

30



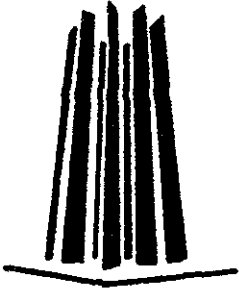
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON

“APLICACION DE LAS TECNICAS DE LA  
INGENIERIA INDUSTRIAL EN UNA PLANTA  
CONFECCIONADORA”

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO**  
**ELECTRICISTA INDUSTRIAL**  
P R E S E N T A :  
**JAVIER EDUARDO JIMENEZ LOPEZ**

29:1955



MEXICO

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM

JEFATURA DE CARRERA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA

OFICIO: ENAR/JAME/0546/2000.

ASUNTO: Revisión Previa de Tesis  
Antes de Autorizar su Impresión.

ING. CASSIODORO DOMÍNGUEZ CRISANTO (ASESOR)  
M. en I. ALBERTO REYES SOLÍS  
ING. LUISA EMMA DELGADILLO VALENCIA  
ING. ULISES MERCADO VALENZUELA  
ING. JOSÉ LUIS GARCÍA ESPINOSA

En forma anexa le hago entrega de un ejemplar del proyecto de tesis titulado "APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL EN UNA PLANTA CONFECCIONADORA", del alumno JIMÉNEZ LÓPEZ JAVIER EDUARDO, con número de cuenta 9140142-7.

Esto con el fin de que sea revisada por usted, y nos dé su evaluación y comentarios por escrito, mismos que le pido me haga llegar a la brevedad posible.

Agradezco de antemano su colaboración y aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, Edo. Méx., junio 15 del 2000.  
EL SECRETARIO TÉCNICO



ING. ALFREDO VELASCO RODRÍGUEZ

c.c.p. Alumno.

AVR/mlev\*



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO  
CAMPUS ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

Ing. IVÁN MUÑOZ SOLÍS  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,  
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 22 de junio del año en curso, por la que se comunica que el alumno JAVIER EDUARDO JIMÉNEZ LÓPEZ, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL EN UNA PLANTA CONFECCIONADORA", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 23 de junio del 2000  
EL SECRETARIO

  
Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

C.p. Asesor de Tesis.  
C.p. Interesado.

AIR/VSR/vr  


## DEDICATORIAS

### **A DIOS**

Por darme la existencia, por ser el principio y el fin, por mantener en mí la fe, la esperanza y el amor para terminar la carrera profesional. Gracias padre.

### **A MIS PADRES**

Dedico, de manera muy especial, el esfuerzo de la realización de esta obra y la culminación de mi carrera profesional a dos personas: María Elena y Juan.

### **A MIS HERMANOS**

JUAN CARLOS, ROSA ISELA, BEATRIZ ANGELICA Y JESSICA por sus buenos consejos y el cariño que nos une.

### **A MIS FAMILIARES**

Porque esto signifique un motivo de satisfacción como lo es para mí.

### **A TODOS AQUELOS**

Que también aman la prodigiosa ciencia de los tamaños, formas, números, movimientos y fuerzas naturales.

A hand-drawn scroll with a ribbon at the bottom right. The scroll is unrolled, showing text. The ribbon is dark and has a decorative circular top with a triangular pattern.

### JUAN

Porque siempre tendré en mente su dedicación, esfuerzo y sacrificio para inculcarme, a través de su ejemplo, los valores y principios más nobles y lograr con ello ser un hombre de bien.

### MARIA ELENA

Por ser el pilar en el cual me he sostenido, porque yo soy el reflejo de lo que ella ha creado y de alguna manera; anhelo que se sienta orgullosa de sí misma.



The image shows a hand-drawn scroll with a ribbon seal at the bottom right. The scroll is unrolled, showing text in the center. The ribbon seal is a circular ring with a scalloped edge, attached to a dark, pointed ribbon.

### NAYELI

Por ser la persona más linda que amo y  
que me comprende en los momentos  
mas difíciles.

Te agradezco tu comprensión durante  
nuestra licenciatura, así como tu  
paciencia y cariño para ser mejores  
cada día.

Por ser la más bella de mis realidades.

## AGRADECIMIENTOS

### *FAMILIA PEREZ GARFIAS*

Quienes tuvieron con mi persona diferencias y gentilezas, brindándome ante todo su amistad y colaboración para la realización de este trabajo.

### *A LA UNAM*

El camino de la enseñanza y aprendizaje es largo. La satisfacción de haber logrado algo, nos impulsa a seguir adelante. El camino nunca termina y la meta se ve aún más lejana pero con mayores satisfacciones.

Un inmenso agradecimiento a nuestra máxima casa de estudios por que en ella he recorrido este camino.

Por toda la sabiduría que adquirí en sus aulas, por permitirme conocer personas de un enorme valor y por la gratificante experiencia de ser universitario.

### *AL ING. CASSIODORO DOMÍNGUEZ CRISANTO*

En reconocimiento a la confianza que deposito en mí. Porque me enseñó todo cuanto sabe de la Ingeniería Industrial, impulsando mis sueños y realizaciones, dándome siempre un sentido especial de lo que es la vida profesional.



## INDICE

	Pág
INTRODUCCION .....	4
CAPITULO I LAS MAQUILADORAS	
1 1 RUMBO A LAS MAQUILADORAS.....	8
1.1.1 ANTECEDENTES DE LAS MAQUILADORAS .....	11
1.1.2 CLASIFICACION DE LAS MAQUILADORAS.....	14
1.1.3 ESTADO ACTUAL DE LAS MAQUILADORAS.....	17
CAPITULO II EL PRODUCTO Y SU DEMANDA	
2.1 INTRODUCCION .....	22
2.2 GENERALIDADES DEL PRODUCTO.....	23
2.2.1 MODELO DEL PRODUCTO.....	25
2.2.2 PARTES DEL PRODUCTO .....	31
2.2.3 DIMENSIONES DEL PRODUCTO.....	34
2.3 EL PRONOSTICO Y SU PROCEDIMIENTO.....	40
2.3.1 CASO PRACTICO. ....	42
CAPITULO III REDISTRIBUCION DE PLANTA	
3.1 DISTRIBUCION DE PLANTA ( LAY - OUT ).....	64
3.1.1 ARREGLOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA.....	65
3.1.2 METODOS PARA LA DISTRIBUCION DE PLANTA .....	67
3.2 PLANIFICACION SISTEMATICA DE LA PLANTA .....	68
3.2.1 LOCALIZACION.....	70
3.2.2 DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE PLANTA.....	72
3.2.3 DEFINICION DE AREAS.....	74
3.2.4 GRAFICA DE RELACION ENTRE AREAS.....	75
3.2.5 DIAGRAMA DE RELACION ENTRE AREAS.....	78
3.2.6 MATRIZ DE DISTANCIAS.....	80
3.2.7 DIAGRAMA GENERAL DE RECORRIDO.....	82
3.2.8 ESPACIO DISPONIBLE .....	85
3.2.9 REQUERIMIENTOS DE AREA.....	86
3.2.10 ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCION.....	87
3.2.11 EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS.....	90
3.2.12 SELECCION.....	93

## CAPITULO IV APLICACION DE LA INGENIERIA DE METODOS

4.1 PREAMBULO.....	96
4.2 INGENIERIA DE METODOS .....	98
4.2.1 PRINCIPIOS DE ECONOMIA DE MOVIMIENTOS. ....	102
4.3 MEJORA DE METODOS.....	104
4.3.1 DIAGRAMA 1 .....	105
4.3.2 DIAGRAMA 2.....	106
4.3.3 DIAGRAMA 3 .....	107
4.3.4 DIAGRAMA 4.....	109
4.3.5 DIAGRAMA 5.....	114
4.3.6 DIAGRAMA 6.....	117
4.3.7 DIAGRAMA 7.....	120
4.3.8 DIAGRAMA 8.....	125
4.3.9 DIAGRAMA 9.....	130
4.3.10 DIAGRAMA 10.....	133

## CAPITULO 5 APLICACION DE LAS TECNICAS DE LA MEDICION DEL TRABAJO

5.1 MEDICION DEL TRABAJO.....	138
5.2 MUESTREO DEL TRABAJO.....	141
5.3 ESTUDIO DE TIEMPOS.....	142
5.3.1 VALORACION DEL RITMO DEL OPERARIO.....	142
5.3.1.1 COMPENSACIONES AL TRABAJADOR.....	145
5.3.1.2 TIEMPO ESTANDAR .....	146
5.4 CASOS PRACTICOS.....	148
5.4.1 CASO 1.....	150
5.4.2 CASO 2 .....	152
5.4.3 CASO 3 .....	154
5.4.4 CASO 4 .....	156
5.4.5 CASO 5.....	158
5.4.6 CASO 6.....	160
5.4.7 CASO 7.....	162

## CAPITULO 6 ANALISIS TECNICO-ECONOMICO

6.1 PREAMBULO.....	166
--------------------	-----

## ETAPA 1 CALCULOS BASICOS

6.2 A INGRESOS.....	167
6.2 B EGRESOS.....	185
6.2 C INVERSIONES .....	189

## ETAPA 2 TÉCNICAS DE EVALUACION ECONOMICA

6.3.1 VALOR PRESENTE . . . . .	199
6.3.2 TASA DE RENDIMIENTO . . . . .	205
6.3.3 PERIODO DE RECUPERACION . . . . .	209
CONCLUSIONES . . . . .	214
APENDICE . . . . .	217
FUENTES. . . . .	222

# INTRODUCCION

La situación actual del país, presenta cambios día con día y esto ha provocado que la industria no tenga asegurada la venta de su producción, originando la nueva búsqueda de caminos y métodos (como son los propuestos por la Ingeniería Industrial) que le permitan ser competitivos, además de poder consagrarse como líder en precio, calidad y servicio.

El Ingeniero Industrial, es fundamentalmente un analista, el cual debe encontrar satisfacción en visualizar, separar y analizar objetivamente un problema en sus distintas fases, debe estar predispuesto a llegar a la solución más satisfactoria, teniendo presente la economía de la situación, tanto en el análisis como en el logro de la solución.

Puesto que la Ingeniería Industrial es una función de búsqueda de hechos, simplificación, medida y control no existe operación alguna que no pueda beneficiarse de su empleo y las maquiladoras no son la excepción.

El objetivo del presente trabajo es optimizar los recursos de la empresa Confecciones Gucecc, mediante la aplicación de técnicas de la Ingeniería Industrial; con ello, se pretende evitar el desperdicio de materiales y mano de obra causado por la inexistencia de métodos definidos de trabajo.

Como consecuencia de un mejor aprovechamiento de los recursos se prevé una reducción en los costos y un incremento en la productividad.

Por otro lado, al organizar en forma general el trabajo se podrán cumplir los plazos de entrega al cliente, dándole a su vez un mejor servicio.

Esta tesis comprende 6 capítulos, cuyos contenidos son:

En el CAPITULO I se incluyen los antecedentes, la clasificación y algunos indicadores que muestran el estado actual de las maquiladoras.

En el CAPITULO II se brinda un panorama de las características del producto (destacando las dimensiones, modelos, entre otras), además de incluir el pronóstico de demanda de éste.

En el CAPITULO III se analiza la distribución actual de la planta tomando como base el sistema LAY-OUT; cabe señalar que al final de este capítulo se presenta una alternativa para redistribuir la planta, organizando los diferentes procesos por áreas.

El CAPITULO IV se enfoca a la aplicación de la Ingeniería de Métodos, donde son analizados diagramas bimanuales, diagramas de procesos entre otros y se propone la mejora de los mismos.

En lo que respecta al CAPITULO V se aplica las técnicas de la medición del trabajo (como lo son el tamaño de la muestra, el valor del ritmo del operario, etc.) con la finalidad de estandarizar el tiempo de los procesos analizados en el capítulo anterior.

En el último capítulo se hace un estudio técnico-económico, donde se cuantifica los costos-beneficios que se generan como resultado de la aplicación de las técnicas de la Ingeniería Industrial y que justifican la realización de este proyecto.

Capitulo I  
LAS MAQUILADORAS

## 11 RUMBO A LAS MAQUILADORAS

La palabra maquiladora - derivada de la lengua árabe - significa medida; en castellano, maquila designaba la parte del grano, de la harina o del aceite dado al molinero como pago en especie por las operaciones de la molinenda.

Con el fin de lograr un claro entendimiento de lo que es una maquiladora a continuación se presentan varias definiciones.

MAQUILADORA<sup>1</sup> . industria que se dedica a ensamblar o procesar materias primas.

MAQUILADORA<sup>2</sup> . subcontratación hecha por una empresa para producir o ensamblar algunos elementos que serían empleados en el proceso productivo de otra empresa.

Para el manejo de este trabajo, se enfocará la definición proporcionada por PIF (Programa de Industrialización Fronteriza) la cual menciona:

MAQUILLADORA: son aquellas plantas manufactureras que:

- a) son filiales de empresas extranjeras o plantas contratadas, ya sea de capital nacional o extranjero.
- b) que se dediquen al ensamble de componentes y/o procesamiento de materias primas, ya sea de productos intermedios o finales.
- c) que la casi totalidad de materias primas y/o componentes sean importados y de nuevo exportados a ese país una vez terminado el proceso de maquila.

---

<sup>1</sup> Folker, Frobels y Heinrichs Jurgens

<sup>2</sup> Rivas, S. Eduardo



La mayor parte de las empresas maquiladoras son propiedad de extranjeros, en donde el desplazamiento de la producción hacia zonas que permiten mayor aprovechamiento se basa en cuatro factores:

- La disponibilidad de una masa prácticamente inagotable de fuerza de trabajo.
- La utilización de una fuerza de trabajo más productiva.
- La utilización de una fuerza de trabajo más barata.
- La utilización de una fuerza de trabajo más obediente.

Bajo estas condiciones el factor sexo influye determinadamente para lograr una mayor productividad a costos más bajos.

Actualmente la incorporación de la mujer a la maquila depende del tipo de trabajo, si es rudo entonces es propio del hombre, por el contrario la mujer es contratada por su *fineza*, por ser más adaptable, paciente y dócil. En términos generales la industria maquiladoras exige de su personal cuatro cosas:

- 1.- Ser mujer
- 2.- Ser joven
- 3.- Ser soltera
- 4.- No tener hijos

A continuación se presenta parte del comentario del Sr. ROSALIO VALDÉS representante de la ASOCIACIÓN DE MAQUILADORAS DE MÉXICO, en Agosto del 1999 al respecto:

“No hay mejores elementos para dar mayor rendimiento que las chicas de temprana edad (15 y 16 años), pues parecen secantes para entender y aprender todo lo que deben de hacer en la empresa. A los quince días, son mejores trabajadoras que su contraparte en Estados Unidos; son muchachas con mucha fuerza que en dos zancadas bajan las escaleras y siempre están atentas a lo que están haciendo pues no tienen ninguna responsabilidad de hijos, ni de marido, ni de sí dejó prendida la estufa en la casa. Están en el trabajo y atienden el trabajo; no están preocupadas por otro factor. Son jóvenes y no llevan responsabilidades, porque las que tienen responsabilidades no rinden igual. Las solteras no

dejan pendientes en la casa, estas muchachas cuando se casan, dejan de trabajar, pero despues de un tiempo vuelven "

Es claro que las empresas maquiladoras hacen de la mano de obra femenina un elemento clave de mayor productividad sin olvidar el aspecto emocional de sus trabajadoras, tal es el caso de organizar eventos año con año entre los que destaca " LA REYNA DE LA MAQUILA" que tiene por objetivo que las mujeres se sientan parte importante de la empresa.

## 1.1 ANTECEDENTES

Las fábricas para la exportación de productos manufactureros y semielaborados se instalaron por primera vez en México a partir de 1966; la zona fronteriza del norte del país formó parte de las llamadas "zonas francas" hacia donde las fábricas para el mercado mundial orientaron su producción.

Para las grandes corporaciones norteamericanas, México ofrecía las condiciones necesarias para la inversión en maquiladoras: mano de obra barata y abundante, cercanía geográfica y apoyo de importantes sectores públicos y privados. Para el gobierno mexicano la industria maquiladora significaba la posibilidad de disminuir las tensiones políticas y económicas que vivía la frontera norte a mediados de 1960, a consecuencia del desempleo, en parte ocasionado por la terminación del Programa de Braceros en 1964 y por la crisis algodonera.

La presencia de la industria maquiladora se constituyó legalmente apartir del Programa de *Industrialización Fronteriza (PIF) EN 1965*. Este programa, desde el punto de vista del gobierno mexicano, aportaba:

- 1) nuevos empleos, mayores ingresos y modos de vida más altos.
- 2) la introducción de métodos de manufactura y adquisición de habilidades técnicas y entrenamiento.
- 3) aumento en el consumo de materias primas mexicanas y la reducción del déficit comercial mexicano.

Este programa ofrecía por parte de Estados Unidos y de México a las empresas maquiladoras, facilidades legales en franquicias aduaneras y fiscales para que se pudieran importar insumos y reexportar los productos terminados o semiterminados.

Entre los acuerdos legales emitidos y que contenían las bases de su instalación en México, se estableció que las empresas podían importar - libres de impuestos - maquinaria, equipo, partes y materias primas que se requieren en el proceso productivo.

México al igual que Hong Kong, Taiwan y Corea del Sur se constituyeron como los primeros anfitriones de las maquiladoras, ya para 1975 miles de maquiladoras localizadas en países altamente desarrollados trasladaron sus operaciones total o parcialmente a no menos de 39 países en América Latina, Africa, Asia y el Caribe.

Las primeras ciudades en donde se instaló la industria maquiladora en México fueron Ciudad Juárez, Matamoros, Nogales y Tijuana.

En 1967 la industria maquiladora operaba en la frontera con 72 plantas autorizadas de propiedad norteamericana. Entre las corporaciones que participaron al inicio del PIF se encontraban las siguientes: Kimberly Clark, General Instruments, Samsonite, Motorola entre otras.

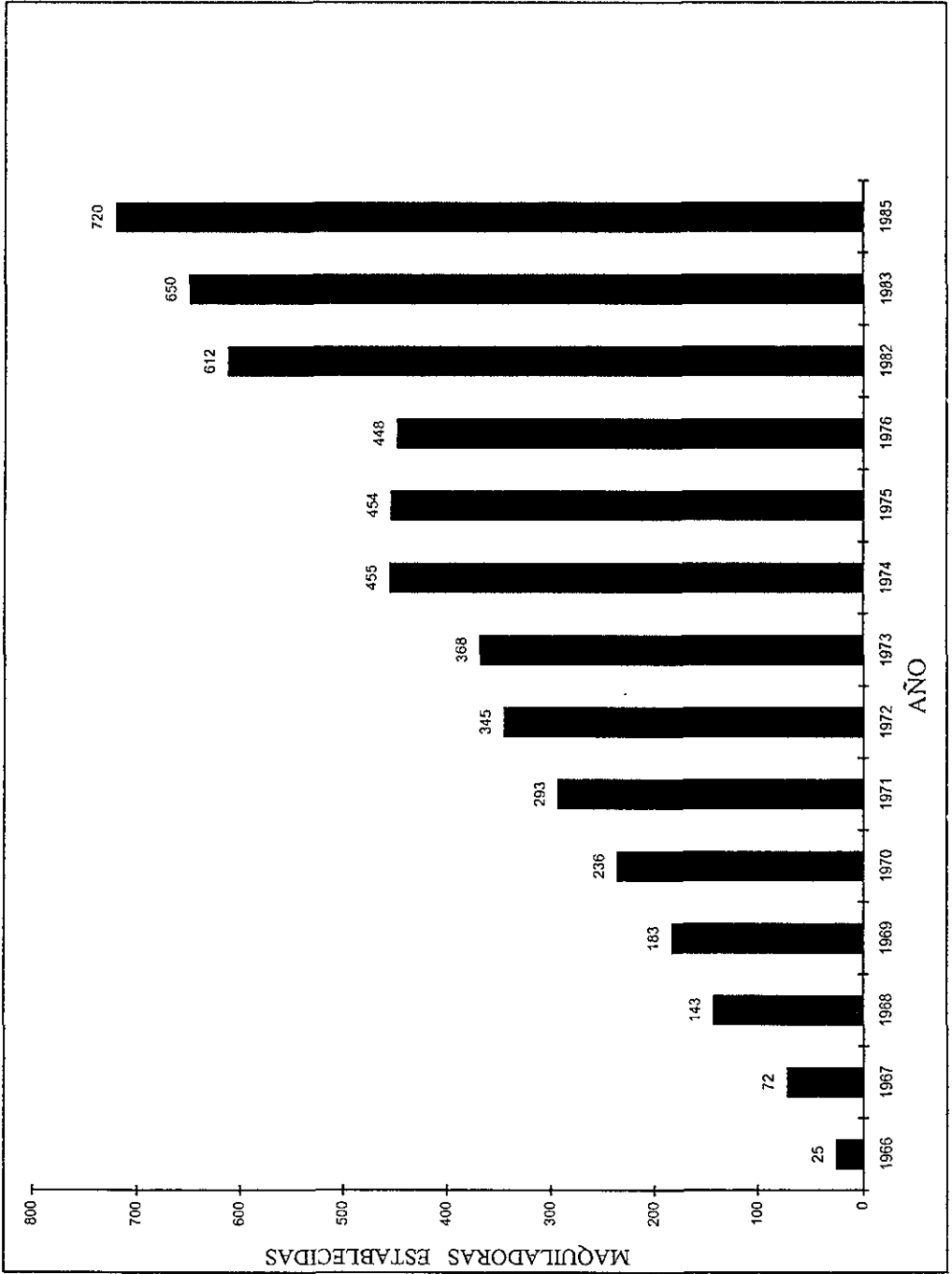
La gráfica 1.1 presenta la relación del número de maquiladoras establecidas en México en años atrás y en la tabla 1.1 se muestra la localización de las empresas maquiladoras en 1976.

Las industrias maquiladoras más importantes de México, desde el punto de vista del número de establecimientos y el personal que ocupan, forman parte de las ramas eléctrica, electrónica y del vestido. Estas tres ramas, en 1978 agruparon aproximadamente el 60 por ciento del total de establecimientos.

Con el tiempo fue necesario buscar nuevos lugares para localizar las maquiladoras, logrando extenderse no sólo en la frontera norte de México, sino en estados como: Michoacán, Jalisco, Querétaro y Puebla.

LOCALIZACIÓN	CUATRIMESTRE		
	1	2	3
B.C.N.	186	188	175
SONORA	59	57	55
CHIHUAHUA	86	86	81
COAHUILA	17	17	17
TAMAULIPAS	64	62	64
OTROS	44	45	45
TOTAL NACIONAL	456	455	437

TABLA 1.1



GRAFICA I.I

## 1.1.2 CLASIFICACION DE LAS MAQUILADORAS

Para tener un panorama más completo sobre el desarrollo de las maquiladoras conviene ahora mostrar la clasificación de éstas por su rama de actividad, por ello se utilizará la clasificación proporcionada por el Sistema de Cuentas Nacionales del INEGI, donde se le asigna a cada rama de actividad una clave para su distinción; esta clasificación se puede observar en la tabla 1.2

Los rasgos característicos de cada rama son:

Productos alimenticios	Esta rama de actividad esta constituida por <b>empresas</b> que <b>seleccionan, preparan</b> y empaquetan productos alimenticios.
Productos textiles	Comprende los establecimientos que ensamblan o terminan ropa para hombres, mujeres y niños, las maquiladoras de esta rama subcontratan artículos para industrias que proveen el mercado de la ropa en línea, por tal motivo no requieren mano de obra especializada como sería el caso si se atendiera el mercado de la <u>alta costura</u> .
Calzado y productos de cuero	Rama de actividad que fabrica o ensambla productos de cuero y piel, tales como cinturones, carteras, zapatos, etc.
Muebles de madera y metal	Esta rama comprende los establecimientos dedicados al acabado y ensamblado de todo tipo de muebles o componentes de metal o madera
Productos químicos	Rama de actividad que comprende la elaboración de ciertos productos químicos tales como fragancias, cremas, etc.

Equipo de transporte Comprende a los establecimientos que reparan y ensamblan equipo de transporte y sus accesorios que van desde piezas para automóviles hasta placas de metal

Ensamble de maquinaria y equipo eléctrico Se ensambla maquinaria y equipo eléctrico como radios, computadoras, televisores, bombas, etc.

Materiales y accesorios eléctricos y electrónicos Comprende la elaboración y terminación de conductores, circuitos, componentes, capacitores, etc

Juguetes y artículos deportivos Comprende la elaboración, ensamble o terminado de productos tales como: pelotas, carritos de juguete, balones, etc.

Otras industrias manufactureras Esta rama comprende un número reducido de establecimientos por tipo de actividad, tales como ensamblado de plumas

Servicios Comprende a establecimientos que prestan servicios a las empresas estadounidenses entre otras, generalmente localizada en las fronteras de México

Las empresas de las ramas eléctrica, electrónica y del vestido son las que predominan en la República Mexicana.

Cabe resaltar que la rama del vestido es conocida como maquiladora del vestido o como confeccionadora (esta última connotación le da un mayor prestigio y realce a nivel industrial).

CLAVE	RAMA DE ACTIVIDAD
1	Productos Alimenticios
2	Poductos Textiles
3	Calzado y Productos de Cuero
4	Muebles de Madera y Metal
5	Productos Químicos
6	Equipo de Transporte
7	Ensamble de Maquinaria y Equipo Eléctrico
8	Materiales y Accesorios Eléctricos y Electrónicos
9	Juguetes y Artículos Deportivos
10	Otras Industrias Manufactureras
11	Servicios

TABLA 1.2



### 1.1.3 ESTADO ACTUAL DE LAS MAQUILADORAS

Las empresas maquiladoras de exportación constituyen el eje de mayor dinamismo industrial en el país, su rápido crecimiento a lo largo de la década pasada y lo que va de ésta, las ha colocado en el lugar estratégico dentro del comercio exterior, el empleo<sup>1</sup> y la inversión en México.

La industria maquiladora está creciendo cada vez más, ya no funcionan tan sólo como ensambladoras de productos intermedios, sino que ahora se busca el ensamble total, es decir que al final del proceso se obtenga el producto terminado y con esto se pueda comercializar y usar en muy poco tiempo, además los insumos siguen siendo en su mayoría importados.

A partir de 1994 empieza a cobrar mas fuerza las maquiladoras en México, esto se explica por la entrada en vigor del TLC (Tratado de Libre Comercio) el cual ha impulsado y reforzado la importancia de la maquila. Al inicio del TLC en el área de maquila sólo se permitía la importación libre de impuestos de las materias primas e insumos para su transformación y posteriormente se hizo para la exportación del producto terminado.

Con el TLC, las exportaciones mexicanas de ropa interior de algodón a Estados Unidos crecieron 291%; las de vestidos de algodón 901%; faldas de algodón 780%.

En 1996 las maquiladoras representaron para México un 39% y un 24 % de las exportaciones e importaciones totales mientras que para USA representan 2.5% y 9.3% de sus exportaciones e importaciones, lo cual convierte a México en el tercer socio comercial con USA después de CANADA Y JAPON.

Para 1997 las maquiladoras representaron un 40.89 % del 100 % de exportaciones realizadas por México, en 1998 el porcentaje se incremento a 44.98%.

Cabe señalar que de 1988 a 1996 se tuvo un aumento de 38.8% a 56.1% de producción en el área textil, constituyéndose desde entonces y hasta la fecha como la rama líder de las maquiladoras, colocando de esta forma a la rama eléctrica electrónica en segunda posición.

De las 4518 plantas maquiladoras de la industria textil y de confección instaladas en el país (hasta febrero del 2000), casi dos terceras partes son de capital mexicano (67.4%), 21.8% estadounidenses, 8% de capital mixto México-Estados Unidos, 0.8% son chinas y el resto de otras naciones.

Las siguientes tablas muestran una serie de indicadores de los logros tanto de la rama textil como de las maquiladoras en general.

---

<sup>1</sup> De cada 10 trabajadores del país, uno lo hace en la industria maquiladora: SECOFI

## INDUSTRIA MAQUILADORA DE EXPORTACIÓN

Horas-obrero Trabajadas  
(Miles de Horas/hombre)

PERIODO	Total Nacional
1999/01	151,181
1999/02	153,827
1999/03	169,141
1999/04	167,361
1999/05	165,607
1999/06	177,866
1999/07	174,791
1999/08	174,835
1999/09	188,668
1999/10	184,174
1999/11	182,612
1999/12	173,758
2000/01	175,355

Cifras preliminares a partir de 1998/01

FUENTE: INEGI. Estadística de la Industria Maquiladora de Exportación.

