



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

" PROYECTO SOBRE EL ESTABLECIMIENTO
DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE
ESCRITORIOS DE MADERA "

SAÚL FERNANDO REYES TORRES

Tesis presentada para optar por el título de Licenciado en
Ingeniería Industrial con Reconocimiento de Validez
Oficial de Estudios de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 81692 con fecha 17-XII-81.

Zapopan, Jal., Marzo de 1997.



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

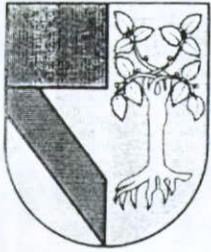
**" PROYECTO SOBRE EL ESTABLECIMIENTO
DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE
ESCRITORIOS DE MADERA "**

SAÚL FERNANDO REYES TORRES

Tesis presentada para optar por el título de Licenciado en
Ingeniería Industrial con Reconocimiento de Validez
Oficial de Estudios de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 81692 con fecha 17-XII-81.

Zapopan, Jal., Marzo de 1997.

CLASIF: _____
ADQUIS: 17410
FECHA: 08/08/02
DONATIVO DE _____
\$ _____



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

Marzo 11 de 1997

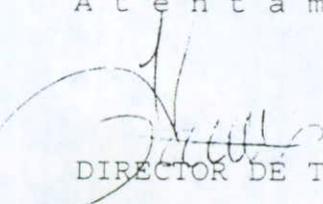
JEFE DEL DEPTO. DE CONTROL ESCOLAR
SECRETARIA DE EDUCACIÓN PUBLICA
P R E S E N T E

Me permito hacer de su conocimiento que SAÚL FERNANDO REYES TORRES, de la Licenciatura en Ingeniería Industrial, ha concluido satisfactoriamente su trabajo de titulación con la alternativa tesis titulado: PROYECTO SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE ESCRITORIOS DE MADERA.

Manifiesto que después de haber sido dirigida y revisada previamente, reúne todos los requisitos técnicos y pedagógicos para solicitar fecha de Examen Profesional.

Agradezco de antemano la atención que pueda brindar a la presente, reiterándome a sus ordenes.

A t e n t a m e n t e



DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITILACIÓN

SAÚL FERNANDO REYES TORRES

Presente

En mi calidad de Presidente de la Comisión de Exámenes Profesionales y después de haber analizado el trabajo de titulación en la alternativa tesis titulado "PROYECTO SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE ESCRITORIOS DE MADERA", presentado por usted, le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado de Examen Profesional, por lo que deberá entregar ocho ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

Atentamente.

EL PRESIDENTE DE LA COMISIÓN

Zapopan, Jal., a 11 de Marzo de 1997

AFECTUOSAMENTE DEDICO ESTE TRABAJO

A MI MADRE...POR SU DEDICACIÓN Y AMOR.

A MI PADRE... POR SU EJEMPLO DE VIDA.

A DEA ELIZABETH... MI ETERNA INSPIRACIÓN

ÍNDICE

Página

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1 Planeación del producto.

1.1 Definición.	7
1.2 Diseños de ingeniería.	9
1.3 Listado de componentes.	15

CAPÍTULO 2 Planeación del proceso.

2.1 Definición.	19
2.2 Formas de ruta de operación.	21
2.3 Diagrama del proceso de operación (OPC).	35
2.4 Balanceo de línea.	37

CAPÍTULO 3 Planeación de instalaciones.

3.1 Definición.	53
3.2 Selección de ubicación de la planta.	55
3.3 Layout de las instalaciones.	87
3.4 Medidas de seguridad.	96

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFÍA.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la tesis es lograr la aplicación de una metodología bien definida para el establecimiento de una fábrica. De esta manera, el objetivo no es cómo lograr hacer escritorios de madera a bajo costo, sino visualizar lo científico en la vida real, así como en la planeación y estructuración de una planta productiva, lo cual debe traer como consecuencia un uso óptimo de recursos que minimice costos.

Con la tesis propuesta se ha pretendido elaborar un documento que sirva de referencia para evitar muchos problemas de productividad que se dan hoy en día al tratar de empezar un negocio; sobre todo si se requiere una importante inversión inicial. De esta forma, el proyecto servirá de apoyo a cualquier persona que necesite hacer uso óptimo de sus recursos, cualesquiera que estos sean.

El proyecto está elaborado, como se deduce, lo más científicamente posible, mediante el uso de técnicas actuales de investigación, consulta de estadísticas, diagramas de operación y softwares dedicados al diseño y optimización de líneas de producción.

Asimismo, se pretende también que desde la misma etapa de elaboración de un proyecto de dicha magnitud, se tomen en cuenta aspectos que tienen que ver con cuestiones sociales y ambientales. Esto es, que se tomen las precauciones necesarias para la correcta aplicación de medidas estándar de seguridad y limpieza establecidas por organizaciones reconocidas.

PRÓLOGO

Desde la época de la Revolución Industrial, la industria se ha venido desarrollando como un ente social de enorme trascendencia en la vida de todos. Con el desarrollo de nuevas tecnologías y, al mismo tiempo, con nuevas formas de trabajar, las industrias son hoy en día fuentes de empleo y participantes directas en el mejoramiento del nivel de vida de las sociedades.

Es así que, con el paso del tiempo, hubo quien se preocupó por que esos empleos que generaran las empresas, fueran motivo de orgullo para quienes los obtuvieran procurando que fueran de buena calidad, esto es, con condiciones de trabajo, por lo menos, humanas. A su vez, se han desarrollado metodologías y tecnologías que llevan a las industrias a un fin principal, histórico y genérico: generar más riqueza.

Aunque se podría sencillamente resumir que con el paso del tiempo la evolución en términos industriales se ha dado en base al desarrollo de las condiciones de trabajo y a la generación de riqueza, todo esto ha venido a ser un desarrollo mucho más complejo de lo que pudiera parecer de sistemas que optimizan cualquier factor que afecte a lo que hoy se suele llamar **Productividad**. Todo es cada día más complejo debido a varias razones; una primera, que el hombre ha evolucionado en su forma de pensar y actuar; luego porque cada día hay mercados de competencia que nadie, hace 50 años, hubiera podido imaginar, mercados globales que exigen más y más y, a su vez, se generan día tras día nuevas tecnologías capaces de suplir muchas veces el trabajo del ser humano con mucha mejor eficiencia.

Las condiciones actuales han llevado al ser humano a pensar dos veces sus decisiones, a estructurar más su pensamiento, a correr menos riesgos y, al mismo tiempo, a ser más agresivo. Hoy en día pensar en establecer una industria hecha y derecha que tenga posibilidades de competir y salir adelante, requiere de algo esencial para su construcción, algo que si no se tuviera en cuenta hoy en día, no se podría hablar de la construcción de una empresa: **Planeación**. La planeación entra en juego en todos los ámbitos que se pudieran encontrar en una empresa y es la clave del éxito en todas las industrias.

Sin embargo, la planeación no es algo tan sencillo (en realidad nada es sencillo hoy en día), ya que incluye varias actividades como el aprovechamiento de la experiencia, la investigación, la estructuración, el análisis y la evaluación de sistemas, todo basado en un pensamiento tan científico como sea posible. Así, como antes, mientras más científico sea el razonamiento, menos riesgos se corren, pero con la diferencia de que hoy no se puede omitir el razonamiento científico en la toma de decisiones si se quiere tener éxito y optimizar el uso de recursos, sobre todo económicos.

Por dicho motivo se propone esta tesis, “ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE ESCRITORIOS DE MADERA”, ya que dicho proyecto permite la aplicación científica de métodos para la planeación del establecimiento de la fábrica, con sus repercusiones en la utilización de los recursos de la empresa.

CAPÍTULO 1

PLANEACIÓN DEL PRODUCTO

1.1.- DEFINICIÓN

Todo proyecto debe ser definido por un problema que pueda servir como objeto de análisis para encontrar nuevas formas de planeación y, por qué no, de administración. En este caso se está planteando el problema de cómo establecer una planta productora de escritorios de madera en base a técnicas actuales que reduzcan la posibilidad de errores en el desempeño de la misma. Dichas técnicas son en sí procedimientos y recursos de planeación que se sirven de una ciencia para maximizar un desempeño, el cual a su vez se refiere al trabajo eficiente de una fábrica que ha sido perfectamente concebida desde la primera vez. Es por esto que es de vital importancia el definir este proyecto como una herramienta de análisis que, sin mayores complejidades, va proponiendo técnicas para la óptima aplicación de los recursos destinados a una inversión en el ámbito industrial.

Para lograr que una idea se convierta en realidad se necesita de una estrategia que nos permita no perder de vista la idea inicial, es decir, nuestro objetivo. Una estrategia se compone de una estructuración tal que nos es fácil comprender *cómo* actuar adecuadamente. Como se verá en el transcurso del proyecto, la estrategia a seguir está basada en una sola palabra: *planeación*. Por lo cual se requiere planear debidamente el producto a fabricar, el proceso de fabricación, las instalaciones y las medidas de seguridad.

Asimismo, es importante hacer referencia a seis preguntas básicas que James Tompkins y John White¹ presentan como básicas a ser resueltas antes de generar cualquier proyecto de inversión:

1. ¿ Qué se va a fabricar ?
2. ¿ Cómo son los productos a ser fabricados ?
3. ¿ Cuándo se van a fabricar los productos ?

¹ TOMPKINGS, James A. Et al. Facilities Planning. Wiley & Sons. New York, 1984. P. 33.

4. ¿ Cuánto se fabricará de cada producto ?
5. ¿ Por cuánto tiempo se fabricarán ?
6. ¿ Dónde se fabricarán ?

Es así que se ha considerado conveniente proponer un sólo tipo de producto al mercado, en este caso escritorios de madera idénticos, de tal forma que se ofrezca en volúmenes altos un producto funcional y barato. En base a la información que se tiene sobre censos en Estados Unidos, es conveniente definir a la clase media baja de los Estados Unidos como parte del mercado meta para este producto, ya que la sociedad estadounidense acostumbra no sólo tener escritorios en la oficina, sino también en la casa. Asimismo se pretenderá ofrecer este producto a oficinas gubernamentales o negocios pequeños, para los cuales este tipo de mueble estándar les resulta atractivo. Cabe aclarar que se ha elegido como mercado inicial a los Estados Unidos dada la seguridad que ese mercado representa para la aplicación de este tipo de proyectos, puesto que su economía permite tener niveles de consumo estables por grandes períodos de tiempo, lo cual asegura el retorno de la inversión según lo planeado. En base a esta información, es necesario cuantificar la demanda de este producto, sobre la cual se deberán medir las proporciones de la empresa a instituir. Es por esto que según la información provista por los censos en los Estados Unidos, se puede pretender llegar a tener una *demanda anual total de hasta 14,000 escritorios de madera*, los cuales podrían ser vendidos (bajo contratos previos) al iniciar el año para ser entregados durante el transcurso del mismo. Esta firmas de contratos se pretenden lograr año tras año debido a la creciente actividad administrativa en los Estados Unidos. De esta manera se establece un parámetro cuantitativo en base al cual analizar el proyecto.

Dado que según la información es factible el fabricar en grandes volúmenes un solo tipo de producto, resulta obvio que se implantará un sistema de producción en serie de un producto que no requiera grandes cambios en su fisonomía, puesto que al ser una producción en serie, es poco flexible. Con base en estos fundamentos se presenta a continuación la descripción minuciosa del producto.

1.2.- DISEÑOS DE INGENIERÍA

El diseño de un producto debe incluir la definición de las partes del producto a ser procesadas y el diseño detallado de dichas partes. Las decisiones sobre los productos a ser fabricados son generalmente tomadas por los niveles gerenciales y directivos, basándose en su mercadotecnia, en los requerimientos técnicos de manufactura y en el análisis financiero que proyecte el desarrollo económico que tendrá la empresa.

El diseñador debe estar consciente de el grado de incertidumbre que existe sobre la misión de la compañía que está siendo planeada, las actividades específicas a desempeñar y el sentido de dichas actividades.

Dependiendo en el tipo de producto a ser procesado, la filosofía del negocio con relación a sus instalaciones y a factores externos como la economía, la oferta de mano de obra y la competencia, los componentes de las instalaciones pueden ser modificados frecuentemente o jamás ser cambiados. Es así que si se tiene un producto que exigirá cambios en las instalaciones de la empresa para estar a la vanguardia en el mercado, entonces se requiere un diseño altamente flexible del producto, así como la planeación de espacios más generalizados. Por otro lado, si se define la producción en serie de un producto altamente estable, entonces las instalaciones se pueden diseñar para optimizar la producción.

Obviamente que cualquier diseño de cualquier producto debe estar influenciado por la estética, la funcionalidad, los materiales y el tipo de manufactura del producto final, de forma tal que el producto satisfaga las necesidades del cliente.

De esta manera se torna indispensable y básico el poseer diseños detallados de cada componente del escritorio. Tales diseños deben proveer las especificaciones y dimensiones en detalle suficiente para permitir la fabricación de la parte.

* A continuación se presentan los diseños detallados del escritorio de madera que el diseñador ha propuesto. Cada figura contiene la información exacta de cada pieza, ya codificada, que permitirá lograr un ensamble perfecto del producto. Dicha información consiste en el número de parte, la cantidad requerida, el material del cual está hecha, sus dimensiones y su forma. Es importante aclarar que todo el material definido como "madera" se refiere a madera sólida de pino, aunque el proyecto queda abierto para cotizarse en triplay o en cualquier otro tipo de madera. Las piezas a ensamblar se han diseñado con cola de milano. En las figuras 1 a 4 se muestran estos diseños con las especificaciones requeridas para la elaboración del producto. Todas las dimensiones están en mm.

Finalmente, y según los estudios de mercado realizados con anterioridad, se debe definir el producto final y sus características, de manera que se tenga un producto útil y atractivo para el mercado meta propuesto. En este caso lo ideal sería el producir un escritorio de madera de seis cajones diseñado para casi cualquier medio ambiente, con cajones planeados para un manejo confortable y que puede ser vendido en todos los colores que la formaica pueda tener. De acuerdo con los resultados de encuestas ya aplicadas, este sería el escritorio estándar ideal que a su vez cubriría una amplia gama de gustos del mercado de la clase media baja de los Estados Unidos.

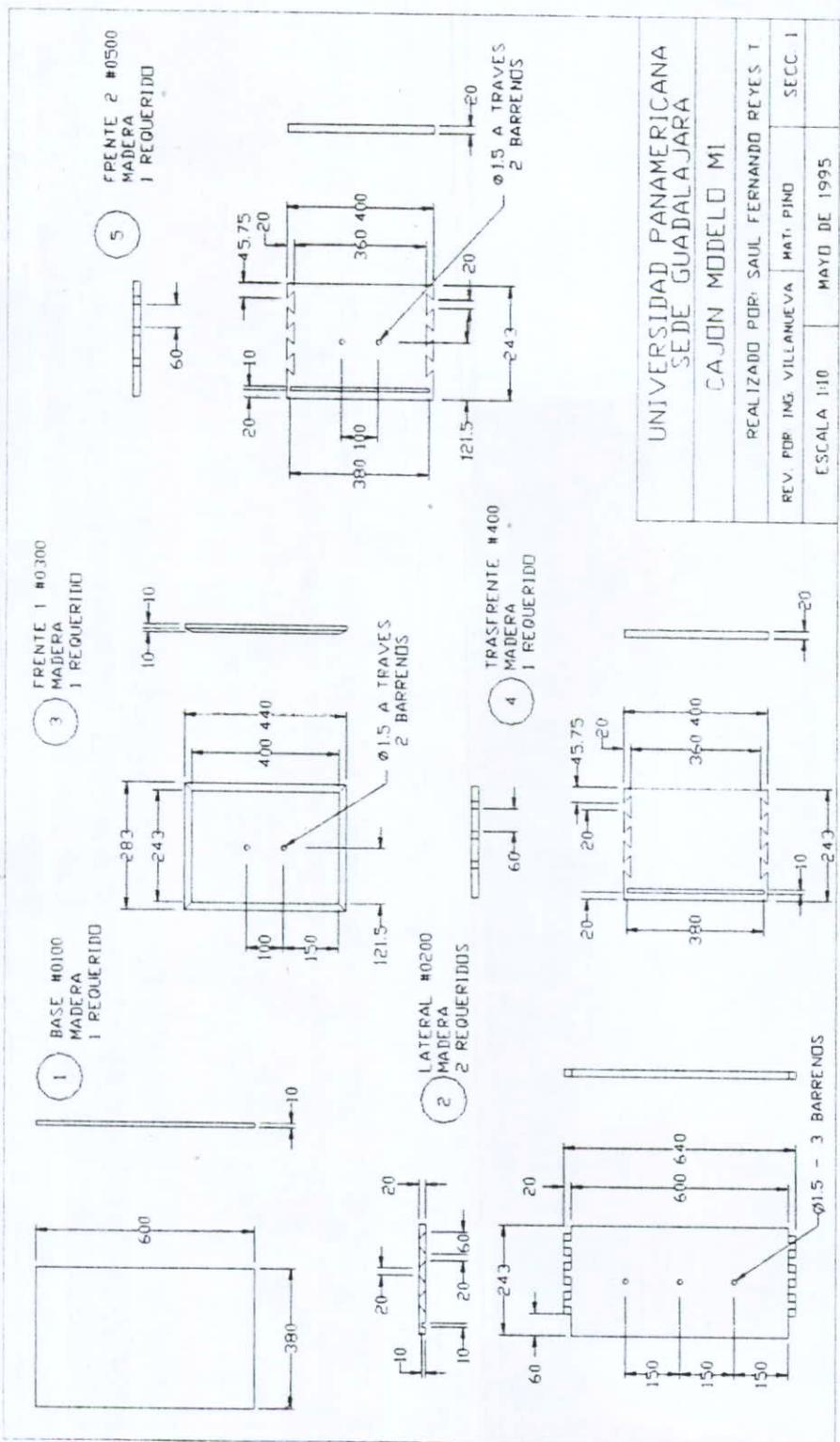


Figura No. 1

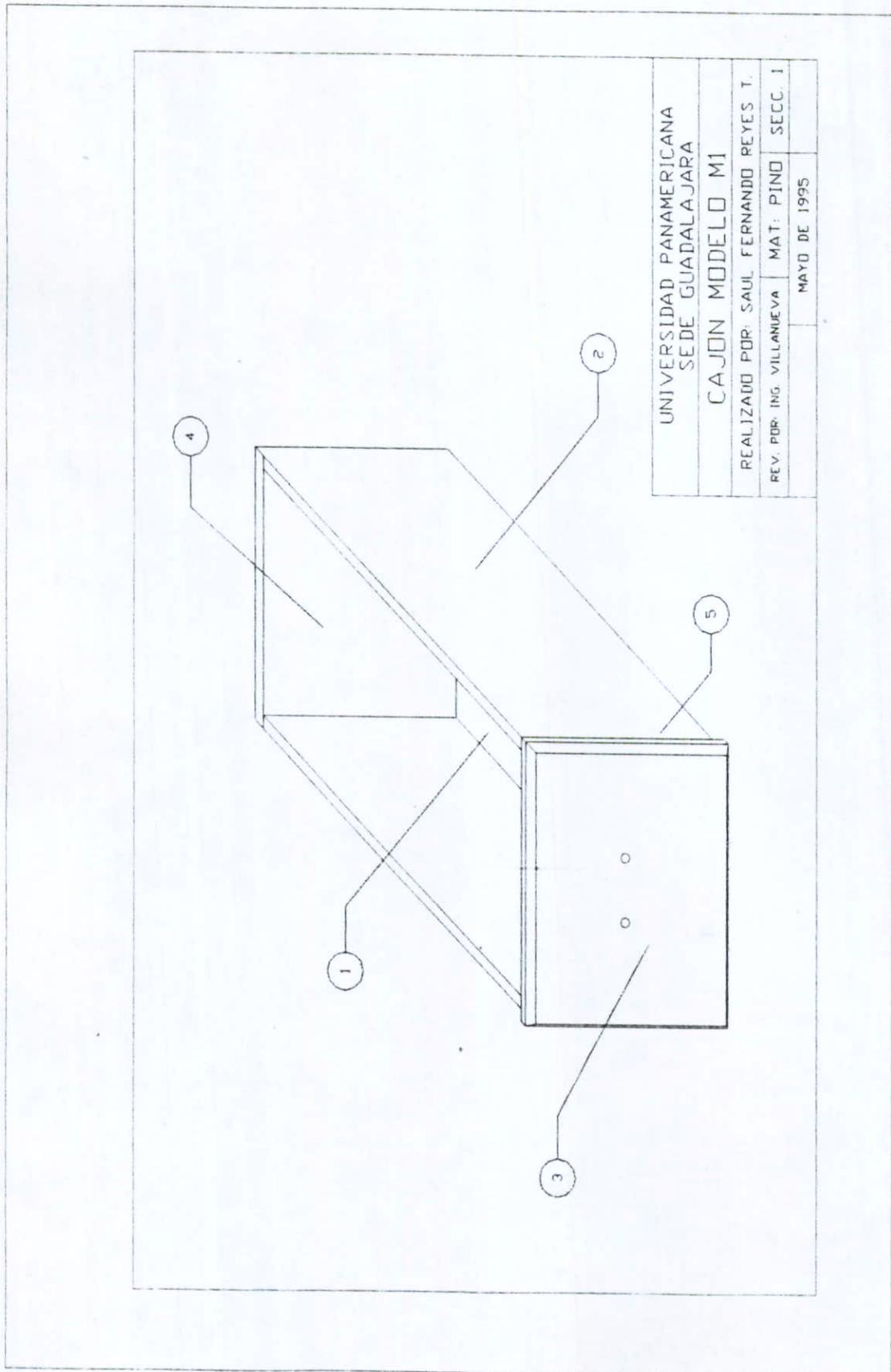
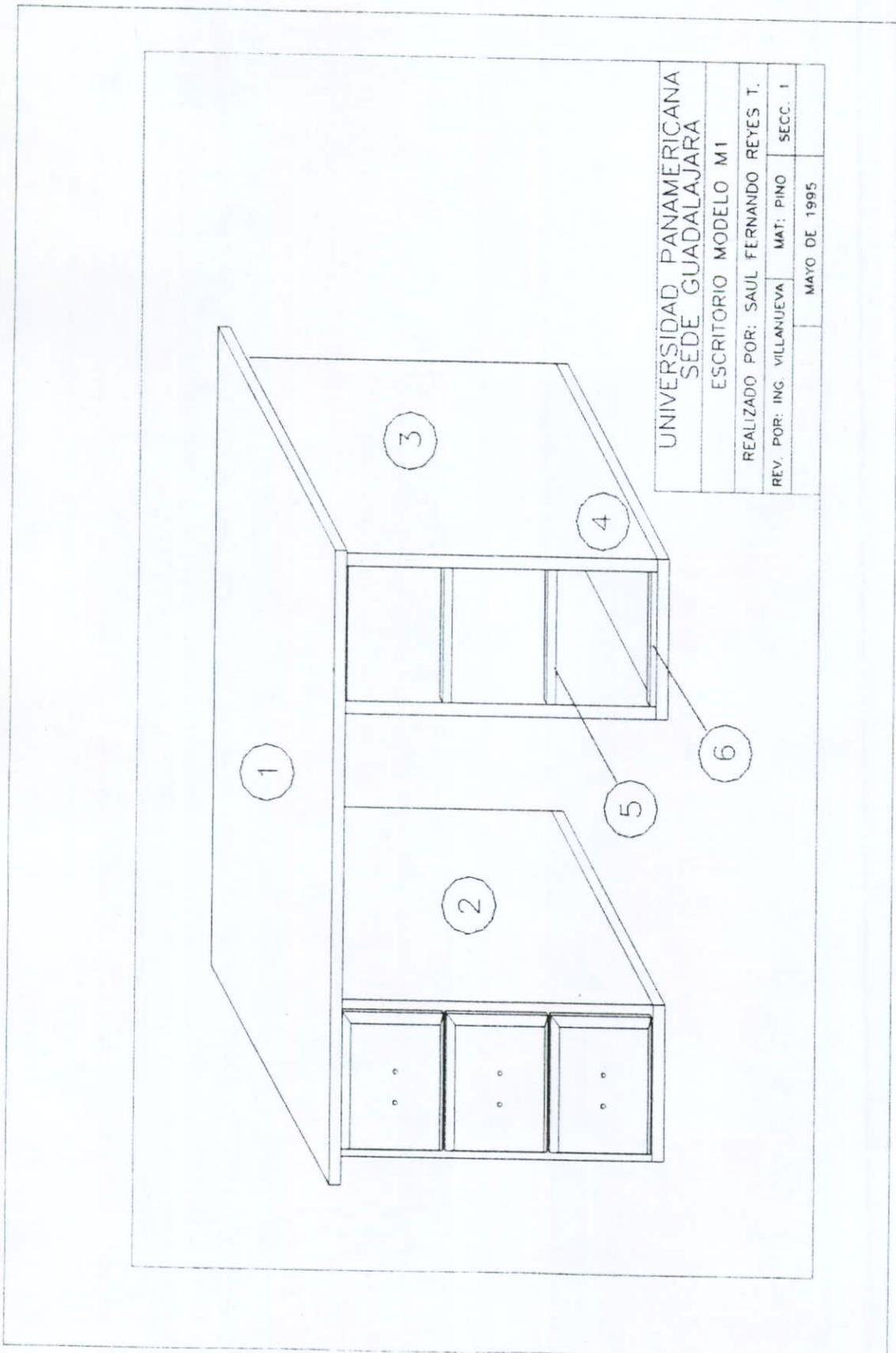


Figura No.2



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
SEDE GUADALAJARA

ESCRITORIO MODELO M1

REALIZADO POR: SAUL FERNANDO REYES T.

