	E
DF	1800	9%	I
EF	1800	9%	I
AC	1600	8%	I
FG	1600	8%	I
AD	1400	7%	O
CF	1200	6%	O
DE	1200	6%	O
BC	1000	5%	O
AE	800	4%	O
DH	600	3%	O
EG	600	3%	O
AB	400	2%	O
AF	0	0%	U
AG	0	0%	U
AH	0	0%	U
BD	0	0%	U
BE	0	0%	U
BF	0	0%	U
BG	0	0%	U
BH	0	0%	U
CE	0	0%	U
CG	0	0%	U
CH	0	0%	U
DG	0	0%	U
EH	0	0%	U
FH	0	0%	U
Total:	19600		



Diagrama de Relaciones

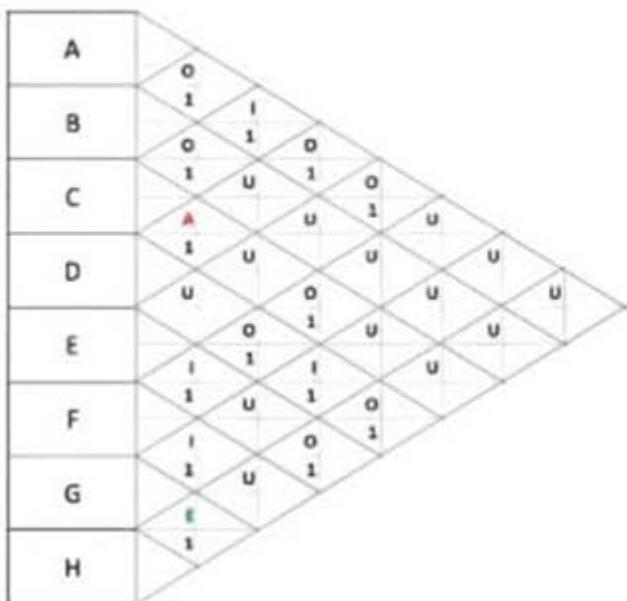


Diagrama de Relacion de Espacios

diagrama de bloques inicial

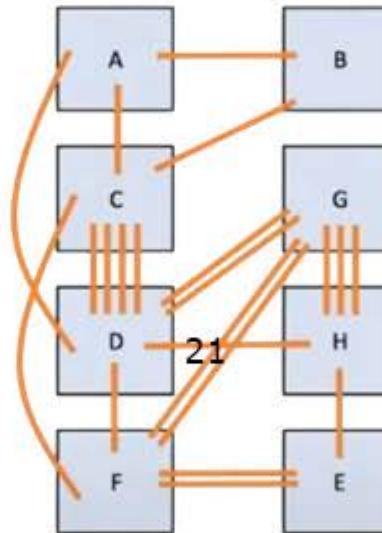
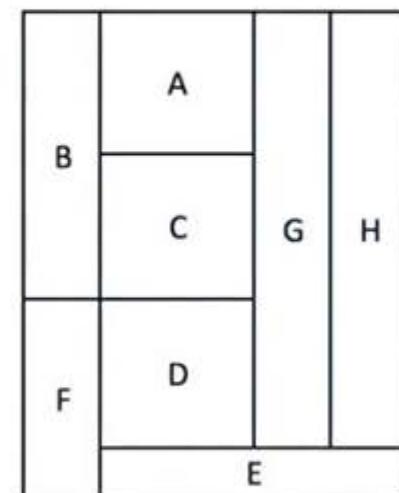


diagrama de bloques final





DISEÑO DE PROCESOS LAYOUT Y PRODUCTIVIDAD

CONCEPTOS DE DISEÑO DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN



LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN Y PROCESOS



LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

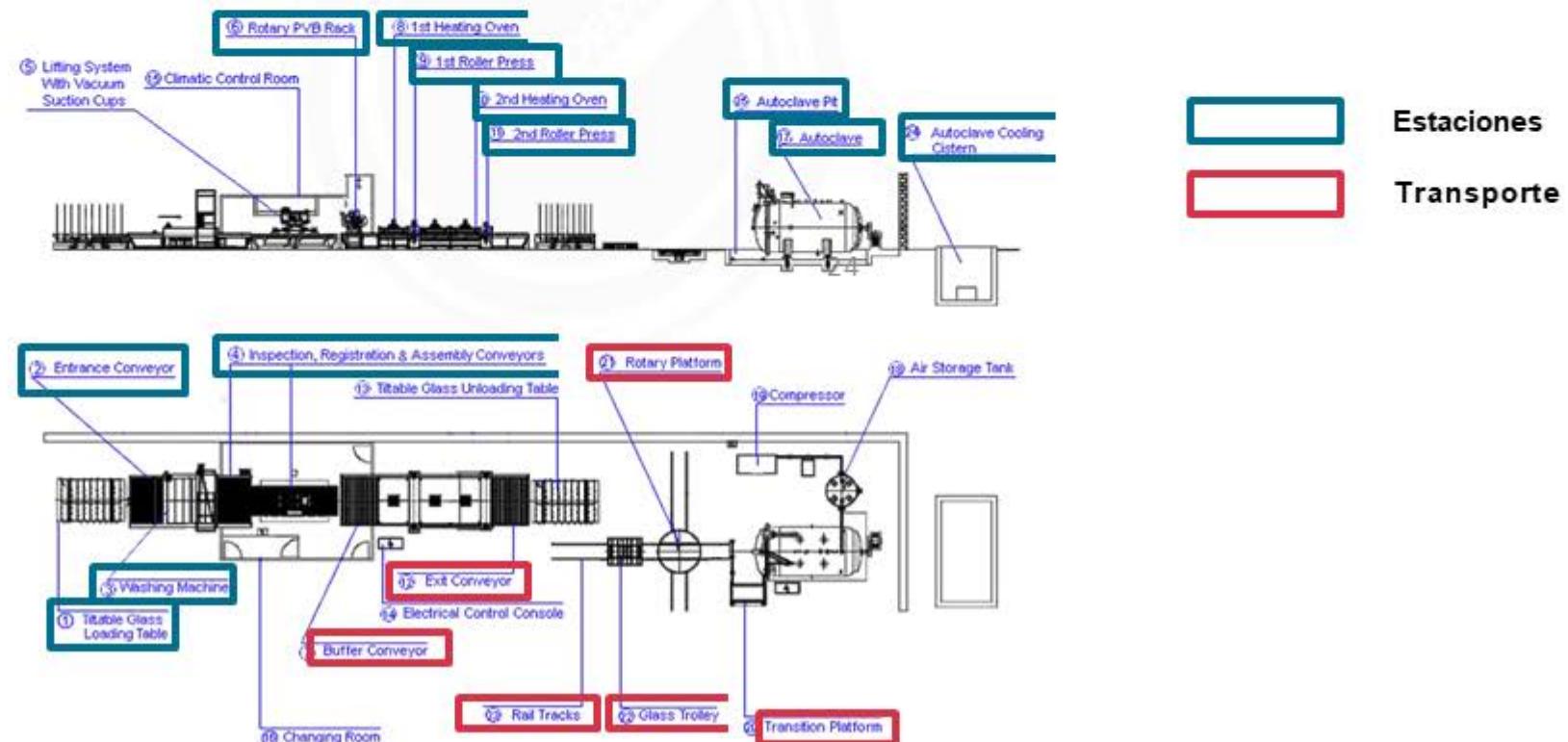
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN Y PROCESOS

➤ ¿qué es una línea de producción?

