

## capitulo3

### MARCO TEÓRICO

Para el diseño de la reubicación de los procesos se hará uso de la Planeación Sistemática de Layout, SLP por sus siglas en inglés. Se hará uso de la simulación para comparar el sistema actual con la nueva propuesta de reubicación de los procesos.

#### **3.1 “Systematic Layout Planning” (SLP)**

El SLP desarrollado por Muther (Tompkins 1996) se fundamenta en la tabla de relación de actividades. Este método se divide en tres etapas: análisis, búsqueda y selección que se describen a continuación y se sintetiza en la figura 3.1.

##### ***3.1.1 Análisis***

Antes de empezar el análisis se necesita información del sistema actual para poder con ésta realizar el análisis. Para lo cual se elabora un diagrama del flujo del proceso para poder entender el sistema de producción actual. La etapa de análisis consiste en cinco pasos en los cuales se llega a determinar la relación entre departamentos, así como el espacio requerido para éstos y el espacio disponible. Los cinco pasos se explican a continuación.

##### **1. Flujo de Materiales**

El flujo de materiales incluye todos los movimientos de materia prima, producto en proceso y producto terminado. Para facilitar su análisis se emplea el diagrama de flujo de proceso, que especifica la ruta del material a lo largo del proceso y un diagrama desde-hasta, para saber la distancia entre procesos.

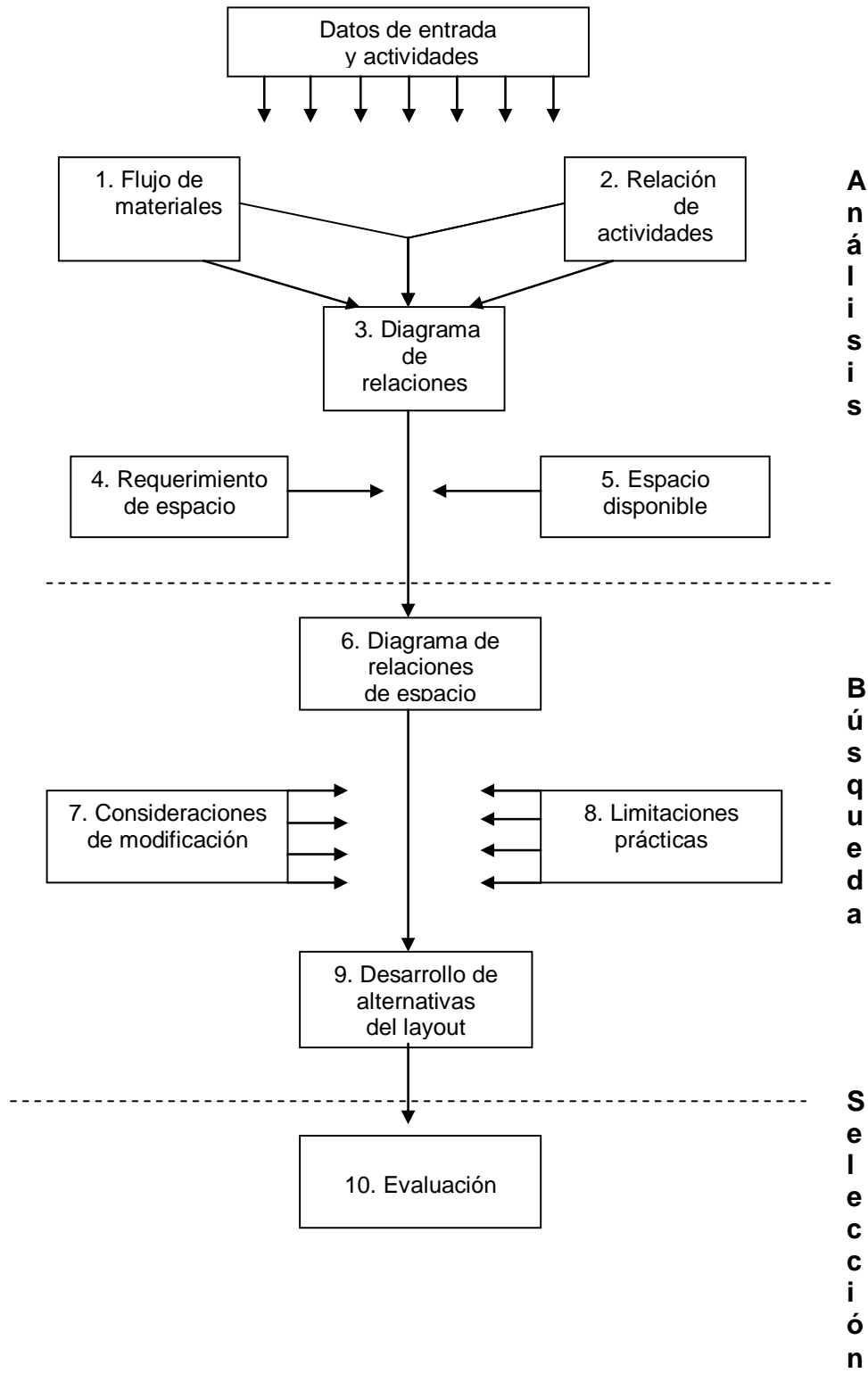


Figura 3.1 Procedimiento de la planeación sistemática del layout (SLP) (Fuente: Tompkins 1996)

## 2. Relación entre Actividades

El análisis consiste en elaborar una tabla de relación de actividades, desarrollado por Muther. Éste mide la importancia de proximidad entre departamentos o procesos. Para elaborarlo se sugieren cinco pasos.