REV. POR: ING. VILLANUEVA	MAT: PINO	SECC. 1
MAYO DE 1995		

Figura No.4

1.3.- LISTADO DE COMPONENTES.

Al haber definido todas las partes que conforman el escritorio, se debe tomar la decisión de qué fabricar y qué comprar. Dicha decisión implica una serie de razonamientos que deben llevar a la obtención de bajos costos, además de que a partir de lo que se considere apto para ser fabricado en la empresa se deberá originar todo el plan operativo de acción. Este plan deberá definir qué maquinaria se ocupará, qué procesos serán necesarios y cuánto tiempo nos llevarán dichos procesos. En este caso los componentes que conforman el escritorio son las tablas de madera, la formica, las patas, las manijas y los rieles por los cuales corren los cajones. También se podrían enlistar componentes como tornillos, clavos, remaches, etc..., pero como resulta obvio que es mucho más ventajoso el comprarlos que fabricarlos, pues generalmente no se incluyen en el listado de componentes.

El razonamiento para tomar la decisión de fabricar o comprar se puede plantear de la siguiente manera:

1. ¿ Puede ser comprado el componente ?

- ¿ Está disponible el componente, ya sea la tabla, la formica, los rieles, etc.?
- ¿ Estaremos en condiciones para comprar el componente?
- ¿ Es satisfactoria la calidad del proveedor?
- ¿ Son confiables los recursos disponibles?

NO.- Entonces conviene fabricarlo.

SI.- Entonces,

2. ¿ Se puede fabricar de acuerdo al giro del negocio ?

- ¿ Es congruente con los objetivos del proyecto el fabricar el componente?
- ¿ Tenemos los conocimientos técnicos para fabricar el componente?

NO.- Conviene comprarlo.

SI.- Entonces,

3. ¿ Es más barato fabricar que comprar ?

NO.- Conviene comprarlo.

SI.- Entonces,

4. ¿ Se tiene el capital disponible para fabricarlo ?

NO.- Conviene comprarlo.

SI.- Conviene fabricarlo.

Si, por ejemplo, se pretende aplicar este razonamiento para decidir si es conveniente hacer los cortes de la formica en la fábrica, o por el contrario lo conveniente sería el comprar la formica basados en los cortes disponibles en el mercado, se tendrían que hacer los siguientes cuestionamientos:

1. ¿ Es posible hacer los cortes de la formica en planta ?

SI...convendría hacerlo en planta.

2. ¿ Se puede hacer este trabajo de acuerdo al giro del negocio ?

SI...se podrían hacer los cortes con el tipo de maquinaria disponible.

3. ¿ Es más barato hacer los cortes que comprar ?

NO...en realidad se podrían comprar las láminas con los cortes solicitados a precios competitivos.

4. ¿ Se tiene capital disponible para hacer los cortes ?

Se tiene maquinaria, pero dedicada a realizar cortes de madera. La opción de hacer los cortes en planta exigiría una mayor inversión inicial para poder adquirir maquinaria asignada exclusivamente a hacer los cortes de la formica.

Por otro lado, se tendrían proveedores de formica dispuestos a entregar las láminas según las medidas solicitadas.

Decisión: Comprar la formica ya cortada según especificaciones.

De esta forma se pueden ir estableciendo diversos cuestionamientos que lleven relación con la viabilidad técnica y económica de un componente específico. Es así que siendo el diseñador del proceso el responsable de determinar cómo fabricar un componente, también es el

responsable de decidir quién fabricará dicho componente, lo cual no podrá hacer si no tiene una visión clara de la futura empresa.

Es importante hacer mención que el diseñador debe estar consciente de que estas son decisiones de corte gerencial muy importantes, y para las cuales deberá tener conocimiento sobre las finanzas del proyecto, su aspecto industrial, su mercadotecnia, su aspecto técnico y hasta su aspecto humano.

Como se explicaba anteriormente, una vez diseñados todos los componentes del escritorio, se elabora un listado de partes donde se especifica qué componentes se fabricarán y qué componentes se comprarán. (V. Tabla No. 1a, pg. 22)

CAPÍTULO 2

PLANEACIÓN DEL PROCESO

2.1.- DEFINICIÓN

La parte más importante en todo proyecto tiene que ver con la definición clara y concisa de *cómo* llevarlo a cabo de la mejor manera. Desde luego que al planear una compañía del ramo industrial, lo que al final de cuentas exhibe el éxito o fracaso de la empresa se da en su planeación inicial. Es impresionante como nacen empresas que tienen problemas después de haber hecho realidad un proyecto, y precisamente porque el proyecto no tomó en cuenta un cuestionamiento fundamental como lo es la planeación de un proceso. Estos proyectos se basan más en aspectos de finanzas y mercadotecnia que en aspectos de ingeniería...y por ello después se pone de relieve la “re-ingeniería”.

La planeación de un proceso debe tomar en cuenta aspectos que deben ir entrelazados de tal forma que se logre una producción estable, es decir, una producción que nos permita controlar los procesos previniendo fallas en el sistema completo, de manera que se logre aplicar lo planeado, minimizar los imprevistos. La predictibilidad consecuentemente nos puede facilitar el camino para tener un proceso lo suficientemente flexible como para entrar en una cultura de mejora continua y minimizar costos. Es por esto que el equilibrio y la eficiencia sólo se pueden dar bajo condiciones ambientales, técnicas y administrativas adecuadas para dar resultados y propiciar una vez más un proceso controlado. Así se cierra un círculo virtuoso, pues al tener una planeación que da resultados positivos se tienen herramientas estratégicas que aplicadas a la operación nos permiten planear sobre los logros ya obtenidos. Algunas de esas herramientas son los diagramas del flujo de los materiales a través de los procesos intermedios, los análisis de balanceo de línea, los estudios de tiempos y movimientos, los estudios logísticos para manejo de inventarios, los estudios estadísticos, etc. Es muy difícil exponer en este proyecto todo lo que implica un proyecto industrial dado que éste debe tomar en cuenta muchos aspectos específicos (y por tanto técnicos) de una fábrica, sin embargo se presentan en este proyecto herramientas administrativas que marcan una pauta de cómo planear de forma más organizada

un negocio del ramo industrial. Bajo este razonamiento, a continuación se aplican varios aspectos aquí señalados sobre la planeación de un proceso.

2.2.- FORMAS DE RUTA DE OPERACIÓN

Las formas de ruta de operación se utilizan para documentar los métodos de producción. Esto es, cómo se procesará cada componente y cuál será el flujo que seguirá dicho componente hasta conformar el producto final.

Generalmente se recomienda hacer una forma de ruta de operación por cada parte del producto final, dado que cada forma de ruta de operación sirve de base para después formar un diagrama completo que de una vista global de la producción dentro de planta. Dicho diagrama se conoce como la “OPC” u “Operation Process Chart”, que se analizará posteriormente.

Cada forma de ruta de operación debe contener información referente a la codificación y nombre de cada parte, así como la descripción de la operación y el equipo utilizado. Si se tiene información con relación al tiempo que dura cada proceso por el que pasa el componente, se debe incluir en la forma de ruta de operación. Dichos tiempos se obtienen por medio de estudios de tiempos y movimientos.

Antes de realizar formas de ruta de operación es importante definir los requerimientos de materias primas que se tendrán de manera que éstas sirvan de base para el análisis referido. Las formas de ruta de operación, junto con la OPC, conforman una documentación muy importante para cualquier empresa, dado que en base a esta información se pueden hacer estudios sobre re-ingeniería de procesos, estudios de tiempos y movimientos y estudios que determinen el número óptimo de operadores por proceso. Por tanto, la importancia de dicha información se debe a la posibilidad que ésta da para hacer estudios que le den a la empresa procesos de mejora continua tanto en productividad como en calidad.

LISTADO DE PARTES

NUMERO DE PARTE	NOMBRE DE LA PARTE	DIMENSIONES DE LA PARTE	FABRICAR O COMPRAR
# 0100	MADERA BASE	600 X 380	FABRICAR
# 0200	MADERA LATERAL	640 X 243	FABRICAR
#0300	MADERA DE FRENTE 2	440 X 283	FABRICAR
#0400	MADERA DE ESPALDA	400 X 243	FABRICAR
#0500	MADERA DE FRENTE 1	400 X 243	FABRICAR
#0600	MADERA TOPE	2000 X 800	FABRICAR
#0700	MADERA LATERAL	900 X 700	FABRICAR
#0800	MADERA TRASERA	900 X 420	FABRICAR
#0900	MADERA DE PISO	700 X 500	FABRICAR
#1000	MADERA DE FRENTE	420 X 30	FABRICAR
#1100	MADERA DE FRENTE	420 X 30	FABRICAR
#1200	FORMAICA	VARIABLE	COMPRAR
#1300	PATAS	DIAM = 30 ; ALTURA = 20	COMPRAR
#1400	MANJAS	100 X 30	COMPRAR
#1500	RIELES	560 X 20	COMPRAR

Tabla No. 1a

REQUERIMIENTOS DE MATERIAS PRIMAS

NUMERO DE PARTE	DIMENSIONES DE LA PARTE	ESPESOR DE LA PARTE	CANTIDAD DE PARTES REQUERIDAS	TIPO DE PARTE	DIMENSIONES DE LA HOJA	CANTIDAD DE TABLAS REQUERIDAS
#0100	600x380	10	6	B	1200x760	3
#0200	640x243	20	12	C	1920x1100	4
#0300	440x283	20	6	C	1920x1100	2
#0400	400x243	20	6	A	2400x1800	1
#0500	400x243	20	6	A	2400x1800	1
#0600	2000x800	40	1	D	2000x1600	0.5
#0700	900x700	40	4	E	1070x840	4
#0800	900x420	40	2	E	1070x840	1
#0900	700x500	40	2	G	1400x1000	1
#1000	420x30	20	6	F	600x420	0.066666
#1100	420x20	20	2	F	600x420	0.666666

NOTA: Todas las dimensiones están en mm.

Tabla No. 1b

HOJA DE RUTA

Compañía IIA Internacional

Nombre de la parte Base del cajón

Preparado por S. Reyes

Producto Escritorio de madera

Número de parte # 0100

Fecha JULIO DE 1995

No. DE OPER.	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN	TIPO DE MÁQUINA	HERRAMIENTA	DEPTO.	TIEMPO DE OPERACIÓN (min)	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD DE PARTES
101	Cortar la tabla a la longitud deseada (600 x 380)	Sierra de mesa automática	Serrucho de diam = 228.6	Manufactura	12	Tabla de Madera	6
102	Lijado	Lijadora			4		6
SE1	Pegamento	Pistola de pegamento automática			11		6
SE2	Ensamble del cajón				13		
SE3	Adherir rieles, tornillos y manijas	Desarmador automático			14		
SE6	Pegamento (Formica)	Pistola de pegamento automática			11		1
SE7	Aplicar formica				14		
E1	Ensamble final				10		

Nota: Todas las dimensiones están en mm.

HOJA DE RUTA

PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

IIA INTERNACIONAL

HOJA DE RUTA

Compañía IIA Internacional

Nombre de la parte Lateral del cajón

Preparado por S. Reyes

Producto Escritorio de madera

Número de parte # 0200

Fecha JULIO DE 1995

No DE OPER.	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN	TIPO DE MÁQUINA	HERRAMIENTA	DEPTO.	TIEMPO DE OPERACIÓN (min)	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD DE PARTES
201	Cortar la tabla a la longitud deseada (640 x 243)	Sierra de mesa automática	Serrucho de diam = 228.6	Manufactura	13	Tabla de Madera	12
202	Cortes especiales	Router CNC	Herramienta con diámetro de 1.5		14		12
203	Perforación de 3 barrenos (1.5 de Diám.)	Prensa de taladro automática	Broca de diámetro de 1.5		7		12
204	Lijado	Lijadora			4		12
SE1	Pegamento	Pistola de pegamento automática			11		6
SE2	Ensamble del cajón	Ensamblado manual (cola de milano)			13		
SE3	Adherir rieles, tornillos y manijas	Desarmador automático			14		
SE6	Pegamento (Formica)	Pistola de pegamento automática			11		1
SE7	Aplicar formica				14		
E1	Ensamble final				10		

Nota: Todas las dimensiones están en mm.

HOJA DE RUTA

PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

IIA INTERNACIONAL

Tabla No. 3

HOJA DE RUTA

Compañía IIA Internacional

Nombre de la parte Frente 1 del cajón

Preparado por S. Reyes

Producto Escritorio de madera

Número de parte # 0300

Fecha JULIO DE 1995

No. DE OPER.	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN	TIPO DE MÁQUINA	HERRAMIENTA	DEPTO.	TIEMPO DE OPERACIÓN (min)	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD DE PARTES
301	Cortar la tabla a la longitud deseada (440 x 243)	Sierra de mesa automática	Serrucho de diam = 228.6	Manufactura	13	Tabla de Madera	6
302	Cortes especiales	Router CNC	Herramienta con diámetro de 1.5		14		6
303	Perforación de 2 barrenos (1.5 de Diám.)	Prensa de taladro automática	Broca de diámetro de 1.5		5		6
304	Lijado	Lijadora			4		6
SE1	Pegamento	Pistola de pegamento automática			11		6
SE2	Ensamble del cajón	Ensamblado manual (cola de milano)			13		
SE3	Adherir rieles, tornillos y marjeas	Desarmador automático			14		
SE6	Pegamento (Formica)	Pistola de pegamento automática			11		1
SE7	Aplicar formica				14		
E1	Ensamble final				10		

Nota: Todas las dimensiones están en mm

HOJA DE RUTA

PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

IIA INTERNACIONAL

Tabla No. 4

HOJA DE RUTA

Compañía IJA Internacional

Nombre de la parte Trasfrente cajón

Preparado por S. Reyes

Producto Escritorio de madera

Número de parte # 0400

Fecha JULIO DE 1995

Nº DE OPER.	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN	TIPO DE MÁQUINA	HERRAMIENTA	DEPTO	TIEMPO DE OPERACIÓN (min)	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD DE PARTES
401	Cortar la tabla a la longitud deseada (400 x 243)	Sierra de mesa automática	Serrucho de diam = 228 6	Manufactura	13	Tabla de Madera	6
402	Cortes especiales	Router CNC	Herramienta con diámetro de 1.5		14		6
403	Lijado	Lijadora			4		6
SE1	Pegamento	Pistola de pegamento			11		6
SE2	Ensamble del cajón	Ensamblado manual (cola de milano)			13		
SE3	Adherir rieles, tornillos y manijas	Desamador automático			14		
SE6	Pegamento (Formica)	Pistola de pegamento automática			11		1
SE7	Aplicar formica				14		
E1	Ensamble final				10		

Nota: Todas las dimensiones están en mm.

HOJA DE RUTA

PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

IJA INTERNACIONAL

Tabla No. 5

26

HOJA DE RUTA

Compañía IIA Internacional

Nombre de la parte Frente 2 del cajón

Preparado por S. Reyes

Producto Escritorio de madera

Número de parte # 0500

Fecha JULIO DE 1995

No. DE OPER.	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN	TIPO DE MÁQUINA	HERRAMIENTA	DEPTO.	TIEMPO DE OPERACIÓN (min)	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD DE PARTES
501	Cortar la tabla a la longitud deseada (400 x 243)	Sierra de mesa automática	Serrucho de diam = 228 6	Manufactura	13	Tabla de Madera	6
502	Cortes especiales	Router CNC	Herramienta con diámetro de 1.5		14		6
503	Perforación de 2 barrenos (1.5 de Diám.)	Prensa de taladro automática	Broca de diámetro de 1.5		5		6
504	Lijado	Lijadora			4		6
SE1	Pegamento	Pistola de pegamento automática			11		6
SE2	Ensamble del cajón				13		
SE3	Adherir rieles, tornillos y manijas	Desarmador automático			14		
SE6	Pegamento (Formica)	Pistola de pegamento automática			11		1
SE7	Aplicar formica				14		
E1	Ensamble final				10		

Nota: Todas las dimensiones están en mm.

HOJA DE RUTA

PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

IIA INTERNACIONAL

Tabla No. 6

27

HOJA DE RUTA

Compañía IIA Internacional

Nombre de la parte Cubierta escritorio

Preparado por S. Reyes

Producto Escritorio de madera

Número de parte # 0600

Fecha JULIO DE 1995

No. DE OPER.	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN	TIPO DE MÁQUINA	HERRAMIENTA	DEPTO.	TIEMPO DE OPERACIÓN (min)	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD DE PARTES
601	Cortar la tabla a la longitud deseada (400 x 800)	Sierra de mesa automática	Serrucho de diám = 228.6	Manufactura	14	Tabla de Madera	1
602	Perforación de 18 barrenos (6 de Diám)	Prensa de taladro automática	Broca de diámetro de 6		10		1
603	Lijado	Lijadora			6		1
SE4	Pegamento	Pistola de pegamento automática			11		1
SE5	Atornillado	Desarmador automático			13		1
SE6	Pegamento (Formica)	Pistola de pegamento automática			11		1
SE7	Aplicar formica				14		
E1	Ensamble final				10		

Nota: Todas las dimensiones están en mm.

HOJA DE RUTA

PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

IIA INTERNACIONAL

Tabla No. 7

28

HOJA DE RUTA

Compañía IIA Internacional Nombre de la parte Lateral del escritorio Preparado por S. Reyes

Producto Escritorio de madera Número de parte # 0700 Fecha JULIO DE 1995

No. DE OPER.	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN	TIPO DE MÁQUINA	HERRAMIENTA	DEPTO.	TIEMPO DE OPERACIÓN (min)	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD DE PARTES
701	Cortar la tabla a la longitud deseada (900 x 700)	Sierra de mesa automática	Serrucho de diam = 228 6	Manufactura	14	Tabla de Madera	4
702	Perforación de 6 barrenos (6 de Diám)	Prensa de taladro automática	Broca de diámetro de 6		9		4
703	Lijado	Lijadora			4		4
SE4	Pegamento	Pistola de pegamento automática			11		1
SE5	Atornillado	Desarmador automático			13		1
SE6	Pegamento (Formica)	Pistola de pegamento automática			11		1
SE7	Aplicar formica				14		
E1	Ensamble final				10		

Nota: Todas las dimensiones están en mm.

HOJA DE RUTA

PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

IIA INTERNACIONAL

HOJA DE RUTA

Compañía IIA Internacional Nombre de la parte Trasero de escritorio Preparado por S. Reyes
 Producto Escritorio de madera Número de parte # 0800 Fecha JULIO DE 1995

No. DE OPER.	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN	TIPO DE MÁQUINA	HERRAMIENTA	DEPTO.	TIEMPO DE OPERACIÓN (min)	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD DE PARTES
801	Cortar la tabla a la longitud deseada (900 x 400)	Sierra de mesa automática	Serrucho de diam = 228.6	Manufactura	14	Tabla de Madera	2
802	Perforación de 6 barrenos (6 de Diam)	Prensa de taladro automática	Broca de diametro de 6		9		2
803	Lijado	Lijadora			4		2
SE4	Pegamento	Pistola de pegamento automática			11		1
SE5	Atornillado	Desarmador automático			13		1
SE6	Pegamento (Formica)	Pistola de pegamento automática			11		1
SE7	Aplicar formica				14		
E1	Ensamble final				10		

Nota: Todas las dimensiones están en mm.