## INDUSTRIA MAQUILADORA DE EXPORTACIÓN

Horas-obrero Trabajadas  
(Miles de Horas/mujer)

PERIODO	Total Nacional
1999/01	481,234
1999/02	482,587
1999/03	491,087
1999/04	499,342
1999/05	507,639
1999/06	514,874
1999/07	523,112
1999/08	527,812
1999/09	537,539
1999/10	541,023
1999/11	545,267
1999/12	536,947
2000/01	543,863

Cifras preliminares a partir de 1998/01

FUENTE: INEGI. Estadística de la Industria Maquiladora de Exportación.

## INDICADORES DE COMPETITIVIDAD

Salarios en la Industria Manufacturera en Varios Países  
Anual (Dolares por Hora-hombre)

PERIODO	México	Estados Unidos	Chile
1993	2.1	11.7	1.4
1994	2.1	12.0	1.6
1995	1.3	12.3	1.9
1996	1.3	12.7	2.1
1997	1.6	13.1	2.3
1998	1.6	13.4	2.2
1999	1.9	13.8	2.1

FUENTE: INEGI. Encuesta Industrial Mensual.

## INDICADORES DE COMPETITIVIDAD

Productividad de la Mano de Obra en la Industria Manufacturera  
Anual (Base 1993 = 100)

PERIODO	México	Estados Unidos	Canadá	Japón
1993	100.0	100.0	100.0	100.0
1994	109.9	103.2	104.5	103.3
1995	115.3	108.5	107.9	108.0
1996	125.7	114.0	107.6	112.2
1997	130.9	120.3	108.3	117.5
1998	136.4	125.4	110.0	112.6
1999	138.9	133.2	114.0	116.2

Índice por horas hombre trabajadas.

FUENTE: INEGI. Encuesta Industrial Mensual.

## INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA

Por Sector Económico  
Cifras Anuales  
(Millones De Dolares)

PERIODO	Total	Industria Manufacturera
1994	10,493.1	6,063.7
1995	8,077.1	4,672.4
1996	7,396.4	4,508.8
1997	10,795.6	6,695.5
1998	4,470.6	3,530.0
1999	5,830.7	4,356.9

FUENTE: SECOFI, Dirección General de Inversión Extranjera.

## INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA

Por País De Origen  
Cifras Anuales  
(Millones De Dolares)

PERIODO	Total	Estados Unidos	Alemania	Japón	Francia	España	Canadá
1994	10,493.1	4,825.1	305.0	630.9	90.5	145.1	740.4
1995	8,077.1	5,265.4	548.5	155.7	119.5	41.6	168.7
1996	7,396.4	4,966.5	193.9	139.3	118.9	59.8	482.0
1997	10,795.6	6,460.6	467.6	342.3	59.0	263.5	202.5
1998	4,470.6	3,153.4	130.2	84.6	47.6	113.5	123.2
1998	5,830.7	4,125.7	118.6	98.7	46.2	117.9	158.6

FUENTE: SECOFI, Dirección General de Inversión Extranjera.

Capitulo II  
EL PRODUCTO Y SU  
DEMANDA

## 2.1 INTRODUCCION

La empresa "Confecciones Gucec" objeto de este estudio, es una maquiladora del ramo textil; surge en 1996 y tiene su antecedente en el taller familiar "PEREZ GARFIAS" ubicado en el municipio de ECATEPEC, ESTADO DE MEXICO, donde se fabricaban pants y uniformes. La fabricación de estos artículos únicamente por temporadas generaba un desequilibrio económico en dicha familia. Buscando una mejor opción se trasladaron al municipio de POLOTITLAN, en el mismo estado de donde es originaria la madre de la familia.

La actividad económica del municipio de POLOTITLAN antes de la década de los 80 se basaba en la agricultura y la ganadería, pero a partir de 1980 se empezaron a asentar maquiladoras del ramo textil, donde hasta marzo de 1998 se encontraron establecidas 10 maquiladoras, siendo una de ellas "Guccc" palabra originada por la primer sigla del nombre de los integrantes de la familia (G por GISSEL PEREZ GARFIAS, "u" por ULISES PEREZ GARFIAS, "c" por CARLOS PEREZ GARFIAS, "e" por EVA GARFIAS, "c" por CARLOS PEREZ).

En su inicio la maquiladora Gucec contaba con 13 máquinas de coser, y recibía el trabajo de "Confecciones Celayita", la cual a su vez recibía el trabajo de "Creaciones Arell's", que tenía la concesión de la empresa estadounidense "Chorus Line", para la maquila de los vestidos.

Actualmente la empresa cuenta con 30 máquinas y 40 trabajadores logrando una producción para exportación en un rango que va de 900 a 1100 vestidos por semana, además ahora depende de "Creaciones Arell's" eliminándose de esta forma un intermediario ("Confecciones Celayita").

## 2.2 GENERALIDADES DEL PRODUCTO

Con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte se crearon categorías comparables del mismo nivel, dando origen al NAICS (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte).

Basados en esta clasificación, el producto elaborado por "Confeciones Gucec" se encuentra bajo la serie 315224, la cual indica confección de ropa especial (como se observa en la tabla 2.1).

De acuerdo con la Clasificación Internacional Uniforme el producto maquilado se encuentra en la división de bienes de consumo no duradero (el tiempo de vida del producto es de 6 a 8 meses) y en el ámbito no perecedero (no caduca).

### SISTEMAS PRODUCTIVOS

"Confeciones Gucec" en forma general cuenta con dos sistemas productivos:

1. Sistema productivo intermitente cerrado
2. Sistema productivo no inventariable

A continuación se da una justificación del porqué de la elección.

1. Es un sistema productivo intermitente, pues aunque fabrica productos estandarizados a gran escala está desglosado en estaciones de trabajo, de tal manera que en cada una de ellas se procesan lotes completos, es decir, no se pasa un lote a la siguiente estación en tanto no quede terminado en la estación anterior.

Por ejemplo, después de eliminar excedentes las prendas se deben planchar; si se cortan excedentes a un lote de 50 prendas no pasarán a planchado, en tanto no se eliminen los excedentes de todo el lote.

Es cerrado, porque además de las características mencionadas con anterioridad es cautivo de un sólo cliente que satura su capacidad instalada

2. Es un sistema productivo no inventariable, ya que los productos terminados no se mantienen en un inventario, sino que de las líneas de producción se envía directamente al cliente.

<i>SISTEMA DE CLASIFICACION DE AMERICA DEL NORTE</i>
Sector: Industrias manufacturera
Subsector: Fabricación de prendas de vestir
Subrama y Clase
31521 Confección de ropa de cuero y piel
31522 Confección de ropa de materiales textiles
315221 Confección en serie de ropa interior y de dormir
315222 Confección en serie de camisas
315223 Confección en serie de uniformes
315224 Confección en serie de ropa especial
315225 Confección en serie de otra ropa exterior
315226 Confección de ropa sobre medida
<i>Categorías comparables con las categorías del mismo nivel del NAICS Canadá y NAICS U.S.A.</i>

TABLA 2.1



## 2.2.1 MODELO DEL PRODUCTO

La empresa estadounidense Chorus Line (empresa matriz) surte las materias primas y los modelos que se deberán elaborar.

Chorus line maneja 3 marcas:

- More Jazz
- Molly Malloy
- Jazz II

En la tabla 2.2 se muestra el diseño de las tres marcas, cada una de ellas puede contar con sus propios modelos o a veces el mismo modelo se usa para las diferentes marcas.

Cabe señalar que no existe un cambio radical entre modelo y modelo, debido a que éstos en muchas ocasiones sólo varían en el tipo de tela, tamaño de manga, entre otros detalles; las diferencias - apreciables en el código del estilo - se observan en la tabla 2.3.

En cada pedido que llega se anexa la hoja de especificaciones y para identificar el modelo se usan tres clasificaciones:

- **Estilo:** es una clasificación alfanumérica que identifica el plano del diseño del producto a elaborar
- **Corte:** es la clasificación que se le otorga a la tela
- **División:** es la marca que llevará el modelo

Los modelos 1,2 y 3 presentados a continuación son una muestra de los más comunes.

**JAZZ II**

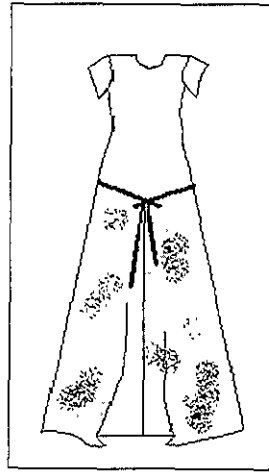
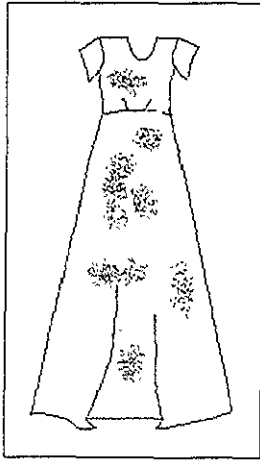
**m**  
ROGER MALLOY

**MORE** *gass*  
A CHORUS LINE COMPANY

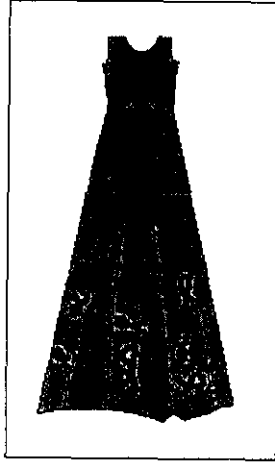
TABLA 2.2

CORTE	ESTILO	VESTIDOS
65362	J880-309	1,176
65121	J726-767	972
65057	J784-975	1,200
65058	J784-975	1,200
65060	J784-975	540
65476	J784-975	384
37992	J360-612	1,800
37993	P673171M	600
38018	P673171P	1,128
38019	P129582M	1,164
38020	P129582M	1,248
65740	J755241	1,800
65741	J755241	970

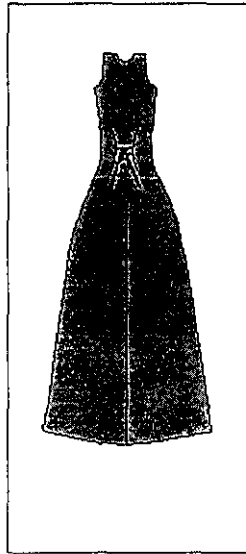
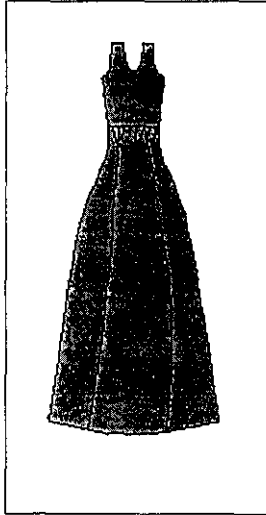
TABLA 2.3



*MODELO 1*



*MODELO 2*



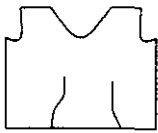
*MODELO 3*

## 2.2.2 PARTES DEL PRODUCTO

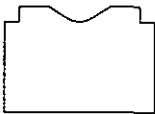
Independientemente del modelo las partes del vestido son clasificadas en forma general en dos grupos, siendo el primero la blusa y el segundo la falda, a su vez estos se dividen en trasero o delantero y de ser necesario en parte izquierda o derecha.

A continuación se describe las partes que integran un vestido, como podrá observarse sólo se incluye en las descripción aquellas partes fabricadas con tela, es decir, se excluyen botones, cierres y otros componentes.

### PARTES DE LA BLUSA



Delantero blusa



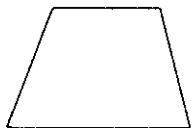
Trasero blusa

Manga izquierda



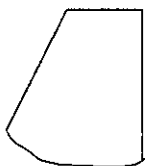
Manga derecha

## PARTES DE LA FALDA



Delantero falda

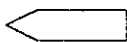
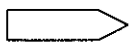
Trasero izquierdo



Trasero derecho

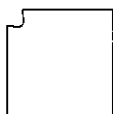
En caso de que el modelo lleve tirantes o chalecos las partes complementarias serían:

Tirante izquierdo



Tirante derecho

Chaleco delantero  
Izquierdo



Chaleco delantero  
derecho



Chaleco trasero



Manga izquierda  
y derecha



### 2.2.3 DIMENSIONES DEL PRODUCTO

Una vez clasificado el pedido por su modelo se agrupa de acuerdo a la talla, misma que varía según las especificaciones del cliente y tiene un rango que va de la talla 3 a la 14.

La empresa matriz envía las medidas de cada parte de la prenda en pulgadas. Dichas partes son:

- Busto
- Ruedo
- Ancho de hombro
- sisa
- Ancho de manga
- Largo de manga
- Cuello
- Cintura

Para las medidas se otorga un rango de  $\frac{1}{2}$  pulgada arriba o abajo, tomando como base el estándar proporcionado, esto en el mejor de los casos, ya que hay partes en las que sólo se permite una tolerancia de más-menos  $\frac{1}{4}$  de pulgada.

Las tablas 2.4, 2.5 y 2.6 muestran las dimensiones de los modelos 1,2 y 3 ilustrados en la sección del modelo del producto.

COMPANIA:CHORUS LINE DIVISION:ALL THAT JAZZ		PRODUCTO:VESTIDO TALLAS: 3-13		ESTILO:J880 309 CORTE:65362			
DESCRIPCION	RANGO	TALLAS					
		3	5	7	9	11	13
Busto	MIN	36 3/4	37 3/4	38 3/4	39 3/4	41	42 1/2
	TARGET	37 1/4	38 1/4	39 3/4	40 1/4	41 3/4	43 1/4
	MAX	37 3/4	38 3/4	39 3/4	41	42 1/2	44
Cintura en costura	MIN	32	33	34	35	36 1/4	37 3/4
	TARGET	32 1/2	33 1/2	34 1/2	35 1/2	37	38 1/2
	MAX	33	34	35	36 1/4	37 3/4	39 1/4
Cadera	MIN	36 1/4	37 1/4	38 1/4	39 1/4	40 1/2	42
	TARGET	36 3/4	37 3/4	38 3/4	39 3/4	41 1/4	42 3/4
	MAX	37 1/4	38 1/4	39 1/4	40 1/2	42	43 1/2
Ruedo	MIN	62	63	64	65	66 1/4	67 3/4
	TARGET	62 1/2	63 1/2	64 1/2	65 1/2	67	68 1/2
	MAX	63	64	65	66 1/4	67 3/4	69 1/4
Ancho de hombros	MIN	14 7/8	15 1/8	15 3/4	15 5/8	15 15/16	16 5/16
	TARGET	15	15 1/4	15 1/2	15 3/4	16 1/8	16 1/2
	MAX	15 1/8	15 3/8	15 5/8	15 15/16	16 5/16	16 11/16
Siza	MIN	15 3/4	16 1/4	16 3/4	17 1/4	17 13/16	18 7/16
	TARGET	16	16 1/2	17	17 1/2	18 1/8	18 3/4
	MAX	16 1/4	16 3/4	17 1/4	17 4/5	18 7/16	19 1/16
Largo de manga	MIN	5 1/16	5 3/16	5 5/16	5 7/16	5 9/16	5 11/16
	TARGET	5 1/8	5 1/4	5 3/8	5 1/2	5 5/8	5 3/4
	MAX	5 3/16	5 5/16	5 7/16	5 9/16	5 11/16	5 13/16
Ruedo de manga	MIN	12 3/16	12 9/16	12 15/16	13 5/16	13 3/4	14 1/4
	TARGET	12 3/8	12 3/4	13 1/8	13 1/2	14	14 1/2
	MAX	12 9/16	12 15/16	13 5/16	13 3/4	14 1/4	14 3/4
Largo total	MIN	48 1/2	49	49 1/2	50	50 1/2	51
	TARGET	48 3/4	49 1/4	49 3/4	50 1/4	50 3/4	51 1/4
	MAX	49	49 1/2	50	50 1/2	51	51 1/2
Cuello	MIN	27	27 1/2	28	28 1/2	29	29 1/2
	TARGET	27 1/4	27 3/4	28 1/4	28 3/4	29 1/4	29 3/4
	MAX	27 1/2	30	30	30	30	30

TABLA 2.4

COMPANÍA: CHORUS LINE DIVISION: ALL THAT JAZZ		PRODUCTO: JACKET TOP TALLAS: 3-13			ESTILO: P673 171P CORTE: 37993		
DESCRIPCION	RANGO	TALLAS					
		3	5	7	9	11	13
Busto	MIN	35 1/2	36 1/2	37 1/2	38 1/2	39 3/4	41 1/4
	TARGET	36	37	38	39	40 1/2	42
	MAX	36 1/2	37 1/2	38 1/2	39 3/4	41 1/4	42 3/4
Ruedo	MIN	33 1/2	34 1/2	35 1/2	36 1/2	37 3/4	39 1/4
	TARGET	34	35	36	37	38 1/2	40
	MAX	34 1/2	35 1/2	36 1/2	37 1/2	39 1/4	40 3/4
Ancho de hombros	MIN	15 1/2	15 5/8	15 7/8	16 1/8	16 4/9	16 13/16
	TARGET	15 1/2	15 3/4	16	16 1/4	16 5/8	17
	MAX	15 5/8	15 7/8	16 1/8	16 4/9	16 13/16	17 1/5
Hombro	MIN	4 9/16	4 11/16	4 3/4	4 3/4	4 7/8	5
	TARGET	4 5/8	4 2/3	4 3/4	4 4/5	4 15/16	5
	MAX	4 11/16	4 3/4	4 3/4	4 7/8	5	5 1/8
Ancho de espalda	MIN	14 3/8	14 5/8	14 7/8	15 1/8	15 7/16	15 13/16
	TARGET	14 1/2	14 3/4	15	15 1/4	15 5/8	16
	MAX	14 5/8	14 7/8	15 1/8	15 7/16	15 13/16	16 3/16
Siza	MIN	16 1/4	16 3/4	17 1/4	17 3/4	18 5/16	18 15/16
	TARGET	16 1/2	17	17 1/2	18	18 5/6	19 1/4
	MAX	16 3/4	17 1/4	17 3/4	18 1/3	18 15/16	19 9/16
Ancho de manga	MIN	12 9/16	12 15/16	13 5/16	13 11/16	14 1/8	14 5/8
	TARGET	12 3/4	13 1/8	13 1/2	13 7/8	14 3/8	14 7/8
	MAX	12 15/16	13 5/16	13 11/12	14 1/8	14 5/8	15 1/8
Largo de manga	MIN	8 3/16	8 5/16	8 7/16	8 9/16	8 2/3	8 4/5
	TARGET	8 1/4	8 3/8	8 1/2	8 5/8	8 3/4	8 7/8
	MAX	8 5/16	8 7/16	8 9/16	8 2/3	8 4/5	9
Ruedo de manga	MIN	12	12 7/16	12 4/5	13 3/16	13 5/8	14 1/8
	TARGET	12 1/4	12 3/4	13	13 7/8	13 7/8	14 3/8
	MAX	12 7/16	12 4/5	13 3/16	14 1/8	14 1/4	14 5/8
Largo total	MIN	16 7/8	17 1/8	17 3/4	17 7/8	17 7/8	18 1/8
	TARGET	17	17 1/4	17 1/2	18	18	18 1/4
	MAX	17 1/8	17 3/8	17 5/8	18 1/8	18 1/8	18 3/4
Largo total	MIN	18 1/4	18 3/4	19 1/4	19 1/2	20 1/4	20 3/4
	TARGET	18 1/2	19	19 1/2	20	20 1/2	21
	MAX	18 3/4	19 1/4	19 3/4	20 1/4	20 3/4	21 1/4

TABLA 2.5 (a)

COMPANÍA: CHORUS LINE DIVISION: ALL THAT JAZZ		PRODUCTO: VESTIDO TALLAS: 3-13			ESTILO: P673 171P CORTE: 37993		
DESCRIPCION	RANGO	TALLAS					
		3	5	7	9	11	13
Busto	MIN	35 1/2	36 1/2	37 1/2	38 1/2	39 3/4	41 1/4
	TARGET	36	37	38	39	40 1/2	42
	MAX	36 1/2	37 1/2	38 1/2	39 3/4	41 1/4	42 3/4
Cintura	MIN	31 1/2	32 1/2	33 1/2	34 1/2	35 3/4	37 1/4
	TARGET	32	33	34	35	36 1/2	38
	MAX	32 1/2	33 1/2	34 1/2	35 3/4	37 1/4	38 3/4
Ancho de hombros	MIN	13 5/8	13 7/8	14 1/6	14 3/8	14 11/16	15 1/16
	TARGET	13 3/4	14	14 1/4	14 1/2	14 7/8	15 1/4
	MAX	13 7/8	14 1/8	14 3/8	14 11/16	15 1/16	15 7/16
Hombros	MIN	2 4/7	2 2/3	2 3/4	2 3/4	2 7/8	3
	TARGET	2 5/8	2 2/3	2 3/4	2 4/5	3	3
	MAX	3	2 3/4	2 3/4	2 7/8	3	3 1/8
Ancho de espalda	MIN	13 1/8	13 3/8	13 5/8	13 7/8	14 3/16	14 9/16
	TARGET	13 1/4	13 1/2	13 3/4	14	14 3/8	14 3/4
	MAX	13 3/8	13 5/8	13 7/8	14 3/16	14 9/16	14 15/16
Siza	MIN	16 1/4	16 3/4	17 1/8	17 3/4	18 1/3	19
	TARGET	16 1/2	17	17 1/2	18	18 5/8	19 1/4
	MAX	16 3/4	17 1/4	17 3/4	18 1/3	19	19 4/7
Largo total	MIN	43 1/4	43 3/4	44 1/4	44 3/4	45 1/4	45 3/4
	TARGET	43 1/2	44	44 1/2	45	45 1/2	46
	MAX	43 3/4	44 1/2	44 3/4	45 1/4	45 3/4	46 1/4
Largo de talle	MIN	12 1/8	12 1/2	12 4/5	13 1/5	13 1/2	13 7/8
	TARGET	12 1/3	12 2/3	13	13 1/3	13 2/3	14
	MAX	12 1/2	12 4/5	13 1/5	13 1/2	13 7/8	14 1/5
Largo falda	MIN	33 1/2	33 5/8	33 7/8	34 1/8	34 3/8	34 5/8
	TARGET	33 5/8	33 3/4	34	34 1/4	34 1/2	34 3/4
	MAX	33 5/8	33 7/8	34 1/8	34 3/8	34 5/8	34 7/8
Cuello	MIN	23 1/4	23 3/4	24 1/4	24 3/8	25 1/4	25 3/4
	TARGET	23 1/2	24	24 1/2	25	25 1/2	26
	MAX	23 3/4	24 1/4	24 3/4	25 1/4	25 3/4	26 1/4

TABLA 2.5 (b)

COMPANIA:CHORUS LINE DIVISION:ALL THAT JAZZ		PRODUCTO:VESTIDO TALLAS: 3-13		ESTILO:J726 767 CORTE.65120 , 65121			
DESCRIPCION	RANGO	TALLAS					
		3	5	7	9	11	13
Busto	MIN	34	35	36	37	38 1/4	39 3/4
	TARGET	34 1/2	35 1/2	36 1/2	37 1/2	39	40 1/2
	MAX	35	36	37	38 1/4	39 3/4	41 1/4
Cintura en costura	MIN	29	30	31	32	33 1/4	34 3/4
	TARGET	29 1/2	30 1/2	31 1/2	32 1/2	34	35 1/2
	MAX	30	31	32	33 1/4	34 3/4	36 1/4
Cadera	MIN	36 1/2	37 1/2	38 1/2	39 1/2	40 3/4	42 1/4
	TARGET	37	38	39	40	41 1/2	43
	MAX	37 1/2	38 1/2	39 1/2	40 3/4	42 1/4	43 3/4
Ruedo	MIN	32 1/4	33 1/4	34 1/4	35 1/4	36 1/2	38
	TARGET	32 3/4	33 3/4	34 3/4	35 3/4	37 1/4	38 3/4
	MAX	33 1/4	34 1/4	35 1/4	36 1/2	38	39 1/2
Ancho de hombros	MIN	13 1/8	13 3/8	13 5/8	13 7/8	14 3/16	14 9/16
	TARGET	13 1/4	13 1/2	13 3/4	14	14 3/8	14 1/2
	MAX	13 3/8	13 5/8	13 7/8	14 3/16	14 9/16	14 15/16
Siza	MIN	16 1/4	16 3/4	17 1/4	17 3/4	18 5/16	18 15/16
	TARGET	16 1/2	17	17 1/2	18	18 5/8	19 1/4
	MAX	16 3/4	17 1/4	17 3/4	18 1/3	18 15/16	19 9/16
Largo de manga	MIN	40 1/4	40 3/4	41 1/4	41 3/4	42 1/4	42 3/4
	TARGET	40 1/2	41	41 1/2	42	42 1/2	43
	MAX	40 3/4	41 1/4	41 3/4	42 1/4	42 3/4	43 1/4
Ruedo de manga	MIN	37 1/4	37 3/4	38 1/4	38 3/4	39 1/4	39 3/4
	TARGET	37 1/2	38	38 1/2	39	39 1/2	40
	MAX	37 3/4	38 1/4	38 3/4	39 1/4	39 3/4	40 1/4

TABLA 2.6

Medida en pulgadas	Medida en centímetros	Medida en pulgadas	Medida en centímetros
1	2.54	50	127
2	5.08	51	129.54
3	7.62	61	154.94
4	10.16	62	157.48
5	12.7	63	160.02
12	30.48	64	162.56
13	33.02	65	165.1
14	35.56	66	167.64
15	38.1	67	170.18
16	40.64	68	172.72
17	43.18	69	175.26
18	45.72	70	177.8
19	48.26		
23	58.42		
24	60.96	1/16	0.1587
25	63.5	1/8	0.3175
26	66.04	1/6	0.4233
27	68.58	3/16	0.4762
28	71.12	1/5	0.508
29	73.66	1/4	0.635
30	76.2	5/16	0.7937
31	78.74	1/3	0.8466
32	81.28	3/8	0.9525
33	83.82	7/16	1.1112
34	86.36	4/9	1.1288
35	88.9	1/2	1.27
36	91.44	9/16	1.4287
37	93.98	4/7	1.4514
38	96.52	5/8	1.5875
39	99.06	2/3	1.6933
40	101.6	11/16	1.7462
41	104.14	3/4	1.905
42	106.68	4/5	2.032
43	109.22	13/16	2.0637
44	111.76	7/8	2.2225
45	114.3	11/12	2.3283
46	116.84	15/16	2.3812
47	119.38		
48	121.92		
49	124.46		

TABLA 2.7 DE EQUIVALENCIAS

## 2.3 EL PRONOSTICO Y SU PROCEDIMIENTO

Un pronóstico es la estimación a priori del comportamiento futuro de un evento, hecho, actividad, etc. Los pronósticos traen al presente una situación del futuro para planear, prever y tomar decisiones.

Los pronósticos son de gran importancia en la dirección de una empresa, ya que si se pudiera saber donde esta uno y hacia donde se dirige, se podría juzgar qué hacer y cómo hacerlo.

Aplicado a "Confecciones Gucec" se utilizará el pronóstico de ventas, que es una predicción a futuro de los montos de ventas que se piensan realizar.

Los pronósticos se analizan bajo dos enfoques, el primero es un enfoque cualitativo que como su nombre lo indica, denota cualidad no expresada numéricamente, es decir, se basa en encuestas a los consumidores, opiniones a los agentes de ventas, punto de vista de los ejecutivos, etc.

El segundo enfoque es el cuantitativo (expresado en forma numérica) basado en análisis y modelos matemáticos, logrando que el pronóstico alcance un buen nivel de confianza a diferencia del primero.

Es por esto - entre otras cosas - que se eligió el método cuantitativo para obtener el pronóstico de ventas de "Confecciones Gucec".

Para calcular el pronóstico que permita predecir el número de vestidos a vender desde octubre de 1999 hasta agosto del año 2000, se empleará un procedimiento integrado por los siguientes pasos:

1. Obtención de los datos de periodos pasados que sirvan de base para calcular el pronóstico.
2. Con los datos obtenidos hacer una serie de tiempos.
3. Formar pares coordinados con los datos de los periodos y las cantidades de vestidos vendidos (para generar las coordenadas  $x$ ,  $y$  respectivamente).
4. Localizar en un plano cartesiano los puntos formados por los pares coordinados descritos en el paso tres.
5. Unir los puntos localizados en el plano, para formar la gráfica cartesiana.
6. Determinar el tipo de distribución y comportamiento mostrado por los puntos, con el objetivo de definir cuando menos tres modelos geométricos (entre los que destacan



parabólicos, lineales, exponenciales, cíclicos, etc ) que se asemejen con la gráfica cartesiana del paso 5.