- a. Se enlistan todos los departamentos en la tabla.
- b. Se cuestionan a los responsables de los departamentos para determinar la importancia de relación entre éstos.
- c. Se define un criterio para asignar la importancia de proximidad entre los departamentos.
- d. Se establece el valor de relación y la razón por la cual se asignó dicho valor. El valor de relación suele expresarse de la siguiente manera:

A: Absolutamente necesario

E: Especialmente necesario

I: Importante

O: Proximidad ordinaria

U: No importante

X: No deseable

- e. Se permite que todos los involucrados en el desarrollo de la tabla tengan oportunidad de evaluar y discutir posibles cambios a la tabla.

En la tabla se puede ver cuales son los departamentos que tienen que quedar próximo uno del otro para que el manejo de materiales sea eficiente; o en

algunos casos, que departamentos no pueden quedar próximos, ya sea por cuestiones de seguridad u otro motivo.

### 3. Diagrama de Relaciones

Con el flujo de materiales y la tabla de relación de actividades se elabora un diagrama de relaciones. Este diagrama muestra si existe flujo de materiales entre cada departamento así como la relación entre éstos.

### 4. Requerimiento de Espacio

En este paso se determina el espacio necesario para cada departamento o proceso. Para la presente tesis, se toma en cuenta las dimensiones de la maquinaria, el espacio necesario para los operadores, para el inventario en cola y el inventario en proceso actual que tiene la línea de producción.

### 5. Espacio Disponible

El espacio disponible es el espacio que se puede utilizar para la ubicación de los procesos. En el caso de esta tesis, el espacio disponible es aquel que tiene la planta “Tools” para la reubicación de los procesos de la línea “Ripping Bar”. Es importante que el espacio disponible sea igual o mayor al espacio requerido, para poder continuar con el desarrollo del SLP.

#### ***3.1.2 Búsqueda***

En esta etapa con el análisis anterior se desarrollan tres alternativas de layout, tomando en cuenta restricciones y modificaciones. Se divide en cuatro pasos:

#### 1. Diagrama de Relación de Espacio

Este diagrama se elabora tomando el diagrama de relaciones añadiendo a este los espacios requeridos para cada departamento o proceso así como la localización. Para esta tesis los espacios son los actuales y la localización de los procesos es el actual.

## 2. Considerar Modificaciones

Este paso considera modificaciones a lo ya elaborado en busca de mejoras previas a las propuestas de layout.

## 3. Limitaciones Prácticas

Son limitaciones que por características del departamento o la planta, impiden la ubicación de cierto departamento en cierta área de la planta. Pueden ser limitaciones de espacio, si la planta ya esta construida o limitaciones de recursos, como instalaciones eléctricas de gas, entre otros.

## 4. Desarrollo de Alternativas de Layout

Basado en el espacio, modificaciones y limitaciones se desarrollan varias alternativas de layout, para posteriormente ser evaluadas. Se recomienda cómo mínimo tres alternativas para escoger entre éstas la mejor.

### ***3.1.3 Selección***

En esta última etapa se evalúan las propuestas de layout y se selecciona la que mejor resultado obtenga. Para la evaluación se pueden tomar criterios como el cumplimiento de adyacencia entre departamentos, la forma de los departamentos, el costo de manejo de materiales, la distancia total entre departamentos, entre otros.

#### a. Adyacencia entre departamentos

Esta evaluación consiste en verificar el tipo de adyacencia que se desea y en caso de cumplirse dicho tipo de adyacencia en la propuesta se asigna un valor. Para esta evaluación se tiene que consultar el diagrama de relación de actividades donde aparece el tipo de adyacencia. Una vez verificada la adyacencia entre todos los departamentos se suma el puntaje, siendo el mayor una mejor calificación. A continuación se muestra el valor que se aplica a cada tipo de adyacencia que se cumple.

$$A = 20$$

$$E = 15$$

$$I = 10$$

$$O = 5$$

$$U = 0$$

$$X = 15$$

#### b. Forma de los departamentos

La forma de los departamentos determina una mejor funcionalidad de los departamentos. La forma deseable de un departamento, es aquel que más se asemeje al cuadrado perfecto, o si es un rectángulo que éste no sea delgado. Para esta evaluación se tiene que calcular el área y perímetro de cada departamento. Una vez que se tienen estos datos se desarrolla la siguiente fórmula:

$$F = \frac{P}{4\sqrt{A}} \quad (3.1)$$

En donde:

p = Perímetro

A = Área

F = Coeficiente de forma del departamento

Si  $1 \leq F \leq 1.4$ , la forma del departamento es aceptable

### c. Costo de manejo de materiales

La evaluación del costo por manejo de materiales toma en cuenta el costo, el flujo y la distancia entre departamentos. El costo total por manejo de materiales se calcula con la siguiente fórmula.

$$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m C_{ij} f_{ij} d_{ij} \quad (3.2)$$

Donde:

C = costo total

$c_{ij}$  = costo de manejo de materiales entre departamentos i y j (\$ / distancia)

$f_{ij}$  = flujo de materiales entre los departamentos i y j.