HOJA DE RUTA

PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

IIA INTERNACIONAL

HOJA DE RUTA

Compañía IIA Internacional

Nombre de la parte Base del escritorio

Preparado por S. Reyes

Producto Escritorio de madera

Número de parte # 0900

Fecha JULIO DE 1995

No DE OPER.	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN	TIPO DE MÁQUINA	HERRAMIENTA	DEPTO	TIEMPO DE OPERACIÓN (min)	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD DE PARTES
901	Cortar la tabla a la longitud deseada (700 x 500)	Sierra de mesa automática	Serrucho de diam = 228.6	Manufactura	14	Tabla de Madera	2
902	Perforación de 9 barrenos (6 de Diám)	Prensa de taladro automática	Broca de diámetro de 6		13		2
903	Lijado	Lijadora			4		2
SE4	Pegamento	Pistola de pegamento automática			11		1
SE5	Atomillado	Desarmador automático			13		1
SE6	Pegamento (Formica)	Pistola de pegamento automática			11		1
SE7	Aplicar formica				14		
E1	Ensamble final				10		

Nota: Todas las dimensiones están en mm.

HOJA DE RUTA

PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

IIA INTERNACIONAL

HOJA DE RUTA

Compañía IJA Internacional

Nombre de la parte Frente l escritorio

Preparado por S. Reyes

Producto Escritorio de madera

Número de parte # 1000

Fecha JULIO DE 1995

No. DE OPER.	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN	TIPO DE MÁQUINA	HERRAMIENTA	DEPTO.	TIEMPO DE OPERACIÓN (min)	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD DE PARTES
1001	Cortar la tabla a la longitud deseada (420 x 30)	Sierra de mesa automática	Serrucho de diam = 228 6	Manufactura	13	Tabla de Madera	6
1002	Lijado	Lijadora			4		6
SE4	Pegamento	Pistola de pegamento automática			11		1
SE5	Atornillado	Desarmador automático			13		1
SE6	Pegamento (Formica)	Pistola de pegamento automática			11		1
SE7	Aplicar formica				14		
E1	Ensamble final				10		

Nota: Todas las dimensiones están en mm.

HOJA DE RUTA

PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

IJA INTERNACIONAL

HOJA DE RUTA

Compañía IIA Internacional

Nombre de la parte Frente 2 escritorio

Preparado por S. Reyes

Producto Escritorio de madera

Número de parte # 1100

Fecha JULIO DE 1995

No. DE OPER.	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN	TIPO DE MÁQUINA	HERRAMIENTA	DEPTO.	TIEMPO DE OPERACIÓN (min)	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD DE PARTES
1101	Cortar la tabla a la longitud deseada (420 x 20)	Sierra de mesa automática	Serrucho de diam = 228.6	Manufactura	13	Tabla de Madera	2
1102	Lijado	Lijadora			4		2
SE4	Pegamento	Pistola de pegamento automática			11		1
SE5	Atomillado	Desarmador automático			13		1
SE6	Pegamento (Formica)	Pistola de pegamento automática			11		1
SE7	Aplicar formica				14		
E1	Ensamble final				10		

Nota: Todas las dimensiones están en mm.

HOJA DE RUTA

PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

IIA INTERNACIONAL

Tabla No. 12

HOJA DE RUTA

Compañía IIA Internacional

Nombre de la parte Formica

Preparado por S. Reyes

Producto Escritorio de madera

Número de parte # 1200

Fecha JULIO DE 1995

No. DE OPER.	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN	TIPO DE MÁQUINA	HERRAMIENTA	DEPTO.	TIEMPO DE OPERACIÓN (min)	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD DE PARTES
1201	Cortar la formica a la longitud deseada (Segun la parte)	Sierra de mesa automática	Serrucho de diam = 228 6		14	Tabla de Formica	53
SE6	Pegamento (Formica)	Pistola de pegamento automática			11		1
SE7	Aplicar formica				14		
E1	Ersamble final				10		

Nota: Todas las dimensiones están en mm.

HOJA DE RUTA

PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

IIA INTERNACIONAL

2.3.- DIAGRAMA DEL PROCESO DE OPERACIÓN (OPC)

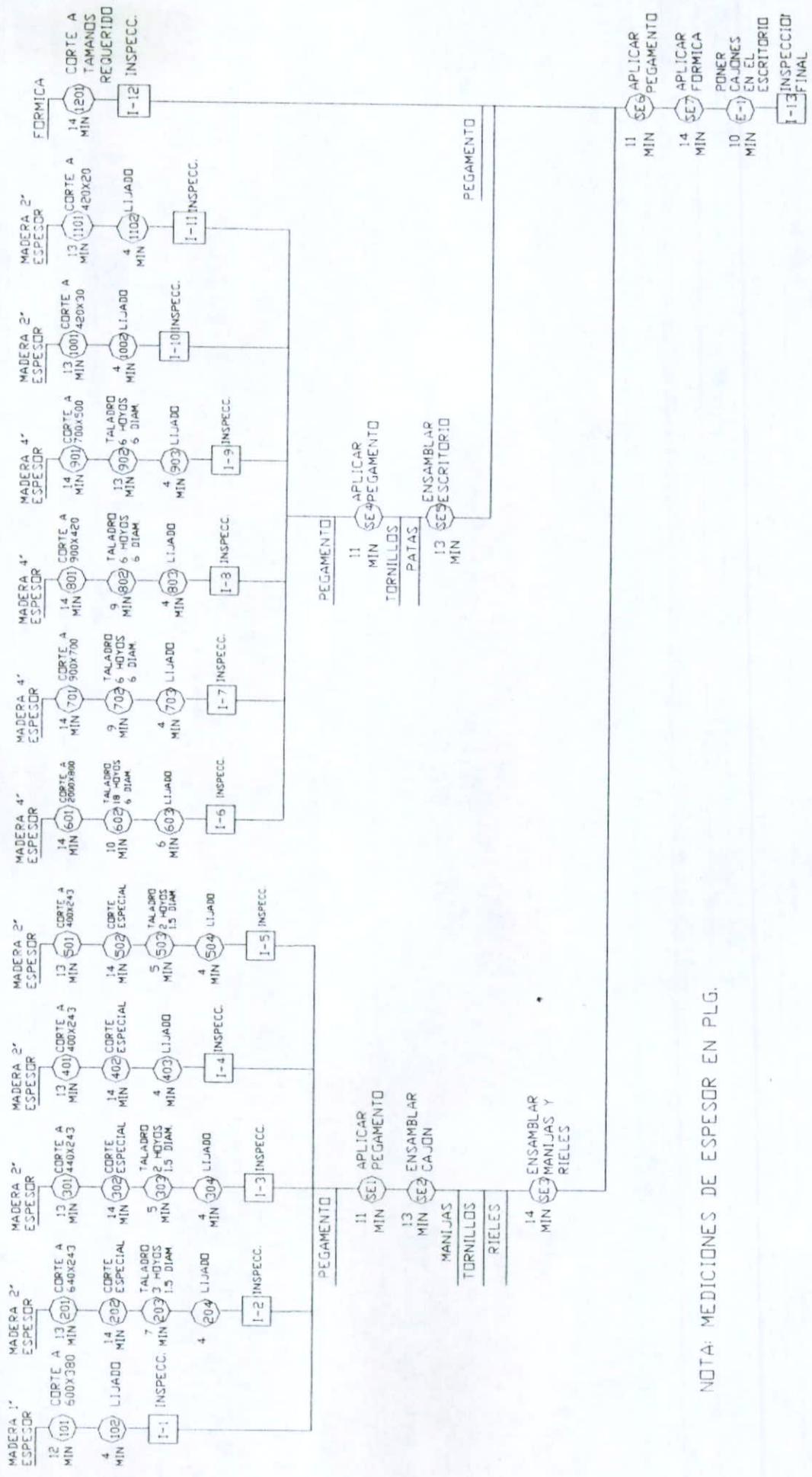
Como se mencionó en el punto anterior, una OPC nos da una visión global del proceso de producción, ya que es el resultado de las formas de ruta de operación y de diagramas de precedencia.

Al interpretar el proceso como un conjunto de estaciones de trabajo se generan los diagramas de árbol. Estos modelos más gráficos conforman lo que se conoce como diagramas de precedencia, entre los cuales se pueden mencionar los diagramas de ruta crítica y las gráficas PERT. La ventaja de los diagramas de precedencia es que únicamente se establecen relaciones de precedencia que deben ser respetadas en la fabricación y ensamble del producto. De ahí en más no existen más limitaciones, no se necesita definir qué partes se mueven a qué partes, ni se requieren decisiones sobre el manejo de materiales o el layout. Es por esto que se recomienda elaborar un diagrama de precedencia incluso antes de definir las formas de ruta de operación cuando se tiene un producto complejo, dado que es en un diagrama de precedencia donde se facilita la optimización de un proceso de producción.

Para construir una OPC se debe comenzar en la parte superior derecha de la gráfica con los componentes incluidos en la primera operación de ensamble. Si los componentes son comprados, éstos deben ser mostrados como alimentación horizontal hacia la operación de ensamble apropiada. Si los componentes son fabricados, los métodos de producción deben ser extraídos de las formas de rutas de operación y los componentes deben ser mostrados como alimentación vertical hacia la operación de ensamble apropiada.

El siguiente diagrama de proceso de operación muestra en detalle el número completo de operaciones (incluyendo inspección) a los cuales se deberán sujetar todos los componentes del escritorio de madera, y que impactarán la subsecuente planeación instalaciones que el proyecto requiera.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE OPERACION (OPC)



NOTA: MEDICIONES DE ESPESSOR EN PLG.

Figura No.5

2.4.- BALANCEO DE LÍNEA

Muchos de los beneficios que se relacionan al layout de fabricación de un producto se dan gracias a la habilidad de dividir el trabajo total requerido en series de actividades elementales que pueden ser desarrolladas de forma rápida y rutinaria por trabajadores con incluso pocas habilidades o por equipo especializado. Por un lado, la mayoría de los requerimientos de tiempo son tan breves que sería impráctico el asignar sólo una actividad a cada trabajador, pues éste se aburriría al tener una visión de trabajo tan limitada. Y por otro lado, el número de trabajadores requeridos para completar aún un simple producto o servicio sería enorme. Es así que en muchas ocasiones se requiere realizar un estudio donde se agrupan equipos de trabajo específicos, los cuales son asignados a estaciones de trabajo donde se pueden realizar una o dos operaciones.

Este proceso de decidir cómo asignar actividades a estaciones de trabajo comúnmente se conoce como **balanceo de línea**. El objetivo del balanceo de línea es el obtener estaciones de trabajo que realicen sus actividades en aproximadamente el mismo tiempo. Esto minimiza los tiempos muertos a lo largo de la línea de producción y resulta en un elevado grado de aprovechamiento de mano de obra y equipo. El tiempo muerto se da si los tiempos de trabajo no son iguales entre las estaciones de trabajo; algunas estaciones de trabajo tienen la capacidad de producir a mayores velocidades que otras. Estas estaciones de trabajo "rápidas" experimentan esperas de recepción de materiales de las estaciones de trabajo "lentas" de las cuales dependen o bien son obligadas a parar para no sobre-inventariar a las estaciones de trabajo "lentas" subsecuentes. Es así que una línea de producción no balanceada corre el riesgo de tener problemas de ineficiencia en la utilización de mano de obra y equipo, así como problemas de moral en los trabajadores asignados a las estaciones de trabajo más lentas al tener la presión de trabajar continuamente sin descanso.

Un aspecto clave en una línea de producción es su **tiempo ciclo**. Este tiempo es el permitido a cada estación de trabajo para desempeñar su serie de actividades, y está definido por la estación de trabajo más lenta de toda la línea de producción. Una forma fácil de entender el tiempo ciclo de un proceso es cuando se observa que este tiempo también define el lapso de tiempo que tardará la línea de producción en sacar un producto final. Así, si un nuevo producto final sale de la línea cada dos minutos, entonces el tiempo ciclo es de dos minutos y la estación de trabajo más lenta se tarda dos minutos en realizar sus actividades.

Una vez elaborada la OPC, se puede hacer uso de algún software especializado en estadística para hacer un balanceo de línea adecuado al procesar los diferentes componentes. En este caso se utiliza el STORM como herramienta para mostrar un balanceo de línea que nos muestre el proceso de producción por medio de estaciones de trabajo. En realidad, lo que el STORM nos propone viene siendo un diagrama de precedencias optimizado, lo cual da un complemento muy importante a la OPC ya realizada. Gracias al balanceo de línea, se puede saber con mayor seguridad cómo agrupar las diversas actividades del proceso de producción, cuántos operadores se requerirán contratar y cuál será la velocidad a la cual trabajará la planta en su conjunto, es decir, su tiempo ciclo.

Para utilizar el STORM, lo único que hay que hacer es entrar a su opción de balanceo en línea e introducir los números de actividad (que en este caso son el número de componente respectivo), el tiempo que dichas actividades duran y las actividades que les preceden. Los tiempos se toman de las formas de ruta de operación, las cuales se hicieron una vez elaborados los estudios de tiempos y movimientos respectivos.

Gracias a esta herramienta se obtienen datos como el tiempo ciclo, el máximo número de actividades precedentes a una actividad, las estaciones de trabajo recomendadas y consecuentemente el porcentaje de tiempo muerto que se tendrá aún con el balanceo de línea. Sin embargo, este programa no garantiza una solución óptima en la distribución de estaciones

de trabajo (Work Stations), dado que no toma en cuenta factores tales como la distribución de maquinaria en planta.

Una herramienta más famosa es el diagrama PERT, el cual permite visualizar gráficamente los resultados que un software como el STORM nos arroja de acuerdo con los tiempos estimados para cada actividad. Es así que con el diagrama PERT se pueden realizar análisis paralelos que consideren factores subjetivos, tales como la factibilidad o no de las estaciones de trabajo, propuestos por el software. Del diagrama PERT que se muestra a continuación, se realizó igualmente un análisis que estima el número de operarios requeridos y su distribución en el sistema propuesto.

Los resultados del balanceo de línea proyectan un tiempo ciclo de 14 minutos (cada 14 minutos saldría un escritorio nuevo). El software propone un total de 32 estaciones de trabajo, que en principio implican un total de 32 operadores, y un porcentaje de retraso en el proceso de 6.92% (dato proporcionado por el STORM). Sin embargo, el software no toma en cuenta ni la distribución de la maquinaria en planta ni el tipo de procesos que agrupa en cada estación de trabajo, de manera que su único parámetro es el tiempo que lleva el realizar cada actividad sin tomar en cuenta los otros dos aspectos mencionados. Es por esto que al realizar un análisis del layout de planta junto con la gráfica PERT, se ha llegado a la conclusión de que se tendrán 33 estaciones de trabajo, con un porcentaje de retraso en el proceso de 9.74%, lo cual implica 33 operarios por turno...66 operarios contratados.

Si se considera posible tener un tiempo ciclo de 14 minutos, y se considera una merma de aproximadamente 10% del tiempo (redondeando el 9.74%) por tiempos muertos más un 5% del tiempo por errores humanos*, se puede pronosticar un tiempo ciclo más real de 16.1 minutos por escritorio, logrando una producción de 3.73 escritorios por hora. De esta manera

* Puede ser muy variable el tiempo que se pierda por errores humanos, eso depende de la capacitación del personal y la coordinación que se tenga al realizar las actividades. En teoría, no deberían existir estas mermas, pero en la realidad surgen imprevistos que las ocasionan. Dichas mermas se pueden focalizar entre un 5% y un 10% del tiempo perdido dependiendo del giro del negocio. Como en este caso no se sabe con exactitud el nivel de mermas que se tendrá, se ha considerado un 5%.

se podrían trabajar dos turnos diarios, en la mañana 8 horas y en la tarde 7 horas, para lograr una producción de 55.95 escritorios diarios. Esto indica que si se trabajaran 250 días al año (50 semanas, de Lunes a Viernes), se lograría una producción anual de 13,987 escritorios de madera.

Finalmente se establecen los requerimientos de maquinaria que permita hacer realidad una planeación integral del proceso, de manera que se haga un uso óptimo de recursos para lograr las metas ya mencionadas. Cabe mencionar que el nivel tecnológico de la maquinaria que se adquiera dependerá de cada proyecto y los recursos financieros con que cuente, sin embargo, en el proyecto se hace referencia a la maquinaria que haría factible lo aquí planteado.

STORM DATA SET LISTING
ASSEMBLY LINE BALANCING DATA SET

Problem Description Parameters

Title : WOODEN DESK

Number of tasks : 42

Maximal number of predecessors : 6

Cycle time : 14

STORM DATA SET LISTING
 DETAILED PROBLEM DATA LISTING FOR
 WOODEN DESK

ROW	LABEL	TASK NUMBR	TASK TIME	PRED 1	PRED 2	PRED 3
TASK	1	101	12.	.	.	.
TASK	2	102	04.	101	.	.
TASK	3	201	13.	.	.	.
TASK	4	202	14.	201	.	.
TASK	5	203	07.	202	.	.
TASK	6	204	04.	203	.	.
TASK	7	301	13.	.	.	.
TASK	8	302	14.	301	.	.
TASK	9	303	05.	302	.	.
TASK	10	304	04.	303	.	.
TASK	11	401	13.	.	.	.
TASK	12	402	14.	401	.	.
TASK	13	403	04.	402	.	.
TASK	14	501	13.	.	.	.
TASK	15	502	14.	501	.	.
TASK	16	503	05.	502	.	.
TASK	17	504	04.	503	.	.
TASK	18	601	14.	.	.	.
TASK	19	602	10.	601	.	.
TASK	20	603	06.	602	.	.
TASK	21	701	14.	.	.	.
TASK	22	702	09.	701	.	.
TASK	23	703	04.	702	.	.
TASK	24	801	14.	.	.	.
TASK	25	802	09.	801	.	.
TASK	26	803	04.	802	.	.
TASK	27	901	14.	.	.	.
TASK	28	902	13.	901	.	.
TASK	29	903	04.	902	.	.
TASK	30	1001	13.	.	.	.
TASK	31	1002	04.	1001	.	.
TASK	32	1101	13.	.	.	.
TASK	33	1102	04.	1101	.	.
TASK	34	1201	14.	.	.	.
TASK	35	1	11.	102	204	304
TASK	36	2	13.	1	.	.
TASK	37	3	14.	2	.	.
TASK	38	4	11.	603	703	803
TASK	39	5	13.	4	.	.
TASK	40	6	11.	3	5	1201
TASK	41	7	14.	6	.	.
TASK	42	8	10.	7	.	.

STORM DATA SET LISTING
 DETAILED PROBLEM DATA LISTING FOR
 WOODEN DESK

ROW	LABEL	PRED 4	PRED 5	PRED 6
TASK	1	.	.	.
TASK	2	.	.	.
TASK	3	.	.	.
TASK	4	.	.	.
TASK	5	.	.	.
TASK	6	.	.	.
TASK	7	.	.	.
TASK	8	.	.	.
TASK	9	.	.	.
TASK	10	.	.	.
TASK	11	.	.	.
TASK	12	.	.	.
TASK	13	.	.	.
TASK	14	.	.	.
TASK	15	.	.	.
TASK	16	.	.	.
TASK	17	.	.	.
TASK	18	.	.	.
TASK	19	.	.	.
TASK	20	.	.	.
TASK	21	.	.	.
TASK	22	.	.	.
TASK	23	.	.	.
TASK	24	.	.	.
TASK	25	.	.	.
TASK	26	.	.	.
TASK	27	.	.	.
TASK	28	.	.	.
TASK	29	.	.	.
TASK	30	.	.	.
TASK	31	.	.	.
TASK	32	.	.	.
TASK	33	.	.	.
TASK	34	.	.	.
TASK	35	403	504	.
TASK	36	.	.	.
TASK	37	.	.	.
TASK	38	903	1002	1102
TASK	39	.	.	.
TASK	40	.	.	.
TASK	41	.	.	.
TASK	42	.	.	.