7. Escoger el método de cálculo del pronóstico (el método de las semimédias, el heurístico, el de mínimos cuadrados, etc.), de acuerdo al grado de exactitud que se desee obtener
8. Obtener el error de cada modelo geométrico escogido en el paso 6.
9. Comparar el error de cada método y seleccionar el error numéricamente menor.
10. Calcular la desviación estándar y la correlación del modelo seleccionado.
11. Obtener el intervalo de confianza para el coeficiente de relación del paso anterior.
12. Calcular el pronóstico de acuerdo al modelo seleccionado y a las ecuaciones obtenidas en el paso 11.

## 2.3.1 CASO PRACTICO

En esta etapa se calcularán los pronósticos de ventas (en forma mensual) de la empresa "Confecciones Guccc" de marzo de 1999 hasta enero del año 2000, tomando como antecedente las facturas de venta de la empresa de los últimos 10 meses (mayo/98 a febrero /99)

Aplicando los doce pasos del procedimiento para la obtención de pronósticos (descrito en el apartado 2.3) se tiene:

PASO 1 Los siguientes datos son base para la realización del pronostico de venta

FECHA	NUMERO DE PIEZAS VENDIDAS
4/05/98	200
19/05/98	700
25/05/98	313
11/06/98	500
18/06/98	600
25/06/98	700
8/07/98	250
21/07/98	900
28/07/98	756
12/08/98	912
19/08/98	900
26/08/98	1078
2/09/98	600
9/09/98	525
17/09/98	700
23/09/98	927
30/09/98	800
7/10/98	1176
14/10/98	510
15/10/98	1722
28/10/98	960
11/11/98	2500
25/11/98	2064
2/12/98	1944

9/12/98	1176
17/12/98	972
22/12/98	680
6/01/99	540
14/01/99	984
20/01/99	1800
27/01/99	1276
3/02/99	1164
10/02/99	1250
17/02/99	1600
24/02/99	1288

PASO 2 Agrupando los datos anteriores por periodos de mes y año se presenta la tabla 2.8

NO.DE PERIODO	PERIODO	NUMERO DE PIEZAS VENDIDAS
1	05/98	1213
2	06/98	1800
3	07/98	1906
4	08/98	2890
5	09/98	3552
6	10/98	4368
7	11/98	4564
8	12/98	4772
9	01/99	4600
10	02/99	5302

TABLA 2.8

PASO 3 Para formar los pares coordenados se utilizará el número de periodos como eje coordenado "x" y al número de piezas vendidas como el eje coordenado "y", tal y como se aprecia en la tabla 2.9.

NO DE PERIODO	NO DE PIEZAS VENDIDAS
X	Y
1	1213
2	1800
3	1906
4	2890
5	3552
6	4368
7	4564
8	4772
9	4600
10	5302

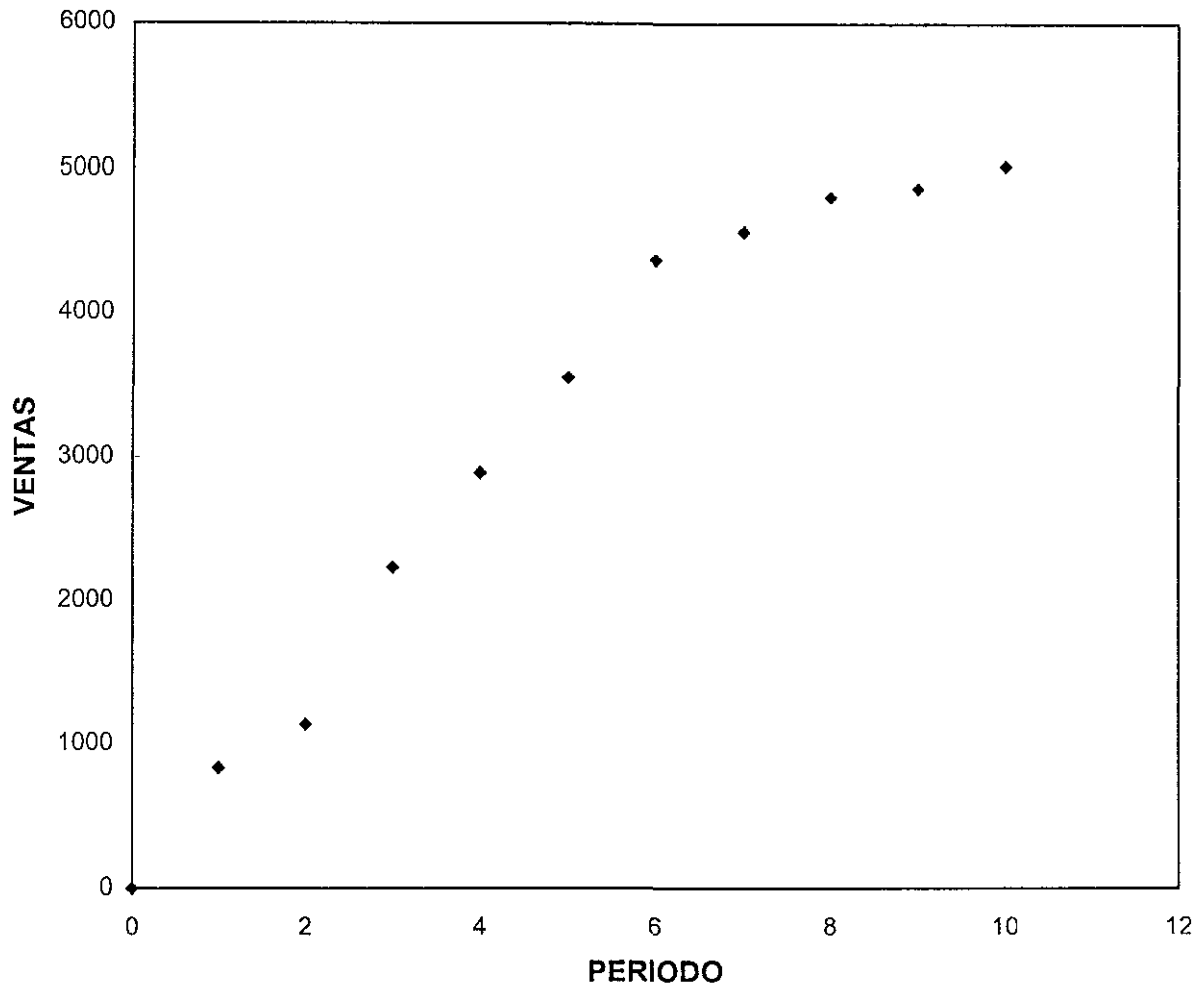
TABLA 2.9

PASO 4 El plano cartesiano 1 muestra la localización de los puntos coordenados.

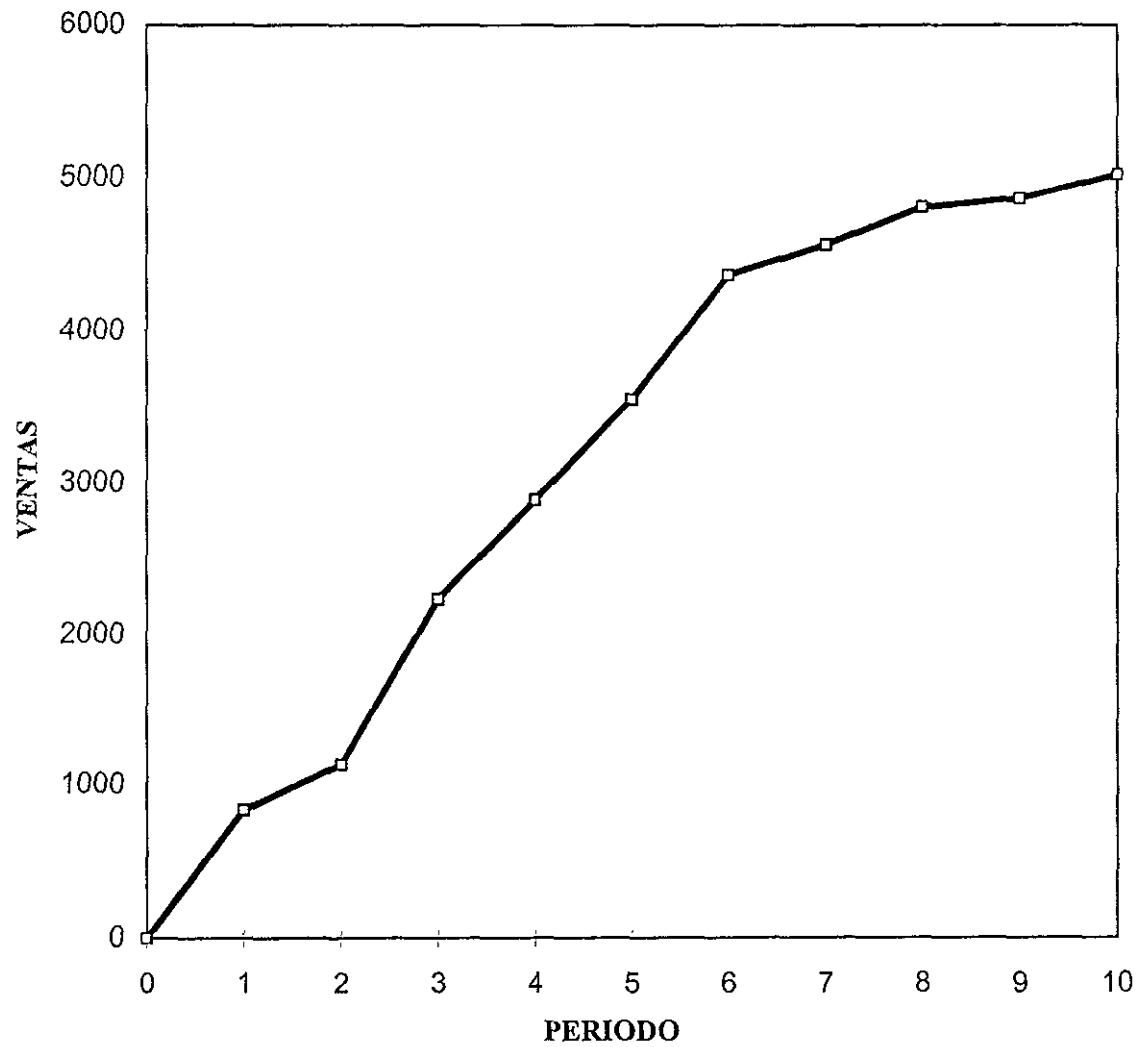
PASO 5 El plano cartesiano 2 muestra la gráfica originada por la unión de los puntos con una línea continua.

PASO 6 El plano cartesiano 2 muestra que el comportamiento de la demanda aparentemente es de forma exponencial y en cuanto su tendencia es de forma ascendente.

Cabe señalar que se utilizará un modelo exponencial (conocido como modelo no lineal reducible a forma lineal) un modelo lineal y un modelo parabólico con la finalidad de tener una mayor exactitud en los resultados.



PLANO CARTESIANO 1



PASO 7 El método de cálculo empleado para obtener el pronóstico será el de mínimos cuadrados, porque minimiza los posibles errores cuando una línea teórica  $Y_T$  pasa por los puntos medios de la distribución de los datos de un modelo, lo que provoca ocasionalmente los llamados errores, desviaciones o residuales -positivos o negativos- ya que no todos los puntos cartesianos caen sobre la línea original; con dicho método se minimizan tales errores elevándolos al cuadrado.

PASO 8 Como se mencionó en los párrafos anteriores se analizarán 3 modelos; en esta etapa se obtendrán el error de cada uno de ellos como se muestra a continuación.

### CALCULO DEL ERROR PARA UN MODELO EXPONENCIAL

La tabla 2.10 indica la transformación de las coordenadas (x, y) en coordenadas representativas (ln x, y)

NO. PERIODO	NO. PIEZAS VENDIDAS	NO. PERIODO	NO. DE PIEZAS VENDIDAS
x	Y	ln x	Y
1	1213	0	1213
2	1800	0.6931	1800
3	1906	1.0986	1906
4	2890	1.3862	2890
5	3552	1.6094	3552
6	4368	1.7917	4368
7	4564	1.9459	4564
8	4772	2.0794	4772
9	4600	2.1972	4600
10	5302	2.3025	5302

TABLA 2.10

La tabla 2.11 muestra los datos necesarios para calcular "a" y "b" (ordenada al origen y pendiente)

ln x	y	(ln x) <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	ln x(y)
0	1213	0	1471369	0
0.6931	1800	0.4803	3240000	1247.58
1.0986	1906	1.2069	3632836	2093.9316
1.3862	2890	1.9215	8352100	4006.118
1.6094	3552	2.5901	11235904	5394.7088
1.7917	4368	3.2101	19079424	7826.1456
1.9459	4564	3.7863	20830096	8881.0876
2.0794	4772	4.3239	22771984	9922.8968
2.1972	4600	4.8276	21160000	10107.12
2.3025	5302	5.3015	28111204	12207.855

TABLA 2.11

$$\Sigma \ln x = 15.104$$

$$\Sigma (\ln x(y)) = 61687.4434$$

$$\Sigma y = 347$$

$$(\Sigma \ln x)^2 = 228.1308$$

$$\Sigma (\ln x)^2 = 27.6484$$

$$n = 10$$

$$\Sigma y^2 = 139884917$$

Calculando "a" y "b" por determinantes se tiene:

$$\Delta = \begin{vmatrix} n & \Sigma \ln x \\ \Sigma \ln x & \Sigma (\ln x)^2 \end{vmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 10 & 15.104 \\ 15.104 & 27.6484 \end{vmatrix} = 48.3531$$



$$\text{Pero } a = \frac{P}{\Delta} \Rightarrow a = \frac{29524.7777}{48.3531} = 610.6077$$

$$P = \begin{vmatrix} \Sigma y & \Sigma \ln x \\ \Sigma (\ln x)(y) & \Sigma (\ln x)^2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 34767 & 15.04 \\ 61887.4434 & 27.6484 \end{vmatrix} = 29524.7777$$

$$T = \begin{vmatrix} n & \Sigma y \\ \Sigma \ln x & \Sigma (\ln x)(y) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 10 & 34767 \\ 15.104 & 61687.4434 \end{vmatrix} = 91751.666$$

$$\text{Pero } b = \frac{T}{\Delta} \Rightarrow b = \frac{91751.666}{48.3531} = 1897.5343$$

Sustituyendo los valores de "a" y de "b" en la ecuación general se tiene:

$$y = a + bx \quad \text{Ecuación general}$$

$$y' = a + b \ln x \quad \text{Ecuación específica}$$

$$y' = 610.6077 + 1897.5343(\ln x) \quad \text{Ecuación para pronosticar}$$

Obteniendo el error total del modelo exponencial:

y	y'	e =  y-y'
1213	610.6077	602.3923
1800	1925.7887	125.7887
1906	2695.2388	789.2388
2890	3240.9697	350.9697
3552	3664.4994	312.4994
4368	4010.4199	357.5801
4564	4303.0196	260.9804
4772	4556.3405	215.6595
4600	4779.87	179.87
5302	4979.6804	322.3195

$$\Sigma e = 3517.2984$$

TABLA 2.12

### CALCULO DEL ERROR PARA UN MODELO LINEAL

La tabla 2.13 muestra los datos necesarios para calcular "a" y "b"

x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	Xy
1	1213	1	1471369	1213
2	1800	4	3240000	3600
3	1906	9	3632836	5718
4	2890	16	8352100	11560
5	3552	25	11235904	16760
6	4368	36	19079424	26208
7	4564	49	20830096	31948
8	4772	64	22771984	38176
9	4600	81	21160000	41400
10	5302	100	28111204	53020

TABLA 2.13

$$\Sigma x = 55$$

$$\Sigma y = 34767$$

$$\Sigma (x)^2 = 385$$

$$\Sigma y^2 = 139884917$$

$$\Sigma (x \cdot y) = 229603$$

$$(\Sigma x)^2 = 3025$$

$$n = 10$$

Calculando "a" y "b" por determinantes se tiene:

$$\Delta = \begin{vmatrix} n & \Sigma x \\ \Sigma x & \Sigma x^2 \end{vmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 10 & 55 \\ 55 & 385 \end{vmatrix} = 825$$

$$P = \begin{vmatrix} \Sigma y & \Sigma x \\ \Sigma (x \cdot y) & \Sigma (x)^2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 34767 & 55 \\ 229603 & 385 \end{vmatrix} = 757230$$

$$\text{Pero } a = \frac{P}{\Delta} \quad a = \frac{757230}{825} = 917.733$$



y	y'	e =  y-y'
1213	1382.99	169.99
1800	1848.265	48.265
1906	2313.531	407.531
2890	2778.797	111.203
3552	3244.063	107.937
4368	3709.329	658.671
4564	4174.595	389.405
4772	4639.861	132.405
4600	5105.127	505.127
5302	5570.393	268.393

$\Sigma e = 2798.661$

TABLA 2.14

### CALCULO DEL ERROR PARA UN MODELO PARABOLICO

La tabla 2.15 muestra algunos datos necesarios para obtener "a", "b" y "c" --incógnitas necesarias para crear la ecuación para pronosticar -

x	2x	2x - r = X	y	Xy	X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup> y	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>
1	2	-9	1213	-10917	81	98253	-729	6561
2	4	-7	1800	-12600	49	88200	343	2401
3	6	-5	1906	-9530	25	47650	-125	625
4	8	-3	2890	-8670	9	26010	-27	81
5	10	-1	3552	-3552	1	3552	-1	1
6	12	1	4368	4368	1	4368	1	1
7	14	3	4564	13692	9	41076	27	81
8	16	5	4772	23860	25	119300	125	625
9	18	7	4600	32200	49	225400	343	2401
10	20	9	5302	47718	81	429462	729	6561

TABLA 2.15

$r =$  promedio de las  $x = 11$

$$n = 10$$

$$\Sigma x = 55$$

$$\Sigma 2x = 110$$

$$\Sigma X = 0$$

$$\Sigma y = 34767$$

$$\Sigma Xy = 76569$$

$$\Sigma X^2 = 330$$

$$\Sigma X^2y = 1083271$$

$$\Sigma X^3 = 0$$

$$\Sigma X^4 = 19338$$

Estableciendo el sistema de ecuaciones se tiene:

$$\Sigma y = na + \Sigma Xb + \Sigma X^2c$$

$$\Sigma Xy = \Sigma Xa + \Sigma X^2b + \Sigma X^3c$$

$$\Sigma X^2y = \Sigma X^2a + \Sigma X^3b + \Sigma X^4c$$

sustituyendo los valores:

$$10a + 0b + 330c = 34767 \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación (1)}$$

$$0a + 330b + 0c = 76569 \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación (2)}$$

$$330a + 0b + 19338c = 1083271 \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación (3)}$$

despejando "b" de la Ecuación (2)

$$b = 232.0272$$

despejando "a" de la Ecuación (1)

$$a = 3476.7 - 33c \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación (4)}$$

sustituyendo la Ecuación (4) en la Ecuación (3) y despejando "c" se tiene:

$$330(3476.7 - 33c) + 19338c = 1083271$$

$$8448c = 1083271 - 1147311$$

$$c = -7.5804$$

sustituyendo el valor de "c" en la Ecuación (4)

$$a = 3476.7 - 33(-7.5804)$$

$$a = 3726.8532$$

Sustituyendo el valor de "a", "b" y "c" en la ecuación general del modelo parabólico:

$$y = a + bx + cx^2$$

Ecuación general

$$y' = 3726.8532 + 232.0272 X - 7.5804 X^2 \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación para pronosticar}$$

Obteniendo el error total de modelo parabólico:

y	y'	e =  y-y'
1213	3951.3448	2738.3448
1800	4160.6756	2360.6756
1906	4354.8456	2448.8456
2890	4533.8548	1643.8548
3552	4697.7032	1145.7032
4368	4846.3908	478.3908
4564	4979.9176	415.9176
4772	5098.2836	326.2836
4600	5201.4888	601.4888
5302	5289.0852	12.9148

$$\Sigma e = 12172.4196$$

TABLA 2.16

PASO 9 La tabla 2.17 muestra la suma de los errores de cada modelo geométrico, en ella se puede observar que el modelo que tiene el error menor es el modelo lineal, por tal motivo se escogerá para obtener el pronóstico de ventas de "Confecciones Gucec" en los periodos ya definidos con anterioridad.



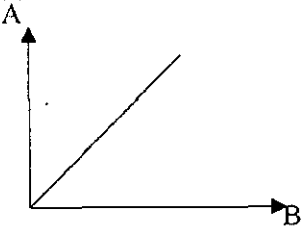
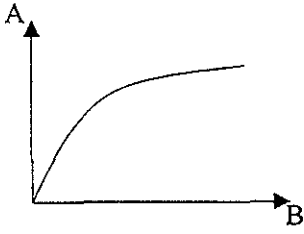

MODELO	ERROR TOTAL	REPRESENTACION GRAFICA
Lineal	2798.661	
Exponencial	3517.2984	
Parabólico	12172.4196	

TABLA 2.17

Nota: A= unidades vendidas, B= tiempo

PASO 10 Antes de calcular la correlación conviene aclarar ciertas cuestiones que serán tomadas como base:

La correlación es el grado de interconexión que existe entre variables, es decir, se refiere a la medida en que el valor de una variable "x" está asociado con el valor de una variable "y", para conocer la correlación se requiere sacar:

El coeficiente de correlación (r) fluctúa entre menos uno y más uno, de ahí que si  $r = 1$  se dice que hay una correlación perfecta, pero si por el contrario  $r = 0$  se dice que hay una correlación 0, es decir, no existe asociación entre las variables analizadas.

Es importante señalar que una correlación (+1) tiene el mismo tamaño que una de (-1) esto debido que el signo sólo indica el sentido de la relación mas no la magnitud.

Existen diferentes métodos para calcular "r" los cuales dependen, entre otras cosas, del diagrama de dispersión, es decir, si es lineal o curvo, además de considerar si las variables "x", "y" dependen del tiempo lo cual provocaría una relación espuria y se utilizaría en el método de correlación de series en el tiempo.

Tomando en cuenta que el modelo escogido es lineal, se usará el método producto-momento de PEARSON, para calcular el coeficiente de correlación; este puede ser calculado de dos formas, (sus formulas pueden ser apreciadas en la tabla 2.18).

FORMA A	FORMA B
$r = \frac{\sum XY}{\sqrt{(\sum X^2)(\sum Y^2)}}$	$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x S_y}}$
<p>Donde :</p> <p>X=x-(promedio de las x)</p> <p>Y=y-(promedio de las y)</p> <p>r=correlacion</p>	$S_x = \sqrt{\frac{1}{n^*} (\sum x^2 - \frac{1}{n} (\sum x)^2)}$ $S_y = \sqrt{\frac{1}{n^*} (\sum y^2 - \frac{1}{n} (\sum y)^2)}$ $S_{xy} = \frac{1}{n^*} (\sum xy - \frac{1}{n} (\sum x)(\sum y))$ <p>Donde:</p> <p>r = correlación</p> <p>S<sub>x</sub>= desviación estándar en x</p> <p>S<sub>y</sub>= desviación estándar en y</p> <p>S<sub>xy</sub>= covarianza</p> <p>n = numero de observaciones</p>
<p>Nota: n* =n si se usa toda la población (sin sesgo)</p> <p>n* =n-1 si se usa la muestra de una población (con sesgo)</p>	

TABLA 2.18

Para calcular el coeficiente de correlación se utilizará la forma "B" (sin sesgo), para lo cual se tomarán los datos de la tabla 2.13.

Haciendo los respectivos cálculos se tiene:

$$S_x = \frac{1}{10} (385 - \frac{1}{10} (3025)) = 2.8722$$

$$S_y = \frac{1}{10} (139884917 - \frac{1}{10} (1208744289)) = 1378.7852$$

$$S_{xy} = \frac{1}{10} (229603 - \frac{1}{10} (55)(34767)) = 3838.45$$

$$r = \frac{3838.45}{(2.8722)(1378.7852)} = 0.9692$$

El resultado obtenido de "r" implica una correlación de 96.92 %, generando de esta forma una correlación elevada, es decir, el cambio de una variable es en gran medida compensado por un cambio en la otra variable, de manera que dado el valor de una variable, el valor asociado de la otra puede ser estimado con una gran aproximación.

**PASO 11** El intervalo de confianza (el cual es un rango de amplitud) se propone para lograr una mayor certeza al pronosticar; mientras más certeza se busque el intervalo de confianza será más alto (acercándose éste hasta su punto máximo que es 100%). Para la obtención del intervalo de confianza se aplicaran los siguientes pasos:

- Escoger el nivel de confianza ( $\gamma$ )
- Determinar el valor de "q" con la siguiente fórmula:

$$q = (n-1) ( Sy^2 - b^2 Sx^2 )$$

- Obtener el valor de "c" de la tabla de valores de cuantiles de la distribución "T" de STUDENT (véase tabla A en el apéndice) para lo cual será necesario conocer el nivel de confianza y los grados de libertad, los cuales se calculan con la siguiente fórmula:

$$v = n - 2$$

- Calcular el valor de "K" con la siguiente fórmula:

$$K = c \sqrt{\frac{q}{(n-2)(n-1)Sx^2}}$$

- Calcular el intervalo de confianza tomando como base la siguiente inecuación:

$$b - K \leq b \leq b + K$$

donde b es la pendiente de la ecuación para pronosticar.

- Establecer las ecuaciones para pronosticar

A continuación se presenta los cálculos correspondientes para obtener los intervalos de confianza.

- Con la finalidad de obtener un grado de confianza bueno, se buscará que el intervalo sea amplio, para lo cual se utilizará un nivel de confianza ( $\gamma$ ) de 95% representándose  $\gamma = 0.95$
- De los datos obtenidos en el análisis de correlación y aplicando la fórmula para obtener "q" se tiene:

$$q = (10-1)(1901048.628 - 216472.4508)(8.2495) = 103732.305$$

- Utilizando la tabla A de valores de cuantiles de la distribución "T" de STUDENT (véase apéndice) se obtiene:

$$c = 1.860$$

nota: para entrar a la tabla se utilizó un nivel de confianza ( $\gamma$ ) de 0.95 y con 8 grados de libertad ( $v=10-2=8$ )

- Calculando “K” con los datos anteriores se tiene:

$$K=1.860 \frac{1037332.305}{8(9)(8.2495)} = 77.7305$$

- Tomando en cuenta que el modelo seleccionado fue el lineal, se tomará de éste el valor de “b” para calcular los intervalos, quedando de la siguiente forma:

$$b-K \leq b \leq b+K$$

$$465.266-77.7305 \leq b \leq 465.266+77.7305$$

$$387.5355 \leq b \leq 542.9965$$

Estableciendo las ecuaciones para pronosticar se tiene:

$y= 917.733+387.5355(x)$ ..... Ecuación de nivel mínimo para pronosticar

$y= 917.733+465.266(x)$ ..... Ecuación de nivel central para pronosticar

$y= 917.733+542.9965(x)$ ..... Ecuación de nivel máximo para pronosticar

PASO 12 La tabla 2.19 muestra en forma resumida los pronósticos de venta de la empresa "Confecciones Guccc" partiendo de marzo de 1999 hasta enero del 2000, considerando a su vez la ecuación central así como la de los intervalos de confianza.

Valor representativo para "x"	Periodo	Nivel mínimo (no. de unidades vendidas)	Nivel central (no. de unidades vendidas)	Nivel máximo (no. de unidades vendidas)
11	03/99	5180.6235	3035.659	6890.6945
12	04/99	5568.159	6500.925	7433.691
13	05/99	5955.6945	6966.191	7976.6875
14	06/99	6343.23	7431.457	8519.684
15	07/99	6730.7655	7896.723	9062.6805
16	08/99	7118.301	8361.989	9605.677
17	09/99	7505.8365	8827.255	10148.6735
18	10/99	7893.372	9292.521	10691.67
19	11/99	8280.9075	8280.9075	11234.6665
20	12/99	8668.443	10223.053	11777.663
21	01/00	9055.9785	10688.319	12320.6595

TABLA 2.19

De la tabla anterior se puede observar que la demanda será en forma ascendente, lo cual justifica las mejoras a realizarse en la planta.