Una línea de producción es un sistema estructurado en el que los materiales o componentes avanzan a través de varias etapas ordenadas, donde cada etapa realiza una tarea específica para transformar las materias primas en un producto terminado.

Partes de una Línea de Producción

Cada estación realiza una tarea específica, y los productos se transportan entre estas estaciones mediante diversos sistemas de transporte. En el diagrama proporcionado, podemos identificar claramente las diferentes estaciones y métodos de transporte utilizados en este proceso.





LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

PROCESO DE FLUJO CONTINUO

Procesos Continuos

Un proceso continuo es aquel en el que los materiales o productos fluyen de manera constante a través de las diferentes etapas de producción sin interrupciones significativas.



Procesos en Serie

Un proceso en serie , también conocido como línea de montaje o ensamblaje, es aquel en el que los productos se fabrican o ensamblan paso a paso, pasando por diferentes estaciones o puestos de trabajo en una secuencia predeterminada.



25



LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

PROCESOS DE FLUJO POR LOTE

- Los procesos por flujo de lotes son un método de producción en el que los productos se fabrican o procesan en grupos o lotes, en lugar de de manera continua. Este tipo de proceso es ideal para la producción de productos personalizados, en lotes pequeños o cuando se requiere una mayor flexibilidad en el diseño y la fabricación.

Características de los Procesos de Flujo por Lotes

Producción en Grupos

Los productos se fabrican en lotes o grupos, lo que permite adaptarse a diferentes tamaños de producción según la demanda.

Control de Calidad en Lotes

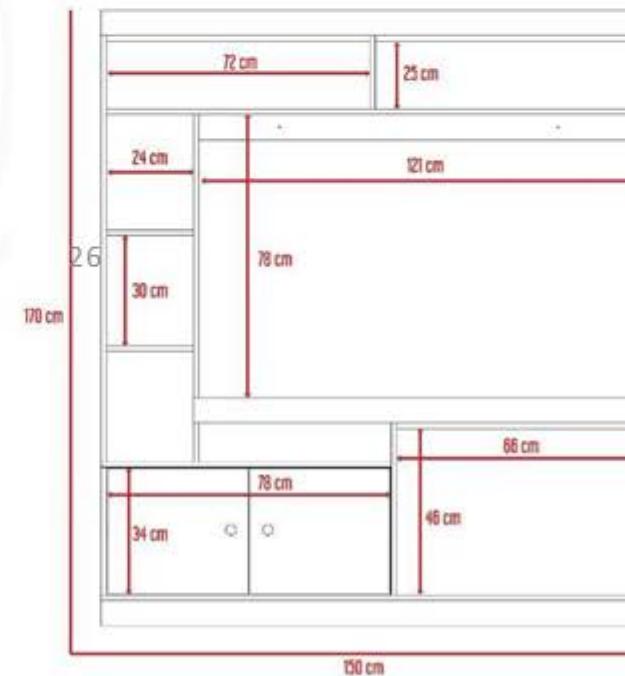
El control de calidad se realiza en cada lote, permitiendo detectar y corregir problemas antes de que afecten al siguiente lote.

Automatización Parcial

Aunque pueden incluir elementos de automatización, los procesos por flujo de lotes suelen tener una participación más significativa de la mano de obra humana.

Tiempo de Cambio entre Lotes

Existe un tiempo de cambio entre lotes, ya que se deben preparar las máquinas y equipos para el siguiente lote.





LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

OTROS TIPOS DE FLUJO

Procesos de flujo alternado

Los procesos de flujo alternado son aquellos en los que el material o producto fluye de manera alterna entre diferentes etapas o máquinas.



Procesos de flujo intermitente

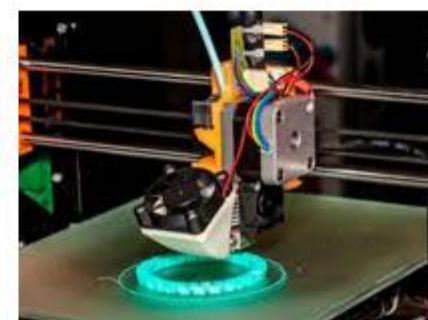
Los procesos de flujo intermitente son aquellos en los que el material o producto fluye de manera discontinua, con pausas o intervalos entre cada etapa del proceso.



27

Procesos sin flujo

Los procesos sin flujo son aquellos en los que el material o producto no fluye de manera continua o alterna, sino que permanece en una misma estación o máquina durante todo el proceso de producción.





LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS Y DIAGRAMAS DE FLUJO EN PRODUCCIÓN



LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

¿QUÉ SON DIAGRAMAS DE FLUJO?

Herramientas para Evaluar y Diseñar la Línea de Producción

Diagramas de Flujo

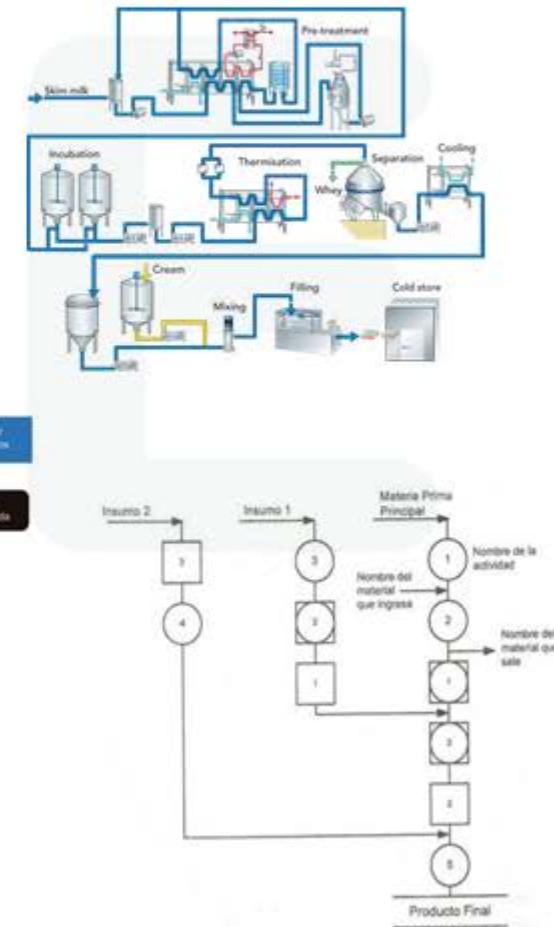
Los diagramas de flujo son representaciones gráficas que muestran el movimiento de materiales, productos y personas a lo largo del proceso productivo.