WOODEN DESK
FINAL SOLUTION - NOT GUARANTEED OPTIMAL

Cycle Time = 14.0000

Work Station	Number of Operators	Tasks Assigned	Task Time	Idle Time	% Idle
1	1	TASK 27	14.0000	0.0000	0.00
		Total Time:	14.0000		
2	1	TASK 21	14.0000	0.0000	0.00
		Total Time:	14.0000		
3	1	TASK 34	14.0000	0.0000	0.00
		Total Time:	14.0000		
4	1	TASK 24	14.0000	0.0000	0.00
		Total Time:	14.0000		
5	1	TASK 18	14.0000	0.0000	0.00
		Total Time:	14.0000		
6	1	TASK 29	4.0000	0.0000	0.00
		TASK 19	10.0000		
		Total Time:	14.0000		
7	1	TASK 3	13.0000	1.0000	7.14
		Total Time:	13.0000		
8	1	TASK 4	14.0000	0.0000	0.00
		Total Time:	14.0000		
9	1	TASK 11	13.0000	1.0000	7.14
		Total Time:	13.0000		
10	1	TASK 33	4.0000	1.0000	7.14
		TASK 25	9.0000		
		Total Time:	13.0000		
11	1	TASK 12	14.0000	0.0000	0.00
		Total Time:	14.0000		

WOODEN DESK
FINAL SOLUTION - NOT GUARANTEED OPTIMAL
Cycle Time = 14.0000

Work Station	Number of Operators	Tasks Assigned	Task Time	Idle Time	% Idle
12	1	TASK 20	6.0000	0.0000	0.00
		TASK 26	4.0000		
		TASK 13	4.0000		
		Total Time:	14.0000		
13	1	TASK 14	13.0000	1.0000	7.14
		Total Time:	13.0000		
14	1	TASK 15	14.0000	0.0000	0.00
		Total Time:	14.0000		
15	1	TASK 28	13.0000	1.0000	7.14
		Total Time:	13.0000		
16	1	TASK 32	13.0000	1.0000	7.14
		Total Time:	13.0000		
17	1	TASK 22	9.0000	0.0000	0.00
		TASK 16	5.0000		
		Total Time:	14.0000		
18	1	TASK 7	13.0000	1.0000	7.14
		Total Time:	13.0000		
19	1	TASK 8	14.0000	0.0000	0.00
		Total Time:	14.0000		
20	1	TASK 30	13.0000	1.0000	7.14
		Total Time:	13.0000		
21	1	TASK 9	5.0000	1.0000	7.14
		TASK 31	4.0000		
		TASK 10	4.0000		
		Total Time:	13.0000		
22	1	TASK 1	12.0000	2.0000	14.29
		Total Time:	12.0000		

WOODEN DESK
FINAL SOLUTION - NOT GUARANTEED OPTIMAL
Cycle Time = 14.0000

Work Station	Number of Operators	Tasks Assigned	Task Time	Idle Time	% Idle
23	1	TASK 23	4.0000	2.0000	14.29
		TASK 17	4.0000		
		TASK 2	4.0000		
		Total Time:	12.0000		
24	1	TASK 38	11.0000	3.0000	21.43
		Total Time:	11.0000		
25	1	TASK 39	13.0000	1.0000	7.14
		Total Time:	13.0000		
26	1	TASK 5	7.0000	3.0000	21.43
		TASK 6	4.0000		
		Total Time:	11.0000		
27	1	TASK 35	11.0000	3.0000	21.43
		Total Time:	11.0000		
28	1	TASK 36	13.0000	1.0000	7.14
		Total Time:	13.0000		
29	1	TASK 37	14.0000	0.0000	0.00
		Total Time:	14.0000		
30	1	TASK 40	11.0000	3.0000	21.43
		Total Time:	11.0000		
31	1	TASK 41	14.0000	0.0000	0.00
		Total Time:	14.0000		
32	1	TASK 42	10.0000	4.0000	28.57
		Total Time:	10.0000		

WOODEN DESK
FINAL SOLUTION - NOT GUARANTEED OPTIMAL
Cycle Time = 14.0000

Total number of work stations	32
Total number of operators	32
Number of multiple operator stations	0
Balance delay (%)	6.92

DIAGRAMA PERT

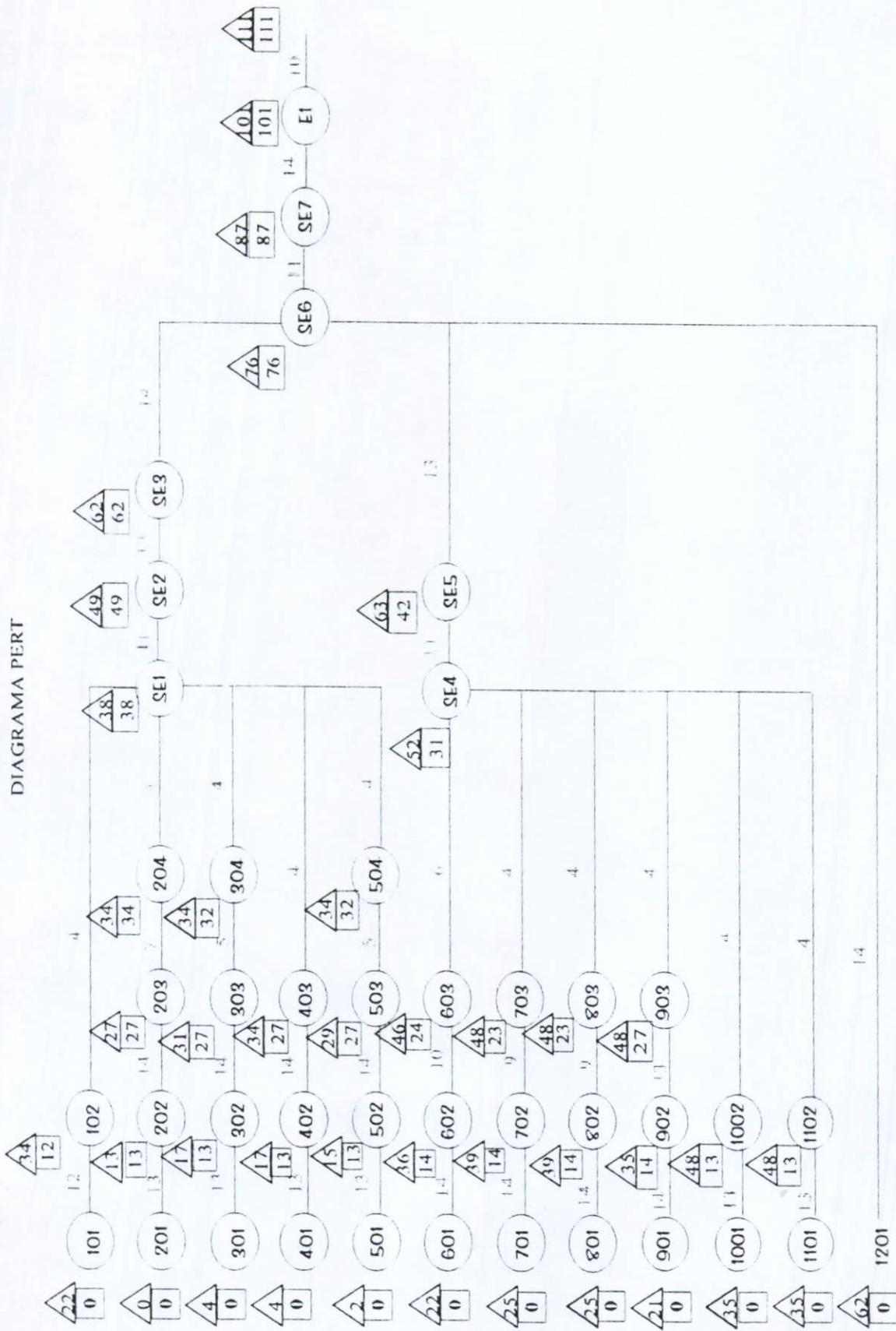


Figura No.6

REQUERIMIENTOS DE PERSONAL DE PLANTA.

ACTIVIDAD OPERARIO		ACTIVIDAD OPERARIO	
101	OP-001	702	OP-017
102	OP-002	703	OP-015
201	OP-003	801	OP-018
202	OP-004	802	OP-019
203	OP-005	803	OP-015
204	OP-002	901	OP-020
301	OP-006	902	OP-021
302	OP-007	903	OP-022
303	OP-005	1001	OP-023
304	OP-002	1002	OP-022
401	OP-008	1101	OP-024
402	OP-009	1102	OP-022
403	OP-010	1201	OP-025
501	OP-011	SE1	OP-026
502	OP-012	SE2	OP-027
503	OP-010	SE3	OP-028
504	OP-010	SE4	OP-029
601	OP-013	SE5	OP-030
602	OP-014	SE6	OP-031
603	OP-015	SE7	OP-032
701	OP-016	E1	OP-033
NUMERO TOTAL DE OPERARIOS:			33

Tabla No. 14

MAQUINARIA REQUERIDA

MAQUINA	CANTIDAD REQUERIDAS
Fresadora CNC	30
Taladro doble automático de prensa	5
Sierra automática de mesa larga	1
Taladro automático de prensa	14
Sierra automática de mesa	3
Lijadora de madera	17
Montacargas	8

Tabla No. 16

CAPÍTULO 3

PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

3.1.- DEFINICIÓN

Hasta este punto se han analizado dos capítulos del proyecto en los cuales se han aplicado técnicas para la planeación del producto y del proceso, es decir, se ha definido **qué** es lo que se va a fabricar y **cómo** se pretende lograrlo. Ya que han quedado claras estas dos interrogantes, es conveniente también el definir **dónde** llevar al cabo el proyecto, lo cual se facilita al tener una visión clara de las estructuras de la empresa (el qué y el cómo).

Lo más importante para la planeación de las instalaciones es el considerar que la decisión que se tome se convertirá en un costo fijo para la empresa, por lo cual es extremadamente importante que los gerentes de las empresas no sólo enfoquen su trabajo hacia la solución de problemas, sino hacia la planeación que evite problemas. Frecuentemente un gerente le da mucha importancia a los problemas que se dan en el área de producción de la compañía, pero raras veces le presta la atención necesaria a la planeación de dicha área, y menos a cómo minimizar costos desde la misma planeación de sus instalaciones.

Generalmente los gerentes de planta son limitados en su accionar por presiones de dinero, de distribución de producto, de relaciones industriales, de mercadeo, de sindicatos y hasta de la misma dirección. Tales presiones tienden a propiciar por parte del gerente de planta decisiones que tienen un impacto negativo en la planeación de instalaciones. Como resultado, muchas instalaciones son modificadas sin los beneficios que otorga una planeación apropiada.

Es así que el reciente énfasis que se le ha venido dando al mejoramiento continuo de la calidad, a la disminución en los niveles de inventarios y al aumento en productividad obligan al diseño de instalaciones que sean integrales, flexibles y controladas. La efectividad del layout y el sistema de manejo de materiales será influenciado por varios factores, incluyendo cambios en:

* Mezcla y diseño de productos.

- * Tecnología de procesos y materiales.
- * Tecnología de almacenamiento, manejo de materiales y controles.
- * Volúmenes de producción, programaciones y rutas.
- * Filosofías de administración.

Definitivamente es indispensable primero que nada saber la localización exacta de las instalaciones para así poder tener información más fidedigna sobre el tamaño del terreno sobre el cual se puede elaborar toda la planeación necesaria para la construcción de la empresa. Además se pueden analizar aspectos como la imagen de la empresa y sus expectativas de crecimiento futuro para calcular el espacio adecuado. Tomando en cuenta lo anterior, así como el tamaño del producto a fabricar y los procesos involucrados, se ha realizado el análisis necesario que se resume en este capítulo, y el cual se estructura en dos partes: la decisión del lugar en donde se edificarán dichas instalaciones y la definición del layout de la planta y oficinas. Como se podrá observar, se ha concluido que con un terreno rectangular de 80 mts. de frente por 60 mts. de fondo (4,800 m²) se lograrán tener todos los servicios requeridos por la empresa en espacios optimizados, y el terreno deberá estar localizado preferentemente en la ciudad de Seattle, Washington.

Existen diversos factores a tomar en cuenta para decidir cuál es la mejor ubicación que puede tener una planta productora de escritorios de madera, los cuales se verán a continuación. Sin embargo, es importante recalcar que existen procedimientos específicos que nos facilitan esta decisión. Para este proyecto, se ha elegido el procedimiento Brown-Gibson dado que es uno de los procedimientos más representativos y además no requiere de mayores complejidades.

Para definir el layout de planta y oficinas, una vez más se puede hacer uso de un software como el STORM que permita definir una distribución óptima que facilite el aumento constante de productividad y a su vez sea funcional.

3.2. SELECCIÓN DE UBICACIÓN DE LA PLANTA

Para tener información que nos sirva de base para finalmente tomar una decisión sobre cual es la mejor ubicación de la planta, es necesario hacer trabajo de investigación. Esta información sirve de base para el desarrollo de métodos que han sido pensados para facilitar la generación de alternativas viables en base a las cuales se toma una decisión. Datos sobre la cantidad de proveedores de cierta materia prima en una región específica, la cantidad de establecimientos que puedan vender el producto, la oferta de trabajo existente, los impuestos a pagar, la población total en la región, el nivel de educación, el nivel de seguridad, el clima, el hospedaje, los costos de vida de la región, los servicios hospitalarios y el transporte público se convierten en factores determinantes de la ubicación de una empresa.

De esta forma podemos deducir que se pueden tener consideraciones cuantificables y consideraciones no cuantificables. Generalmente, se determinan regiones a evaluar para después seleccionar ciudades o sitios más específicos, los cuales a su vez se evalúan y finalmente se toma una decisión. En este proyecto se ha escogido el procedimiento desarrollado por Brown y Gibson y que está diseñado para que sea aplicado desde los niveles gerenciales de la empresa. El método Brown-Gibson combina la información relevante sobre los lugares en un modelo de localización de 10 pasos. Tanto los factores objetivos como los subjetivos son evaluados y convertidos en índices consistentes y adimensionales, los cuales después son combinados para generar una medición de un lugar dado. Los 10 pasos de este procedimiento son:

1. Definir factores críticos, factores objetivos y factores subjetivos.
2. Evaluar mediciones de factores críticos.
3. Evaluar mediciones de factores objetivos.
4. Determinar ponderaciones de factores subjetivos.
5. Determinar ponderación del sitio.
6. Evaluar mediciones de factores subjetivos.
7. Determinar la ponderación de decisión del factor objetivo.

8. Calcular las mediciones de las ubicaciones.
9. Desarrollar un análisis de sensibilidad.
10. Tomar la decisión.

PASO NÚMERO 1. Un factor de un lugar se considera crítico si su presencia o ausencia impide la edificación de una planta en un sitio independientemente de otras condiciones que pueden existir. Un factor objetivo es aquel que puede ser evaluado en términos monetarios. Un factor subjetivo es aquel que se caracteriza por tener mediciones de tipo cualitativas.

PASO NÚMERO 2. Evaluando la medición del factor crítico de cada lugar se eliminan aquellos sitios que no alcanzan el requerimiento mínimo relativo a cada factor crítico. Para terminar la medición del factor crítico, el analista determina la medida del factor crítico que se muestra en la tabla llamada "factor crítico". A cada factor se le da una valoración de 0 ó de 1, dependiendo de si cumple con el requerimiento mínimo del factor crítico. Después de que han sido hechas todas las valoraciones, se obtiene la medida del factor crítico al multiplicar cada una de las valoraciones hechas a cada lugar. Los lugares que tengan medidas de factor crítico igual a 0 son descartados.

PASO NÚMERO 3. Para el desarrollo de la medida del factor objetivo (OFM) se tienen tres restricciones: (1) El sitio con el costo mínimo debe tener la medición máxima, (2) La relación del costo total del factor objetivo para cada sitio comparado a todos los otros sitios debe ser preservada, y (3) La suma de las mediciones del factor objetivo deben ser igual a 1. Para calcular los OFM respectivos, se deben totalizar los costos de cada factor objetivo para cada sitio en lo que se denomina el OFC o costo de factor objetivo. Después se debe obtener la inversa de cada OFC y totalizarse en "TOTAL A". Cada OFC es luego multiplicado por A y registrado en la columna OFC * A. Por último, se obtiene el OFM por medio de la inversa de OFC * A.

PASO NÚMERO 4. Para obtener la ponderación del factor objetivo (SFW), se comparan dos factores de un mismo sitio. Con dichas comparaciones se pueden obtener tres resultados:

1. El primer factor es preferido sobre el segundo - se le asigna 1 al primer factor y 0 al segundo.
2. El segundo factor es preferido sobre el primero - se le asigna 1 al segundo factor y 0 al primero.
3. Ningún factor es preferido - se le asigna 1 a ambos factores.

Todos los factores son comparados de dos en dos hasta que todas las combinaciones posibles se han cubierto. El SFW para cada factor subjetivo es determinado al dividir el número de veces que un factor fue preferido o considerado indiferente entre el número total de "1's" asignados.

PASO NÚMERO 5. La determinación de la ponderación de un sitio (SW) se refiere a la aceptación relativa de cada sitio potencial con respecto a cada factor subjetivo. Las comparaciones son hechas y las SW son determinadas de la misma manera como se obtuvieron las SFW.

PASO NÚMERO 6. Matemáticamente, la medición del factor subjetivo (SFM) para cada sitio es el equivalente de la suma de los productos de cada SFW y el apropiado SW.

PASO NÚMERO 7. Una vez que se tienen determinados tanto el OFM como el SFM, corresponde determinar la ponderación de decisión del factor objetivo. Generalmente este valor es determinado por un comité gerencial, el cual se basa en políticas de la compañía, datos históricos, etcétera. Sin embargo, por lo general esta medición es de 0.8, es decir, que el factor objetivo se le da una ponderación del 80% sobre la decisión a tomar. Para este proyecto le valor es 0.8.

PASO NÚMERO 8. Para calcular la medición de cada ubicación simplemente se multiplica el OFM por 0.8 (o la ponderación de decisión del factor objetivo determinada) y se suma al producto del SFW por 0.2.

PASO NÚMERO 9. Dado que se tiene un cierto grado de subjetividad al determinar la ponderación de decisión del factor objetivo, se recomienda elaborar un análisis de sensibilidad para investigar hasta qué punto afecta dicha ponderación.

PASO NÚMERO 10. Según el procedimiento Brown-Gibson, el sitio con el valor más grande de la medición de la ubicación deberá ser recomendado.

PROVEEDORES DE MADERA

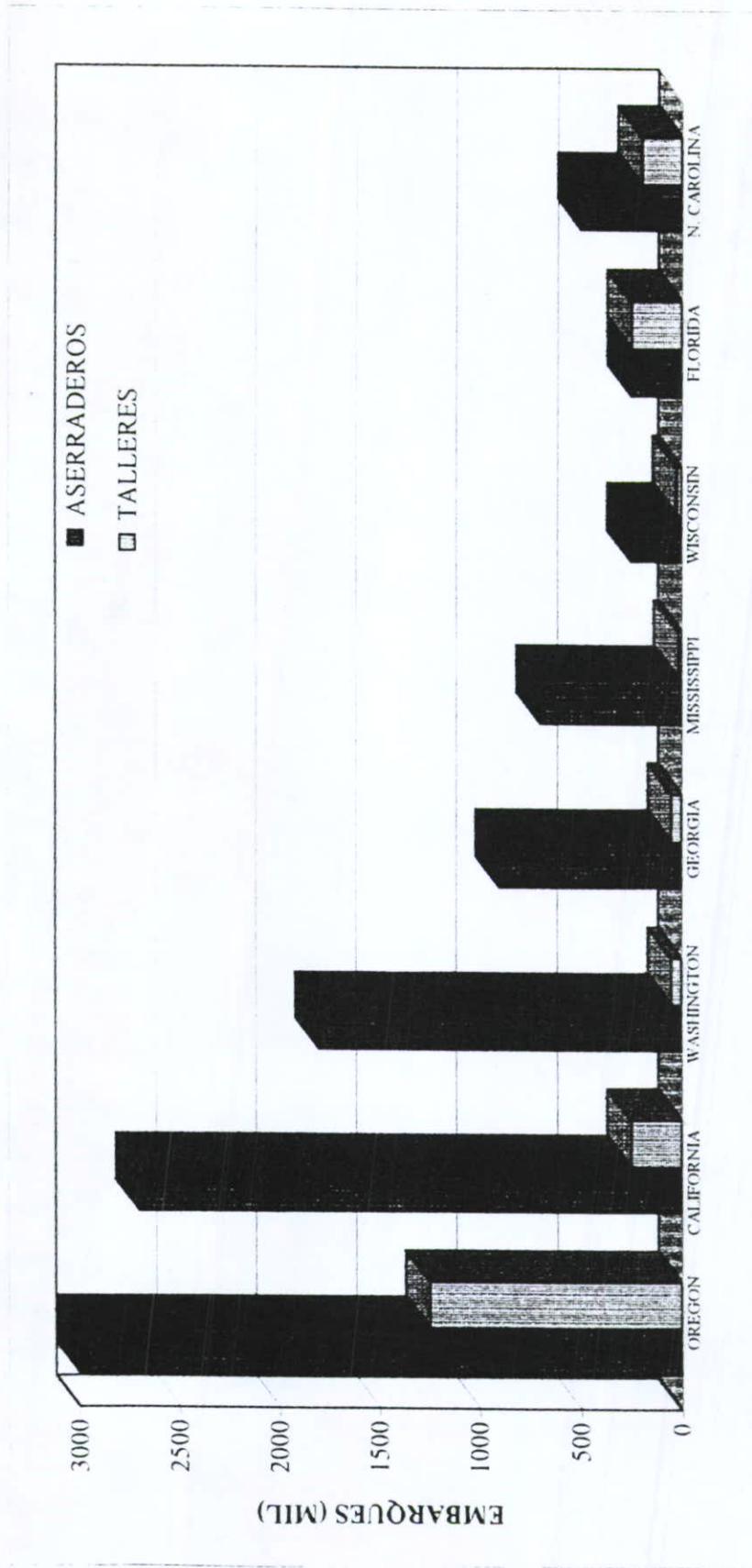


Figura No.7

PROVEEDORES DE MADERA

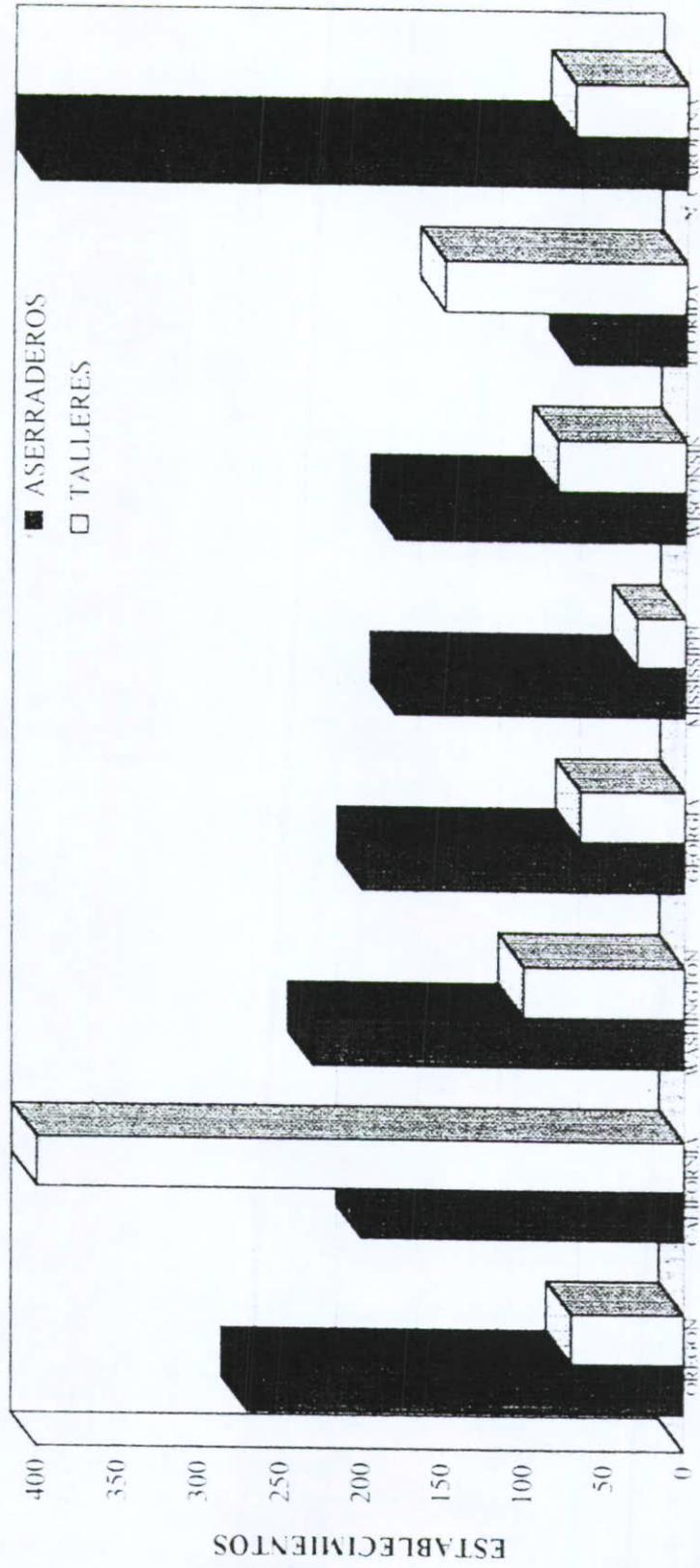


Figura No.8

FACTOR CRÍTICO

No. EDO	SITIO	DISPONIBILIDAD DE TRABAJO	DISPONIBILIDAD DE TRANSPORTACIÓN	DISPONIBILIDAD DE MADERA	MEDIDA DEL FACTOR CRÍTICO
1	Georgia	1	1	1	1
2	Florida	1	1	1	1
3	Washington	1	1	1	1
4	California	1	1	1	1
5	Oregon	1	1	1	1
6	N. Carolina	1	1	1	1
7	Mississippi	0	1	1	0
8	Wisconsin	0	0	1	0

Tabla No. 17

Como se puede apreciar en la tabla de factor crítico anterior, se decidió eliminar dos estados, Mississippi y Wisconsin, dado el análisis efectuado en base a los gráficos sobre proveedores de madera. Por su parte, los estados que han sido elegidos para su posterior análisis serán evaluados por sus ciudades más importantes y en base a los gráficos que se muestran a continuación. Antes de continuar con el análisis, es importante puntualizar los siguientes puntos sobre algunos de los siguientes gráficos para así poder analizarlos de forma clara. Todos los gráficos son el resultado de la investigación de campo efectuada.