Capitulo III  
REDISTRIBUCION DE  
PLANTA

### 3.1 DISTRIBUCION DE PLANTA (LAY-OUT)

En la actualidad la competencia entre las industrias ha generado que éstas analicen formas para reducir costos, entre ellos, la redistribución de planta.

*Disñar una distribución de planta (LAY-OUT) consiste en determinar la posición en cierto espacio de los diversos elementos que integran el proceso productivo, analizando su interacción (en casos múltiples).*

En la distribución de planta los flujos de materiales o de personas juegan un papel muy importante. Para que "Confecciones Gucec" genere mayores niveles de eficiencia, debe realizarse un proyecto de LAY-OUT, donde se analicen los factores que influyen directa e indirectamente en la línea de producción.

Dicho proyecto se basará en los flujos de materiales, sin pasar por alto la seguridad de trabajadores, maquinaria, materia prima, el nivel de aceptación del personal, entre otras cuestiones.

El proyecto a desarrollar será laborioso, pues no se cuenta con planos, registros u otros elementos que sirvan como antecedente, debido a que "Confecciones Gucec" nunca ha tenido el apoyo profesional y técnico para realizar un estudio de distribución de planta.

A continuación se describen los 3 tipos de distribución más utilizados en el ámbito industrial; posteriormente se seleccionará el que mejor se aplique al tipo de empresa y producto que son objeto de nuestro estudio, así como la técnica que se empleará en el desarrollo de la distribución.



### 3.1 1 ARREGLOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA

Los tipos de distribución son:

1. Distribución por posición fija del material: distribución en la que el material o el componente principal permanece fijo en un lugar; todas las herramientas, maquinaria, obreros y materiales son llevados hasta el punto fijo para elaborar el producto.
2. Distribución por proceso (función): todas las operaciones (procesos) afines se realizan en la misma zona. Las máquinas iguales y parecidas son agrupadas para la fabricación y ensamble del producto, es decir, los materiales que requieren del mismo proceso pasan por los mismos departamentos.
3. Distribución por producto (producción en línea o cadena): el producto estandarizado pasa por las diferentes áreas, distribuidas en forma continua desde la primera hasta la última estación de trabajo, donde se obtiene un producto o servicio terminado a gran escala.

Los arreglos de distribución de planta antes mencionados, surgen cuando existe un predominio relativo. A continuación se muestran ejemplos de predominio de acuerdo a su arreglo en los tres casos.

ARREGLO	PREDOMINA
1	El producto físico
2	Proceso o ruta
3	Cantidad

Con base en la clasificación anterior se llevará a cabo una distribución por proceso en la empresa "Confecciones Gucec", ya que se requiere un sistema flexible dada la diversidad de productos.

## VENTAJAS DE LA DISTRIBUCION POR PROCESO

- La utilización óptima de las máquinas reduce los costos en inversiones de capital.
- Se adapta a una gran variedad de productos y a los cambios frecuentes en la secuencia de operaciones.
- Se adapta a la demanda intermitente (variaciones en los programas de producción)
- Es más fácil mantener la continuidad de la producción en casos de:
  - a) descompostura de algún equipo
  - b) ausencia de obreros

Como se mencionó con anterioridad, posterior a la selección de arreglos se escogerá el método.

### 3.1.2 MÉTODOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Existen 4 métodos para la distribución de planta:

1.- Por instinto e intuición: se refiere a enfoques rápidos y directos que ahorran tiempo; son usados en casos de emergencia.

2.- Enfoque de grupo: este enfoque precisa de un proceso democrático, es decir, se realiza una lluvia de ideas, mismas que se discuten para formular un plan.

3.- Flujo de materiales: antes se pensaba que trasladar un material de una operación a otra en forma directa, reducía costos; es cierto sólo en parte, ya que existen otros factores que influyen en dicha reducción.

Ejemplos:

a) Temperatura

b) Ergonomía

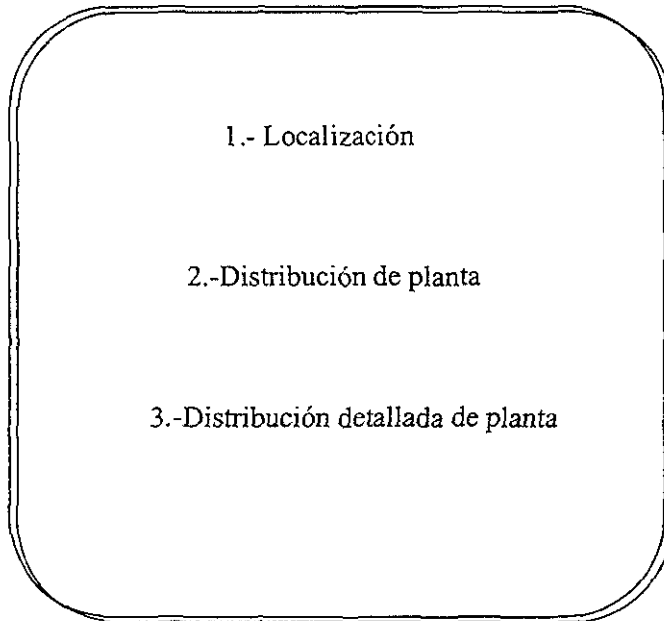
c) Grado de aceptación de los empleados

4.- Metodología sistemática organizada: este método puede aplicarse en forma universal, porque incorpora las ventajas de los métodos antes mencionados y organiza todo el proceso de planeación en un sistema racional; Este método es conocido como Enfoque Analítico o Planeación Sistemática de la Planta (SLP por sus siglas en inglés).

El Enfoque Analítico fue desarrollado por Richard Muther. Este nos servirá de guía en la redistribución de la empresa "Confeciones Gucec".

## 3.2 PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA PLANTA (SLP)

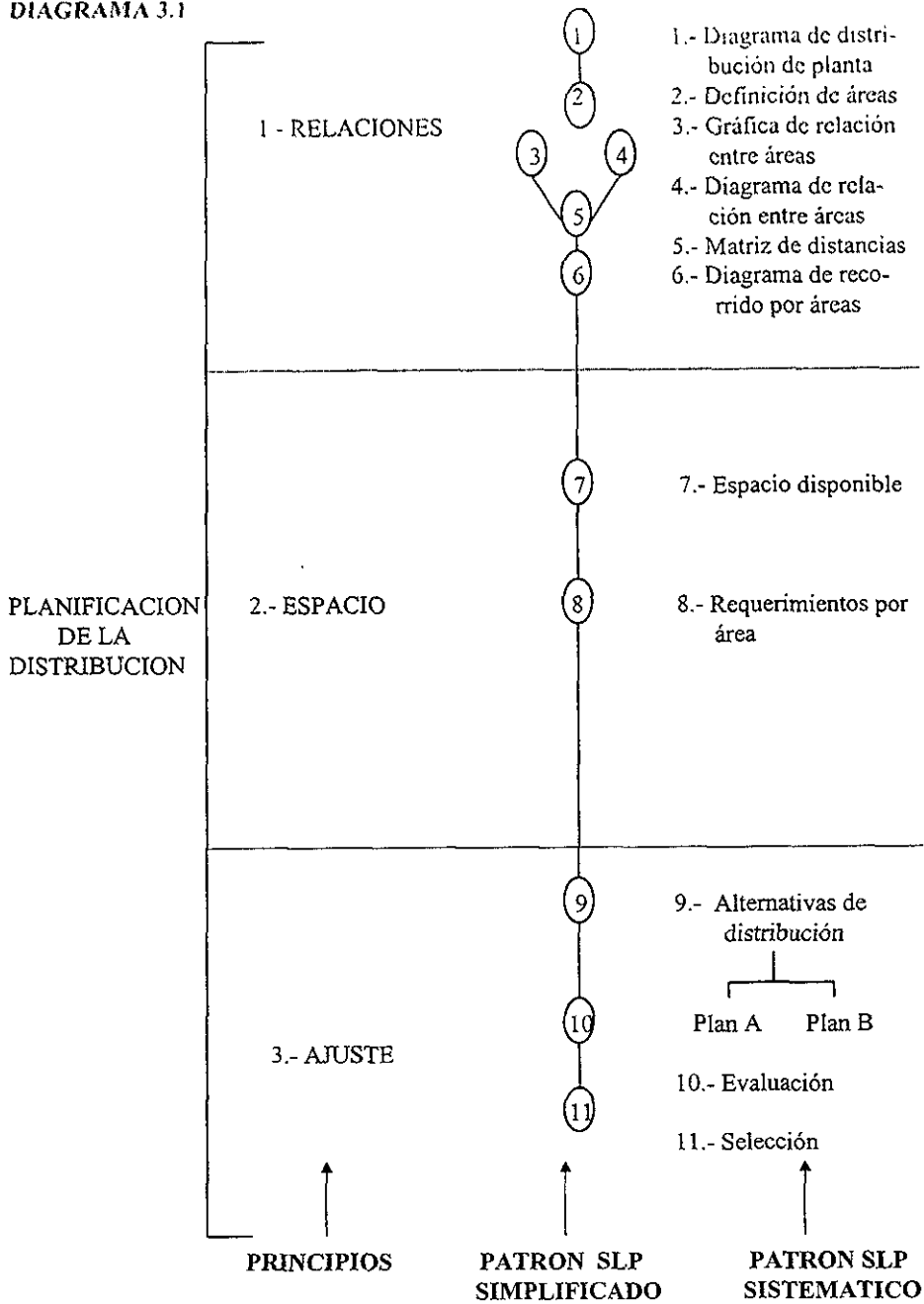
El SLP cuenta en forma general con 3 fases interrelacionadas:



Estas fases tienen subdivisiones que marcan la pauta de las actividades a realizar.

El diagrama 3.1 muestra en forma desarrollada las fases 2 y 3, conocidas como planificación de la distribución.

DIAGRAMA 3.1



### 3.2.1 LOCALIZACION

La empresa "Confecciones Guccc" está ubicada en el kilómetro 133 de la autopista México-Querétaro, calle 5 de Febrero # 10, Col. Polotitlán Centro, municipio de Polotitlán, Estado de México.

La figura 1 muestra la ubicación actual de la empresa.

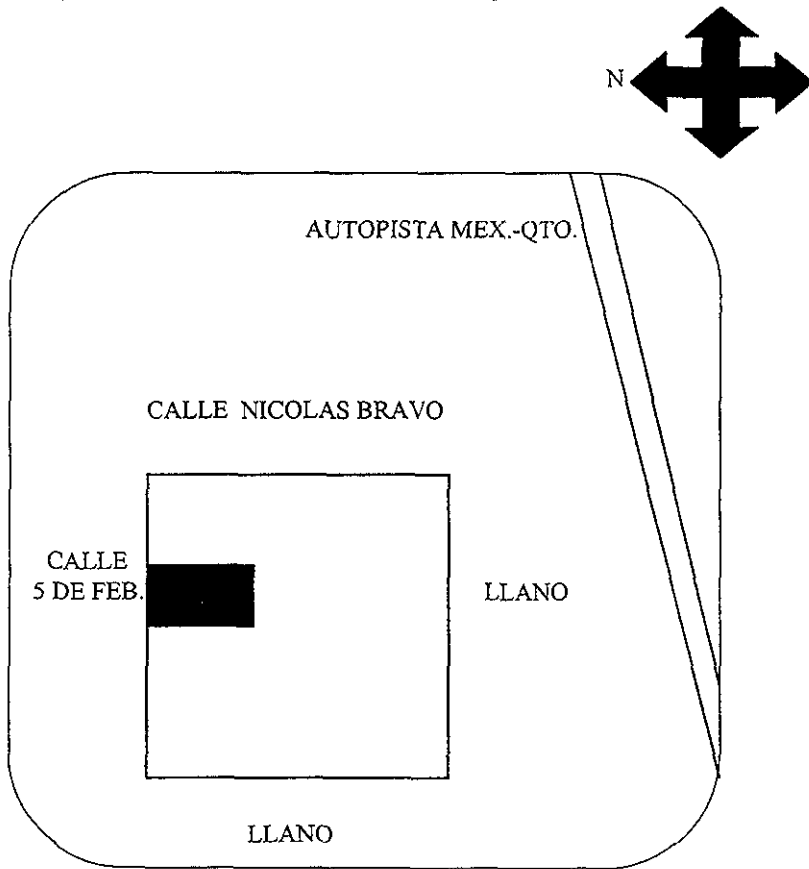


FIGURA 1

Cabe señalar que la confeccionadora no tiene planeado cambiar de ubicación por el momento, porque su capacidad instalada cumple con los requisitos de demanda.

El terreno esta dividido en 3 secciones:

- 1.- Casa
- 2.- Patio
- 3.- Nave industrial

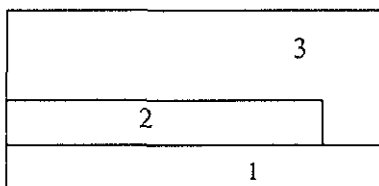


FIGURA 2

A largo plazo se pretende construir un primer piso en la nave industrial (crecimiento vertical de la maquiladora ).

### 3.2.2 DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE PLANTA

El Diagrama de Distribución de Planta muestra en forma general la localización de la maquinaria, equipo utilizados en la línea de producción, almacenes de materia prima, producto terminado, así como los pasillos y áreas libres en la nave industrial.

La tabla 3.1 muestra la simbología utilizada en la elaboración del diagrama 3.2

El diagrama 3.2 muestra la distribución actual de planta de "Confecciones Gucecc":



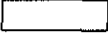


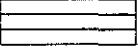





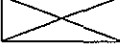

SIMBOLO	REPRESENTA
	Máquinas de coser
	Area de corte y selección
	Misceláneos
	Materia prima
	Materia prima seleccionada y cortada
	Racks de etiquetado, embolsado y P.T.
	Bodega de materia prima vieja
	Quitado de pellón
	Desebrado
	Inspeccionado
	Oficina
	Caldera
	Plancha

TABLA 3.1



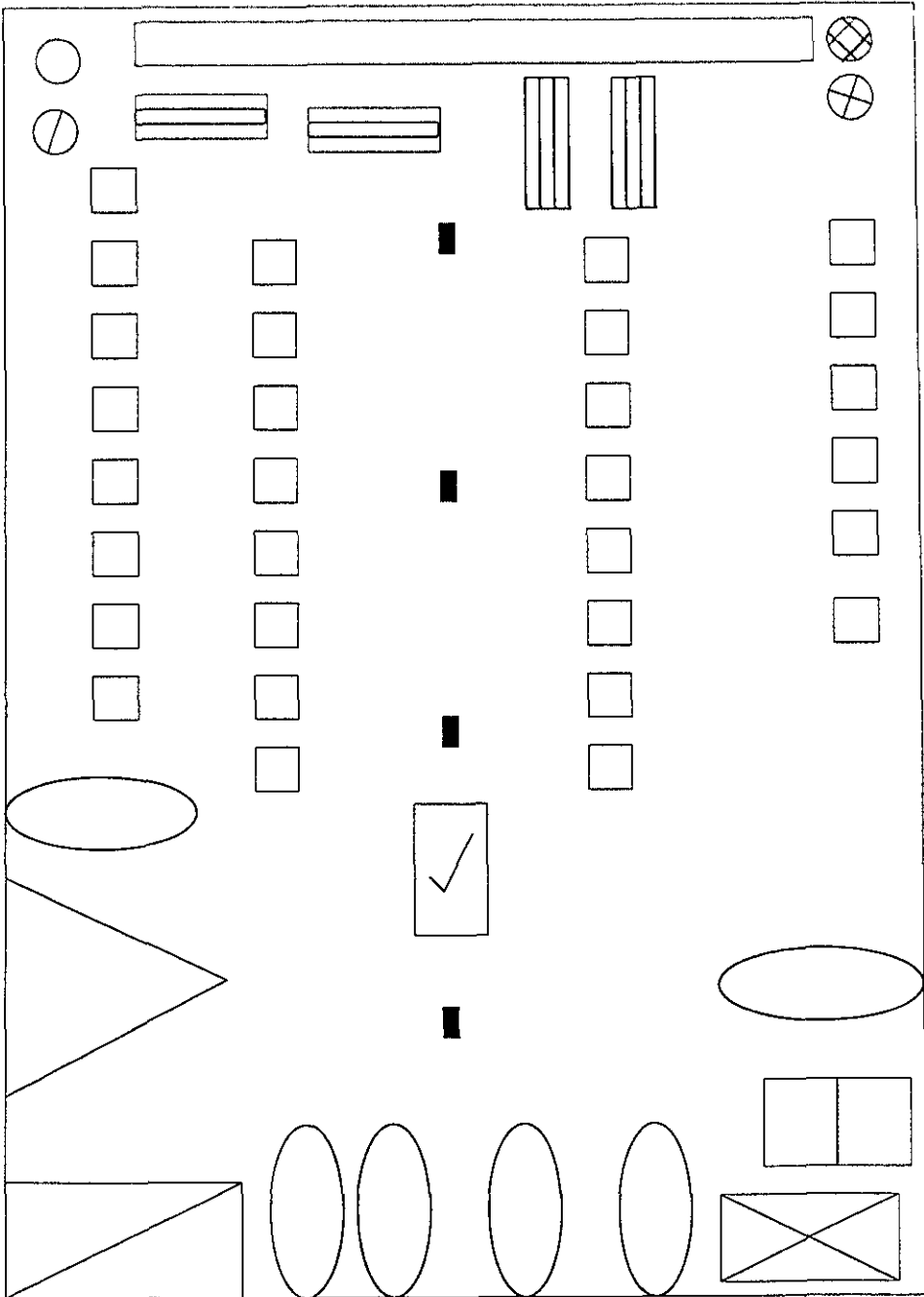


DIAGRAMA 3 2 DE DISTRIBUCION DE PLANTA

### 3.2.3 DEFINICION DE AREAS

La empresa "Confecciones Guccc" cuenta con algunas áreas de proceso definidas, por desgracia algunas no son respetadas. Por ejemplo, dos planchas están fuera de su área por falta de espacio; los rollos de bolsas se ubican en el extremo opuesto al área de materia prima, por la misma razón.

La tabla 3.2 muestra las áreas del proceso y su clave de identificación utilizada en el proyecto.

NO. DE CLAVE	CLAVE	AREA	OBSERVACIONES
1	MP	Materia Prima	
2	CS	Corte y Selección	
3	C	Cosido	subensamble y ensamble final
4	EE	Eliminado de Excedentes	quitado de pellón y desebrado
5	P	Planchado	
6	I	Inspeccionado	
7	EE	Etiquetado	
8	EM	Embolsado	
9	PT	Producto terminado	

TABLA 3.2

### 3.2.4 GRAFICA DE RELACION ENTRE AREAS

La gráfica de relación entre áreas es una semimatriz, donde se registran la interrelación entre áreas, máquinas, actividades, etc.

La gráfica de relaciones es de gran efectividad para planificar las operaciones secuenciales, además de mencionar las que por ningún motivo deben realizarse en espacios cercanos.

Existen dos factores característicos de esta gráfica:

- **Cercanía:** se designa un código alfabético en donde cada letra representa el grado de cercanía; por ejemplo, la letra "A" indica que es absolutamente necesario que dos actividades se realicen en lugares cercanos. Para elegir la cercanía se utilizará la convención adoptada por ASME (Asociación Estadunidense de Ingenieros Mccánicos) para el método SLP mostrado en la tabla B (ver apéndice).
- **Motivo:** se crea un código numérico el cual indica el motivo de la cercanía que representa, es decir, el número 1 es un motivo de la cercanía entre dos actividades y corresponde al flujo de proceso. Cabe señalar que los motivos de la cercanía son designados por el planeador de la distribución de planta.

De esta forma, una vez establecida la tabla de cercanía y de motivos, se colocan en la semimatriz las áreas que se analizarán en cada cuadro de la semimatriz (el cuadro relaciona dos áreas).

En el interior de los cuadros se coloca una letra en la parte superior (indicador de cercanía) y en la parte inferior un número (indicador de motivo).

La gráfica 3.1 muestra la relación entre las diferentes áreas de la empresa "Confecciones Gucec".

En la tabla 3.4 se observa el número de interrelaciones obtenidas.

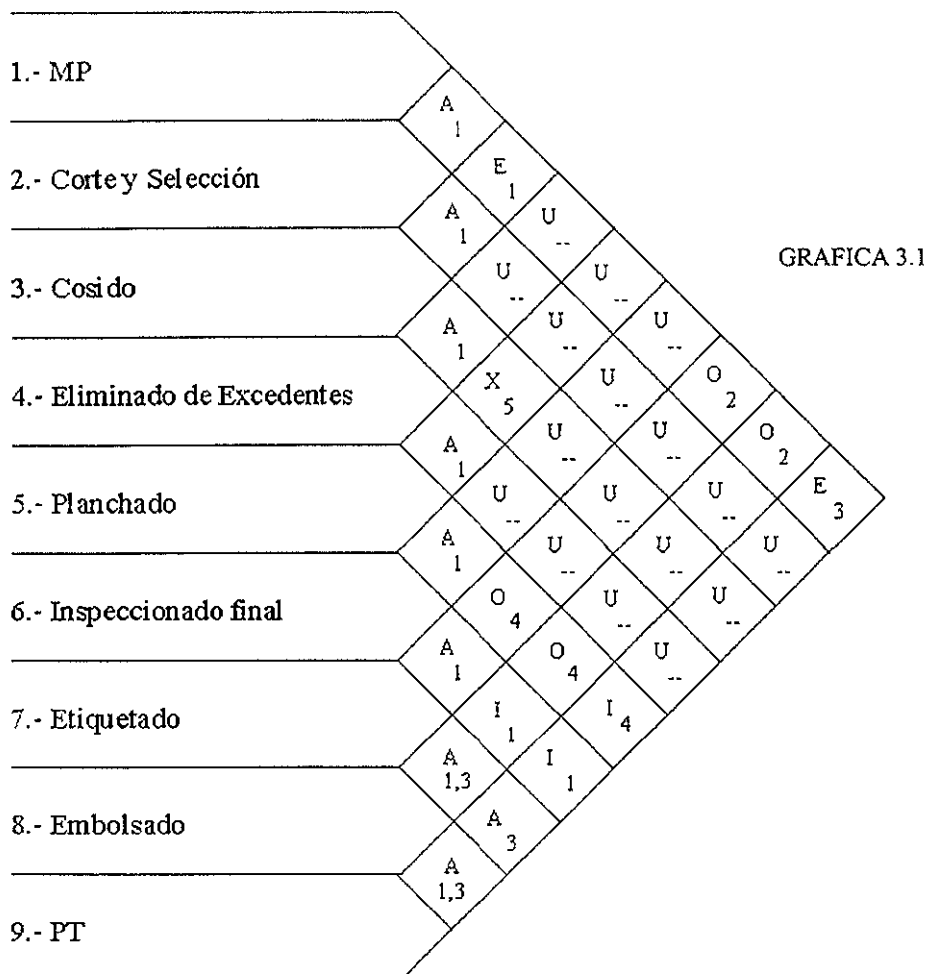


TABLA 3.3

CERCANIA	MOTIVO DE LA CERCANIA
A: Absolutamente necesario	1 Flujo del proceso
E: Especialmente importante	2 Suministro de insumos
I: Importante	3 Comparten el mismo espacio
O: Proximidad normal	4 Arrugado del producto
U: No importante	5 Elevada temperatura
X: No deseable	-- Nada

LETRA	CALIFICACION DE CERCANIA	NUMERO DE INTERRELACIONES
A	Absolutamente necesario	9
E	Especialmente importante	2
I	Importante	3
O	Proximidad normal	4
U	No importante	17
X	No es deseable	1

TABLA 3.4

### 3.2.5 DIAGRAMA DE RELACION ENTRE AREAS

El diagrama de relación es un dibujo de los datos establecidos en la gráfica de relación entre áreas, en el cual, cada centro de área es representado por un símbolo (se utilizará un círculo como símbolo y un número del área para diferenciarlas), de acuerdo a lo establecido en la gráfica de relaciones.

Las uniones de los símbolos se identifican mediante distintos estilos de línea ya sean sencillos o múltiples.

Para seleccionar el estilo y número de la línea se utilizará la convención adoptada por ASME para el método SLP mostrado en la tabla B ( ver apéndice).

Este diagrama reúne y sintetiza la información de las etapas pasadas y considera en un primer momento la posición para establecer las áreas.

El diagrama 3.3 muestra la relación de actividades.

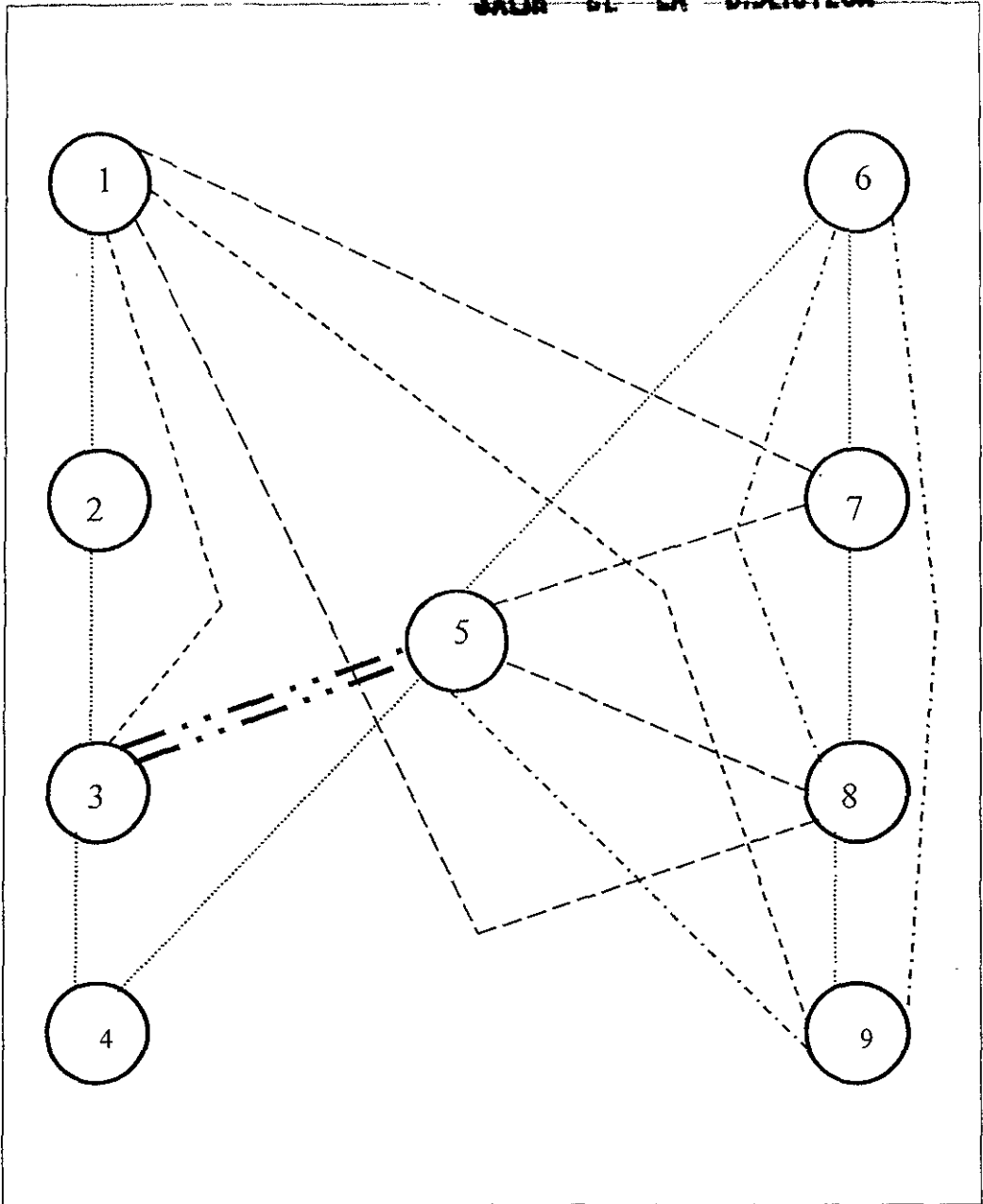


DIAGRAMA 3.3 RELACIONES ENTRE AREAS

### 3.2 6 MATRIZ DE DISTANCIAS

La matriz de distancias es una forma de representar el seguimiento del material, desde el almacén de Materia Prima hasta el área de Producto Terminado.