Diagrama de Flujo Funcional

El diagrama de flujo funcional es una extensión del diagrama de flujo tradicional, ya que incorpora la variable tiempo y personas

Diagramas de Procesos Industriales

Los diagramas de procesos industriales son herramientas que permiten registrar de forma estructurada las actividades que conforman el proceso productivo.



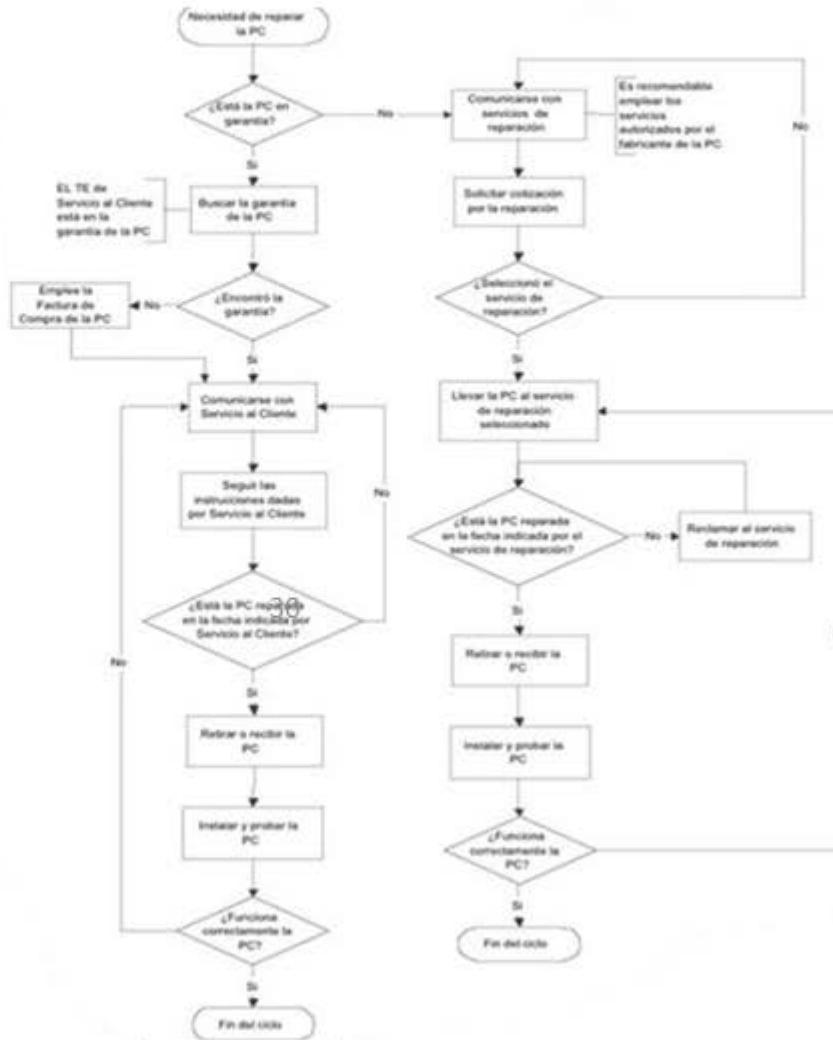


LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

DIAGRAMA DE FLUJO

fundamental en el diseño de una línea de producción. Es el primer acercamiento para entender y planificar cómo se llevará a cabo la transformación de las materias primas en productos terminados.

- | | | | |
|--|---------------------|--|--------------------------------------|
| | Inicio | | Documento |
| | Proceso | | Múltiple Documento |
| | Decisión | | Almacenamiento |
| | Preparación | | Almacenamiento en
Medio Magnético |
| | Demora | | Almacenamiento Interno |
| | Proceso Predefinido | | Dato Almacenado |
| | Extracto | | |





LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

DIAGRAMA FUNCIÓN - TIEMPO

El diagrama de flujo funcional es una herramienta que amplía el concepto del diagrama de flujo tradicional al agregar la dimensión del tiempo y las personas involucradas en el proceso. Este tipo de diagrama permite visualizar no solo el movimiento de materiales y productos, sino también cómo se distribuyen las tareas a lo largo del tiempo y quiénes son los responsables de cada actividad.