1. *EDUCACIÓN*. Para calcular la calificación de cada ciudad, se hace un análisis en base al área de cada ciudad con mayores oportunidades de educación disponibles, esto es:

- * El número de estudiantes inscritos en colegios de 2 años.
- * El número de estudiantes inscritos en instituciones privadas de 4 años y niveles para graduados.
- * El número de estudiantes inscritos instituciones públicas de 4 años y niveles para graduados.

2. *CRIMEN*. En un rango de 343 m de área relativamente segura de cada ciudad, se califica en base a dos criterios:

- * El índice de crimen violento.
- * El índice de crimen respectivo dividido entre 10.

A mayor calificación mayor peligrosidad de la ciudad.

3. *HOGARES*. La calificación se basa en los pagos anuales de una hipoteca a 15 años con 8% de interés de una casa con un precio promedio y después de haber dado un enganche de un 20%. A menor calificación, mejor evaluación para una ciudad.

4. *CLIMA*. Se utilizan 6 criterios para calificar el clima de una ciudad.

- * Meses muy calientes y meses muy fríos.
- * Variación de temperatura entre cada estación.

- * Grado de calor y frío de los días
- * Días con temperaturas bajo cero.
- * Días con temperaturas en cero.
- * Días con temperaturas en 90 °F.

5. *ASISTENCIA MÉDICA*. Se utilizan 5 criterios para calificar la asistencia médica en una ciudad.

- * Número de médicos generales por cada 100,000 personas.
- * Número de especialistas médicos por cada 100,000 personas.
- * Número de especialistas en cirugía por cada 100,000 personas.
- * Número de camas de hospitales generales por cada 100,000 personas.
- * Número de hospitales aprobados para programas de rehabilitación física de la AMA o de la Asociación de Hospitales de Enseñanza de Canadá.

6. *COSTOS DE VIDA*. Para deducir una calificación para cada ciudad, se utilizan los siguientes 4 criterios:

- * Precios promedio de casas.
- * Promedio de utilidades.
- * Precios promedio de terrenos.
- * Precios promedio de productos básicos.

FUERZA DE TRABAJO (1991)