Esta matriz es un formato cuadrículado, donde cada espacio representa el desplazamiento entre dos centros de actividad (áreas).

La matriz de distancias también es mejor conocida como diagrama de origen-destino, pues en la parte superior y en forma horizontal se indican las áreas origen y en la parte superior, pero en forma descendente las áreas destino.

Cada espacio (casilla) de la matriz incluye la distancia de recorrido entre dos áreas, salvo la diagonal principal, pues las áreas a relacionar deben ser distintas.

La matriz 1 muestra la distancia actual recorrida en forma secuencial por el producto en las diferentes áreas.



●	MP	CS	C	EE	P	I	E	EM	PT
MP	●	9.6							
CS	10.8	●							
C	2.8		●						
EE			18	●					
P				3.6	●				
I					7.5	●			
E						18.5	●		
EM							2.5	●	
PT								2	●

Distancia total :75.3

Acotación: metros

Distancia máxima: 18.5

MATRIZ I

### 3 2 7 DIAGRAMA GENERAL DE RECORRIDO

El diagrama general de recorrido o grafica de trayectoria es un plano de la zona de trabajo hecho a una escala aproximada, empleado para conocer el flujo o trayectoria de los operarios, materiales, etc., de tal manera, que al observar la trayectoria sea fácil emitir un dictamen respecto a la buena o mala distribución de la planta.

El diagrama de recorrido manifiesta si la trayectoria de los materiales, máquinas y operarios es continua, además analiza si la distancia recorrida entre las estaciones de trabajo es mínima o aceptable.

Para la elaboración de dicho diagrama se utilizarán los símbolos Therbligs, adoptados por ASME y la OIT (Organización Internacional del Trabajo). A continuación se describen cada uno de los símbolos:

○	Operación	indica las principales fases del proceso, método o procedimiento; por lo común la pieza, material o producto es modificado durante las operaciones
□	Inspección	indica que verifican cantidad y/o calidad.
⇒	Transporte	indica movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
⊐	Depósito Provisional (Espera)	indica demora en el desarrollo de los hechos, por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas o abandono momentáneo (no registrado).
▽	Almacenamiento	indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se le recibe o entrega, mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.
◻	Actividades Combinadas	indica que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por un operario en un mismo lugar de trabajo.

TABLA 3.5

Es importante señalar que la operación hace avanzar al producto hacia el final del proceso, realizando una conversión en el material, en tanto que los otros símbolos o actividades no contribuyen a la transformación del material, le agregan costo pero no valor.

En forma resumida los símbolos Therbligs se presentan en la tabla 3.6

SIMBOLO	REPRESENTA
○	Operación
□	Inspección
⇒	Transporte
D	Espera
▽	Almacenamiento
◻	Actividades Combinadas

TABLA 3.6

El diagrama 3.4 muestra la trayectoria actual de recorrido (76.9 metros) seguida por el producto, a través de las diferentes estaciones de trabajo. La simbología utilizada se puede apreciar en la tabla 3.1 y 3.4).

La tabla 3.7 indica la actividad que se realiza de acuerdo al numero de operación.

OPERACION	INDICA
1	Tomar M..P.
2	Cortar y Seleccionar M.P.
3	Colocar M.P. cortada y seleccionada
4	Coser tela
5	Quitar pellón a pieza
6	Desebrar pieza
7	Colocar pieza
8	Planchar pieza
9	Inspeccionar pieza
10	Colcar P.T. en racks

TABLA 3.7

Nota: los transportes fueron colocados en forma creciente (conforme la secuencia de las operaciones) e indican el desplazamiento entre 2 áreas.

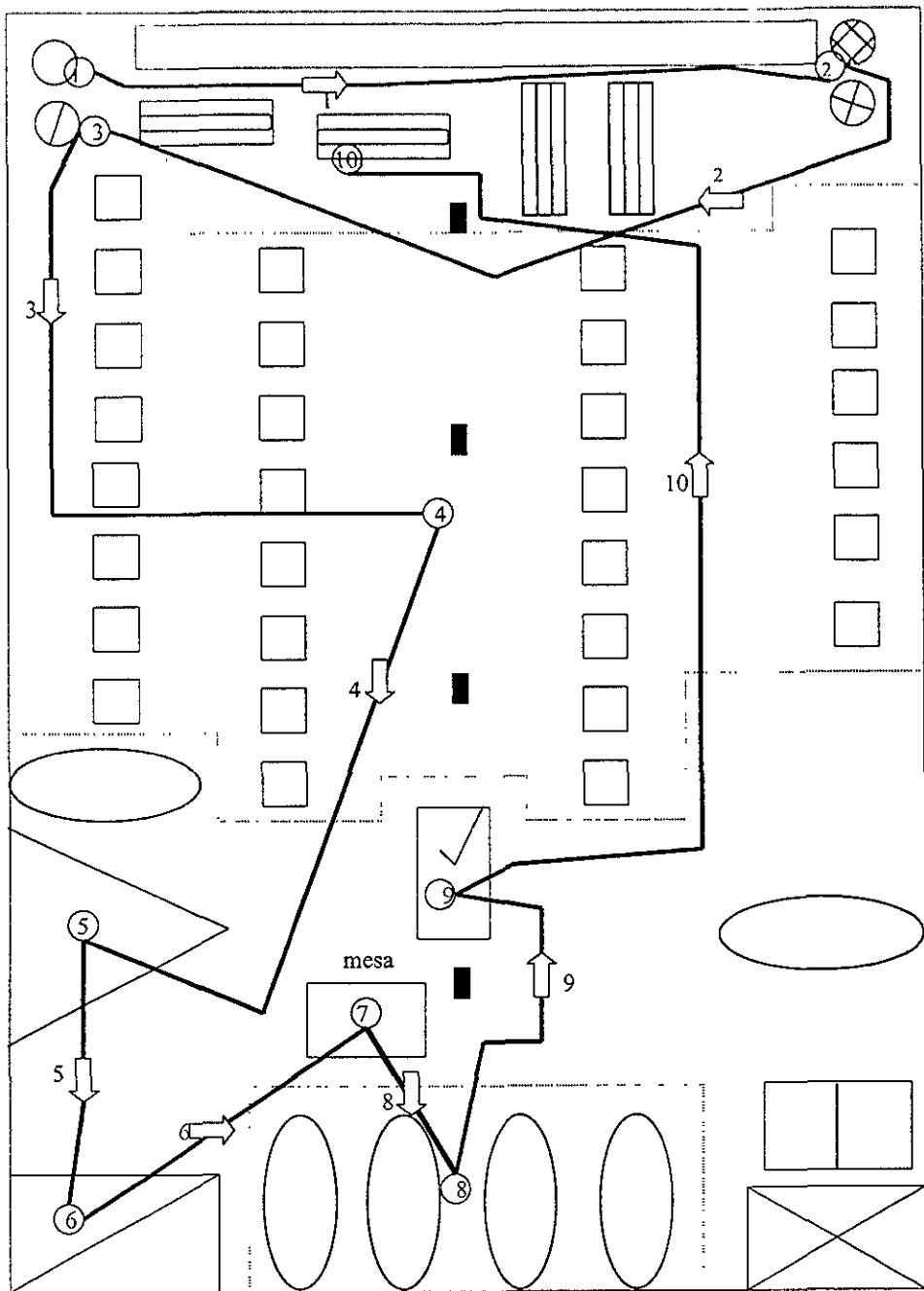


DIAGRAMA 3.4

### 3.2.8 ESPACIO DISPONIBLE

El espacio disponible es de suma importancia para la redistribución de la planta, ya que nos proporciona los límites para utilizar un espacio; también contempla las columnas que restan lugar dentro de la planta.

Estas consideraciones - entre otras- ayudan a lograr una adecuada redistribución de planta.

La figura 3 muestra el espacio actual disponible "Confeciones Gucec".

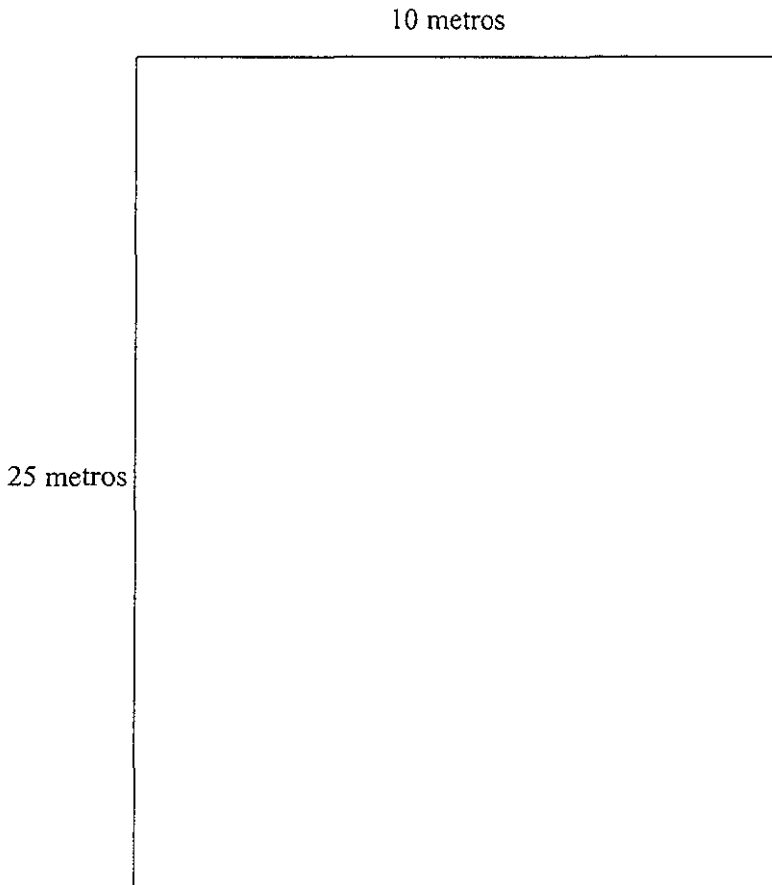


FIGURA 3

### 3.2.9 REQUERIMIENTOS DE AREA

Los requerimientos de área resumidos en la tabla 3.8 exponen las necesidades de espacio, tomando en cuenta el largo, ancho y altura de cada área, para así aprovechar el mejor el espacio.

Cabe señalar que la tabla 3.8 contempla también el espacio de los operarios, las máquinas, los materiales y en general el área máxima de trabajo.

CLAVE	AREA	LARGO MINIMO (metros)	ANCHO MINIMO (metros)	ALTURA MINIMA (metros)	AREA MINIMA (metros <sup>2</sup> )
MP	Materia Prima	4	1	2	2
CS	Corte y Selección	2.4	2.25	2.9	5.4
C	Cosido	10.2	9.6	1.6	97.92
EE	Eliminado de Excedentes	4.3	1.6	1.6	10.56
P	Planchado	4.6	1.5	1.6	6.9
I	Inspeccionado	4.4	1.3	1.6	5.72
E	Etiquetado	4.4	2.5	1.8	15
EM	Embolsado	6	1.5	2.1	4.8
PT	Producto Terminado	3.2	2.5	1.8	15

TABLA 3.8

### 3.2 10 ALTERNATIVAS DE REDISTRIBUCION

Con base en las tablas, diagramas, matrices, entre otros gráficos generados de la aplicación del método SLP, se procederá a obtener propuestas para redistribuir la planta de la empresa "Confecciones Guceec".

#### Alternativas:

##### **A) Comprende la redistribución de áreas del proceso, de acuerdo con el flujo de los materiales y la localización de las tuberías y conexiones que dependen del generador de vapor.**

En esta alternativa está restringido mover de su ubicación actual las tuberías y conexiones relacionadas con el uso del generador de vapor (caldera). Esta limitación implica dos cuestiones:

1. El área de planchado necesariamente debería permanecer en su ubicación actual.
2. Podrían moverse las áreas restantes, en las dimensiones que permita la localización de la caldera y el área de planchado, siempre y cuando se tome en cuenta el método SLP.

##### **B) Comprende la redistribución de áreas del proceso, de acuerdo al flujo de los materiales.**

En esta alternativa las tuberías y conexiones relacionadas con el uso del generador de vapor se reubican, lo que origina un desplazamiento del área de planchado de la parte norte a la noreste de la nave industrial de 7.7 metros.

Dicho movimiento ocasionaría la reubicación de área de Eliminado de Excedentes, Inspeccionado, Etiquetado, Embolsado y Producto Terminado.

Los diagramas 3.5 y 3.6 muestran la redistribución de planta de la empresa "Confecciones Guceec", conforme a las alternativas A y B respectivamente, además de indicar el flujo de material en las diferentes estaciones de trabajo.

DIAGRAMA 3.5

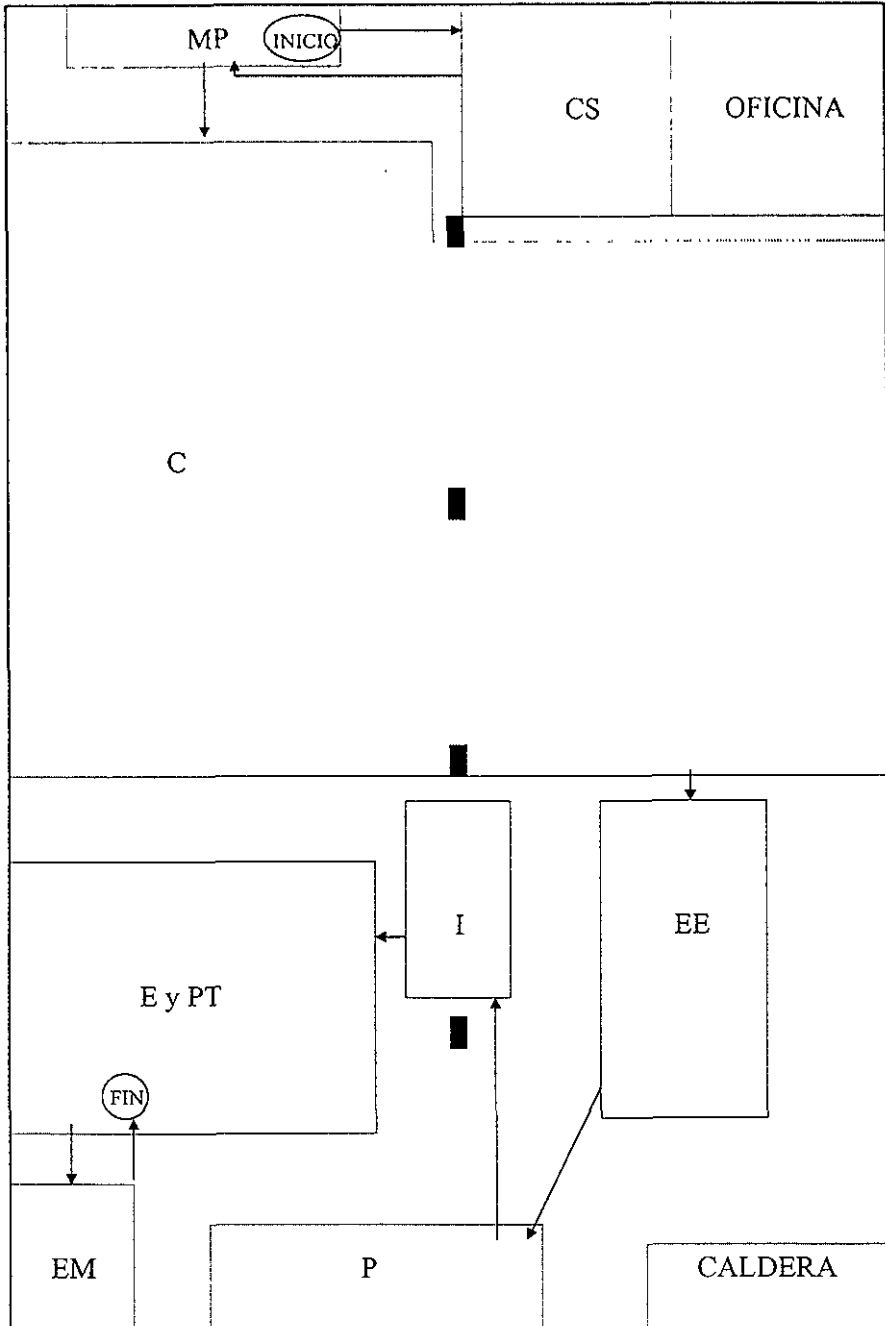
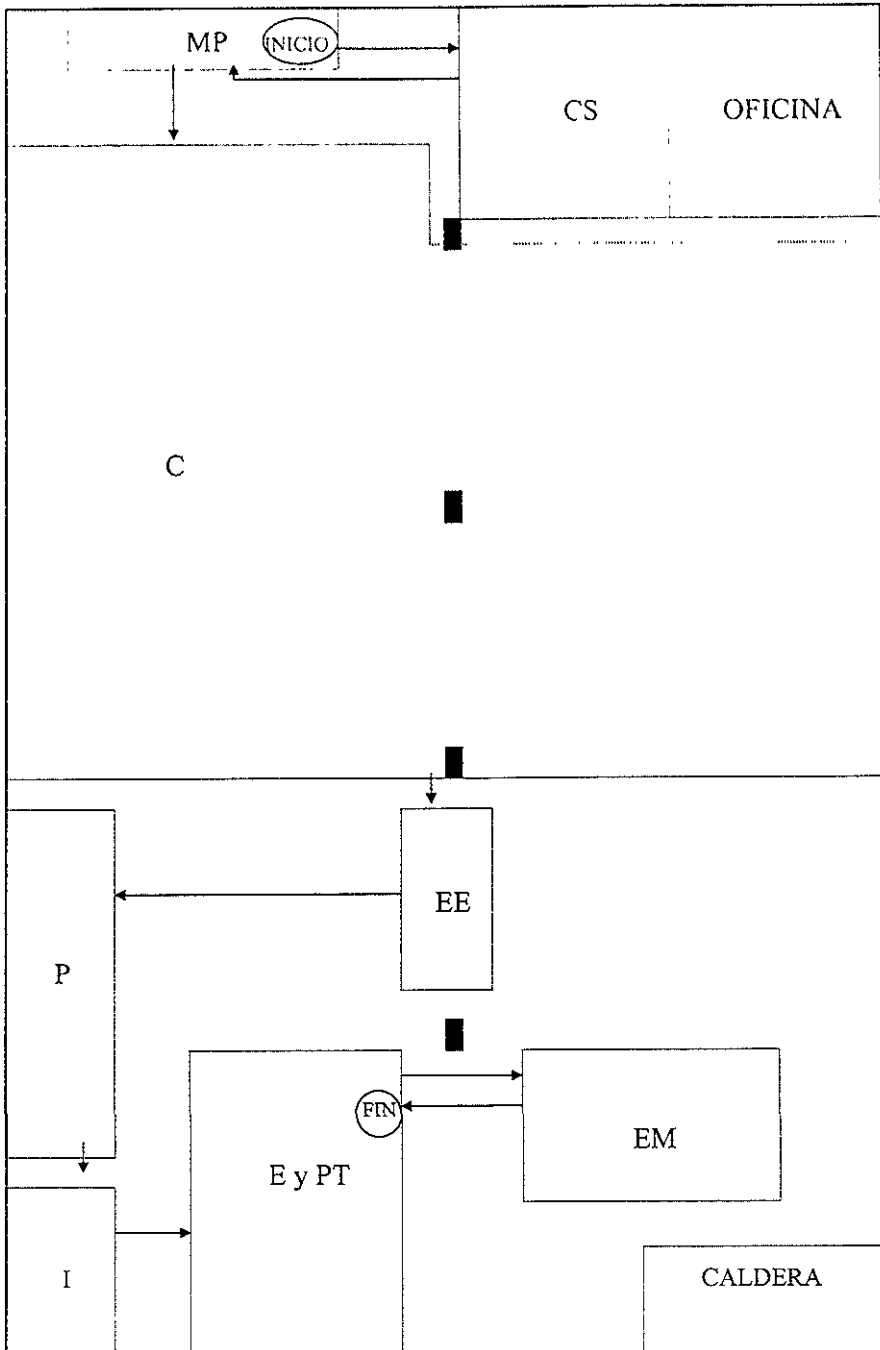




DIAGRAMA 3.6



### 3.2.11 EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS

Para seleccionar la alternativa idónea para redistribuir la planta, es necesario analizar los pros y contras de ambas alternativas.

Con el fin de realizar una evaluación que arroje datos confiables se utilizarán dos técnicas:

#### **TECNICAS DE SELECCIÓN:**

1. **TECNICA DEL (+ -)** : consiste en describir brevemente ventajas y desventajas de las alternativas disponibles.

#### ALTERNATIVA A

##### a) Ventajas:

- Facilidad de instalación
- Mayor rapidez para sacar el PT de la nave industrial
- Buena iluminación y ventilación en el área de inspeccionado
- Buena ventilación en el área de planchado
- Desarrollo adecuado de la secuencia lógica para la elaboración o ensamble del producto
- Requiere poca inversión en iluminación y ventilación artificial
- No hay corrientes de aire directas en el área de planchado
- Las bolsas que envuelven el producto no se adelgazan ni crean aromas desagradables
- No hay incremento en el consumo de combustible
- El costo de la redistribución es bajo

##### b) Desventajas:

- El material no fluye siempre en línea recta
- La distancia de recorrido del material es ligeramente mayor respecto a la alternativa B

#### ALTERNATIVA B

##### a) Ventajas

- Distancia mínima en el recorrido de materiales respecto a la alternativa A
- Se lleva a cabo una secuencia lógica en la elaboración del producto

##### b) Desventajas

- El reacondo de las tuberías y conexiones de la caldera no es sencillo
- Alto costo de dicho reacondo
- Las máquinas de coser elevan su temperatura con mayor rapidez.
- Mayor consumo de combustible
- El generador de vapor ubicado cerca del área de PT ocasiona que las bolsas que envuelven el producto se adelgacen y lo dañen.
- Mala iluminación y ventilación en el área de Inspeccionado
- Recepción de corrientes de aire directas en el área de Planchado
- El costo general de redistribución es alto

Una vez analizadas las ventajas y desventajas se puede concluir - para esta técnica - que la alternativa A es la más factible.

## 2.TECNICA DE LOS FACTORES

Consiste en definir los factores importantes para emitir un dictamen objetivo de la aceptación o rechazo de las alternativas en cuestión.

Para la aplicación de esta técnica se utilizarán los siguientes pasos:

1. Definir los factores a considerar.
2. Asignar un valor de peso a cada factor acorde a su importancia (10 para el peso máximo y 1 para el mínimo).
3. Calificar todas las alternativas factor por factor, colocando la letra considerada como el mejor resultado en el cuadro dispuesto para tal fin, la tabla C (ver apéndice) ilustra el valor numérico correspondiente a cada letra.
4. Se cambia la letra seleccionada por su valor numérico y se multiplica por el peso asignado al factor en cuestión. El dato es colocado en la casilla de resultados de la alternativa citada.
5. Se calcula el total de las calificaciones de cada alternativa.
6. Se realiza una comparación numérica entre las distintas alternativas.

A continuación se presenta la tabla 3.9, que es un resumen de la aplicación de la técnica de factores.

FACTOR	PESO DEL FACTOR	ALTERNATIVA		RESULTADOS	
		A	B	A	B
Costo	10	O	X	10	-10
Secuencia lógica de las operaciones	9	I	A	18	36
Distancia de recorrido del Material	8	E	A	24	32
Aceptación de los trabajadores	8	E	X	24	-8
Iluminación en áreas	7	E	U	21	0
Reducción de tiempo improductivo	8	E	I	24	16
Exceso de calor	7	I	E	14	21
Facilidad en la inspección Final	9	A	X	36	9
Prevención de enfermedades	9	E	O	27	9
TOTAL				198	87

TABLA 3.9

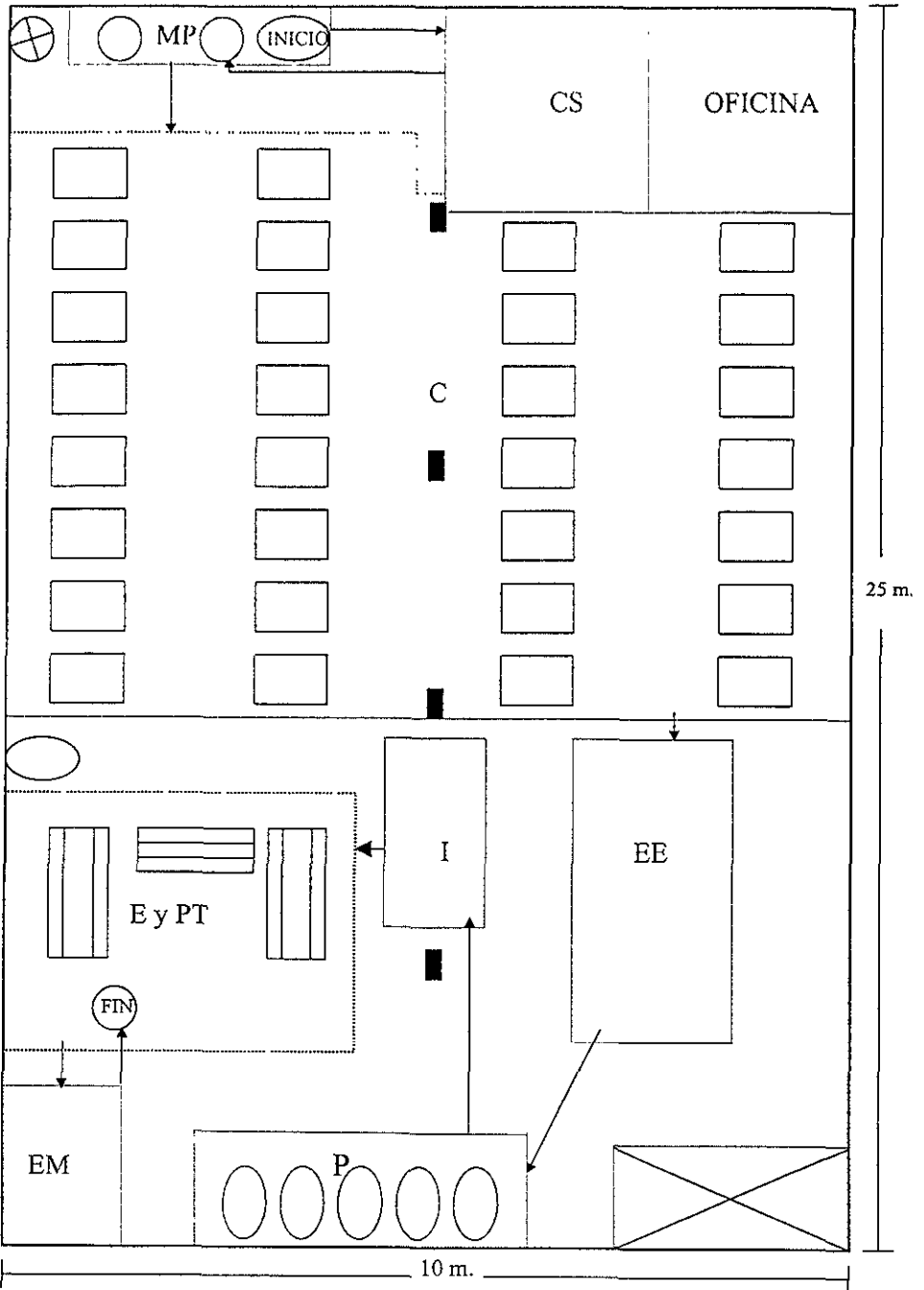
### 3.2.12 SELECCION

Haciendo una comparación de los resultados obtenidos por la aplicación de las técnicas - técnica del (+-) y técnica de los factores - se puede apreciar que la alternativa "A" es la que representa mayor puntuación y es esta la que se escoge para la redistribución de la empresa "Confecciones Gucec".

Cabe recordar que la alternativa A comprende la redistribución de áreas del proceso, de acuerdo con el flujo de los materiales y la localización de las tuberías y conexiones que dependen del generador de vapor.

El diagrama 3.7 muestra la alternativa A en forma más detallada, parte de la simbología utilizada se puede apreciar en la tabla 3.1

DIAGRAMA 3.7



Capitulo IV  
APLICACION DE LA  
INGENIERIA DE METODOS

#### 4.1 PREAMBULO

Uno de los caminos para que una empresa aumente sus utilidades y crezca es que su productividad sea elevada y continua.

El instrumento que propicia un incremento en la productividad es la aplicación de las Técnicas del Estudio del Trabajo, que sirve para producir más a partir de recursos dados.