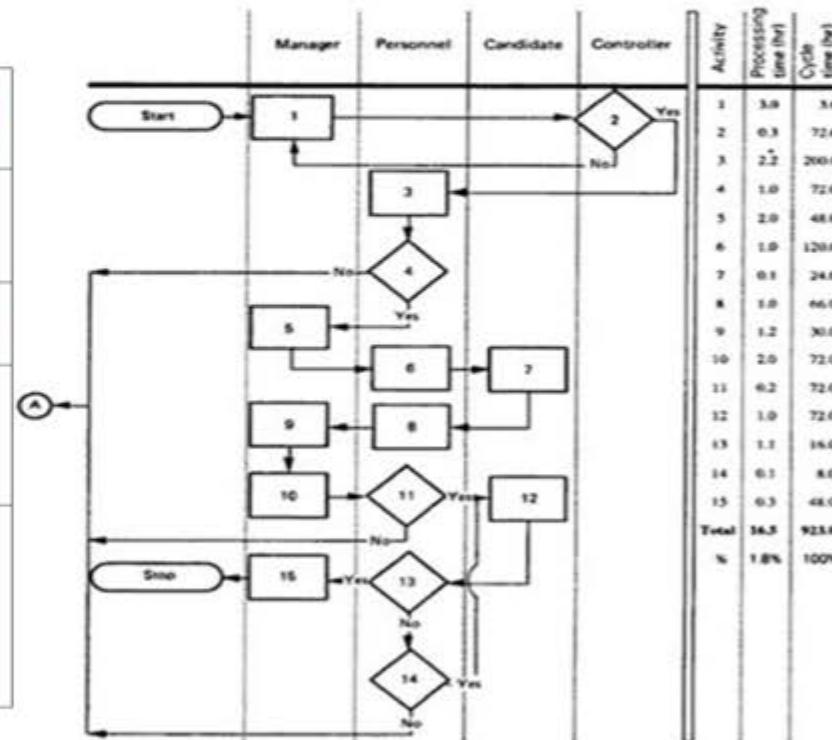
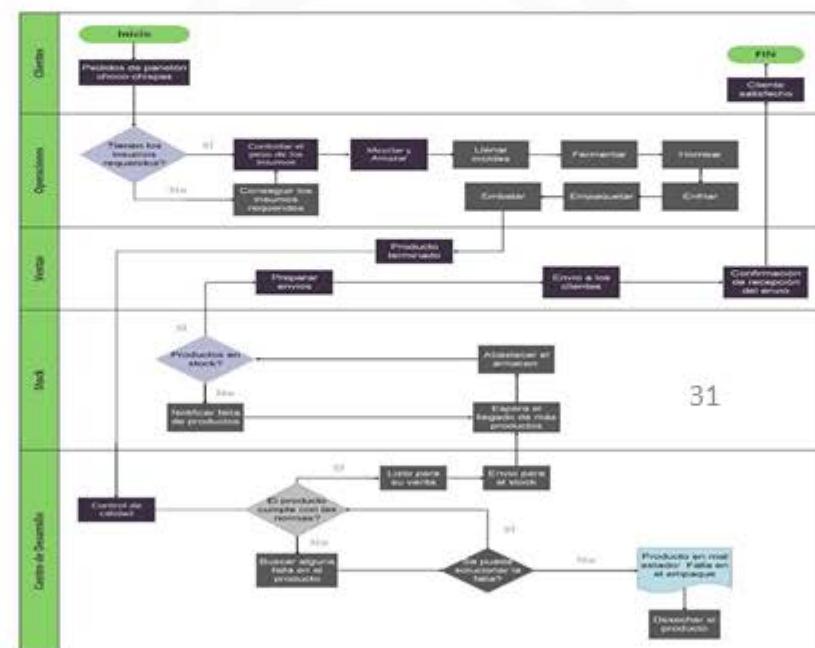


Diagrama de Proceso Industrial

Los diagramas de proceso son herramientas gráficas que utilizan símbolos para representar las acciones generales en cualquier proceso industrial. En el diseño de líneas de producción, estos diagramas ayudan a visualizar y establecer el tipo de procesos realizados en cada estación. La simbología estandarizada, como la norma ISO 10628 o la British Standard BS 153, facilita la comprensión universal de los procesos industriales.

Actividad	Símbolo	Resultado predominante
OPERACIÓN		Se efectúa un cambio o transformación de alguna característica física o química de un objeto, cuando se ensambla o se desmonta de otro objeto, o cuando se arregla y prepara para otra operación. La operación también se da cuando se entrega o se recibe o cuando se lleva a cabo un cálculo.
TRANSPORTE		Acción de movilizar de un sitio a otro (más de 1.50 m) algún elemento en determinada operación o hacia algún punto de almacenamiento o demora.
INSPECCIÓN		Controlar que se efectúe correctamente una operación, un transporte o verificar la calidad del producto.

Actividad	Símbolo	Resultado predominante
DEMORA		Se presenta generalmente cuando existen cuellos de botella en el proceso y hay que esperar turno para efectuar la siguiente actividad. En otras ocasiones, el propio proceso exige una demora.
ALMACENAJE		Se guarda o protege materia prima, producto en proceso o producto terminado.
OPERACIÓN COMBINADA		Ocurre cuando se efectúa actividades conjuntas de operación e inspección por el mismo operario en el mismo punto de trabajo.

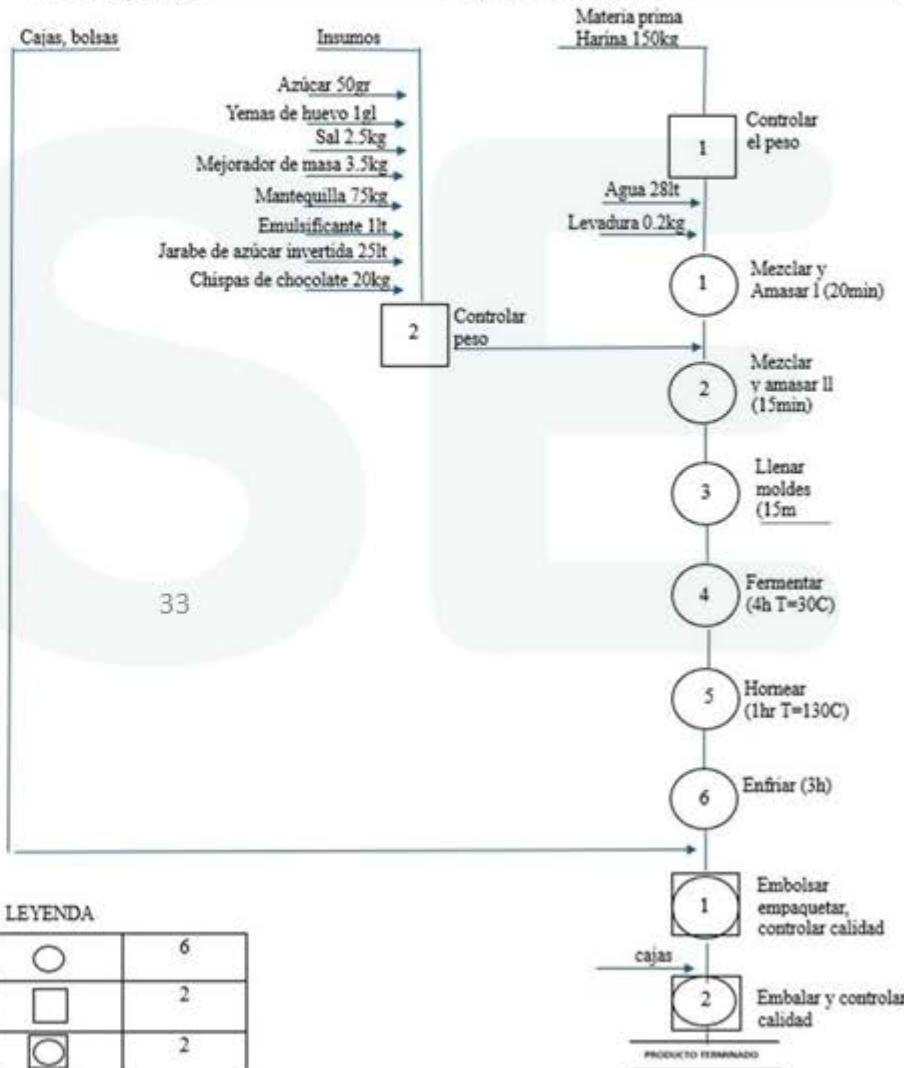


LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

➤ Diagrama de Proceso Industrial

os diagramas de proceso son herramientas fundamentales en la representación gráfica de los procesos industriales. utilizan una simbología estandarizada para ilustrar las acciones generales que ocurren en cualquier proceso industrial, facilitando así la comprensión y el análisis del flujo de trabajo. en el diseño de líneas de producción, estos diagramas sirven como medios para establecer gráficamente el tipo de proceso(s) efectuado(s) en cada estación, permitiendo una planificación y optimización más eficiente.