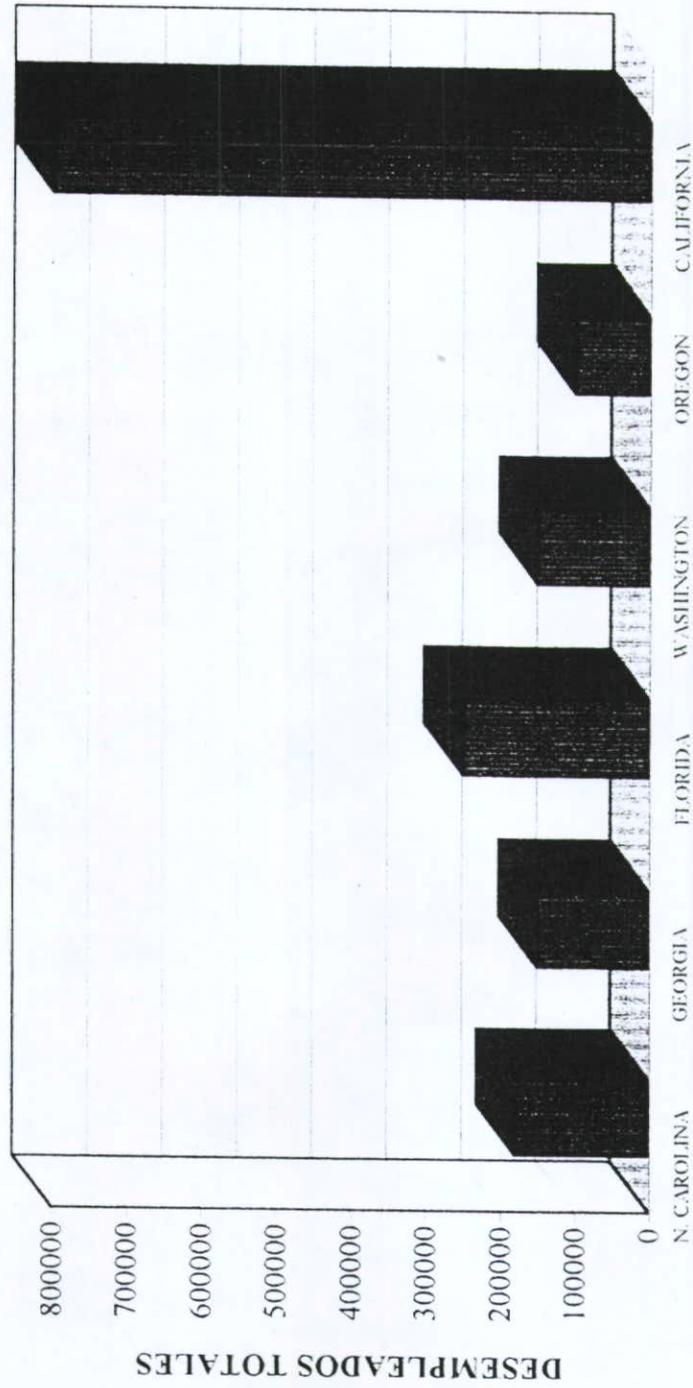


Figura No. 9

TASAS DE IMPUESTOS SOBRE VENTAS

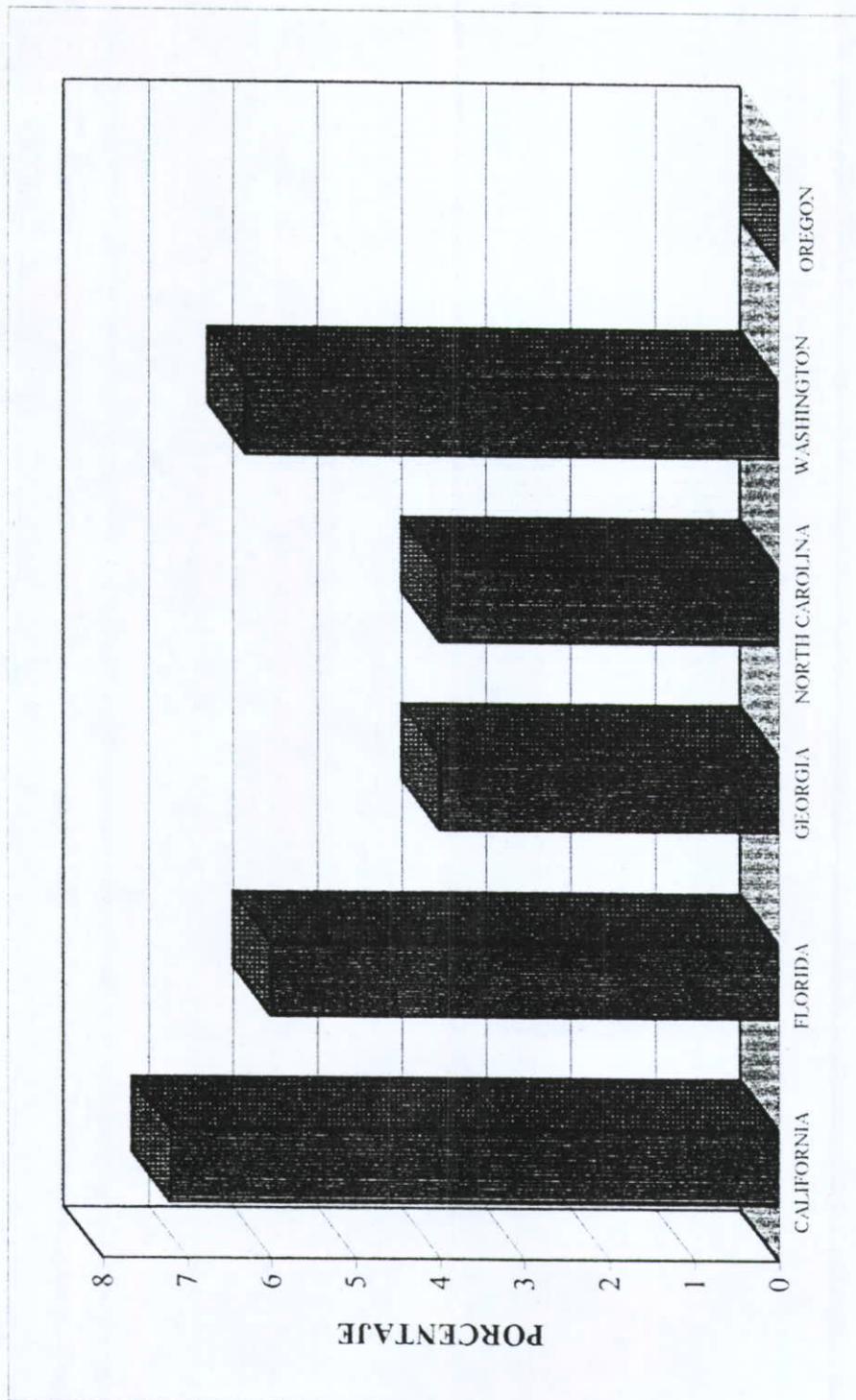


Figura No. 10

POBLACIÓN

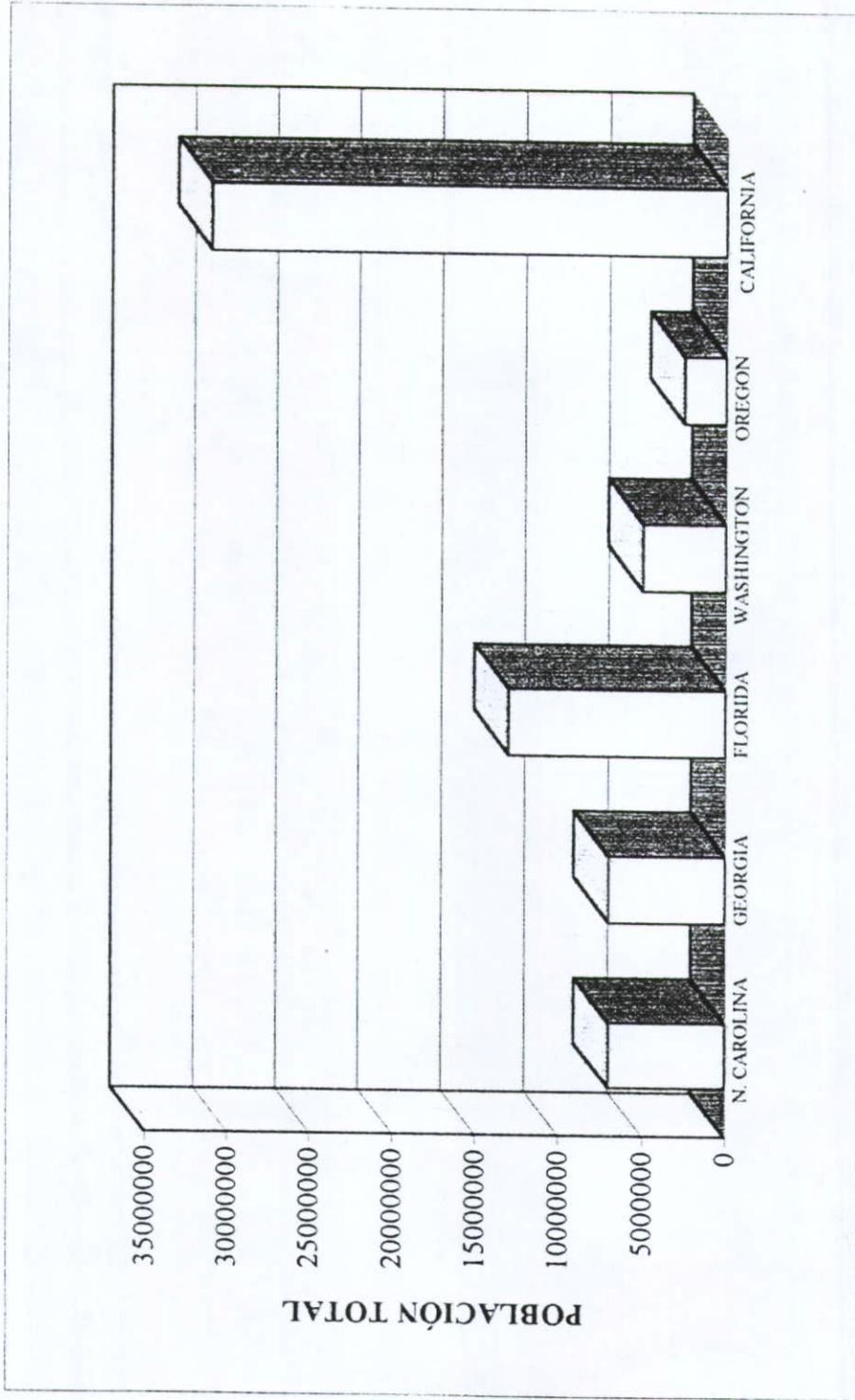


Figura No. 11

EDUCACIÓN

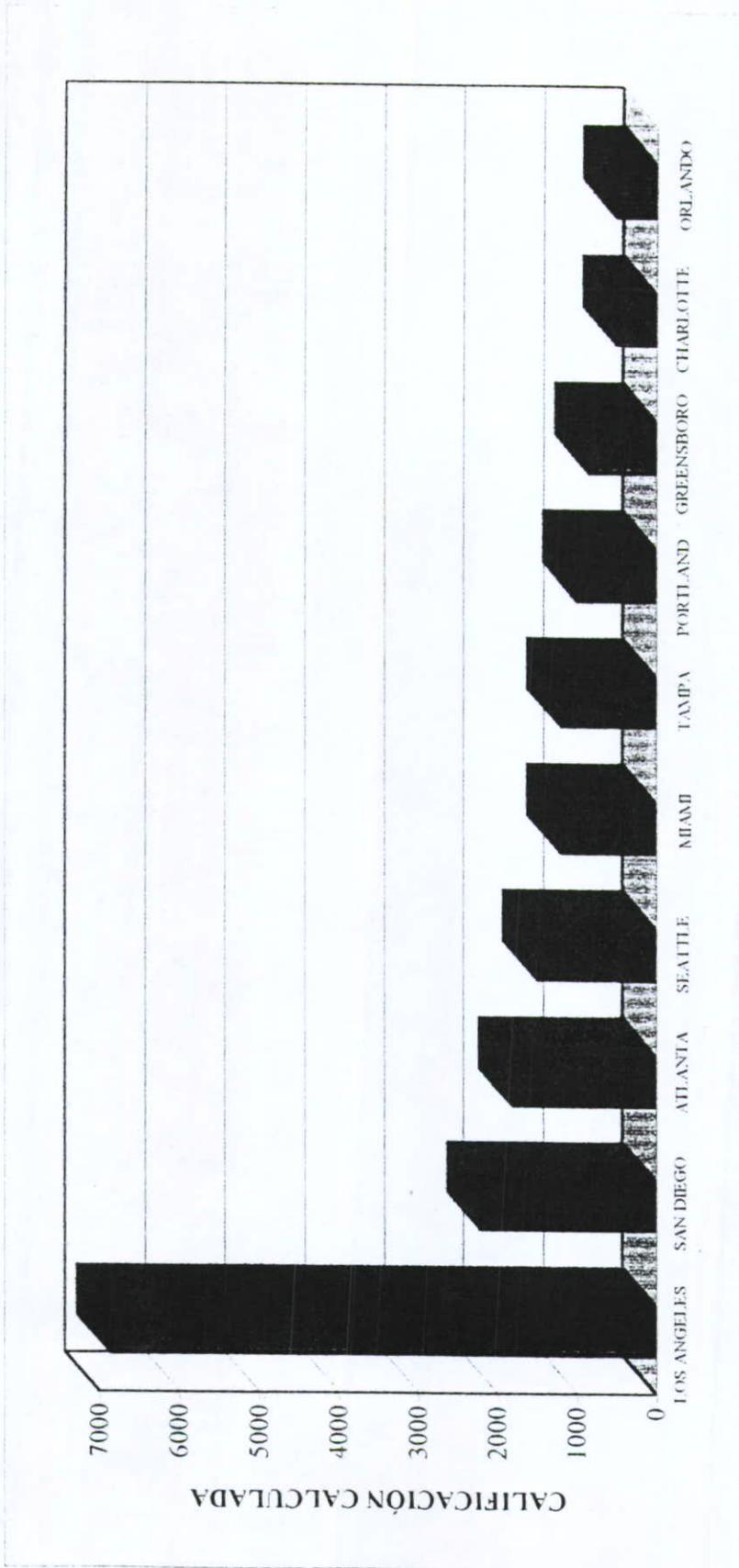


Figura No. 12

CRIMEN

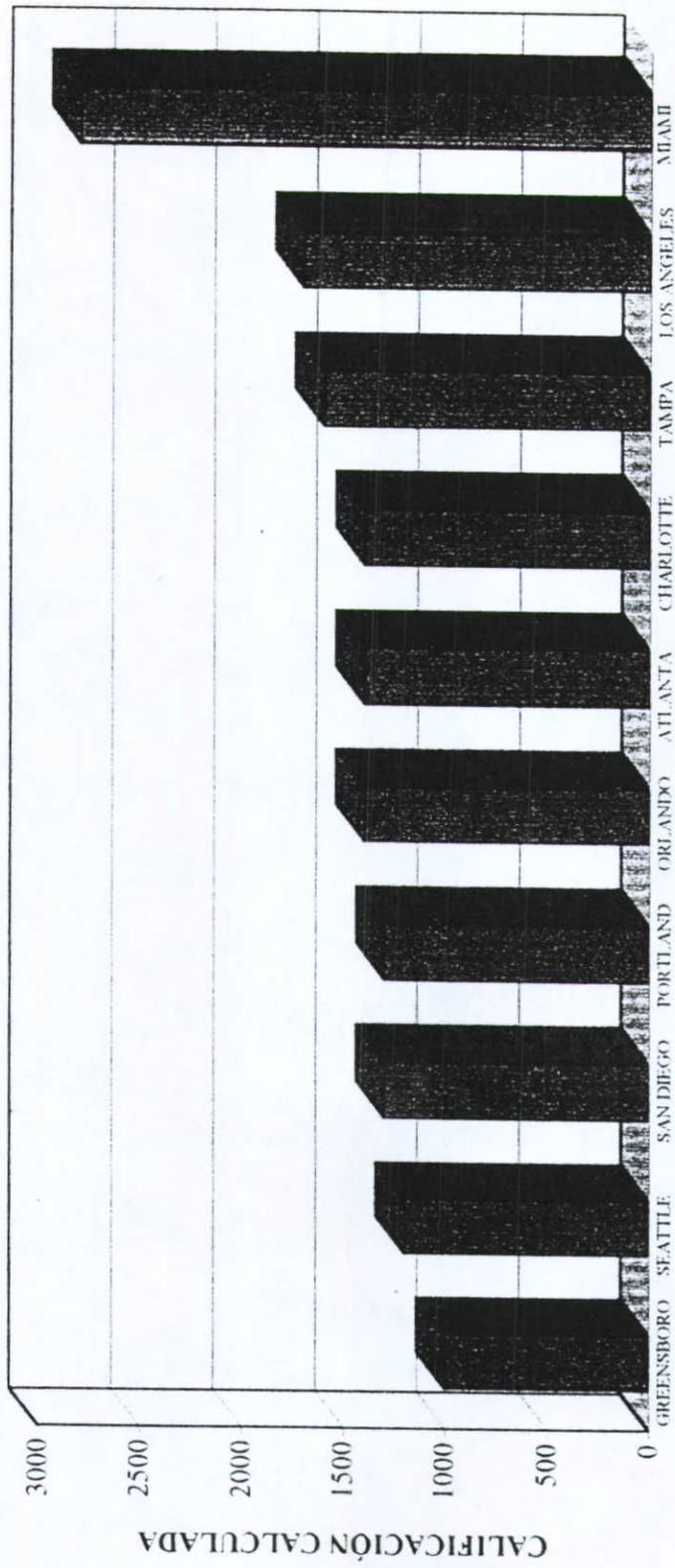


Figura No. 13

HOGARES

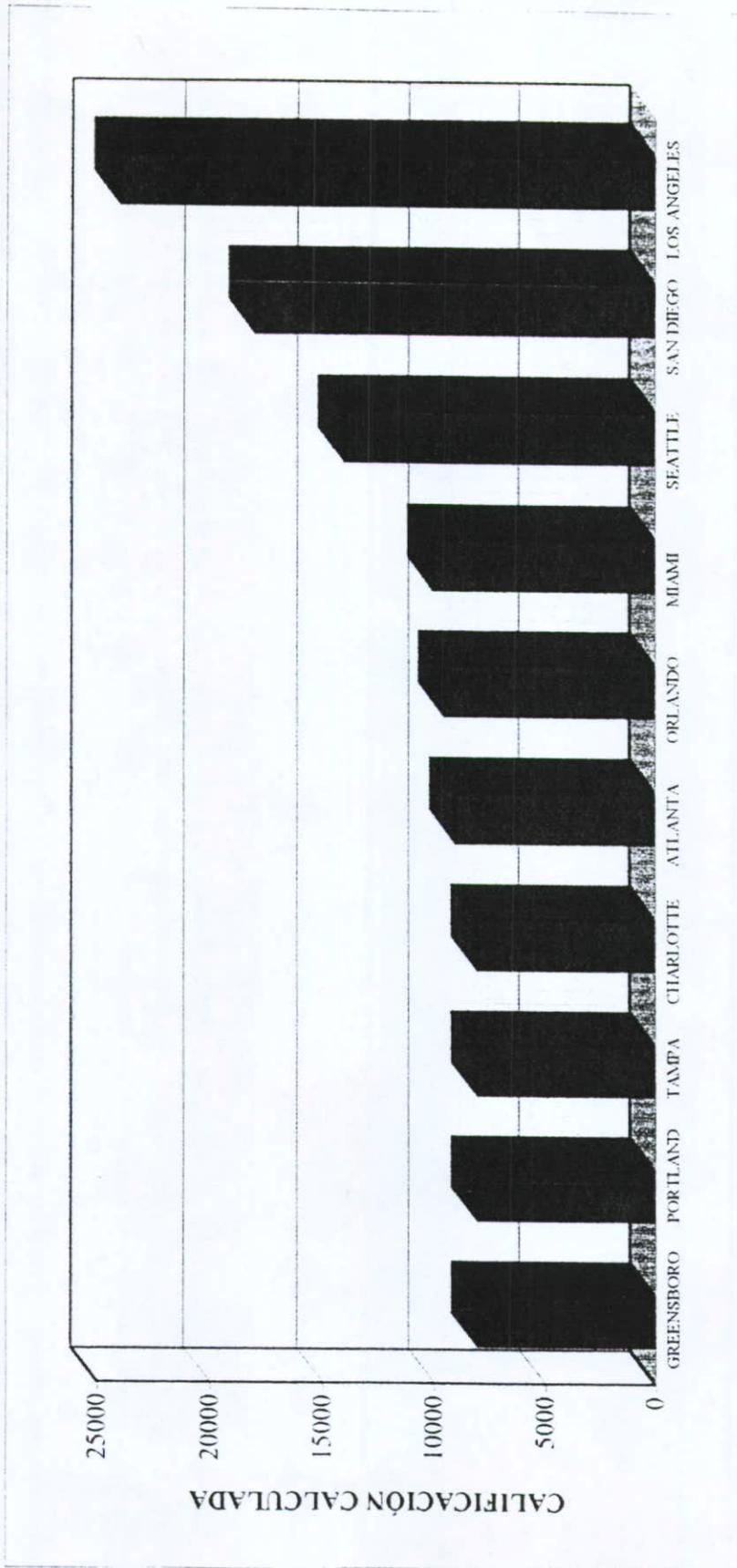


Figura No. 14

CLIMA

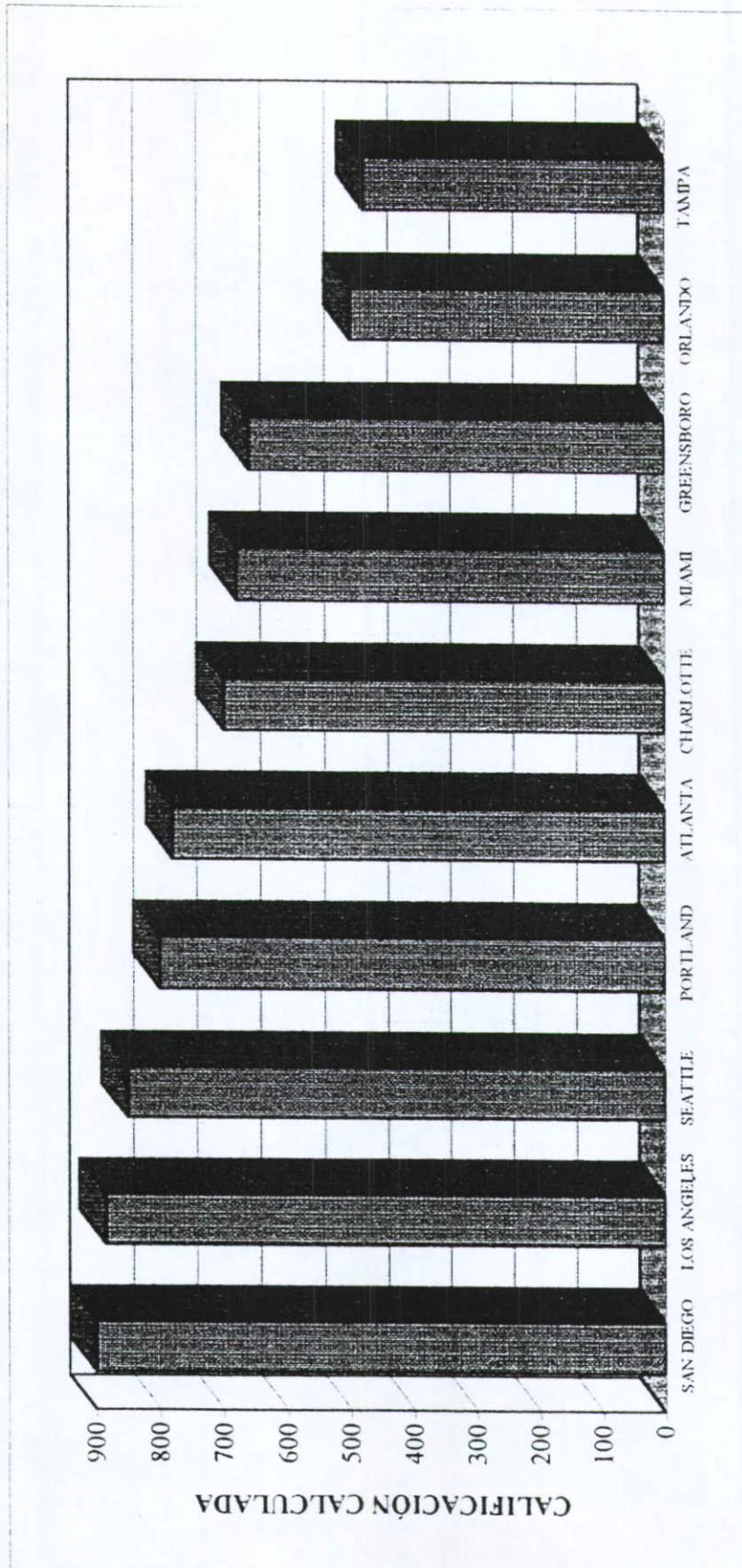


Figura No. 15

ASISTENCIA MÉDICA

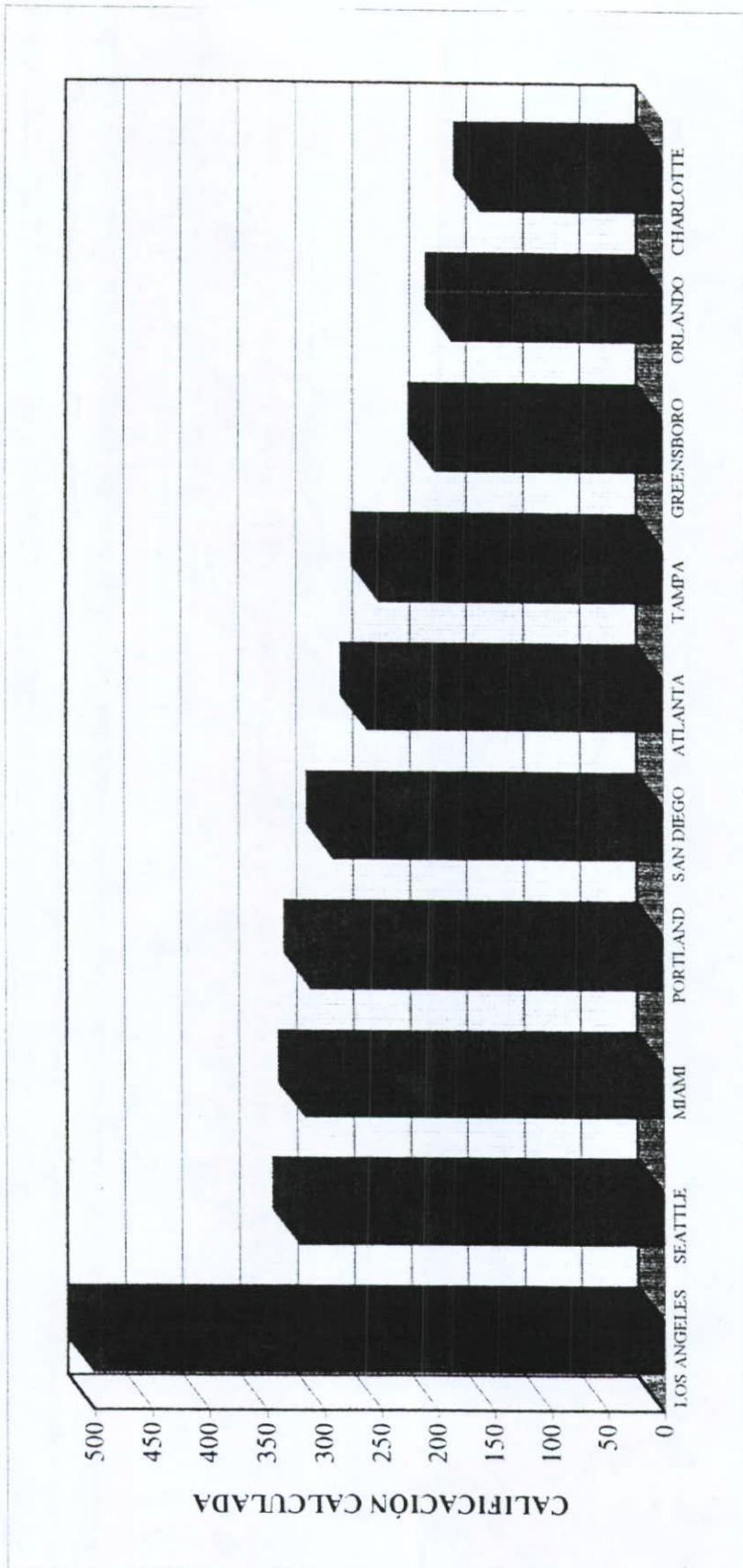


Figura No. 16

COSTOS DE VIDA

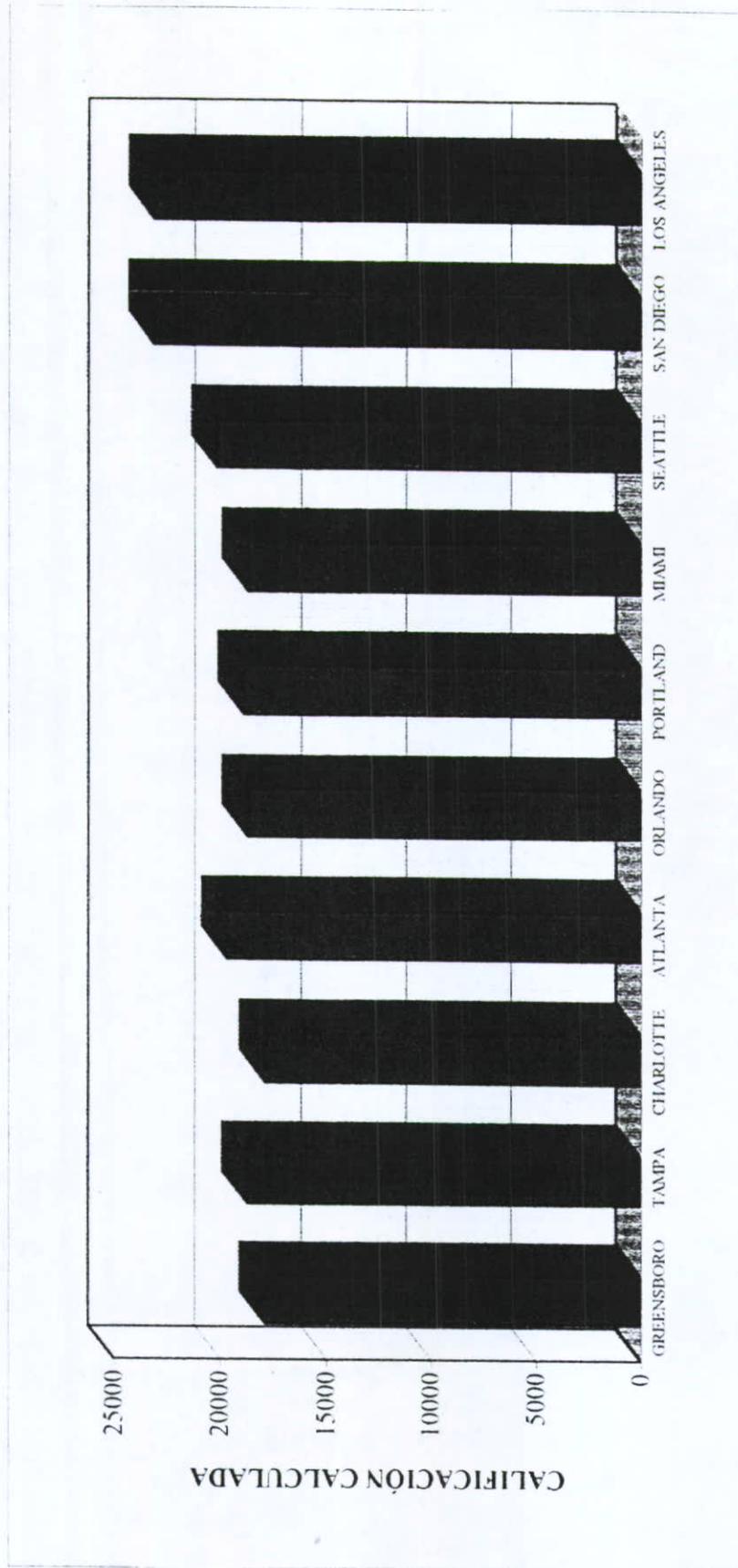


Figura No. 17

TRANSPORTACIÓN PÚBLICA

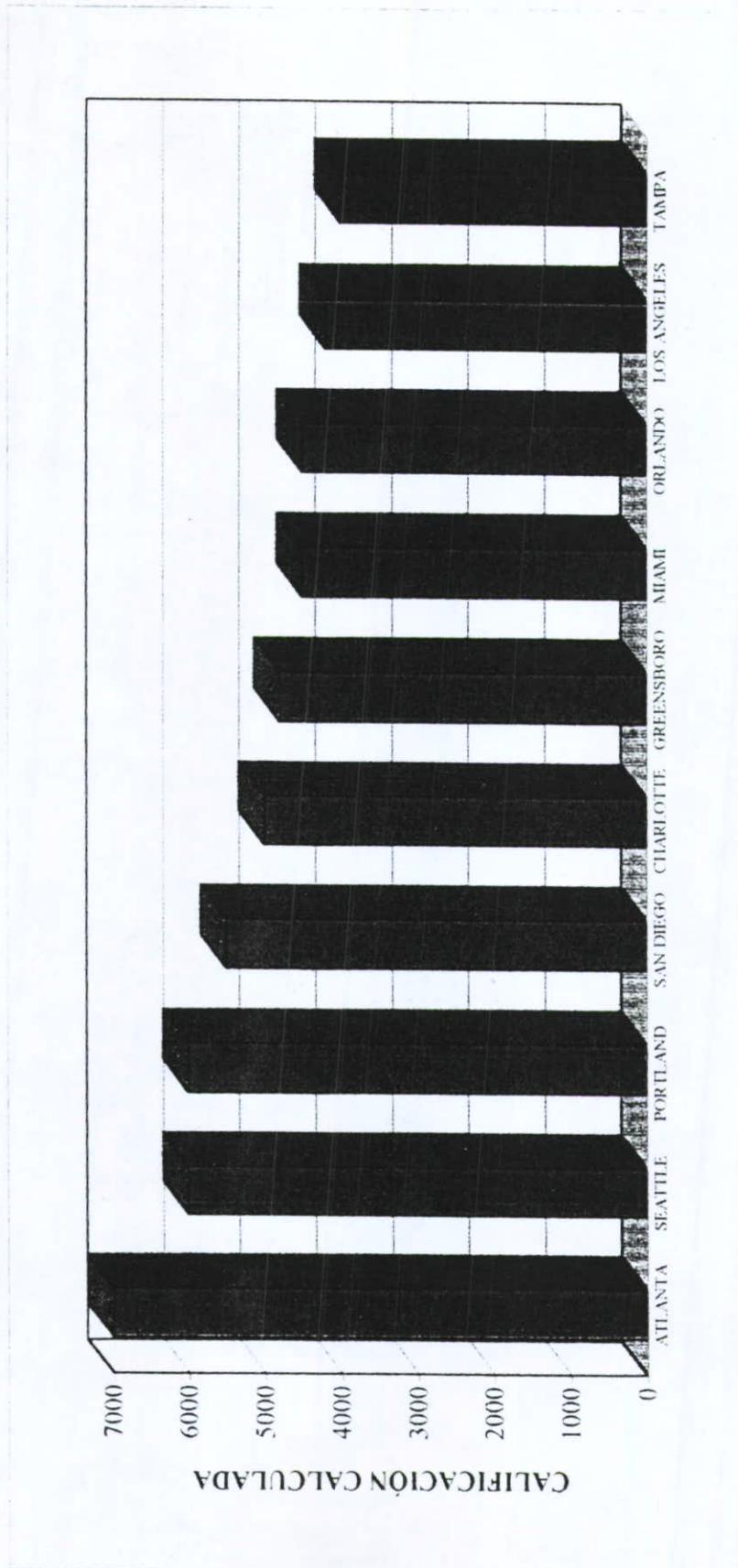


Figura No. 18

IMPUESTOS SOBRE INGRESOS

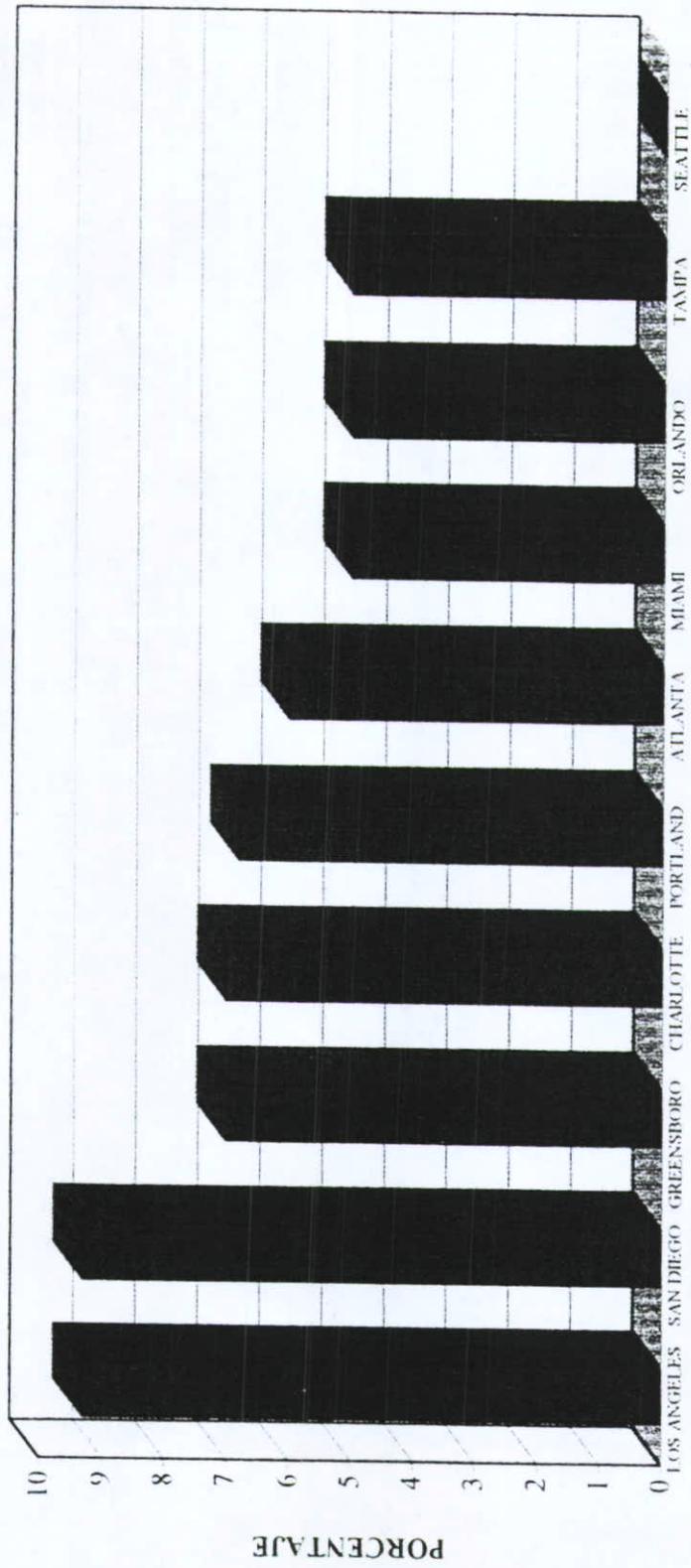


Figura No. 19

FACTOR SUBJETIVO

COMPARACIÓN	COSTOS DE VIDA	SITIOS INDUSTRIALES	CLIMA	CRIMEN	EDUCACIÓN
1	0	1			
2	1		0		
3	1			0	
4	0				1
5		1	0		
6		0		1	
7		1			0
8			0	1	
9			1		
10					0
<i>TOTAL COLUMNA</i>	2	3	1	2	2
<i>SF·W</i>	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2
					GRAN TOTAL 10