El estudio de trabajo comprende dos técnicas:

- La ingeniería de métodos
- La medición del trabajo

Anteriormente el Estudio del Trabajo era conocido como el estudio de Tiempos y Movimientos, pero con el desarrollo de dicha técnica se ha originado una amplia gama de actividades y tal denominación resulta restrictiva.

Por consiguiente la Ingeniería de Métodos y la Medición del Trabajo están muy ligadas, ya que el primero reduce el contenido del trabajo, mientras que el segundo toma los datos de aquél para fijar el tiempo tipo de la operación en cuestión.

La relación entre estas técnicas se aprecia en la figura 4.1.

Los objetivos de las técnicas son:

- a) Eliminar las actividades innecesarias, mejorar, combinar y/o simplificar aquellas que son necesarias
- b) Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos
- c) Reducir los costos por unidad
- d) Aumentar la productividad
- e) Mejorar continuamente la calidad del producto o servicio
- f) Maximizar la seguridad, salud y bienestar de los trabajadores
- g) Producir y tomar en cuenta la protección al ambiente
- h) Generar interés por el trabajo y satisfacción para cada empleado



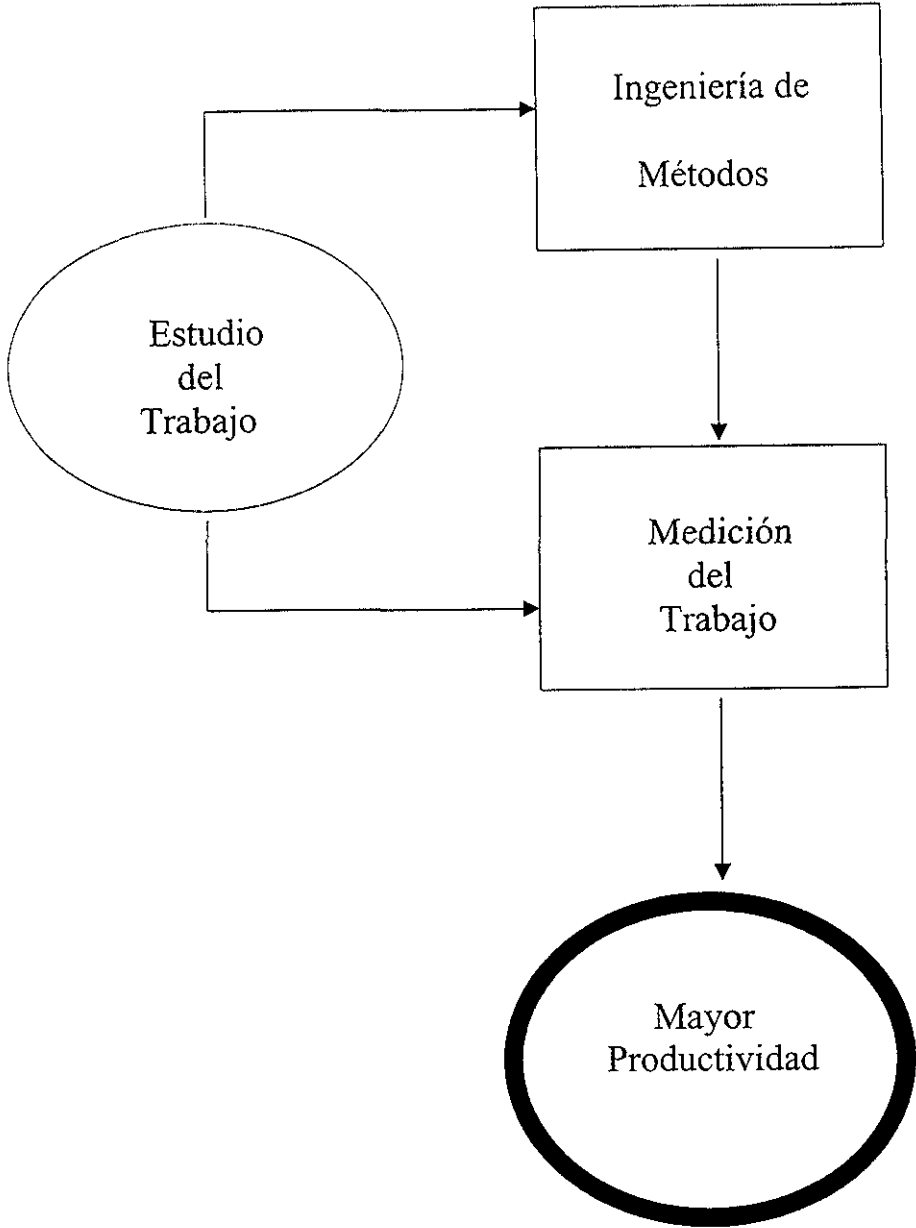


Fig. 4.1

## 4.2 LA INGENIERIA DE METODOS

El Estudio de Métodos es el registro, examen crítico y sistemático de los modos existentes y proyectados para llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces para reducir costos, es decir, es una técnica que analiza cuidadosamente los procedimientos y las tareas que se llevan a cabo - en alusión al lema de la Ingeniería Industrial<sup>1</sup>.-

Desde su origen esta técnica fue denominada con el nombre de "ESTUDIO DE METODOS" sin embargo a medida que su aplicación se fue apoyando en las ciencias exactas, particularmente con el empleo de modelos matemáticos derivados de la ingeniería se cambió su nombre por el de "INGENIERIA DE METODOS".

Para la aplicación del Estudio de Métodos o de la Ingeniería de Métodos es necesario utilizar un procedimiento eficiente; en este capítulo se empleará el propuesto por la OIT para tal efecto.

### Procedimiento básico del Estudio de Métodos

1. Seleccionar	El trabajo a estudiar
2. Registrar	Todo lo que sea pertinente del método actual por observación directa
3. Examinar	Con espíritu crítico lo registrado secuencialmente
4. Idear	El método más práctico, económico y eficaz teniendo en cuenta las contingencias previsibles
5. Definir	El nuevo método para reconocerlo en todo momento
6. Implantar	Ese método como práctica normal
7. Mantener	En uso dicha práctica con inspecciones regulares

Cabe señalar que la etapa de Selección es primordial en el estudio de métodos, ya que de esta depende la realización de las etapas restantes. De nada serviría seleccionar un sistema " x " y aplicarle el procedimiento básico del estudio de métodos, si dicho sistema es innecesario.

---

<sup>1</sup> Siempre hay una forma mejor de hacer las cosas

Para que un analista decida si debe o no aplicar el estudio de métodos a un determinado sistema, es necesario que analice los siguientes factores

### REACCIONES HUMANAS

El analista debe imaginar por anticipado los sentimientos e impresiones --entre otras cosas-- que genera la mejora de métodos en los trabajadores, con el fin de no generar pánicos.

El analista tiene que explicar a los dirigentes sindicales, a los representantes de los trabajadores y a los obreros mismos que se va a realizar y el propósito del estudio de métodos.

Cabe señalar que si las relaciones sindicato-empresa no son buenas o bien la mejora del método provoca malestar o resentimiento en los trabajadores, se debe detener la aplicación del método por un tiempo o abandonarlo definitivamente por muy prometedor que sean los resultados.

### CONSIDERACIONES DE INDOLE ECONOMICO

El analista debe considerar los aspectos económicos para la creación del método mejorado, pues de este aspecto depende en gran parte la realización del mismo.

Por ejemplo se caería en un triple error desde un punto de vista económico si se selecciona un sistema "x" con el fin de mejorarlo sí:

- Se tiene conocimiento de que el sistema no va a durar mucho tiempo
- Cada experimento previo que se requiere para mejorar el método tiene un costo elevado
- Los beneficios que se obtendrán serán mínimos

### CONSIDERACIONES DE ORDEN TECNICO

Las consideraciones de orden técnico no se pueden pasar por alto, debido a que cualquier incremento o decremento que se ordene tendrá repercusión en:

- Los trabajadores
- La maquinaria, equipo, instalaciones, etc.
- El producto

Por ejemplo, si se ordena que se eleve el paso de gas de una caldera con la finalidad de generar mayor vapor para el área de planchado, tal vez se estaría elevando la productividad, pero también la inseguridad, esto si consideramos que la caldera cuenta con rangos de seguridad y que habitualmente se trabaja en los límites de estos.

Es importante recalcar que cualquier decisión que tome el analista no sólo va en beneficio o perjuicio de las cosas materiales, sino que también va de por medio la vida de las personas tanto de la empresa como externas.

Una vez seleccionado el método se registra, a través diversas herramientas y gráficas de registro, las cuales son necesarias para no omitir ningún detalle del método; tales herramientas y gráficas utilizan los símbolos creados por los esposos Susan y Frank Gilbreth, estos símbolos son conocidos como Therblig (su apellido al revés)<sup>2</sup>.

A continuación se presentan los nombres de los gráficos para registrar los métodos a analizar, así como una breve descripción de ellos.

### **Diagrama analítico de las operaciones del proceso (Cursograma analítico)**

Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento y señala todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo correspondiente; a la vez, indica en cada actividad una breve descripción de lo que se hace. El diagrama tiene tres bases posibles:

1. El operario: diagrama de lo que hace el trabajador
2. El material: diagrama de la manipulación y tratamiento del material
3. La maquinaria: diagrama de su empleo

Este diagrama es especialmente útil para poner de manifiesto los costos ocultos como las distancias recorridas, almacenamientos temporales, etc.

### **Diagrama de recorridos**

Es un cursograma que se construye en un plano para mostrar la distribución de la planta y con ayuda del Diagrama analítico de las operaciones del proceso hace el seguimiento del flujo de recorrido seguido por el material, a través de las diferentes estaciones de trabajo y para ello emplea flechas a mano alzada (indicativas del sentido del flujo).

---

<sup>2</sup> Ver apartado 3.2.7

## **Diagrama bimanual**

Es un cursograma que consigna las actividades realizadas con extremidades superiores e inferiores del operario e identifica la relación entre ellas.

Este diagrama registra la sucesión de hechos y muestra las manos y a veces los pies del operario en movimiento o en reposo, por lo general con referencia a una escala de tiempos.

El diagrama bimanual estudia operaciones repetitivas, pero con más detalle que los diagramas mencionados en párrafos anteriores, de esta forma, el diagrama permite conocer a fondo los pormenores del trabajo para eliminar o reducir los movimientos innecesarios y facilitar los necesarios.

Los diagramas descritos con anterioridad son de suma importancia en el desarrollo de mejoras, además de ser eficaces para presentar ante la dirección de la Confeccionadora Gucec.

#### 4.2.1 PRINCIPIOS DE ECONOMIA DE MOVIMIENTOS

Los esposos Gilbreth fueron los primeros en estudiar los movimientos manuales (desarrollados y perfeccionados por Ralph M. Barnes) y formular leyes básicas de economía de movimientos, consideraras fundamentales actualmente.

Estos principios están contenidos en tres ramas:

- a) Utilización del cuerpo humano
- b) Distribución del lugar del trabajo
- c) Modelo de las máquinas y herramientas

a) Utilización del cuerpo humano: siempre que sea posible

- Las dos manos deben comenzar y completar sus movimientos a la vez (ya que de esta forma no se pierde sincronización)
- Nunca deben estar inactivas las dos manos al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso
- Los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente y en direcciones opuestas y simétricas
- Los movimientos de las manos y el cuerpo deben caer dentro de la clase más baja con que sea posible ejecutar satisfactoriamente el trabajo, las clases se muestran en la tabla D (ver apéndice)
- Debe aprovecharse el impulso cuando favorece al obrero, pero debe reducirse a un mínimo si hay que contrarrestarlo con un esfuerzo muscular
- Son preferibles los movimientos continuos y curvos a los rectos que cambian de dirección, repentinos y bruscos.
- Los movimientos de oscilación libre son más rápidos, fáciles y exactos que los restringidos o controlados
- El ritmo es esencial para la ejecución suave y automática de las operaciones repetitivas, el trabajo debe disponerse de modo que se pueda hacer con ritmo fácil y natural
- El trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de los límites cómodos y no sea necesario cambiar de foco a menudo

b) Distribución del lugar de trabajo, siempre que sea posible:

- Debe haber un sitio definido y fijo para todas las herramientas y materiales para adquirir hábitos
- Las herramientas y materiales deben colocarse de antemano donde se necesitarán, para no tener que buscarlos
- Deben utilizarse depósitos y medios de abastecimiento por gravedad

- Las herramientas, materiales y mandos deben situarse dentro del área máxima de trabajo, como se muestra en la figura 4.2 y lo más cerca posible del trabajador
- Los materiales y herramientas deben situarse en la forma que dé acento a los gestos en el mayor orden posible
- Deben utilizarse siempre que sea posible eyectores y así evitar el uso de las manos para despachar el producto
- Deben proveerse medios para que la luz sea buena y facilitarse al obrero una silla del tipo y la altura adecuados. La altura de la superficie de trabajo y la del asiento deberán combinarse de forma que permita al operario trabajar alternadamente sentado o de pie.
- El color de la superficie de trabajo deberá contrastar con el de la tarea que se realiza, para reducir la fatiga de la vista

c) Modelo de las máquinas y herramientas

- Debe evitarse que las manos estén ocupadas “sosteniendo” la pieza cuando esta puede sujetarse con una plantilla, brazo o dispositivo accionado por el pie
- Siempre que sea posible deben combinarse 2 o más herramientas
- Siempre que cada dedo realice un movimiento específico, como para escribir a máquina debe distribuirse la carga de acuerdo con la capacidad inerte a cada dedo
- Los mangos, como los utilizados en las manivelas y destornilladores grandes, deben diseñarse para que la mayor cantidad posible de superficie este en contacto con la mano
- Las palancas, barras cruzadas y volantes de mano deben situarse en posición que permita al operario manipularlos con un mínimo de cambio de posición del cuerpo y un máximo de “ventajas mecánicas”

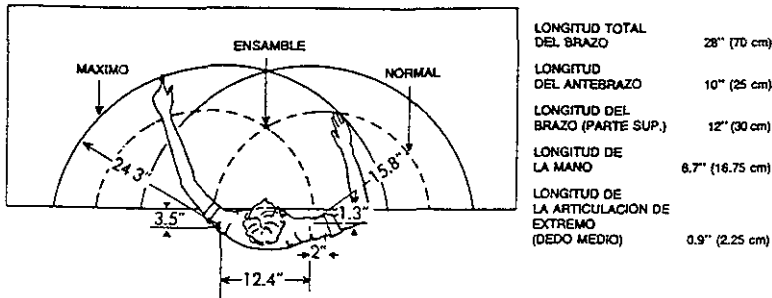


FIG. 4.2

Áreas normal y máxima de trabajo para mujeres, en caso de hombres multiplíquese por 1.09

#### 4.3 MEJORA DE METODOS

En esta etapa se analizarán algunos de los métodos actuales de la confeccionadora Gucec, con el fin de proponer cambios, de ser necesario, para obtener mejoras, cabe señalar que los métodos presentados comprenden diversas áreas de trabajo.<sup>3</sup>

Los métodos a considerar serán aquellos que frecuentemente están reportados por fallas o errores que colocan al producto fuera de control.

Para empezar se muestra un cursograma analítico de la parte trasera, delantera y vistas del vestido cuyo estilo es J282399 como base para la presentación del diagrama general de las operaciones del proceso para la elaboración de dicho vestido.

Posterior a este diagrama se muestran los métodos actuales y las mejoras de los mismos.

---

<sup>3</sup> Los métodos, técnicas, objetivos, etc. mencionados a lo largo de este capítulo se tomarán como base para mejorar los métodos actuales de la confeccionadora Gucec.



DIAGRAMA CURSOGRAMA  
ANALITICO DEL MATERIAL

ÁREA COSIDO

FECHA 26/10/99

DIAGRAMA

HÓJA 1 DE 1

NUMERO. 1

METODO: ACTUAL TIEMPO TOTAL:  
6 125 min/pza.

EL ABORO: EDUARDO JIMÉNEZ LÓPEZ

ACTIVIDAD: ELABORAR LA PARTE  
DELANTERA DEL VESTIDO

APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ

DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min/pza.)	S	OBSERVACIONES
Almacnado de M.P.			▽	
Sacado de M.P.		0.5	○	
Transportado a corte y Selección	10.8		⇨	
Cortado y seleccionado de M.P.		0.5	○	
Transportado a M.P.	9.6		⇨	
Cortada y seleccionada			○	
Depositado en área de M.P. cortada y seleccionada	2.6	0.0055	⇨	
Transportado a M 1D		3.75	○	La máquina es recta
Pinzado en M 1D	16.6		⇨	
Transportado a M 7B		0.63	○	La máquina es recta
Pegado de pellón en M 7B			⇨	
Transportado a espera	11.7		⇨	
M.P. esperando		0.74	D	
Transportado a M 4D para unión con trasero	15.4		⇨	

NOTA: S = SIMBOLO

DIAGRAMA CURSOGRAMA  
ANALITICO DEL MATERIAL

AREA: COSIDO

FECHA: 26/10/99

DIAGRAMA  
NUMERO: 2

METODO: ACTUAL TIEMPO TOTAL:  
7.8486 min/pza.

ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ

ACTIVIDAD: ELABORAR LA PARTE  
TRASERA DEL VESTIDO

APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ

DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min/pza.)	S	OBSERVACIONES
Almacenado de M.P.			▽	
Sacado de M.P.		0.344	○	
Transportado a corte y selección	10.8		⇨	
Cortado y seleccionado de M.P.		0.5	○	
Transportado a M.P. cortada y seleccionada	9.6		⇨	
Depositado en área de M.P. cortada y seleccionada		0.005	○	
Transportado de M.P. a M 7D	10.3		⇨	
Pegado de pellón en M 7D		0.75	○	La máquina es recta
Transporte a M 6D	1.7		⇨	
Orleado en M 6D		0.4166	○	La máquina es over de 5 hilos
Transportado a M 8D	2.8		⇨	
Unido de trasero en M 8D		1.183	○	La máquina es recta
Transportado a M 5C	3.6		⇨	
Pegado de cierre en M 5C		2.2	○	La máquina es recta
Transportado a M 2B	2.25		⇨	
Pinzado en M 2B		2.45	○	La máquina es recta
Transportado a M 4D	14.3		⇨	

NOTA. S = SIMBOLO

DIAGRAMA: CURSÓGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO

AREA COSIDO

FECHA 26/10/99  
HOJA 1 DE 1

DIAGRAMA NUMERO. 3

METODO: ACTUAL TIEMPO TOTAL:  
1 4742 min/pza.

ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ

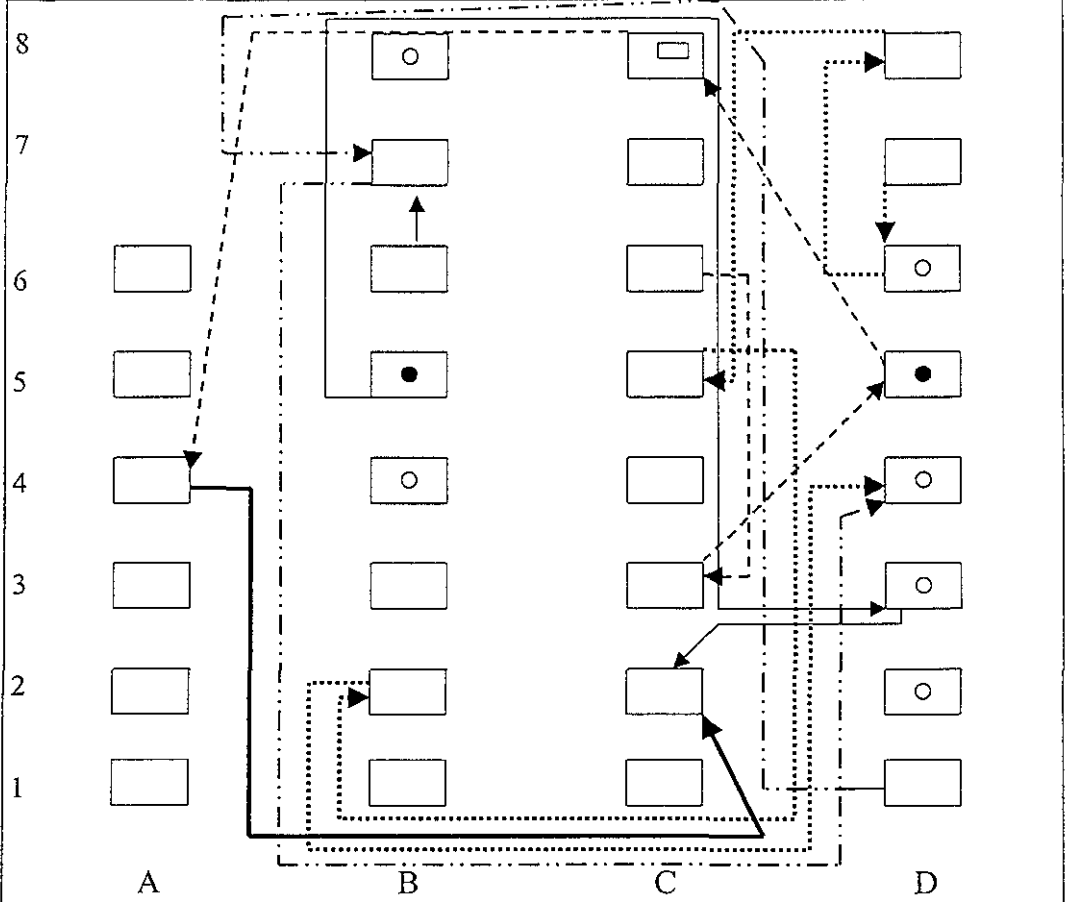
ACTIVIDAD ELABORAR LAS VISTAS DEL VESTIDO

APROBO: ING CASSIODORO DOMINGUEZ

DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min/pza.)	S	OBSERVACIONES
Almacenado de M.P.			▽	
Sacado de M.P.		0.171	○	
Transportado a corte y selección	10.8		⇨	
Cortado y seleccionado de M.P.		0.39	○	
Transportado a M.P. cortada y seleccionada	9.6		⇨	
Depositado en área de M.P. cortada y seleccionado		0.0032	○	
Transportado a M 4A	14.7		⇨	
Unido de vistas con Cintas de colgar en M 4A		0.49	○	La máquina es recta
Transportado a espera	18.7	0.42	⇨	
M.P. esperando			○	
Transportado a M 2C para unión con trasero y delantero	3.6		⇨	

NOTA. S = SIMBOLO

DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL OPLRARIO		AREA COSIDO	FECHA 2/11/99	DIAGRAMA NUMERO.4
METODO: ACTUAL		TIEMPO: 0.1922min/pza	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ	
ACTIVIDAD: ABASTECER DE TRABAJO ALAS DIFERENTES MAQUINAS			APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ	
			OPERARIO: JUANA GARFIAS SALDIVAR	



- ▶ UNION DE DELANTERO CON TRASERO
- ▶ VISTAS
- .....▶ TRASERO
- - -▶ DELANTERO
- - -▶ UNION DE DELANTERO-TRASERO CON VISTA

●	Máquina OVER , 3 Hilos
○	Máquina OVER , 5 Hilos
□	Máquina Dobladilladora
□	Máquina recta

DISTANCIA TOTAL DE RECORRIDO . 158.2 metros  
 OBSERVACIONES: \*La carga es molesta  
 \*En cada recorrido son llevadas 20 piezas

PROPUESTA DE MEJORA	AREA: COSIDO	FECHA 2/11/99 HOJA 2 DE 5	DIAGRAMA NUMERO.4
ACTIVIDAD ABASTECER DE TRABAJO ALAS DIFERENTES MAQUINAS		ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ	
		APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ	
		OPERARIO: JUANA GARFIAS SALDIVAR	

**PROBLEMA:**

El empleado recorre distancias excesivas entre las diferentes estaciones de trabajo (cabe señalar que en este recorrido el operario lleva cargando bultos de tela que en ocasiones suman un peso aproximado de 15 Kg), situación que le ocasiona fatiga excesiva, además de generar en ocasiones una espera temporal en la línea de producción.

El diagrama 1 del método actual muestra el recorrido del operario en el área de cosido.

**ACCIONES A TOMAR:**

- Redistribuir las máquinas
- Diseñar y mandar hacer un carrito de servicio (el cual sirva para transportar los cortes)

Estos cambios se observan en el diagrama 1 para método mejorado.