PROCESO DE ELABORACION	METODO: ACTUAL
INICIO: HARINA DEL TRIGO	ANALISTA:
FIN: EMBALADO	TIEMPO: 8h50 min





LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

CAPACIDAD

La planificación de la capacidad es un factor crucial en el diseño de una línea de producción. La capacidad se refiere al número de unidades que una instalación (o estación) puede recibir, almacenar o producir en un período determinado. Esta planificación es vital para asegurar que la línea de producción pueda satisfacer la demanda del mercado y operar de manera eficiente.

Capacidad Instalada

$$\text{Capacidad Instalada} = \frac{\text{Salida Teórica}}{\text{Intervalo de Tiempo}}$$

La capacidad instalada proporciona una estimación del potencial máximo de producción, pero no considera las limitaciones prácticas que pueden surgir en el proceso productivo.

34

Capacidad Efectiva

$$\text{Capacidad Efectiva} = \frac{(\text{Salida Teórica} - \text{Restricciones Operativas})}{(\text{Tiempo Disponible} - \text{Tiempo Utilizado})}$$

Normalmente, la capacidad efectiva es menor que la capacidad instalada debido a las diversas restricciones y limitaciones que surgen en el proceso productivo.



LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

OPTIMIZACIÓN Y BALANCE DE LÍNEAS EN PRODUCCIÓN



LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

TIEMPO DE PRODUCCIÓN

Es un concepto fundamental en el diseño de una línea de producción, ya que se refiere al tiempo necesario para realizar una o varias operaciones. Este tiempo se descompone en cuatro componentes principales: tiempo de espera , tiempo de preparación, tiempo de operación y tiempo de transferencia .

Tiempo de Espera

Los diagramas de flujo son representaciones gráficas que muestran el movimiento de materiales, productos y personas a lo largo del proceso productivo.

Tiempo de Preparación

Los diagramas de flujo son representaciones gráficas que muestran el movimiento de materiales, productos y personas a lo largo del proceso productivo.

Tiempo de Operación

Los diagramas de flujo son representaciones gráficas que muestran el movimiento de materiales, productos y personas a lo largo del proceso productivo.

Tiempo de Transferencia

Los diagramas de flujo son representaciones gráficas que muestran el movimiento de materiales, productos y personas a lo largo del proceso productivo.

UTILIZACIÓN Y EFICIENCIA

Utilización

La utilización es la salida real como porcentaje de la capacidad instalada. Este indicador nos permite conocer qué tanto se está acercando la producción al valor teórico de la capacidad instalada.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Salida Real}}{\text{Capacidad Instalada}}$$

Eficiencia

La eficiencia finalmente permite medir el rendimiento de un sistema. Es la salida real como porcentaje de la capacidad efectiva.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Salida Real}}{\text{Capacidad Efectiva}}$$



LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

BALANCE DE LINEAS

➤ El balance de líneas es un concepto fundamental en el diseño de líneas de producción que se refiere a la distribución equitativa del trabajo entre las diferentes estaciones de trabajo.

Normalmente, las líneas de ensamble son más fáciles de balancear que las líneas de fabricación.

Líneas de
ensamble



Líneas de
fabricación





LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

TERMINOLOGÍA DE BALANCE DE LÍNEAS

Las variables para cada operación de una línea de producción son elementos fundamentales que permiten desglosar y organizar el proceso productivo en unidades manejables. Estas variables incluyen el elemento de trabajo, la operación, el puesto o estación de trabajo, y la estación de trabajo.

Elemento de Trabajo

El elemento de trabajo es la unidad más pequeña de trabajo productivo que se puede separar de las demás actividades. Su naturaleza debe ser tal que pueda efectuarse de forma relativamente independiente y, posiblemente, en secuencias diferentes.

Puesto o Estación de Trabajo

Un puesto o estación de trabajo es un área adyacente a la línea de ensamblaje donde se ejecuta una cantidad dada de trabajo (una operación).

Operación

Una operación es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo. Las operaciones agrupan los elementos de trabajo relacionados y los asignan a una estación específica de la línea de producción, lo que permite una organización más eficiente del proceso.

Estación de Trabajo

Una estación de trabajo es una agrupación de operaciones o elementos consecutivos, en donde el material se mueve continuamente a un ritmo uniforme.



LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

TERMINOLOGÍA DE BALANCE DE LÍNEAS

Tiempo de Ciclo

El tiempo de ciclo es el tiempo máximo que permanece el producto en cada estación de trabajo. Es

$$\text{Tiempo de Ciclo} = \frac{\text{Tiempo Total Disponible}}{\text{Producción Deseada}}$$

Demora de Balance

La demora de balance es la cantidad total de tiempo muerto en la línea que resulta de una división desigual de los puestos de trabajo.

$$\text{Demora de Balance} = \sum (\text{Tiempo de Ciclo} - \text{Tiempo Real de Trabajo})$$

Tardanza

La tardanza es el tiempo adicional necesario para completar una tarea cuando el número de operadores reales es menor que el número de operadores necesarios

$$\text{Tardanza} = \frac{\text{Tiempo Estándar de la Pieza}}{\text{Número de Operadores Reales}}$$

Índice de Productividad

El índice de productividad es un indicador que mide la relación entre la producción deseada y el tiempo disponible.

$$\text{Índice de Productividad} = \frac{\text{Unidades a Fabricar (producción deseada)}}{\text{Tiempo Disponible}}$$

Número de Operadores para la Línea

El número de operadores para la línea es el número de trabajadores necesarios para realizar las tareas asignadas en cada estación de trabajo.³⁹

$$\text{No. de Operadores para la Línea} = \frac{(\text{Tiempo Estándar de la Pieza} \times \text{Índice de Productividad})}{\text{Eficiencia Planeada}}$$



LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

Por ejemplo, asumamos que en un proceso cualquiera se requiere de cuatro operaciones; una de corte (2 minutos por operario), una de pegado (1 minuto por operario), una de secado (3 minutos por operario), y una de empaque (0.5 minutos por operario). El proceso inicialmente se lleva a cabo con 4 operarios, cada operario realiza una operación diferente. La jornada laboral es de 8 horas por turno, y el salario diario corresponde a \$20.000.



LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

DESCRIPCION	ITERACION 2	
	TIEMPO	OP
Cortar	0:02:00	1
Pegar	0:01:00	1
Secar	0:01:30	2
Empacar	0:00:30	1
	0:00:00	0
	0:00:00	0
	0:00:00	0
	0:00:00	0
	0:00:00	0
	0:00:00	0
	0:00:00	0
MINUTO TOTAL DEL OPERARIO	0:06:30	
CICLO DE CONTROL	0:02:00	
No. DE OPERARIOS	5	
TIEMPO DE LINEA	0:10:00	
% BALANCE	65.00%	
CICLO DE TRABAJO AJUSTADO	0:02:00	
UNIDAD/HORA	30.00	
UNIDAD/TURNO	240	
UNIDADES/OPERARIOS	48.00	
COSTO POR UNIDAD	\$ 416.67	

DESCRIPCION	ITERACION 3	
	TIEMPO	OP
Cortar	0:01:00	2
Pegar	0:01:00	1
Secar	0:01:30	2
Empacar	0:00:30	1
	0:00:00	0
	0:00:00	0
	0:00:00	0
	0:00:00	0
	0:00:00	0
	0:00:00	0
MINUTO TOTAL DEL OPERARIO	0:06:30	
CICLO DE CONTROL	0:01:30	
No. DE OPERARIOS	6	
TIEMPO DE LINEA	0:09:00	
% BALANCE	72.22%	
CICLO DE TRABAJO AJUSTADO	0:01:30	
UNIDAD/HORA	40.00	
UNIDAD/TURNO	320	
UNIDADES/OPERARIOS	53.33	
COSTO POR UNIDAD	\$ 375.00	



LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

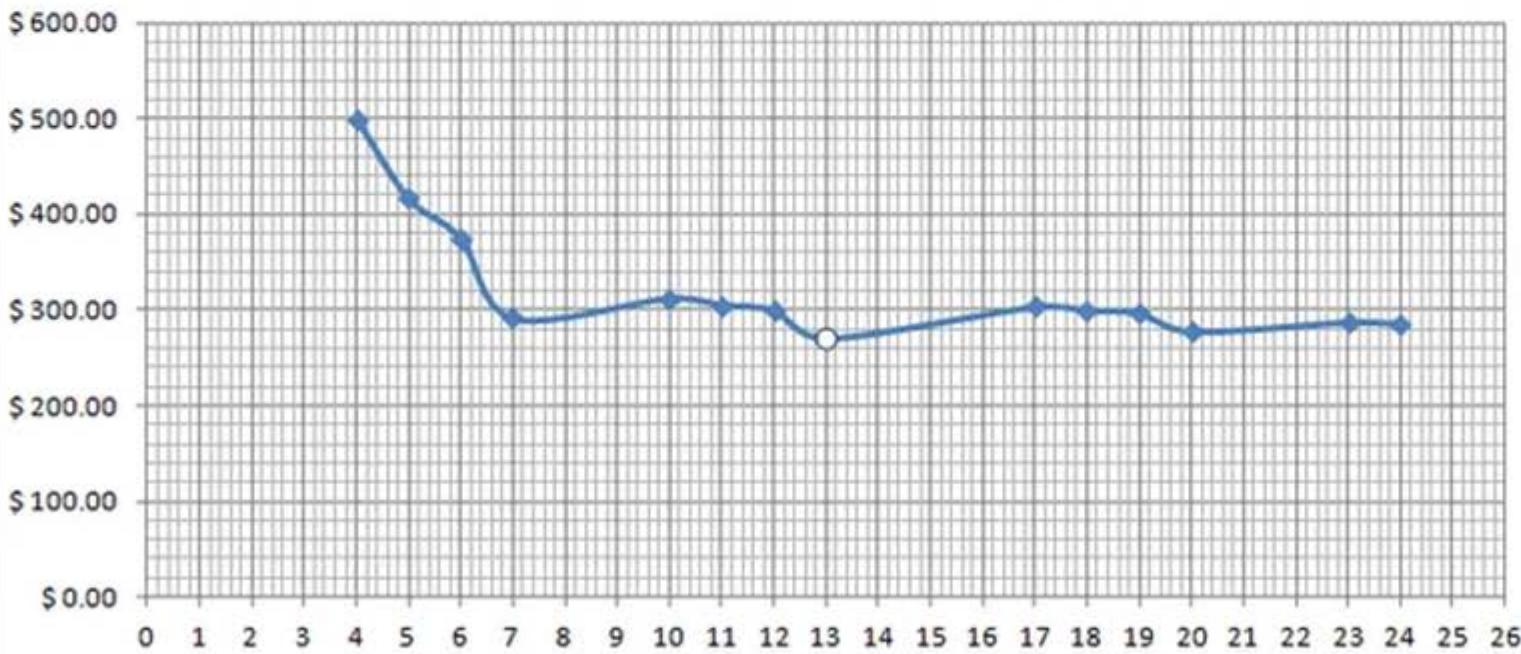
FORMATO DE BALANCEO DE LINEA

N.	DESCRIPCION	ITERACION 1		ITERACION 2		ITERACION 3		ITERACION 4		ITERACION 5		ITERACION 6		ITERACION 7		ITERACION 8		ITERACION 9		ITERACION 10		ITERACION 11		ITERACION 12		ITERACION 13			
		TIEMPO	OP	TIEMPO	OP	TIEMPO	OP	TIEMPO	OP	TIEMPO	OP																		
1	Cortar	0:02:00	1	0:02:00	1	0:01:00	2	0:01:00	2	0:00:40	3	0:00:40	3	0:00:30	4	0:00:30	4	0:00:24	5	0:00:24	5	0:00:20	6	0:00:20	6	0:00:17	7	0:00:17	7
2	Pegar	0:01:00	1	0:01:00	1	0:01:00	1	0:01:00	1	0:00:30	2	0:00:30	2	0:00:30	2	0:00:20	3	0:00:20	3	0:00:20	3	0:00:20	3	0:00:15	4	0:00:15	4		
3	Secar	0:03:00	1	0:01:30	2	0:01:30	2	0:01:00	3	0:00:45	4	0:00:36	5	0:00:36	5	0:00:30	6	0:00:26	7	0:00:23	8	0:00:23	8	0:00:20	9	0:00:18	10	0:00:16	11
4	Empacar	0:00:30	1	0:00:30	1	0:00:30	1	0:00:30	1	0:00:30	1	0:00:30	1	0:00:30	1	0:00:15	2	0:00:15	2	0:00:15	2	0:00:15	2	0:00:15	2	0:00:15	2		
5		0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0		
6		0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0		
7		0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0		
8		0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0		
9		0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0		
10		0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0		
11		0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0		
A	MINUTO TOTAL DEL OPERARIO	0:06:30		0:06:30		0:06:30		0:06:30		0:06:30		0:06:30		0:06:30		0:06:30		0:06:30		0:06:30		0:06:30		0:06:30		0:06:30			
B	CICLO DE CONTROL	0:03:00		0:02:00		0:01:30		0:01:00		0:00:45		0:00:40		0:00:36		0:00:30		0:00:26		0:00:24		0:00:23		0:00:20		0:00:18		0:00:17	
C	No. DE OPERARIOS	4		5		6		7		10		11		12		13		17		18		19		20		23		24	
D	TIEMPO DE LINEA	0:12:00		0:10:00		0:09:00		0:07:00		0:07:30		0:07:20		0:07:12		0:06:30		0:07:17		0:07:12		0:07:07		0:06:40		0:06:54		0:06:51	
E	% BALANCE	54.17%		65.00%		72.22%		92.86%		86.67%		88.64%		90.28%		100.00%		89.22%		90.28%		91.23%		97.50%		94.20%		94.79%	
F	CICLO DE TRABAJO AJUSTADO	0:03:00		0:02:00		0:01:30		0:01:00		0:00:45		0:00:40		0:00:36		0:00:30		0:00:26		0:00:24		0:00:23		0:00:20		0:00:18		0:00:17	
G	UNIDAD/HORA	20.00		30.00		40.00		60.00		80.00		90.00		100.00		120.00		140.00		150.00		160.00		180.00		200.00		210.00	
H	UNIDAD/TURNO	160		240		320		480		640		720		800		960		1120		1200		1280		1440		1600		1680	
I	UNIDADES/OPERARIOS	40.00		48.00		53.33		68.57		64.00		65.45		66.67		73.85		65.88		66.67		67.37		72.00		69.57		70.00	
J	COSTO POR UNIDAD	\$ 500.00		\$ 416.67		\$ 375.00		\$ 291.67		\$ 312.50		\$ 305.56		\$ 300.00		\$ 270.83		\$ 303.57		\$ 300.00		\$ 296.88		\$ 277.78		\$ 287.50		\$ 285.71	



LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

Costo Unitario Vs. Número de operarios





LINEAS DE PRODUCCIÓN Y BALANCEO

Consideraciones importantes

El Balance de líneas, tal como se ha enseñado durante mucho tiempo en programas académicos, consiste en un balance de la capacidad instalada de cada una de las operaciones que componen un proceso secuencial. El objetivo que tiene es el de «garantizar» que todas las operaciones consuman las mismas cantidades de tiempo, para que, en teoría, la tasa de producción estimada se ajuste al tiempo de ciclo mayor (cuello de botella). Sin embargo, presten mucha atención a lo siguiente:

En la realidad, tanto la interdependencia de las líneas (cuando existe), tanto la variabilidad (que rara vez no existe), son factores fundamentales, no considerados en el Balance de Líneas. Por lo tanto, toda vez que se realice un balance de capacidad de una línea interdependiente, entre mayor sea la variabilidad de los tiempos de cada estación, mayor será la brecha entre la producción real y la producción estimada por balance de capacidad.

De acuerdo a los planteamientos de Eliyahu Goldratt y su Teoría de Restricciones, los cuales pueden corroborarse a través de múltiples experimentos: Balancear las capacidades en una línea puede reducir significativamente la productividad del sistema, incrementando el costo de producción. Este paradigma se conoce como **«búsqueda de los óptimos locales»**.



TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

- ✓ Balanceo de Líneas
- ✓ Tiempos predeterminados MTM y MOST
- ✓ Cálculo de eficiencia operativa TPS
- ✓ Tiempos de ciclo
- ✓ Therbligs
- ✓ Sistema Westinghouse





TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

MOST: Mejora del análisis de tareas con técnicas de secuencia

MOST (Técnica de Secuencia de Operaciones de Maynard) es un método eficaz que se centra en la secuencia de movimientos necesarios para completar una tarea. MOST simplifica el análisis al descomponer las tareas en secuencias de movimientos básicas, como alcanzar, agarrar y mover. Utiliza un sistema precodificado que asigna valores de tiempo a estas secuencias, lo que permite a los ingenieros estimar con rapidez y precisión el tiempo necesario para diversas operaciones. MOST es especialmente valioso por su facilidad de uso y su capacidad para gestionar tareas complejas de forma eficiente, lo que lo convierte en la opción preferida en numerosos entornos de fabricación.



TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Mover general

A B G A B P A
Obtener Poner Volver

Mover controlado

A B G M X I A
Obtener Mover Volver

Utilización de la herramienta

A B G A B P AB P A
Obtener h Colocar h Utilizar h Poner h Volver

- A:** Acción distancia
- B:** Movimiento del cuerpo
- G:** Obtener control
- P:** Colocar
- M:** Movimiento controlado
- X:** Tiempo de proceso
- I:** Alineación
- F:** Apretar
- L:** Soltar
- C:** Cortar
- S:** Tratar superficie
- M:** Medir
- R:** Registrar
- T:** Pensar



TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

MÉTODO WESTINHOUSE

Westinghouse, es un método que permite determinar el tiempo requerido para que un operario normal ejecute una tarea con base a factores observables propios de la operación en estudio. Fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation.



TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

**MÉTODO
WESTINGHOUSE Y
GENERAL ELECTRIC**

ESTUDIO DE TIEMPOS - CÁLCULO DE OBSERVACIONES



INDICADORES CLAVES DE EFICIENCIA

En el contexto de la gestión de la producción, el OEE (Eficiencia General del Equipo) y el TEEP (Rendimiento Total Efectivo del Equipo) son indicadores estratégicos que miden la eficiencia y productividad de la maquinaria y los procesos productivos de una empresa. El OEE se enfoca en el tiempo de producción planificado, mientras que el TEEP considera el tiempo total disponible, incluyendo tiempos de inactividad no planificados.