Tabla No. 18

FACTOR OBJETIVO

No. CIUDAD	SITIO	COSTO DE MANO DE OBRA	IMPUESTOS SOBRE INGRESOS	OFC	1 / OFC	OFC * A	OFM
1	Atlanta	19651	6000	25651	3.89848E-05	10.11217425	0.098891
2	Greensboro	17861	7000	24861	4.02236E-05	9.800739308	0.102033
3	Portland	18888	6600	25488	3.92341E-05	10.04791615	0.099523
4	Seattle	20110	0	20110	4.97265E-05	7.927793229	0.126139
5	Charlotte	17861	7000	24861	4.02236E-05	9.800739308	0.102033
6	Miami	18674	5500	24174	4.13668E-05	9.529909176	0.104933
7	San Diego	23100	9300	32400	3.08642E-05	12.77277477	0.078292
8	Los Angeles	23100	9300	32400	3.08642E-05	12.77277477	0.078292
9	Tampa	18674	5500	24174	4.13668E-05	9.529909176	0.104933
10	Orlando	18674	5500	24174	4.13668E-05	9.529909176	0.104933
				TOTAL A =	0.000394221		1.0000

Tabla No. 19

FACTOR SUBJETIVO : COSTO DE VIDA										
COMPARACIÓN	SITIO									
	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10
1	0	1								
2	1		0							
3	1			0						
4	0				1					
5	1					0				
6	1						0			
7	1							0		
8	0								1	
9	0									1
10		1	0							
11		1		0						
12		1			0					
13		1				0				
14		1					0			
15		1						0		
16		1							0	
17		1								0
18			1	0						
19			0		1					
20			1			0				
21			1				0			
22			1					0		
23			0						1	
24			0							1
25				0	1					
26				0		1				
27				1			0			
28				1				0		
29				0					1	
30				0						1
31					1	0				
32					1		0			
33					1			0		
34					0				1	
35					1					0
36						1	0			
37						1		0		
38						0			1	
39						0				1
40							1	0		
41							0		1	
42							0			1
43								0	1	
44								0		1
45									1	0
TOTAL	5	9	4	2	7	3	1	0	7	6
SW	0.113636	0.204545	0.090909	0.045455	0.159091	0.068182	0.022727	0.000000	0.159091	0.136364

Tabla No. 20

FACTOR SUBJETIVO : SITIOS INDUSTRIALES										
COMPARACIÓN	SITIO									
	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10
1	0	1								
2	0		1							
3	0			1						
4	0				1					
5	0					1				
6	0						1			
7	0							1		
8	0								1	
9	0									1
10		1	0							
11		1		0						
12		0			1					
13		1				0				
14		0					1			
15		0						1		
16		1							0	
17		1								0
18			1	0						
19			0		1					
20			1			0				
21			0				1			
22			0					1		
23			1						0	
24			1							0
25				0	1					
26				1		0				
27				0			1			
28				0				1		
29				1					0	
30				1						0
31					1	0				
32					0		1			
33					0			1		
34					1				0	
35					1					0
36						0	1			
37						0		1		
38						1			0	
39						0				1
40							0	1		
41							1		0	
42							1			0
43								1	0	
44									1	0
45										1
TOTAL	0	6	5	4	7	2	8	9	1	3
SW	0.000000	0.133333	0.111111	0.088889	0.155556	0.044444	0.177778	0.200000	0.022222	0.066667

Tabla No. 21

COMPARACIÓN	FACTOR SUBJETIVO : CRIMEN									
	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10
1	0	1								
2	0		1							
3	0			1						
4	1				0					
5	1					0				
6	0						1			
7	1							0		
8	1								0	
9	0									1
10		1	0							
11		1		0						
12		1			0					
13		1				0				
14		1					0			
15		1						0		
16		1							0	
17		1								0
18			0	1						
19			1		0					
20			1			0				
21			0				1			
22			1					0		
23			1						0	
24			1							0
25				1	0					
26				1		0				
27				1			0			
28				1				0		
29				1					0	
30				1						0
31					1	0				
32					0		1			
33					1			0		
34					1				0	
35					0					1
36						0	1			
37						0		1		
38						0			1	
39						0				1
40							1	0		
41							1		0	
42							1			0
43								0	1	
44								0		1
45									0	1
TOTAL	4	9	6	8	3	0	7	1	2	5
SW	0.088889	0.200000	0.133333	0.177778	0.066667	0.000000	0.155556	0.022222	0.044444	0.111111

Tabla No. 22

COMPARACIÓN	FACTOR SUBJETIVO : EDUCACIÓN									
	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10
1	1	0								
2	1		0							
3	1			0						
4	1				0					
5	1					0				
6	0						1			
7	0							1		
8	1								0	
9	1									0
10		0	1							
11		0		1						
12		0			1					
13		1				0				
14		0					1			
15		0						1		
16		0							1	
17		1								0
18			0	1						
19			1		0					
20			0			1				
21			0				1			
22			0					1		
23			0						1	
24			1							0
25				1	0					
26				1		0				
27				0			1			
28				0				1		
29				1					0	
30				1						0
31					0	1				
32					0		1			
33					0			1		
34					0				1	
35					1					0
36						0	1			
37						0		1		
38						1			0	
39						1				0
40							0	1		
41							1			0
42							1			
43								1	0	
44								1		0
45								1		0
TOTAL	7	2	3	6	2	4	8	9	4	0
SW	0.155556	0.044444	0.066667	0.133333	0.044444	0.088889	0.177778	0.200000	0.088889	0.000000

Tabla No. 23

FACTOR SUBJETIVO : CLIMA										
COMPARACIÓN	SITIO									
	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10
1	1	0								
2	0		1							
3	0			1						
4	1				0					
5	1					0				
6	0						1			
7	0							1		
8	1								0	
9	1									0
10		0	1							
11		0		1						
12		0			1					
13		0				1				
14		0					1			
15		0						1		
16		1							0	
17		1								0
18			0	1						
19			1		0					
20			1			0				
21			0				1			
22			0					1		
23			1						0	
24			1							0
25				1	0					
26				1		0				
27				0			1			
28				0				1		
29				1					0	
30				1						0
31					1	0				
32					0		1			
33					0			1		
34					1				0	
35					1					0
36						0	1			
37						0		1		
38						1			0	
39						1				0
40							1	0		
41							1		0	
42							1			0
43								1	0	
44								1		0
45									0	1
TOTAL	5	2	6	7	4	3	9	8	0	1
SW	0.111111	0.044444	0.133333	0.155556	0.088889	0.066667	0.200000	0.177778	0.000000	0.022222

Tabla No. 24

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE MEDIDA SUBJETIVO

FACTOR SUBJETIVO	PONDERACIONES DE LOS SITIOS (SW)										PONDERACIÓN DEL FACTOR SUBJETIVO (SFW)	
	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	FACTOR SUBJETIVO (SFW)	PONDERACIÓN DEL FACTOR SUBJETIVO (SFW)
COSTO DE VIDA	0.111111	0.2	0.088889	0.044444	0.155556	0.066667	0.022222	0	0.177778	0.133333	0.133333	0.2
SITIOS INDUSTRIALES	0	0.133333	0.111111	0.088889	0.155556	0.044444	0.177778	0.2	0.159091	0.066667	0.066667	0.3
CRIMEN	0.088889	0.2	0.133333	0.177778	0.066667	0	0.155556	0.022222	0.044444	0.111111	0.111111	0.2
EDUCACIÓN	0.155556	0.044444	0.066667	0.133333	0.044444	0.088889	0.177778	0.2	0.088889	0	0	0.2
CLIMA	0.111111	0.044444	0.133333	0.155556	0.088889	0.066667	0.2	0.177778	0	0.022222	0.022222	0.1
FACTOR DE MEDIDA SUBJETIVO	0.082222	0.133333	0.104444	0.113333	0.108889	0.051111	0.144445	0.122222	0.10995	0.071111	0.10995	0.071111

Tabla No. 25

**RESULTADOS FINALES
EN BASE AL METODO BROWN-GIBSON**

PONDERACION ELEGIDA POR EL COMITE GERENCIAL
SOBRE EL FACTOR DE DECISION OBJETIVO: *0.8*

No. SITIO	CIUDAD	OFM	SFM	MEDICION DE LA UBICACION
1	ATLANTA	0.098891	0.082222	0.09555696
2	GREENSBORO	0.102033	0.133333	0.108293096
3	PORTLAND	0.099523	0.104444	0.100507296
4	SEATTLE	0.126139	0.113333	0.123577408
5	CHARLOTTE	0.102033	0.108889	0.103404296
6	MIAMI	0.104933	0.051111	0.094168432
7	SAN DIEGO	0.078292	0.144445	0.091522216
8	LOS ANGELES	0.078292	0.122222	0.087077616
9	TAMPA	0.104933	0.109951	0.105936435
10	ORLANDO	0.104933	0.071111	0.098168435

OFM: FACTOR DE MEDIDA OBJETIVO
SFM: FACTOR DE MEDIDA SUBJETIVO

Tabla No. 26

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

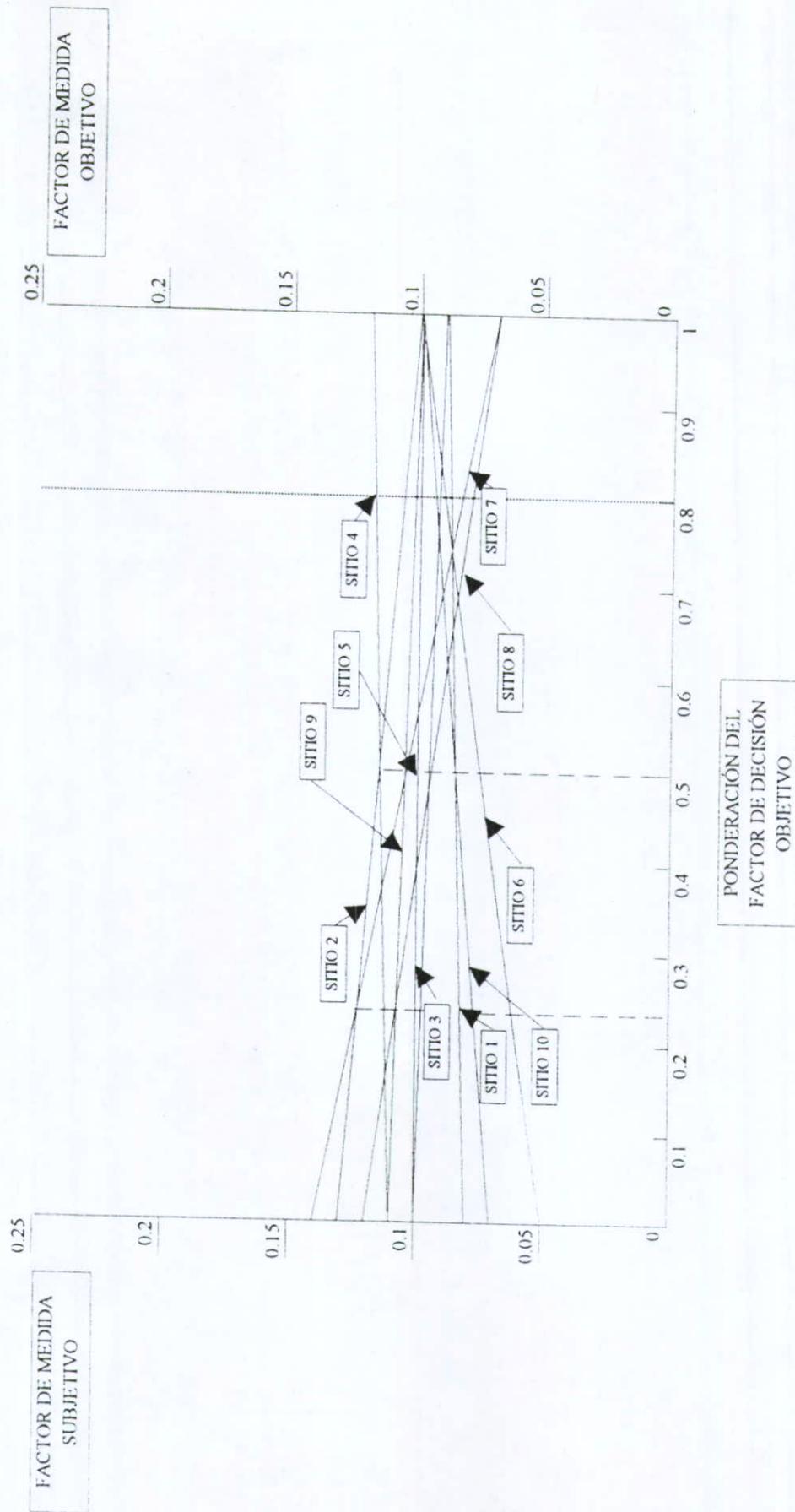


Figura No. 20

INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Bajo las reglamentaciones del procedimiento Brown-Gibson, el sitio con el valor de medición mayor sería el recomendado. Sin embargo, los resultados en un análisis de sensibilidad pueden ofrecer una visión más clara sobre la conveniencia de una segunda opción, así como el grado de afectación que tiene la ponderación de decisión del factor objetivo definida por el comité gerencial. Dado que algunos lugares podrían tener una mayor calificación en el aspecto subjetivo, su elección dependerá de que tanta importancia le de dicho comité al factor objetivo. Esto es, si la ponderación de decisión del factor objetivo se acerca a cero (no se considera importante), entonces los lugares con mayor valor subjetivo tendrán mayores posibilidades de ser elegidos. Por el contrario, si la ponderación de decisión del factor objetivo se acerca a uno, los mismos lugares tendrán menores posibilidades de ser elegidos.

En este caso se ilustra claramente que si se tiene una ponderación del factor de decisión objetivo de 0 a 0.24 el sitio elegido sería la ciudad de San Diego (sitio número 7); y si hubiese sido fijado entre 0.24 y 0.5, el sitio elegido sería la ciudad de Greensboro (sitio número 2). Pero como generalmente se recomienda tener una ponderación de 0.8, el lugar más adecuado al razonamiento efectuado sería la ciudad de SEATTLE, WASHINGTON, por lo cual ésta sería la ciudad elegida para ubicar la planta productora de escritorios de madera.

De esta manera, se logra tener un razonamiento un poco más analizado que permite saber con mayor certeza las ventajas y las desventajas de esta decisión. Una vez definida la ciudad en la cual se buscará encontrar el espacio adecuado para las instalaciones de la fábrica, es necesario encontrar un espacio concreto sobre el cual se podrían diseñar las instalaciones que exige el giro de la empresa. Se estaría pensando en un terreno con ciertas dimensiones o en algunas instalaciones ya construidas. Es por esto que a continuación se presentan un diseño inicial e ideal de instalaciones, en base al cual se puede edificar la fábrica o rediseñar las instalaciones, ya sea para adecuarlas al tamaño de un terreno en específico o para adecuarlas a un edificio ya construido. Es importante aclarar que siempre será más benéfico que un diseño

ideal sea lo más cercano a lo real, dado que lo planeado y previsto se aplica y se evitan problemas a futuro. Es por esto que lo mejor es conseguir el terreno adecuado.

3.3.- LAYOUT DE LAS INSTALACIONES

Generalmente se identifican 4 tipos de layouts para las instalaciones de cualquier empresa:

1. *Layout basado en el producto fijo.* En este caso el producto es hecho en una sola estación de trabajo, por lo que todos los componentes son llevados al proceso.
2. *Layout basado en un producto.* Se logra al basar el acomodo de maquinaria en la secuencia de procesamiento que van teniendo los componentes del producto mientras son producidos en una línea de producción.
3. *Layout basado en un grupo.* Se basa en la agrupación de componentes para formar familias de productos. Se puede agrupar partes no idénticas en familias basadas en secuencias comunes de procesamiento, formas, composiciones, requerimientos de herramental, requerimientos de manejo o almacenaje, etc. Típicamente existe un alto grado de flujo intradepartamental y poco flujo interdepartamental.
4. *Layout basado en un proceso.* Se obtiene agrupando procesos y colocando departamentos de procesos individuales en relación uno de otro basados en el flujo entre departamentos. Típicamente existe un alto grado de flujo interdepartamental y poco flujo intradepartamental.

Es así que es necesario que el responsable del layout de las instalaciones de la empresa busque funcionalidad al re-definir el objetivo de la empresa, esto es, qué se requiere. Además, es indispensable que se especifiquen tanto las actividades primarias como las de apoyo, sus interrelaciones y los requerimientos de espacio de cada una. Una vez definido lo anterior, se pueden generar y evaluar alternativas que permitan lograr una buena selección del layout.

Dada la naturaleza de la fábrica de escritorios de madera planteada, se piensa en un layout basado en el producto. Es decir, dado que se pretende lograr la producción en serie de escritorios de madera, este tipo de layout facilitaría la producción en volumen. Es por esto que se ha diseñado el layout que se muestra a continuación.

Numerosos procedimientos de apoyo han sido desarrollados para facilitar el diseño de layouts de las empresas. Entre ellos están los 3 pasos básicos de Immer, los cuales son:

1. Poner el problema por escrito.
2. Mostrar líneas de flujo.
3. Convertir dichas líneas de flujo en líneas de maquinaria.

También se pueden utilizar softwares (como el STORM), donde se obtienen propuestas de layout. Generalmente estos programas realizan iteraciones de comparación basados en diversos parámetros que el usuario provee, dando como resultado un layout óptimo. Entre esos parámetros se encuentran el número total de departamentos, las distancias entre departamentos, las medidas de los departamentos, etc. Sin embargo, estas herramientas no suelen proveer layouts muy flexibles, pues no ven la conveniencia de tener a un departamento junto a otro, sino que sólo analizan aspectos cuantitativos, además de que muchos sólo aceptan dimensiones estándar.

El planteamiento que se puede utilizar en un proyecto como el propuesto aquí es el de "Planeación Sistemática de Layout" o SLP. Este procedimiento se basa en el análisis donde se definen las actividades y sus interrelaciones, y en base a este análisis se elabora otro análisis sobre el flujo de materiales. De ahí sigue lo que sería la elaboración de una gráfica de relación entre actividades. Finalmente se está en posibilidades de desarrollar un diagrama de relación. En base a este diagrama se toma un criterio para armar el layout final de la empresa.

A continuación se presenta el layout obtenido del STORM. Como podemos ver, este programa no provee layouts muy flexibles, pues sólo acepta dimensiones de

departamentos estándar. Finalmente se presenta un diagrama de relación, tal y como lo recomienda el planteamiento SLP, y en base al cual se pensó el layout de la empresa mostrado al final.

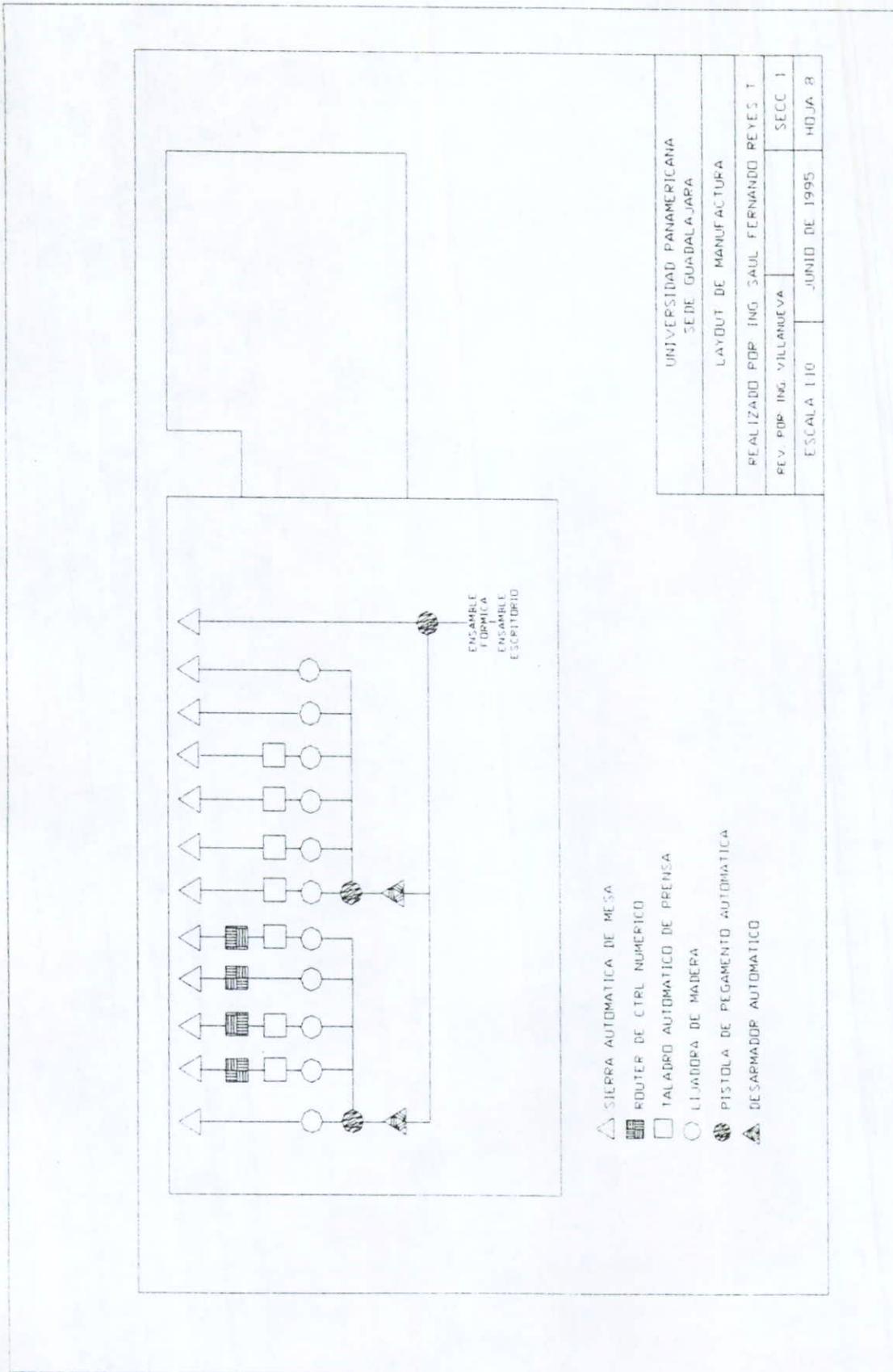
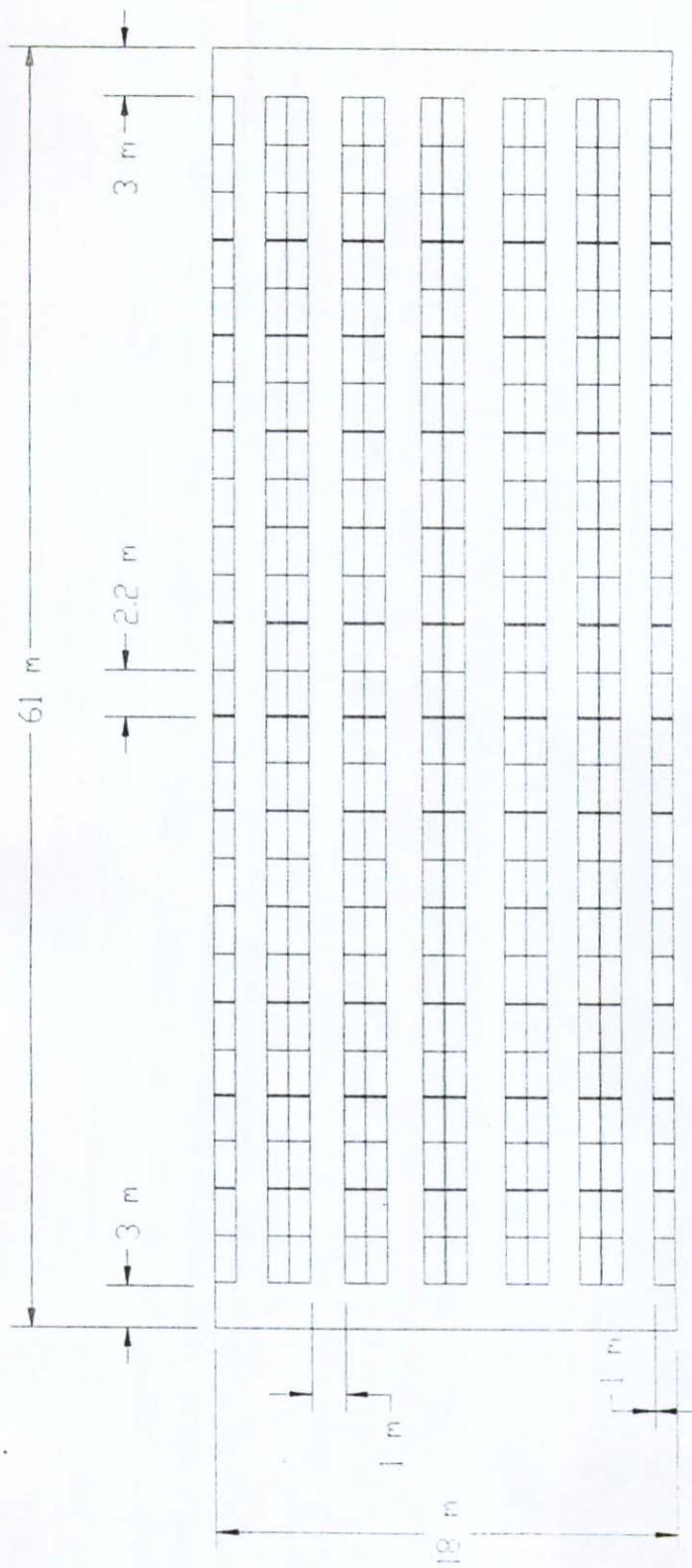