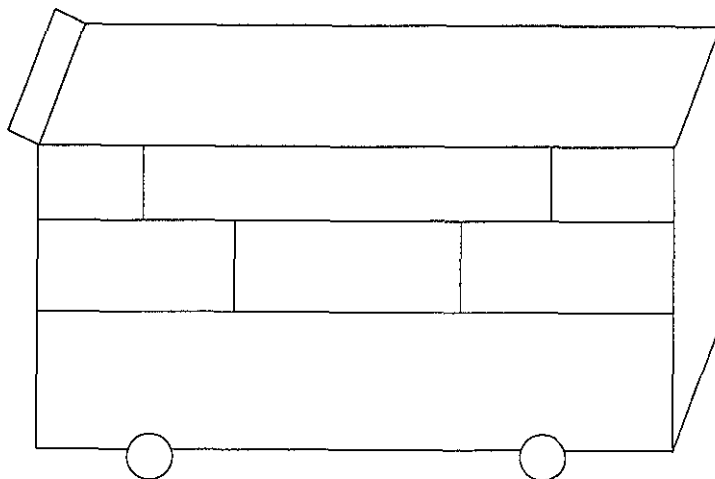
**ELEMENTOS REQUERIDOS:**

- Medio turno de labores (4.5 horas) de 2 trabajadores, para reubicar la máquinas
- Un carrito de servicio
- Dos cintas de aislar
- Capacitación

DISEÑO DE CARRITO DE SERVICIO	AREA. COSIDO	FECHA: 27/11/99	DIAGRAMA NUMERO: 4
		HOJA: 3 DE 5	

ACTIVIDAD: ABASTECER DE TRABAJO ALAS DIFERENTES MAQUINAS	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ
	APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ
	OPERARIO: JUANA GARTIAS SALDIVAR

**CARRITO DE SERVICIO**



**DATOS TECNICOS :**

MATERIAL DE ESTRUCTURA : ANGULO DE 1"

MATERIAL DE CARROCERIA : TRIPLAY

LARGO TOTAL: 1.25 metros

ANCHO TOTAL: 0.60 metros

ENTREPAÑOS: 8

DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL OPERARIO	AREA: COSIDO	FECHA: 2/11/99	DIAGRAMA NUMERO: 4
		HOJA 4 DE 5	
METODO(GENERAL): MEJORADO		ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ	
ACTIVIDAD. ABASTECER DE TRABAJO ALAS DIFERENTES MAQUINAS		APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ	
		OPERARIO: JUANA GARFIAS SALDIVAR	

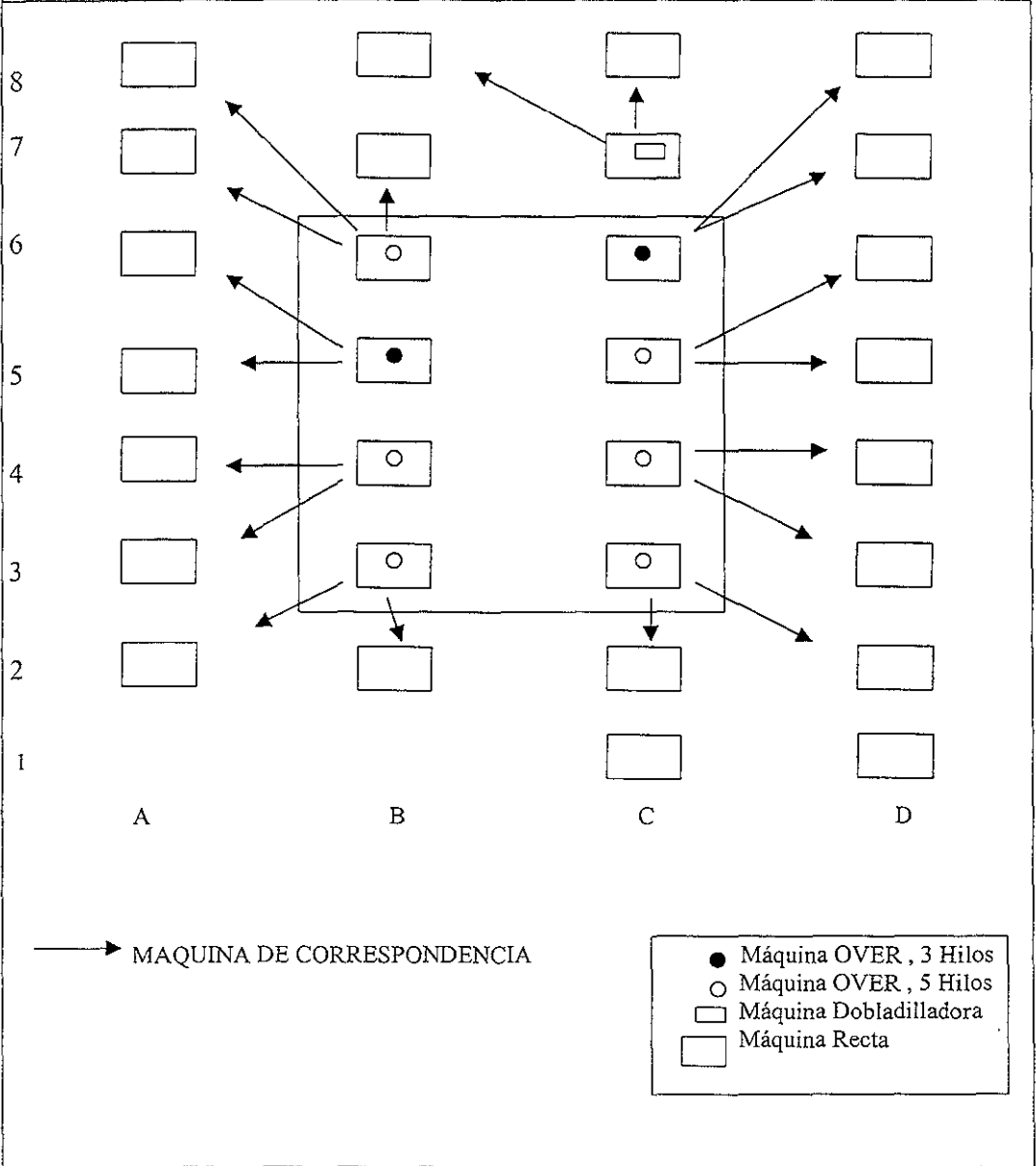
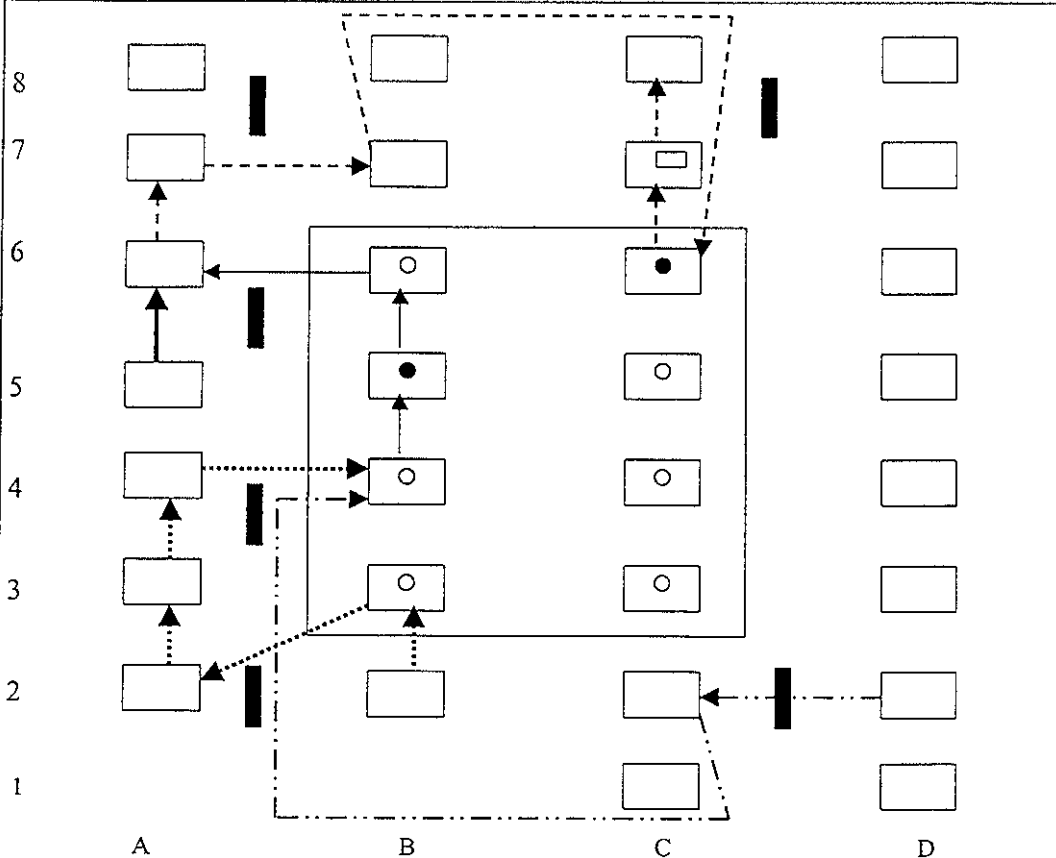


DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL OPERARIO	AREA. COSIDO	FECHA: 2 11.99	DIAGRAMA NUMERO: 4
	TIEMPO: 0.0601 min/pza	HOJA: 5 DE 5	
METODO(ESPECIFICO): MEJORADO		ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ	
AC TIVIDAD: ABASTECER DE TRABAJO ALAS DIFERENTES MAQUINAS		APROBO. ING. CASSIODORO DOMINGUEZ	
		OPERARIO: JUANA GARFIAS SALDIVAR	



- UNION DE DELANTERO CON TRASERO
- VISTAS
- ..... TRASERO
- .-.- DELANTERO
- .-.- UNION DE DELANTERO-TRASERO CON VISTAS

- Máquina OVER , 3 Hilos
- Máquina OVER , 5 Hilos
- Máquina Dobladilladora
- Máquina Recta
- █ Paradas que realiza el operario con su carrito

DISTANCIA TOTAL DE RECORRIDO: 49.46 metros

AHORRO: 108.74 metros

OBSERVACIONES: \*En cada recorrido son llevadas 20 piezas



DIAGRAMA BIMANUAL		AREA COSIDO		FECHA: 8/11/99		DIAGRAMA NUMERO: 5	
METODO: ACTUAL		TIEMPO TOTAL: 1.25 (min/pza)		ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ			
ACTIVIDAD: UNIÓN DE TRASEROS CON DELANTERO				APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ			
				OPERARIO: ROGELIO MARTINEZ RAMIREZ			
MANO IZQUIERDA	S	MANO DERECHA	S	PIE IZQ.	S	PIE DER.	S
Alcanza parte trasera	⇒	Alcanza parte trasera	⇒	Espera	D	Espera	D
Toma parte trasera	O	Toma parte trasera	O	Espera	D	Espera	D
Transporta a máquina	⇒	Transporta a maquina	⇒	Espera	D	Espera	D
Voltea la prenda	O	Voltea la prenda	O	Espera	D	Espera	D
Sujeta prenda para buscar marca	O	Sujeta prenda para buscar marca	O	Espera	D	Espera	D
Mide marca	O	Mide marca	O	Espera	D	Espera	D
Corta en marca	O	Espera		D	Espera	D	Espera
Transporta tela a máquina	⇒	Transporta tela a máquina	⇒	Espera	D	Alcanza pedal	⇒
Coloca prenda en máquina	O	Coloca prenda en máquina	O	Espera	D	Presiona pedal	O
Alcanza parte delantera	⇒	Espera		D	Espera	D	Suelta pedal
Toma parte delantera	O	Espera		D	Espera	D	Espera
Transporta la parte delantera a la máquina	⇒	Transporta la parte delantera a la máquina	⇒	Espera	D	Alcanza pedal	⇒
Coloca parte delantera encima de la parte trasera	O	Coloca parte delantera encima de la parte trasera	O	Alcanza pedal	⇒	Presiona pedal	O
Sostén parte trasera mientras se maquina	O	Sostén parte trasera mientras se maquina	O	Presiona pedal	O	Suelta pedal	O
Jira 180 ° el vestido	O	Jira 180 ° el vestido	O	Suelta pedal	O	Espera	D
Junta parte trasera con delantera	O	Junta parte trasera con delantera	O	Alcanza pedal	⇒	Espera	D
Sostén parte delantera mientras se maquina	O	Sostén parte delantera mientras se maquina	O	Presiona pedal	O	Espera	D
Quita vestido de la máquina	O	Quita vestido de la máquina	O	Suelta pedal	O	Espera	D
Dobla vestido	O	Dobla vestido	O	Espera	D	Espera	D
Transporta vestido a contenedor derecho	⇒	Transporta vestido a contenedor derecho	⇒	Espera	D	Espera	D

OBSERVACION:- La máquina a la que se hace referencia es una over de 5 hilos

- S = símbolo

PROPUESTA DE MEJORA

AREA: COSIDO

FECHA: 8/11/99

DIAGRAMA

HOJA 2 DE 3

NUMERO. 5

ACTIVIDAD: UNIÓN DE TRASEROS CON  
DELANTERO

ELABORÓ: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ

APROBÓ: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ

OPERARIO: ROGELIO MARTINEZ RAMIREZ

#### PROBLEMA:

El operador pierde concentración y tiempo en volver a colocar la marca de referencia (originalmente la tela presenta la marca, pero al pasar por un proceso de orleado\* suele desaparecer), que indica el limite para la unión de la parte trasera con la delantera.

#### ACCIONES A TOMAR:

- Pedir a quienes cortan y seleccionan la materia prima que prolonguen la marca original con un gis

*Estos cambios se pueden visualizar en el diagrama 2 para método mejorado*

#### ELEMENTOS REQUERIDOS

- Una caja de gises
- Capacitación

\*una máquina corta y cose las esquinas de la tela

DIAGRAMA BIMANUAL		AREA COSIDO		FECHA 8/11/99		DIAGRAMA	
				HOJA 3 DE 5		NUMERO: 5	
METODO: MEJORADO		TIEMPO TOTAL: 0 8533( min/pza)		ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ			
ACTIVIDAD: UNION DE TRASEROS CON DELANTERO				APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ			
				OPERARIO: ROGELIO MARTINEZ RAMIREZ			
MANO IZQUIERDA	S	MANO DERECHA	S	PIE IZQ.	S	PIE DER.	S
Alcanza parte trasera	⇒	Alcanza parte trasera	⇒	Espera	D	Espera	D
Toma parte trasera	○	Toma parte trasera	○	Espera	D	Espera	D
Transporta a máquina	⇒	Transporta a máquina	⇒	Espera	D	Espera	D
Voltea la prenda	○	Voltea la prenda	○	Espera	D	Alcanza pedal	⇒
Coloca prenda en máquina	○	Coloca prenda en máquina	○	Espera	D	Presiona pedal	○
Alcanza parte delantera	⇒	Espera	D	Espera	D	Suelta pedal	○
Toma parte delantera	○	Espera	D	Espera	D	Espera	D
Transporta la parte delantera a la máquina	⇒	Transporta la parte delantera a la máquina	⇒	Espera	D	Alcanza pedal	⇒
Coloca parte delantera encima de la parte trasera	○	Coloca parte delantera encima de la parte trasera	○	Alcanza pedal	⇒	Presiona pedal	○
Sostén parte trasera mientras se maquina	○	Sostén parte trasera mientras se maquina	○	Presiona pedal	○	Suelta pedal	○
Jira 180 ° el vestido	○	Jira 180 ° el vestido	○	Suelta pedal	○	Espera	D
Junta parte trasera con delantera	○	Junta parte trasera con delantera	○	Alcanza pedal	⇒	Espera	D
Sostén parte delantera mientras se maquina	○	Sostén parte delantera mientras se maquina	○	Presiona pedal	○	Espera	D
Quita vestido de la máquina	○	Quita vestido de la máquina	○	Suelta pedal	○	Espera	D
Dobla vestido	○	Dobla vestido	○	Espera	D	Espera	D
Transporta vestido a contenedor derecho	⇒	Transporta vestido a contenedor derecho	⇒	Espera	D	Espera	D

OBSERVACION: - La máquina a la que se hace referencia es una over de 5 hilos  
- S = símbolo  
- El pie derecho acciona el pedal que desactiva el sujetador  
- El pie izquierdo acciona el pedal que hace coser a la máquina

MÉTODO: ACTUAL

TIEMPO TOTAL:  
(0.966 (mm/pza))

ELABORÓ: EDUARDO JIMÉNEZ LOPEZ

ACTIVIDAD: PEGAR VISTAS A CIERRE

APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ

OPERARIO: ANA LAURA CRUZ RAMIREZ

MANO IZQUIERDA	S	MANO DERECHA	S	PIE DERECHO	S
Alcanza vestido	○	Espera	D	Espera	D
Toma vestido	○	Espera	D	Espera	D
Lleva vestido a mano derecha	⇒	Espera	D	Espera	D
Sujeta vestido	○	Baja cierre del vestido	○	Espera	D
Transporta vestido a máquina	⇒	Transporta vestido a máquina	⇒	Alcanza pedal	⇒
Coloca parte izq. del cierre en la máquina	○	Coloca parte izq. del cierre en la máquina	○	Presiona pedal	○
Alcanza vista	⇒	Alcanza vista	⇒	Suelta pedal	○
Toma vista	○	Toma vista	○	Espera	D
Lleva vista a máquina	○	Lleva vista a máquina	⇒	Alcanza pedal	⇒
Espera	D	Espera	D	Presiona pedal	○
Quita vestido del sujetador de la máquina	○	Quita vestido del sujetador de la máquina	○	Presiona pedal	○
Junta parte izq. del vestido con parte izq. de la vista	○	Junta parte izq. del vestido con parte izq. de la vista	○	Suelta pedal	○
Lleva vestido a máquina	⇒	Lleva vestido a máquina	⇒	Alcanza pedal	⇒
Coloca ambas partes en la máquina	○	Coloca ambas partes en la máquina	○	Presiona pedal	○
Sujeta mientras se máquina	○	Sujeta mientras se maquina	○	Suelta pedal	○
Da vuelta al vestido	○	Da vuelta al vestido	○	Alcanza pedal	⇒
Coloca parte derecha del vestido en la máquina	○	Coloca parte derecha del vestido en la máquina	○	Presiona pedal	○
Alcanza el extremo de la vista	⇒	Alcanza el extremo de la vista	⇒	Suelta pedal	○
Toma extremo derecho de la vista	○	Toma extremo derecho de la vista	○	Alcanza pedal	⇒
Espera	D	Espera	D	Presiona pedal	○
Quita vestido del sujetador de la máquina	○	Quita vestido del sujetador de la máquina	○	Presiona pedal	○
Junta la parte derecha del vestido con el extremo derecho de la vista	○	Junta la parte derecha del vestido con el extremo derecho de la vista	○	Espera	D
Lleva vestido y vista a máquina	⇒	Lleva vestido y vista a máquina	⇒	Alcanza pedal	⇒
Coloca vestido y vista en máquina	○	Coloca vestido y vista en máquina	○	Presiona pedal	○
Sujeta mientras se maquina	○	Sujeta mientras se maquina	○	Suelta pedal	○
Quita el vestido de la máquina	○	Quita el vestido de la máquina	○	Presiona pedal	○
Transporta el vestido al reten	⇒	Transporta el vestido al reten	⇒	Espera	D
Coloca el vestido en el reten	○	Coloca el vestido en el reten	○	Espera	D

OBSERVACIONES:- La máquina a la que se hace referencia es una máquina recta

- S = símbolo

- El pie derecho acciona el pedal que desactiva el sujetador.

PROPUESTA DE MEJORA

ÁREA COSIDO

FECHA 16/11/99

DIAGRAMA

HÓJA 2 DE 3

NUMERO: 6

ACTIVIDAD PEGAR VISTAS A CIERRE

ELABORO: EDUARDO JIMÉNEZ LOPEZ

APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ

OPERARIO: ANA LAURA CRUZ RAMIREZ

#### PROBLEMA.

Existen muchas operaciones innecesarias que sólo consumen tiempo, además se dificulta bajar el cierre del vestido.

#### ACCIONES A TOMAR

- Eliminar las operaciones innecesarias
- Pedir a los trabajadores que colocan el cierre que al terminar su operación lo suban sólo hasta la mitad

Estos cambios se aprecian en el diagrama 1 método mejorado

#### ELEMENTOS REQUERIDOS

- Capacitación

DIAGRAMA BIMANUAL		AREA: COSIDO		FECHA: 16/11-99		DIAGRAMA NUMERO 6	
METODO: MEJORADO		TIEMPO TOTAL: 0.6(min/pza)		ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ			
ACTIVIDAD: PEGAR VISTAS A CIERRE				APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ			
				OPERARIO: ANA LAURA CRUZ RAMIREZ			
MANO IZQUIERDA	S	MANO DERECHA	S	PIE DERECHO	S		
Alcanza vestido	⇨	Espera	D	Espera	D		
Toma vestido	O	Espera	D	Espera	D		
Transporta vestido a mano derecha	⇨	Espera	D	Espera	D		
Alcanza vista	⇨	Alcanza vista	⇨	Espera	D		
Toma vista	O	Toma vista	O	Espera	D		
Lleva vista a vestido	⇨	Lleva vista a vestido	⇨	Espera	D		
Junta extremo derecho de vista con el del cierre	O	Junta extremo derecho de vista con el del cierre	O	Espera	D		
Lleva vestido y vista a máquina	⇨	Lleva vestido y vista a máquina	⇨	Alcanza pedal	⇨		
Coloca ambas partes en la máquina	O	Coloca ambas partes en la máquina	O	Presiona pedal	O		
Sujeta mientras se máquina	O	Sujeta mientras se maquina	O	Suelta pedal	O		
Junta extremo izquierdo de vista con el del cierre	O	Junta extremo izquierdo de vista con el del cierre	O	Espera	D		
Lleva a máquina	⇨	Lleva a máquina	⇨	Alcanza pedal	⇨		
Coloca ambas partes en la máquina	O	Coloca ambas partes en la máquina	O	Presiona pedal	O		
Sujeta mientras se maquina	O	Sujeta mientras se maquina	O	Suelta pedal	O		
Espera	D	Espera	D	Alcanza pedal	⇨		
Quita el vestido de la máquina	O	Quita el vestido de la máquina	O	Presiona pedal	O		
Transporta el vestido al reten	⇨	Transporta el vestido al reten	⇨	Sujeta pedal	O		
Coloca el vestido en el reten	O	Coloca el vestido en el reten	O	Espera	D		

OBSERVACIONES:- La máquina a la que se hace referencia es una máquina recta

- S = simbolo

- El pie derecho acciona el pedal que desactiva el sujetador.

DIAGRAMA: CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	ÁREA ELIMINADO DE EXCEDENTES	FECHA 18/11/99 HOJA. 1 DE 5	DIAGRAMA NUMERO. 7
METODO: ACTUAL	TIEMPO TOTAL: 3.2023(min/pza)	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ	
ACTIVIDAD: DESEBRAR VESTIDO		APROBO. ING. CASSIODORO DOMINGUEZ OPERARIO: ROSA ELENA RAMIREZ YANEZ	

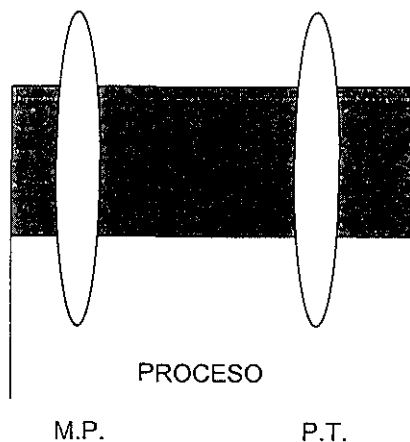


Fig.4.3 AREA DE TRABAJO ACTUAL

DIAGRAMA: CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA: ELIMINADO DE EXCEDENTES	FECHA: 18/11/99	DIAGRAMA NUMERO: 7
---	-------------------------------	-----------------	--------------------

METODO: ACTUAL	TIEMPO TOTAL: 3.2024(min/pza)	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ
----------------	-------------------------------	--------------------------------

ACTIVIDAD: DESEBRAR VESTIDO	APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ
	OPERARIO: ROSA ELENA RAMIREZ YANEZ

DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min/pza.)	S	OBSERVACIONES
Alcanza vestido	0.5	0.01	⇨	Movimiento de clase 5
Toma el vestido de la parte izq. de la mesa		0.011	○	
Lleva vestido al centro de la mesa	0.3	0.010	⇨	
Coloca vestido en la mesa		0.0097	○	No hay suficiente espacio
Inspecciona si el vestido tiene folio, de ser así retirarlo		0.2308	□	La mayoría de los vestidos tiene folio
Desebra el vestido		2.83	○	No hay espacio
Dobla vestido		0.053	○	
Lleva vestido a parte derecha de la mesa	0.43	0.0173	⇨	Movimiento de clase 5
Coloca el vestido en la parte derecha de la mesa		0.0305	○	

OBSERVACION. S = Símbolo



PROPUESTA DE MEJORA	AREA: ELIMINADO DE EXCEDENTES	FECHA: 18/11/99	DIAGRAMA
		HOJA: 3 DE 5	NUMERO: 7
ACTIVIDAD: DESEBRAR VESTIDO	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ		
	APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ		
	OPERARIO: ROSA ELENA RAMIREZ YANEZ		

PROBLEMA: en esta actividad se presentan 3 problemas:

1. La distribución del área de trabajo actual (ver figura 4.3) no es la más conveniente, pues en momentos se revuelve el vestido por desebrar (MP) con el desebrado (PT)
2. La inspección y quitado de folio son operaciones innecesarias, ya que originalmente se realizan en la subárea de Quitado de Pellón, el problema es que no todos los trabajadores están informados de tales operaciones.
3. El trabajador permanece parado todo el tiempo, lo que ocasiona baja en su eficiencia, además su salud se ve afectada, principalmente por daños de columna vertebral. \*

Cabe señalar que cada trabajador labora 9 horas y si a esto se le suma la hora de camino de su casa hacia la planta y viceversa, el trabajador está de pie 11 horas y sólo 30 minutos (horario de comida) está sentado .

#### ACCIONES A TOMAR

Para el caso.

1. Redistribuir el área de trabajo (estos cambios se aprecian en la figura 4.3 del método mejorado)
2. Hacer una junta con los empleados de la subárea de Quitado de Pellón, para concientizarlos de las actividades que deben realizar
3. Dotar de un banco al trabajador

#### ELEMENTOS REQUERIDOS

- Dos contenedores de plástico
- Un banco
- Capacitación

\*Según datos tomados de la revista Muy interesante (Coperías, Enrique, "Los problemas de la espalda que más afectan a la gente", año XVI, no. 2, págs. 24-29) 8 de cada 10 trabajadores han sufrido o sufrirán de molestias en la espalda; estos resultados colocan a la columna como la primer causa de consulta en las unidades de ortopedia en todo el país.

DIAGRAMA: CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA: ELIMINADO DE EXCEDENTES	FECHA: 18/11/99 HOJA: 4 DE 5	DIAGRAMA NUMERO: 7
METODO: MEJORADO	TIEMPO TOTAL: 2.3336 (min/pza)	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ	
ACTIVIDAD: DESEBRAR VESTIDO		APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ OPERARIO: ROSA ELENA RAMIREZ YANEZ	

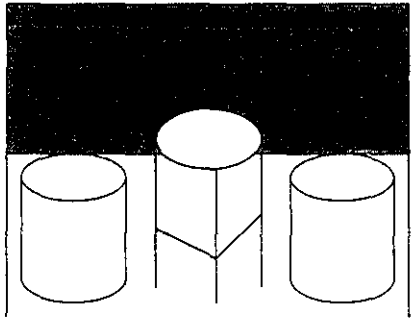


Fig. 4.3 AREA DE TRABAJO PROPUESTA

DIAGRAMA: CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA ELIMINADO DE EXCEDENTES	FECHA: 18/11/99 HOJA 5 DE 5	DIAGRAMA NUMERO: 7
---	------------------------------	--------------------------------	--------------------

METODO MEJORADO	TIEMPO TOTAL: 2.3336(min/pza)	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ
-----------------	----------------------------------	--------------------------------

ACTIVIDAD: DESEBRAR VESTIDO	APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ
	OPERARIO: ROSA ELENA RAMIREZ YANEZ

DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min/pza.)	S	OBSERVACIONES
Alcanza vestido.	0.35	0.0093	⇨	Movimiento de clase 4
Toma el vestido del contenedor izq.		0.0187	○	
Lleva vestido al centro de la mesa.	0.38	0.0100	⇨	
Coloca vestido en la mesa		0.0078	○	
Descbra el vestido.		2.2334	○	Hay espacio
Dobla vestido.		0.0355	○	
Lleva vestido al contenedor derecho.	0.35	0.0153	⇨	
Coloca el vestido en el contenedor derecho.		0.0036	○	Movimiento de clase 4

OBSERVACION: S = Símbolo

DIAGRAMA CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA. ELIMINADO DE EXCEDENTES	FECHA: 24/11/99	DIAGRAMA NUMERO: 8
		HOJA: 1 DE 5	

METODO: ACTUAL TIEMPO TOTAL: 0.7187(min/pza) ACTIVIDAD: COLOCAR ADORNOS EN EL BIES	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ OPERARIO: REMEDIOS GARCIA CRUZ
--	---

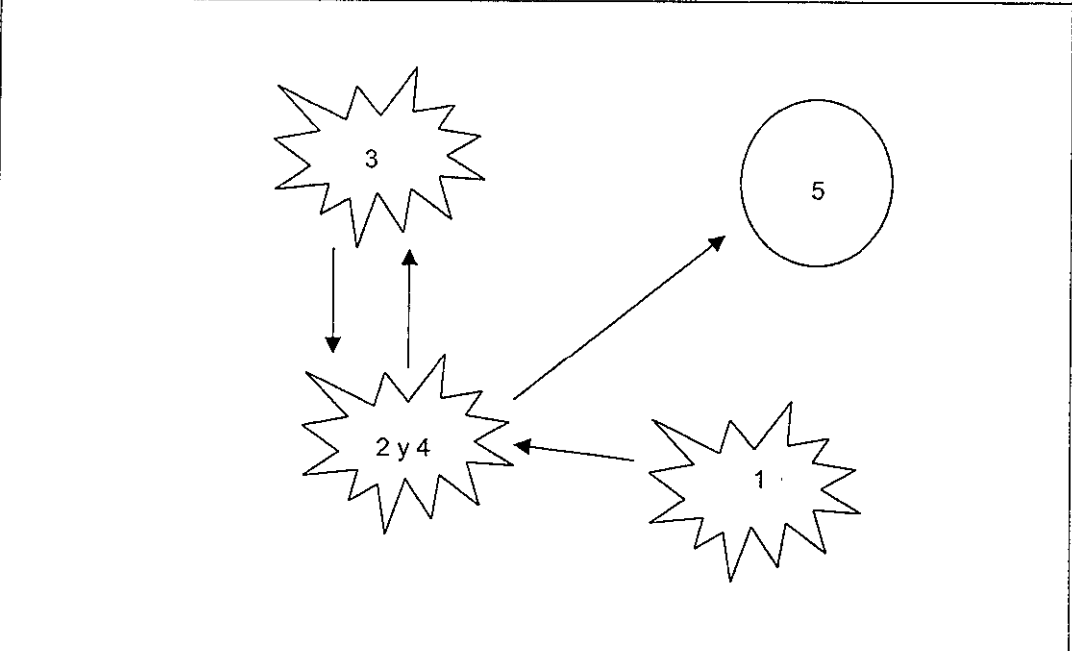
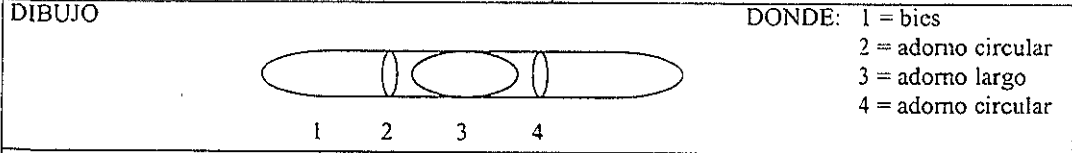


Fig. 4.4 DISTRIBUCION DEL AREA DE TRABAJO

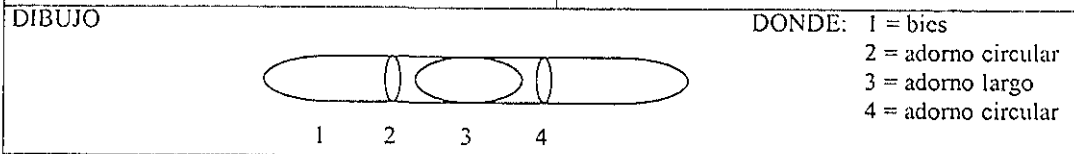
Donde:

- 1 = bolsa con bies
- 2 y 4 = bolsa de adorno circular
- 3 = bolsa con adorno largo
- 5 = contenedor de producto terminado

DIAGRAMA CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA:ELIMINADO DE EXCEDENTES	FECHA:24/11/99 HOJA:2 DE 5	DIAGRAMA NUMERO: 8
--	------------------------------	-------------------------------	--------------------

METODO. ACTUAL  
TIEMPO TOTAL:0.7187(min/pza)  
ACTIVIDAD.COLOCAR ADORNOS EN EL BIES

ELABORO. EDUARDO JIMENEZ LOPEZ  
APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ  
OPERARIO:REMEDIOS GARCIA CRUZ



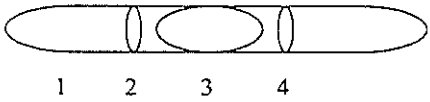
DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min/pza.)	S	OBSERVACIONES
Alcanza 1	0.2	0.015	⇨	Movimiento de clase 4
Toma 1		0.053	○	
Comprime la punta superior de 1		0.0383	○	
Alcanza 2	0.3	0.0016	⇨	
Toma 2		0.003	○	Se dificulta sacar 2 de la bolsa
Coloca 2 en 1		0.0938	○	Se dificulta la operación
Alcanza 3	0.35	0.0193	⇨	Movimiento de clase 5
Toma 3		0.0040	○	Se dificulta sacar 3 de la bolsa
Comprime la punta superior de 1		0.0372	○	
Coloca 3 en 1		0.2355	○	Se dificulta la operación
Alcanza 4	0.23	0.0186	⇨	
Toma 4		0.012	○	Se dificulta sacar 4 de la bolsa
Comprime la punta superior de 1		0.03	○	
Coloca 4 en 1		0.136	○	Se dificulta la operación
Lleva producto al área de P.T.	0.21	0.0178	⇨	
Coloca el producto en la mesa		0.0036	○	

NOTA : S = simbolo

PROPUESTA DE MEJORA	AREA. ELIMINADO DE EXCEDENTES	FECHA: 24/11/99	DIAGRAMA
		HOJA: 3 DE 5	NUMERO: 8

ACTIVIDAD: COLOCAR ADORNOS EN EL BIES	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ OPERARIO. REMEDIOS GARCIA CRUZ
---------------------------------------	---

DIBUJO



1      2      3      4

DONDE: 1 = bies  
2 = adorno circular  
3 = adorno largo  
4 = adorno circular

**PROBLEMA:**

Existen movimientos cruzados, la colocación de adornos en el bies es complicada, por ultimo cabe señalar que el operario esta de pie todo el turno de labores.