INDICADORES CLAVES DE EFICIENCIA

OEE (Eficiencia General del Equipo):

- Mide la eficiencia de la maquinaria durante el tiempo de producción planificado.
- Evalúa la disponibilidad, el rendimiento y la calidad de la producción.
- Permite identificar ineficiencias en la producción y áreas de mejora.
- Se calcula como el producto de la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.
- **Fórmula:** OEE = Disponibilidad x Rendimiento x Calidad



INDICADORES CLAVES DE EFICIENCIA

TEEP (Rendimiento Total Efectivo del Equipo):

- Mide la eficiencia total del equipo en relación con el tiempo total disponible (24/7).
- Considera tanto las pérdidas de equipo (medidas por la OEE) como las pérdidas programadas (utilización).
- Es una métrica más completa que el OEE ya que incluye el tiempo de inactividad planificado y no planificado.
- Permite determinar el potencial total de producción de una instalación.
- **Fórmula:** TEEP = OEE x Utilización



INDICADORES CLAVES DE EFICIENCIA

Principales diferencias entre la eficacia general del equipo y el rendimiento efectivo total del equipo

La principal diferencia entre OEE y TEEP radica en el componente de tiempo que se considera. OEE describe el desempeño de un activo dentro de sus períodos operativos programados, mientras que TEEP cuantifica el desempeño de un activo como un porcentaje de su período operativo potencial. Si bien OEE da cuenta de las seis grandes pérdidas que afectan la disponibilidad, el rendimiento y la calidad, no aborda las oportunidades de las operaciones no programadas. TEEP tiene en cuenta las pérdidas de horario que la OEE no considera. Las pérdidas de programación típicas surgen de períodos en los que un activo no está realizando ningún trabajo y TEEP toma en cuenta este hecho en sus cálculos.

Finalmente, la mayor diferencia entre estas dos métricas es el hecho de que el rendimiento efectivo total del equipo tiene en cuenta toda la planta, el equipo y el tiempo. La efectividad general del equipo considera la cantidad de tiempo de producción planificado, en contraposición al tiempo de producción real.



INDICADORES CLAVES DE EFICIENCIA

Cómo calcular estas métricas

Las fórmulas básicas son las siguientes:

OEE = Disponibilidad x Rendimiento x Calidad

TEEP = Disponibilidad x Desempeño x Calidad x Utilización.

Si siente que ha visto la fórmula TEEP antes, tiene razón, se parece casi exactamente a la fórmula OEE. La diferencia es que TEEP multiplica la fórmula OEE por un término adicional. De hecho, puede expresar la fórmula TEEP en términos del valor OEE:

TEEP = OEE x Utilización



INDICADORES CLAVES DE EFICIENCIA

Diferentes formas de calcular TEEP

El cálculo de TEEP simplemente toma el producto de la disponibilidad, el rendimiento, la calidad y la utilización de un activo. En forma de fórmula:

TEEP = Disponibilidad x Desempeño x Calidad x Utilización
Si siente que ha visto esa fórmula antes, tiene razón, se parece casi exactamente a la fórmula OEE. La diferencia es que TEEP multiplica la fórmula OEE por un término adicional. De hecho, puede expresar la fórmula TEEP en términos del valor OEE:

TEEP = OEE x Utilización

Ya hemos cubierto el rendimiento efectivo general del equipo, entonces, ¿cómo encuentra una empresa la utilización?



INDICADORES CLAVES DE EFICIENCIA

Cómo encontrar la utilización

Es más fácil y preciso cuantificar la utilización como el tiempo en que un activo está programado para operar. Luego, exprese "U" como un porcentaje del tiempo total disponible dentro de un período (por ejemplo, un total de 24 horas en un día).

En forma de fórmula, escriba la utilización como:

$$\text{Utilización} = (\text{Tiempo operativo programado} / \text{Tiempo total disponible}) \times 100\%$$

Por ejemplo, el horario de una máquina expresa 12 horas de operación un día. Luego, calcule la utilización para que sea 50% como se muestra a continuación:

$$\text{Utilización} = (12 \text{ horas al día} / 24 \text{ horas al día}) \times 100\% = 50\%$$

Sugerencia: ¿No está al 100 % de utilización? No te preocupes. El tiempo de inactividad y el tiempo de inactividad pueden deberse a actividades esenciales como el mantenimiento preventivo.



INDICADORES CLAVES DE EFICIENCIA

Las pérdidas son:

1. Eventos de falla y avería del equipo
2. Tiempo de inactividad de los procedimientos de configuración y ajuste entre lotes de operaciones
3. Ralentí y paradas menores que provocan interrupciones en el proceso de producción
4. Velocidad reducida en la producción en comparación con la velocidad de diseño del equipo.
5. Defectos de calidad y reelaboración debido a mal funcionamiento del equipo
6. Rendimiento reducido, especialmente cuando el equipo en las primeras etapas de operación aún no se ha estabilizado

Otra forma de pensar en las seis grandes pérdidas es dividirlas en tiempo de inactividad, velocidad y pérdidas por defectos. Dado que TEEP y OEE son indicadores directos de desempeño e indirectamente vinculados a estas tres categorías, pueden ser un recurso muy importante para las plantas que están luchando con las seis grandes pérdidas.



INDICADORES CLAVES DE EFICIENCIA

Dónde usar OEE

OEE se utiliza mejor en situaciones en las que se desea y es necesaria una mejora. Proporciona un mapa de ruta y marcadores de millas para seguir el progreso planificado de una planta . Es especialmente útil cuando hay mucha discrepancia entre el tiempo productivo de la planta y el tiempo productivo real.



INDICADORES CLAVES DE EFICIENCIA

CUÁNDO USAR TEEP UNA DESCRIPCIÓN GENERAL DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA DE ALTO NIVEL

Si necesita una métrica general que muestre qué tan bien o qué tan mal está funcionando una planta, la métrica de rendimiento efectivo total del equipo puede ser exactamente lo que necesita. Esta métrica se utiliza mejor cuando se necesita un punto de vista de alto nivel para determinar el rendimiento general de la planta y cómo afecta a la empresa en su conjunto.

Por ejemplo, si una planta está funcionando bien pero constantemente muestra TEEP promedio o por debajo del promedio, es posible que tenga mucho más potencial en sus manos de lo que cree. Por otro lado, si su TEEP está en un porcentaje muy alto, su planta está funcionando excepcionalmente bien.



INDICADORES CLAVES DE EFICIENCIA

EN RESUMEN

OEE y TEEP son indicadores valiosos de la productividad de una planta. El conocimiento de cómo estos valores varían con el tiempo permite a los equipos de mantenimiento medir el estado de los activos individuales, así como de toda la instalación de producción. Una buena manera de pensar en OEE y TEEP es como controles de salud para su instalación para rastrear su capacidad para funcionar de manera efectiva. Así como las personas necesitan chequeos de vez en cuando para rendir al máximo de sus capacidades, las plantas, los equipos y las líneas de producción deben ser monitoreados de vez en cuando para elevarlos a su máximo potencial.

¡Gracias!



Centro de
Especializaciones
Noeder

Conócenos más haciendo clic en cada botón