$d_{ij}$  = distancia entre los departamentos i y j.

m = número de departamentos

La alternativa deseada en esta evaluación es aquella que menor costo total tenga por manejo de materiales.

## **3.2 Simulación**

Según Kelton (2004), simulación se refiere a una amplia colección de métodos y aplicaciones para imitar el comportamiento de sistemas reales, usualmente en computadora con el software apropiado. La simulación es un método de análisis que involucra sistemas y modelos de ellos. La simulación por computadora se refiere a

métodos para estudiar una amplia variedad de modelos de sistemas reales por evaluación numérica usando software diseñado para imitar la operación y características del sistema, por un periodo de tiempo. La simulación por computadora trata con modelos de sistemas. Un sistema es una instalación o proceso, ya sea actual o planeado. Normalmente se usa la simulación para medir el desempeño, mejorar la operación, o diseñar el sistema.

Para elaborar un modelo de simulación Kelton (2004) recomienda seguir estos pasos:

### **1: Definición del problema:**

Se debe definir el problema de estudio como primer paso, además de delimitarlo y establecer los objetivos que se pretenden alcanzar.

### **2. Formulación del problema**

Se crea un modelo lógico del sistema. Se debe considerar la estructura de los datos o restricciones, el tipo de análisis a llevar a cabo, el tipo de animación requerida y la comprensión del software.

### **3. Obtención de datos**

Una vez que se determinan, en el paso anterior, los datos necesarios para el modelo, se procede a verificar con cuales datos se cuenta en los históricos o bases de datos de la compañía. Los datos que no se tengan se tienen que recolectar.



#### **4. Desarrollo del modelo**

Esta etapa consiste en construir el modelo en Arena. Si el modelo es pequeño se recomienda poner todos los módulos requeridos y llenarlos con sus datos. Si el modelo es grande se recomienda hacer el modelo en fases. Una vez que funciona una fase se añade la siguiente fase y se prueba, así hasta completar el modelo.

#### **5. Verificación y validación de la simulación**

Verificación es la tarea de asegurarse que el modelo se comporta como debería; se conoce como la depuración del modelo. Se debe crear una variedad de escenarios en los que el modelo lógico pueda fallar.

En la validación se tiene que comparar estadísticamente los resultados del modelo con los resultados del sistema real. Para poder confiar en los resultados del modelo primero se hace una prueba piloto, por ejemplo 10 replicas. Con esta prueba se obtiene una media y desviación estándar de la variable de interés, y se procede a calcular el número de réplicas de la simulación. Este se determina con la fórmula 3.3.

$$N = \left( \frac{t_{(n-1, \alpha/2)} S}{e} \right)^2$$

**(3.3)**

Donde:

N= número de replicas

S= desviación estándar de la muestra

e= error entre el valor de la media del modelo y la media real

$\alpha$ = nivel de significancia.

A continuación, se procede a correr el modelo de simulación con el número de réplicas obtenido. Una vez más se obtiene una media y desviación estándar de la variable de interés. Esta información se usa en una prueba de hipótesis (de diferencia de medias) para validar estadísticamente si el modelo se comporta como el sistema real. La prueba de hipótesis según Devore (2001), es la siguiente:

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_a : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Criterio de rechazo de  $H_0$  :

$$|t_o| > t_{\alpha/2, \nu}$$

Donde:

$\mu_1$  = media del sistema real

$\mu_2$  = media de los resultados de la simulación

$$t_o = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (3.4)$$

$$\nu = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 + 1}} - 2 \quad (3.5)$$

Donde:

$\bar{\chi}_1$  = media esperada de la muestra del sistema real

$\bar{\chi}_2$  = media esperada de la muestra del modelo de simulación

$s^2_1$  = varianza esperada de la muestra del modelo de simulación

$s^2_2$  = varianza esperada de la muestra del sistema simulado

$n_1$  = tamaño de muestra del sistema real

$n_2$  = tamaño de muestra del modelo de simulación

Si la hipótesis  $H_0$  es aceptada, podemos decir que el resultado de la simulación es valido estadísticamente.

## **6. Experimentación**

Se hacen pruebas de diferentes alternativas buscando mejoras en el sistema.

## **7. Análisis**

Es la etapa donde se analizan los datos de las diferentes alternativas para escoger la mejor.

## **8. Presentación y preservación de los resultados**

Por último, se elabora un reporte escrito así como la documentación completa del desarrollo del modelo.