Figura No. 21



UNIVERSIDAD PANAMERICANA SEDE GUADALAJARA	
LAYOUT ALMACEN P.T.	
REALIZADO POR: SAUL FERNANDO PEYES T	
REV. POR: ING. VILLANIEVA	TESIS SECC. I
ENERO DE 1996	

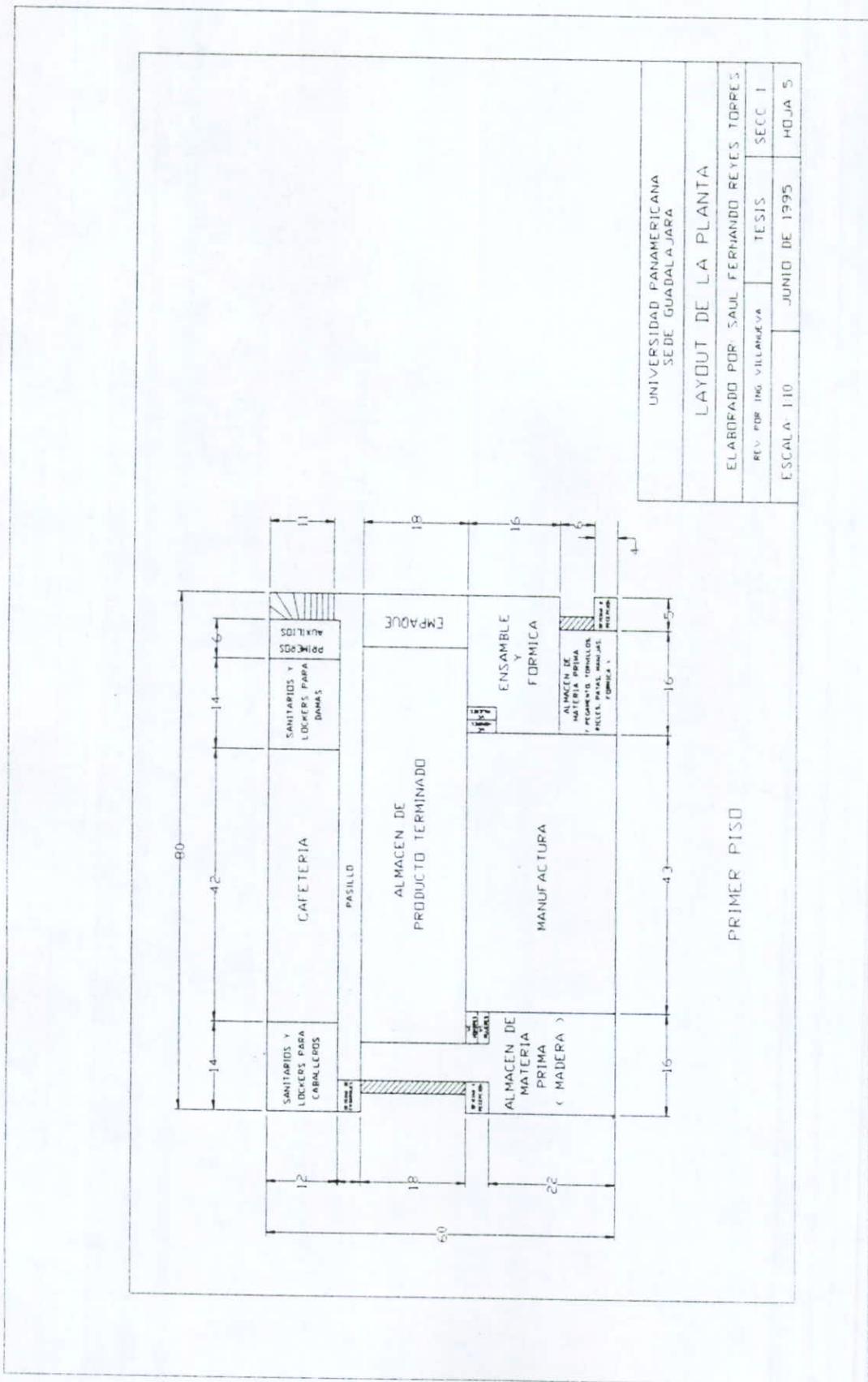


Figura No. 23

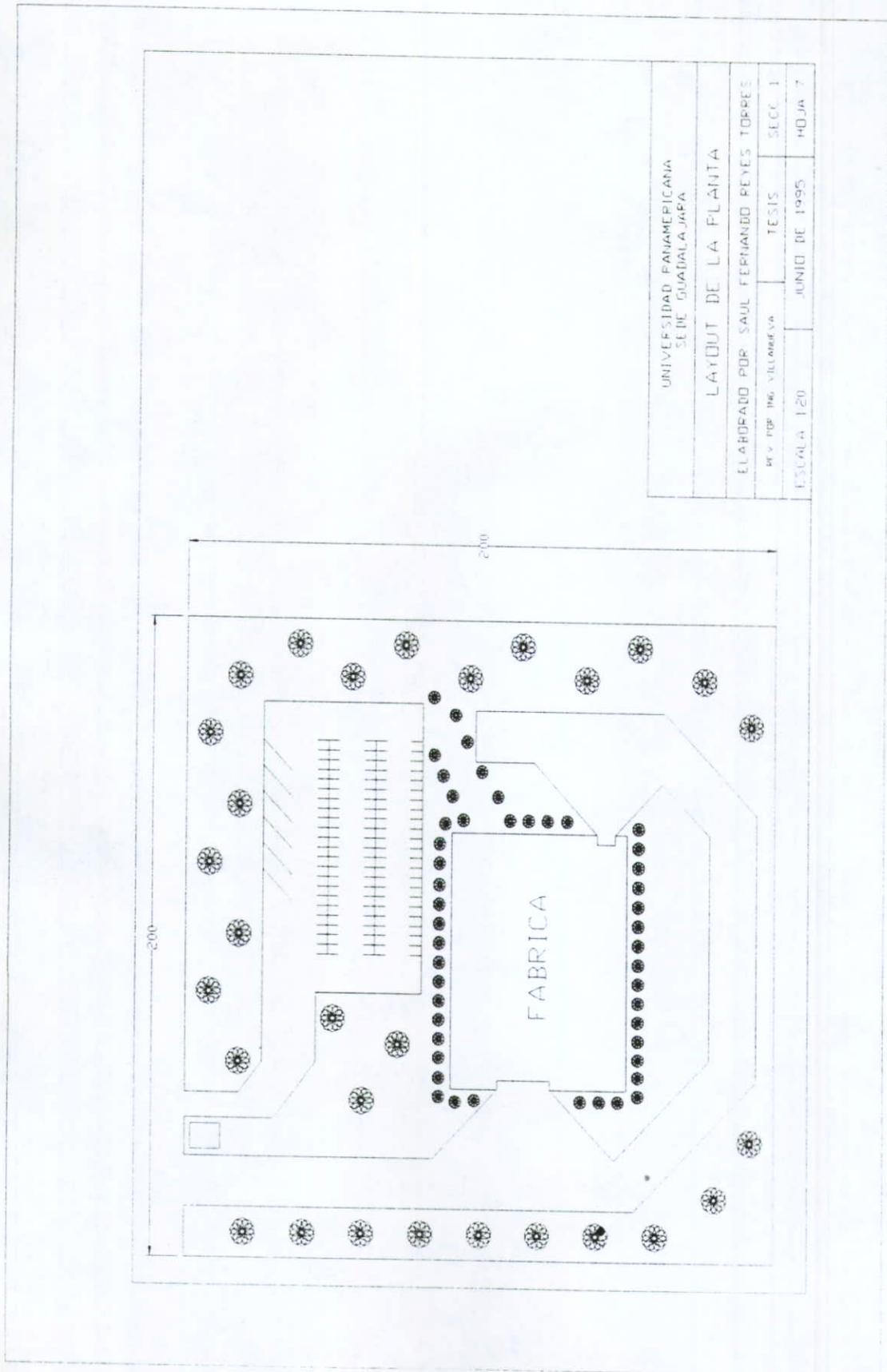
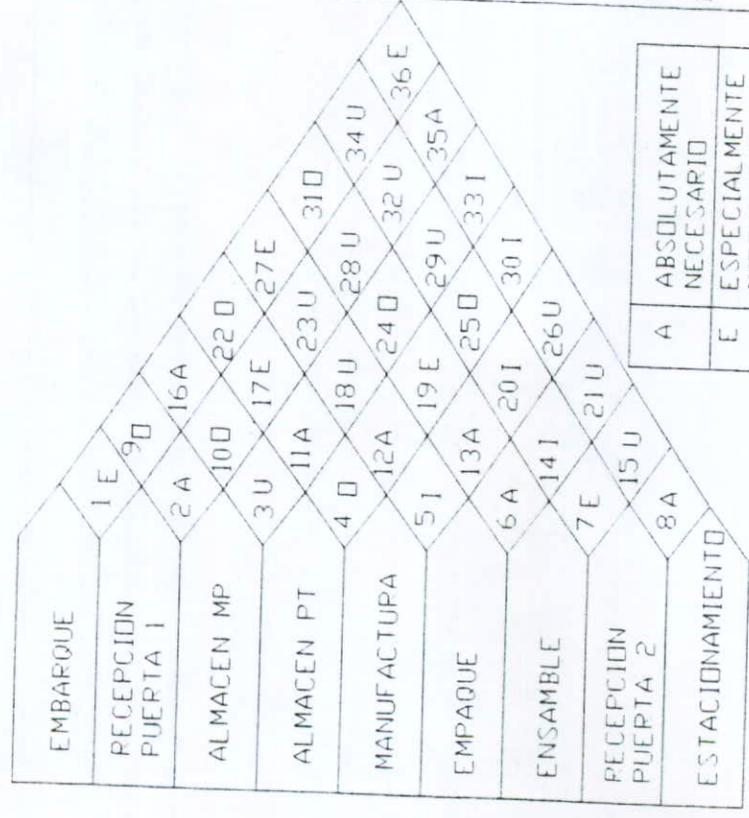


Figura No. 25

DIAGRAMA DE RELACION

1E...PUERTA DE SALIDA DE MATERIALES DE EMBARQUE.	19E...AL ENSAMBLAR Y EMPACAR SE MANDA AL ALMACEN
2A...PUERTA DE ENTRADA DE MATERIAS PRIMAS (MADEPA)	20I...EL PERSONAL ENTRA POR ESA PUERTA
3U...NO ES NECESARIA UNA INTERDEPENDENCIA	21U...NO SE REQUIERE RELACION
4O...TODO PRODUCTO DEBE SER CONTROLADO EN ALMACEN	22O...GRALMENTE SE BUSCA TENER CIERTA CERCANIA PARA FACILITAR EL MANEJO
5I...ES RECOMENDABLE SU CERCANIA EN CASO DE AJUSTE	23U...NO REQUIERE RELACION
6A...AL ENSAMBLAR SE PROCEDE A EMPACAR EL PRODUCTO	24O...EN CASO DE REQUIERIR ALGUN MATERIAL, SE RECOMIENDA TENER CIER- TA CERCANIA
7E...PUERTA DE ENTADA DE MATERIALES P' ENSAMBLE Y EMPAQUE.	25O...EN CASO DE RUPTURA DE ALGUNA PIEZA POR EL MANEJO DE ALMACEN, ES BUENO TENER A LA MAND.
8A...PUERTA DE ACCESO PARA EL PERSONAL.	26U...NO REQUIERE RELACION
9D...SE UTILIZA LA MISMA PUERTA DE ACCESO.	27E...SE DEBE EVITAR QUE EL EMPAQUE SE MALTRATE AL EMBARCAR
10O...DEL ALMACEN DE PT SALEN LOS PRODUCTOS A EMBARCAR	28U...NO REQUIERE RELACION
11A...SE DEBEN TENER LOS MATERIALES A LA MAND	29U...NO REQUIERE RELACION
12A...DESPUES DE EMPACAR SE MANDA EL PRODUCTO AL AL- MACEN DE PT.	30I...SE REQUIERE FACILITAP EL USO DE TRANSPORTE.
13A...DE MANUFACTURA SE MANDAN LOS SUBENSAMBLES A ENSAMBLE A LA MAND.	31O...AL ENSAMBLAR Y EMPACAR SE PUEDE INMEDIATAMENTE EMBARCAR
14I...SE REQUIERE TENER LOS MATERIALES DE EMPAQUE A LA MAND.	32U...NO REQUIERE RELACION
15U...NO SE REQUIERE RELACION	33I...SE REQUIERE FACILITAP EL USO DE TRANSPORTE.
16A...DEL ALMACEN DE PT SALEN LOS PRODUCTOS A EMBARCAR	34U...NO REQUIERE RELACION
17E...PUERTA DE ENTRADA DE MA- TERIALES PARA MANUFACTURA	35A...SE REQUIERE FACILITAP EL USO DE TRANSPORTE.
18U...NO REQUIERE RELACION	36E...SE REQUIERE FACILITAP EL ACCESO DEL TRANS- PORTE.



A	ABSOLUTAMENTE NECESARIO
E	ESPECIALMENTE IMPORTANTE
I	IMPORTANTE
O	CERCANIA ORDINARIA
U	NO IMPORTANTE
X	NO DESEABLE

ANALISIS DE RELACION DE ZONAS

ANALISIS DE RELACION DE ZONAS

Figura No. 26

3.4.- MEDIDAS DE SEGURIDAD

De acuerdo a la organización federal para la prevención de accidentes y enfermedades en Estados Unidos, OSHA, se deberán cumplir los siguientes puntos:

1. *Requerimientos sobre registros de accidentes.* Se mantendrá una bitácora y un sumario (Forma OSHA No. 200) de todas las lesiones y enfermedades registrables, ya sea que los accidentes o enfermedades resulten en muerte, hospitalización, incapacidad, tratamiento médico, impedimentos físicos o pérdida de conocimiento. Además, la compañía registrará un reporte anual sobre lesiones y enfermedades laborales sucedidas en la organización. Este reporte será enviado cada año en Enero.

2. *Requerimientos sobre aviso de accidentes.* En el supuesto de un accidente de trabajo que haya ocasionado uno o más decesos o que haya derivado en la hospitalización de cinco o más empleados, la empresa deberá reportarlo (por obligación legal) al Presidente Regional de OSHA en no más de 48 horas después de ocurrido el accidente.

3. *Planes de emergencia.* La compañía deberá preparar los planes de emergencia que sean necesarios para asegurar la seguridad del personal. Estos planes deberán abarcar la definición de procedimientos y rutas de escape, el adiestramiento de las operaciones críticas en planta, la asignación de responsabilidades médicas y de rescate, la definición de medios para el aviso de emergencias, así como de los teléfonos de emergencia. Además, la compañía designará un área para primeros auxilios.

4. *Salidas de emergencia.* En total se establecerán siete salidas en las instalaciones. Cinco de éstas serán de emergencia, y de éstas cinco, dos estarán en el área de maquinado, una más junto a la cafetería y las últimas dos se localizarán junto a las áreas de lockers y sanitarios.

Todas las puertas de salidas se abrirán hacia afuera y direccionadas hacia la calle o a un espacio abierto. Además, todas las puertas tendrán su señal adecuadamente iluminada.

5. *Mantenimiento*. Se pretenderá la implementación de una cultura de orden y limpieza dentro de la organización, que nos permita mantener todos los pisos limpios, secos y libres de todo tipo de desechos que puedan causar accidentes, tales como tornillos, maderas u hoyos. Aunado a lo anterior, se establecerá un Departamento de Mantenimiento que se responsabilice de que esta cultura sea una realidad. De esta manera se cumplirán con las especificaciones sanitarias que exige OSHA.

6. *Equipos y herramental*. Primero que nada, se implementará un plan bien estructurado que permita un adiestramiento óptimo sobre todo el personal que ocupe hacer uso de alguna herramienta. Asimismo se definirá como obligación de cada operador la realización de una inspección continua sobre todos los equipos y herramientas que se utilicen. Para lograr lo anterior, se tendrá un buzón especial para reportar estos equipos y se harán encuestas orientadas hacia el mejoramiento en aspectos ergonómicos de los equipos y herramientas de la empresa.

7. *Almacenes*. Todos los materiales a estibar deberán tener un estudio previo de forma tal que se eviten problemas de deslizamientos u otros riesgos de accidentes debido al difícil almacenaje de materiales.

8. *Servicios sanitarios*. La planta tendrá 3 sanitarios disponibles para cada sexo (sin contar con los de oficinas). De acuerdo con OSHA, se requieren 3 sanitarios si 36 a 55 personas los podrían utilizar. Además, dos de los sanitarios tendrán áreas de lockers para permitir que los trabajadores se alisten para trabajar.

CONCLUSIONES

A través de este proyecto se ha logrado establecer un razonamiento bien estructurado que muestra la planeación inicial de una planta productiva. Dicha planeación ha sido definida por tres aspectos principales: producto, proceso e instalaciones. De estos tres aspectos se ha derivado el análisis de información detallada que ha permitido el logro del objetivo principal del proyecto: la aplicación de técnicas tendientes a establecer una metodología clara para el establecimiento de una empresa manufacturera.

Es así que como resultado de dicho estudio se concluye que es factible la presentación de un proyecto para construir una planta productora de escritorios de madera siguiendo técnicas de planeación establecidas. Sin embargo, la viabilidad o no del proyecto dependerá de los recursos económicos con que se cuente y las fuentes de financiamiento que lo puedan apoyar.

El proyecto resume lo siguiente:

- * La clase media baja de los Estados Unidos, así como las oficinas gubernamentales de ese país, como mercado meta del producto ofrecido.
- * Una producción anual de 13,987 escritorios de madera de pino, con la definición de un sólo modelo estándar del producto. Todo esto basado en dos turnos de trabajo por día, de Lunes a Viernes, durante 50 semanas, 15 horas diarias, con un total de 66 operadores contratados (33 estaciones de trabajo). Se estima un porcentaje de tiempos muertos de un 9.74%.
- * La ciudad de Seattle, Washington, como ciudad sede de la empresa.
- * Instalaciones que requieren de 40,000 m² de terreno y 4,800 m² de construcción.

El contenido del proyecto incluye información detallada sobre la compañía, como lo son el diseño del producto, procedimientos de operación, planeación del proceso, layout de instalaciones, medidas de seguridad y requerimientos de materiales.

BIBLIOGRAFÍA

- * BOYER, Richard et al. Places Related Almanac. 1993.
- * BUREAU OF THE CENSUS. Statistical Abstract for the United States: The National Book. 110th edition. 1991.
- * PARK, Chan S. Contemporary Enginnering Economy. Addison-Wesley Publishing Company. Massachusets. 1993.
- * TOMPKINGS, James A et al. Facilities Planning. Wiley & Sons. New York. 1984.
- * NIEBEL, Benjamin W. Motion and Time Study. Irwin. 9th edition. Boston. 1993.
- * GROOVER, Mikell P. Automation, Production Systems, and CIM. Prentice-Hall. New Yersey. 1987.

ESTACIONAMIENTO SOLO PARA NUESTROS CLIENTES

NADIE COMPITE CON NUESTRA CALIDAD DE
IMPRESION Y TIEMPO DE ENTREGA, COMPRUEBELO

NO TENEMOS SUCURSALES

TESIS PROFESIONALES

TESINAS • MEMORIAS • INFORMES
8 DE JULIO No. 13
(ENTRE PEDRO MORENO Y MORELOS)

TELS. **614-01-22**
613-61-42

GUADALAJARA, JAL.

PASAMOS TUS TESIS
EN MAQUINA IBM



copi • offset
(TIROS CORTOS AL INSTANTE)