**ACCIONES A TOMAR**

- Redistribuir el área de trabajo
- Atravesar un alfiler de cabeza grande en un extremo del bies, de tal forma que los adornos se ensarten en el alfiler y se continúe con los siguientes pasos
- Dotar de un banco al operario

Los cambios se aprecian en el diagrama 5, figura 4.4 con método mejorado.

**ELEMENTOS REQUERIDOS**

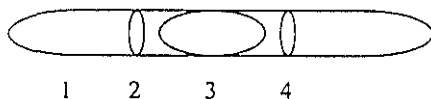
- Alfileres de cabeza grande
- Pinzas chatas
- Cinco contenedores (dos grandes y tres medianos)
- Un banco
- Capacitación

DIAGRAMA CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA ELIMINADO DE EXCEDENTES	FECHA: 24/11/99 HOJA: 4 DE 5	DIAGRAMA NUMERO: 8
--	------------------------------	---------------------------------	--------------------

METODO MEJORADO	TIEMPO TOTAL: 0 4844 (min/pza)	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ
-----------------	-----------------------------------	---

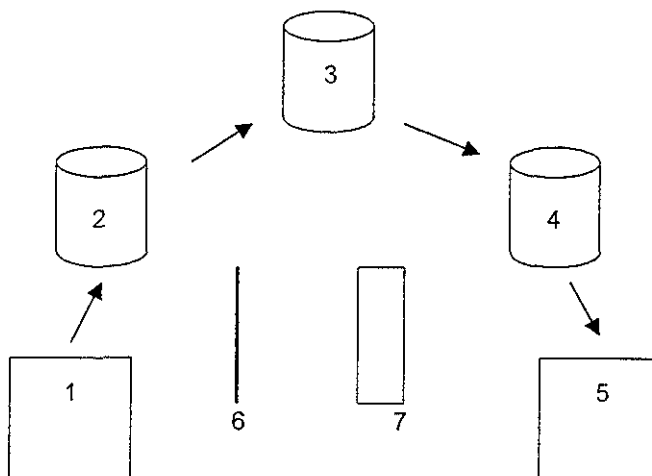
ACTIVIDAD: COLOCAR ADORNOS EN EL BIES OPERARIO: REMEDIOS GARCIA CRUZ

DIBUJO



DONDE: 1 = bies  
2 = adorno circular  
3 = adorno largo  
4 = adorno circular

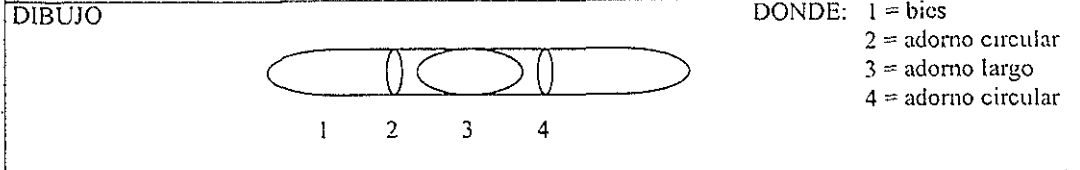
Fig. 4.4 DISTRIBUCION DEL AREA DE TRABAJO



Donde:

- 1 = contenedor de bies
- 2 = contenedor de adorno circular
- 3 = contenedor de adorno largo
- 4 = contenedor de adorno circular
- 5 = contenedor de producto terminado
- 6 = alfileres de cabeza grande
- 7 = pinzas

DIAGRAMA CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO		AREA ELIMINADO DE EXCEDENTES	FECHA: 24/11/99 HOJA: 5 DE 5	DIAGRAMA NUMERO: 8
METODO: MEJORADO	TIEMPO TOTAL: 0.4844 (min/pza)	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ OPERARIO: REMEDIOS GARCIA CRUZ		



DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min/pza.)	S	OBSERVACIONES	
Alcanza 1	0.15	0.015			
Toma 1		0.053			
Alcanza alfiler.	0.26	0.055			
Toma alfiler		0.0161			
Incrusta el alfiler en la punta superior de 1		0.0306			
Alcanza 2.	0.34	0.027			
Toma 2.		0.0012			
Ensarta 2 en el alfiler		0.0058			Se facilita la operación
Alcanza 3.	0.38	0.0637			
Toma 3.		0.0055			
Ensarta 3 en el alfiler.		0.0165			Se facilita la operación
Alcanza 4.	0.45	0.0172			
Toma 4.		0.003			
Ensarta 4 en el alfiler.		0.0056			Se facilita la operación
Alcanza pinzas	0.28	0.012			
Sujeta el alfiler con las pinzas y mete cada pza. en 1.		0.1021			
Lleva pinzas a mesa	0.34	0.021			
Quita el alfiler		0.0196			
Lleva producto al área de P.T.	0.16	0.0116			
Coloca el producto en la mesa.		0.0029			

NOTA . S = símbolo



DIAGRAMA CURSÓGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO		AREA ETIQUETADO	FECHA: 26/11/99	DIAGRAMA NUMERO: 9
METODO: ACTUAL		TIEMPO TOTAL: 0.1395(min/pza)	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ	
ACTIVIDAD: PREPARAR LOS VESTIDOS PARA SU ETIQUETADO			APROBO. ING. CASSIODORO DOMINGUEZ OPERARIO: JOSE JUAN MARTINEZ BRAVO	
DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min/pza.)	S	OBSERVACIONES
Camina al área de inspeccionado para tomar 9 vestidos.	3.27	0.0063	⇒	
Toma 9 vestidos		0.0058	○	Los vestidos están revueltos por talla
Lleva los 9 vestidos al área de etiquetado	3.35	0.0067	⇒	
Coloca los 9 vestidos en los racks de separado		0.0056	○	
Separa los 9 vestidos por talla		0.1043	○	Esta operación disgusta al operario
Lleva los 9 vestidos al rack de etiquetado	2.26	0.004	⇒	
Coloca por talla los 9 vestidos en los racks de etiquetado.		0.0068		

NOTA: S = símbolo

PROPUESTA DE MEJORA	AREA ETIQUETADO	FECHA: 26/11/99	DIAGRAMA
		HOJA: 2 DE 3	NUMERO: 9
ACTIVIDAD: PREPARAR LOS VESTIDOS PARA SU ETIQUETADO		ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ	
		APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ	
		OPERARIO: JOSÉ JUAN MARTÍNEZ BRAVO	

#### PROBLEMA:

Los vestidos salen del área de cosido por talla, pero al pasar por el área de Eliminado de Excedentes éstas se revuelven; el problema continúa hasta el área de Etiquetado, donde son separadas (como se aprecia en el diagrama 9 para el método actual).

#### ACCIONES A TOMAR

Con la finalidad de eliminar aquellas operaciones que impliquen la separación de los vestidos por talla (en el área de Etiquetado) se propone la identificación del producto en las áreas comprendidas entre el cosido y el área de etiquetado, donde las acciones a realizar serán las siguientes:

- Colocar 2 contenedores a la salida del área de cosido, en el primero se pegará una hoja que indicará la talla del lote de vestidos que salen del área de Cosido, en el segundo la hoja indicará la talla del lote que saldrá en segundo término (este contenedor servirá de almacén temporal en tanto se despachan los vestidos del primer lote).
- En el área de Planchado, el Producto Terminado será colgado en racks con identificador de tallas en el extremo superior derecho, el mismo método se realizará en el área de Inspección, de Etiquetado y Embolsado.

Nota: el identificador debe corresponder a la talla sobre la cual trabajan las áreas (citadas en el párrafo anterior).

Una vez realizadas estas adaptaciones, el número de operaciones disminuye, como se aprecia en el diagrama 9 por método mejorado

#### ELEMENTOS REQUERIDOS

- Dos contenedores de plástico
- Un marcador
- Hojas en blanco
- Diurex
- 4 juegos de identificadores de talla
- Capacitación

DIAGRAMA CURSÓGRAMA ANALÍTICO DEL OPERARIO		ÁREA ETIQUETADO	FECHA: 26/11/99	DIAGRAMA NUMERO: 9
MÉTODO: MEJORADO	TIEMPO TOTAL: 0 0266(min/pza)	ELABORÓ: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ		
ACTIVIDAD: PREPARAR LOS VESTIDOS PARA SU ETIQUETADO		APROBÓ: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ OPERARIO: JOSÉ JUAN MARTINEZ BRAVO		
DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min/pza.)	S	OBSERVACIONES
Camina al área de inspeccionado para tomar 9 vestidos	3.27	0.0063	⇒	
Toma 9 vestidos		0.0058	○	Los vestidos ya están separados por talla
Lleva los 9 vestidos al área de etiquetado	4.6	0.0077	⇒	
Coloca los 9 vestidos por talla en los racks de etiquetado		0.0068	○	

NOTA: S = símbolo

DIAGRAMA CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA: ETIQUETADO	FECHA: 2/12/99	DIAGRAMA NUMERO: 10
METODO ACTUAL	TIEMPO TOTAL: 0.857(min/pza.)	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ	

ACTIVIDAD: COLOCAR LOS MEDALLONES A LOS VESTIDOS	APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ
	OPERARIO: JOSE JUAN MARTINEZ BRAVO

DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min/pza.)	S	OBSERVACIONES
Camina a mesa A para tomar 6 medallones	2.9	0.0138	⇨	La mesa A contiene la habilitación del producto
Toma la pistola y 6 medallones talla 13		0.013	○	
Camina a racks de etiquetado	2.8	0.0121	⇨	El operario se distrae
Coloca los 6 medallones en los respectivos vestidos con ayuda de la pistola		0.1556	○	
Camina a la mesa A para tomar 16 medallones	2.9	0.0065	⇨	
Toma 16 medallones talla 3		0.0143	○	El operario ya esta cansado
Regresa a racks de etiquetado	2.8	0.0041	⇨	
Coloca 9 medallones en sus respectivos vestidos		0.1443	○	
Camina a la mesa A por un paquete de plastiflechas	2.9	0.1165	⇨	
Toma un paquete de plastiflechas		0.0731	○	
Regresa a racks de etiquetado	3.12	0.087	⇨	
Coloca las plastiflechas en la pistola		0.0667	○	
Coloca los 7 medallones restantes		0.15	○	

NOTA : S = simbolo

PROPUESTA DE MEJORA	AREA. ETIQUETADO	FECHA: 2/12/99	DIAGRAMA
		HOJA. 2 DE 4	NUMERO: 10
ACTIVIDAD: COLOCAR LOS MEDALLONES A LOS VESTIDOS		ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ	APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ
		OPERARIO: JOSE JUAN MARTINEZ BRAVO	

**PROBLEMA:**

El trabajador regresa en varias ocasiones a la mesa A, esto ocasiona distracción, cansancio y aumenta considerablemente la duración de la actividad

**ACCIONES A TOMAR**

- Hacer una cangurera (ver fig.4.5) donde el trabajador coloque los aditamentos que requiere, con la finalidad de disminuir la ruta de su recorrido

**ELEMENTOS REQUERIDOS**

- Tela para hacer la cangurera
- 30 minutos de mano de obra de un trabajador del área de Corte y Selección (incluye diseño del artículo)
- 15 minutos de trabajo en una máquina recta
- Capacitación

DIAGRAMA:CURSOGRAMA  
ANALITICO DEL OPERARIO

AREA:ETIQUETADO

FECHA:2/12/99

DIAGRAMA  
NUMERO: 10

HOJA:3 DE 4

METODO: MEJORADO

ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ

ACTIVIDAD:COLOCAR LOS MEDALLONES A  
LOS VESTIDOS

APROBO ING. CASSIODORO DOMINGUEZ

OPERARIO:JOSE JUAN MARTINEZ BRAVO

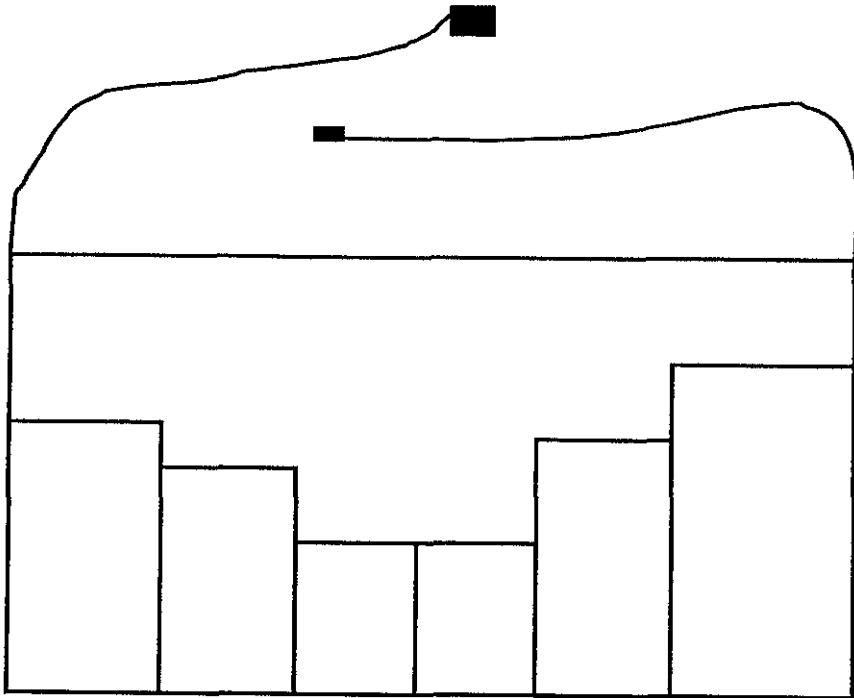


Fig. 4.5 FRENTE DEL DISEÑO PARA LA CANGURERA

DIAGRAMA:CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO		AREA:ETIQUETADO	FECHA:2/12/99	DIAGRAMA NUMERO: 10
METODO: MEJORADO	TIEMPO TOTAL:0.2674(min/pza.)	ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ		
ACTIVIDAD:COLOCAR LOS MEDALLONES A LOS VESTIDOS		APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ OPERARIO:JOSE JUAN MARTINEZ BRAVO		
DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min/pza.)	S	OBSERVACIONES
Camina a la mesa A para tomar 22 medallones	2.9	0.0037	⇒	La mcsa A contiene la habilitación del producto
Toma la pistola y 6 medallones talla 13 y 16 de la talla 3.		0.0128	○	
Coloca los 22 medallones dentro de la cangurera		0.0031	○	El operario casi no se distrae
Toma la pistola y un paquete de plastiflechas		0.046	○	
Coloca la pistola y las plastiflechas dentro de la cangurera		0.0596	○	
Camina a racks de etiquetado con los 22 medallones y las herramientas necesarias	2.8	0.0039	⇒	El operario se cansa menos
Coloca los 22 medallones en sus respectivos vestidos		0.1383	○	

NOTA : S = símbolo

Capitulo V  
APLICACION DE LAS  
TECNICAS DE LA MEDICION  
DEL TRABAJO



## 5.1 MEDICION DEL TRABAJO

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado<sup>1</sup> en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según la norma de ejecución preestablecida.

La medición del trabajo, como su nombre lo indica, es el medio por el cual la dirección puede medir el tiempo invertido en ejecutar una operación u operaciones, de tal forma que se destaque el tiempo improductivo con el fin de eliminarlo, además de servir también como para fijar tiempos tipo de ejecución del trabajo.

### TECNICAS DE MEDICION DEL TRABAJO

Las principales técnicas que se emplean en la medición del trabajo:

- Muestreo del trabajo
- Estudio de tiempos con cronómetro
- Sistema de normas de tiempo predeterminado
- Datos tipo

Para la aplicación de estas técnicas es necesario contar con un procedimiento sistemático, por lo cual se utilizará el propuesto por la OIT.

### *ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICION DEL TRABAJO*

SELECCIONAR

el trabajo objeto de estudio

REGISTRAR

todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y elementos de actividad que se suponen

---

<sup>1</sup> La OIT considera a un trabajador calificado, como aquel de quien se reconoce que tiene las aptitudes físicas necesarias, que posee la requerida inteligencia e instrucción y que ha adquirido destreza y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

EXAMINAR	los datos registrados y el detalle de los elementos con espíritu crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces y separar los improductivos o extraños de los productivos
MEDIR	la cantidad de trabajo de cada elemento expresándola en tiempo y mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo
COMPILAR	el tiempo tipo de la operación previendo en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades fisiológicas, etc.
DEFINIR	con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo tipo por las actividades y métodos especificados

La figura 5.1 muestra en forma resumida la secuencia de la medición del trabajo, para efectos de esta tesis se hará la compilación por el camino de los suplementos.

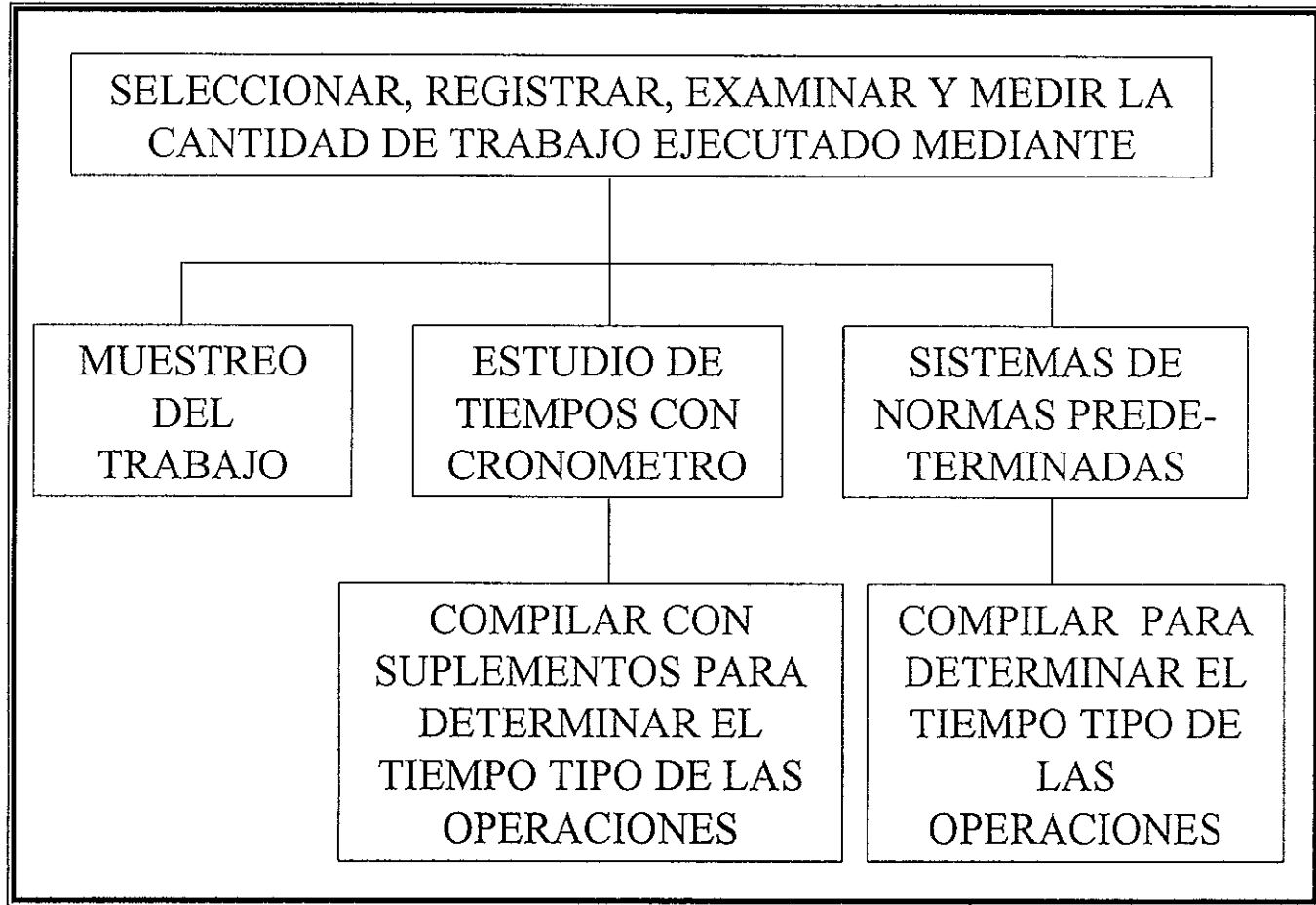


Fig. 5.1

## 5.2 MUESTREO DEL TRABAJO

Conocido también como método de observaciones, el muestreo del trabajo es una técnica para determinar mediante el muestreo estadístico u observaciones aleatorias, el número de muestras que se han de registrar.

### DETERMINACION DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Para determinar el tamaño de muestra o número de observaciones se utilizará el procedimiento estadístico, que consiste en efectuar una serie de observaciones preliminares ( $n'$ ) y posteriormente aplicar la fórmula A para un nivel de confianza de 95.45 por ciento y un margen de error de  $\pm 5\%$ .

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n' \sum X^* - (\sum X)^*}}{\sum X} \right)^*$$

FORMULA A

donde:

$n$  = tamaño de la muestra a determinar

$n'$  = número de observaciones preliminares

$\sum$  = suma de los valores

$X$  = valor de las observaciones

\* = elevación a la segunda potencia

Nota 1: el valor  $n'$  será tomado en todos los casos como cinco observaciones y el número producto a evaluar serán tomados aleatoriamente de la tabla E (ver apéndice).

Nota 2: de obtener un valor de " $n$ " muy grande o pequeño (de acuerdo con el criterio del analista), se utilizarán 10 observaciones, es decir  $n=10$ , ya que este valor garantiza en el estudio, un nivel de confianza de 95.45% como ya se mencionó.

## 5.3 ESTUDIO DE TIEMPOS

Es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas para analizar los datos, a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

El estudio de tiempos empleando la técnica del cronometraje es de suma importancia, pues permite determinar el tiempo en que un trabajador calificado realiza una tarea; esta información ayuda a obtener cuotas de producción del trabajador por hora o turno de labor, capacidad de producción en planta, determinación de costos estándar, etc.

Cabe señalar que se usará la técnica "Snapback" (vuelta cero) para la toma de tiempos.

### 5.3.1 VALORACION DEL RITMO DEL OPERARIO

Valorar el ritmo es comparar el ritmo real del trabajador con una cierta idea del ritmo tipo (este último es una apreciación subjetiva con relación al trabajo de los empleados calificados).

El ritmo óptimo de cada operario depende de:

- Esfuerzo físico exigido por el trabajo
- Cuidado con que deba efectuarlo
- Formación y experiencia

Todos estos factores entre otros se analizarán, pero se hace hincapié en que la valoración es simplificada, gracias al estudio de métodos anteriormente efectuado (incluso, algunas operaciones innecesarias fueron eliminadas).

## ESCALAS DE VALORACION

Para comparar acertadamente el ritmo de trabajo observado con el de trabajo tipo, es necesario utilizar una escala de valoración.

Existen varias escalas de valoración (ver tabla 5.1), sin embargo, se utilizará la escala 0-100, adoptada por la norma británica y la OIT, en la cual el 0 indica una actividad nula y el 100 el ritmo normal de trabajo de un obrero calificado (ritmo tipo).

La escala 0-100 está comprendida en el método de Barnes, el cual será utilizado para calcular el tiempo estándar.

La tabla 5.2 muestra la valoración en forma más detallada de la escala 0-100.

NIVEL DE RITMO	VALORACION [ % ]
Ritmo demasiado alto	125
Ritmo muy alto	120
Ritmo regularmente alto	115
Ritmo alto	110
Ritmo ligeramente alto	105
Ritmo normal	100
Ritmo ligeramente bajo	95
Ritmo bajo	90
Ritmo regularmente bajo	85
Ritmo muy bajo	80
Ritmo demasiado bajo	75

TABLA 5.2

ESCALAS				DESEMPEÑO
60-80	75-100	100-133	0-100 (BRITANICA)	
0	0	0	0	nulo.
40	50	67	50	muy lento, movimientos torpes.
60	75	100	75	sin prisa, pierde tiempo adrede.
80	100	133	100 (RITMO TIPO)	activo, capaz, obrero calificado, logra con tranquilidad el nivel de cantidad y calidad.
100	125	167	125	muy rápido, actúa con seguridad y destreza.
120	150	200	150	excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar largos periodos.

Fuente: Department of work study (West England )

TABLA 5.1 TIPOS DE ESCALAS

### 5.3.1.1 COMPENSACIONES (SUPLEMENTOS) AL TRABAJADOR

Aun cuando se ha ideado el método más práctico y económico, las operaciones seguirán representando un esfuerzo, por lo que hay que prever ciertos elementos para compensar la fatiga y dar suplementos para que el trabajador se ocupe de sus necesidades personales.

Norris y Elliot crearon tablas de suplementos para permitir que el trabajador recupere sus fatigas originadas por la ejecución de las operaciones previamente establecidas, estas tablas comprenden suplementos por esfuerzo físico, mental, visual, monotonía (tedio), necesidades fisiológicas y suplementos de la tarea (que se presentan como consecuencia de las actividades normales de producción).

Cabe señalar que cada compensación abarca diferentes niveles, por lo cual se escogerá el que mejor aplique (según el criterio del analista).

Las tablas 5.3 y 5.4 muestran los suplementos creados por Norris y Elliot.

NIVEL	ESFUERZO FISICO (E.F.) [ % ]	ESFUERZO MENTAL (E.M.) [ % ]	ESFUERZO VISUAL (E.V.) [ % ]
Muy poco	0.8	0.6	0.6
Poco	1.2	1.2	1.2
Regular	3.2	2.4	2.4
Medio	5.4	4	4
Mucho	7.2	5.4	5.6
Demasiado	9	7	7

TABLA 5.3

DURACION DEL CICLO [ min ]	MONOTONIA [ % ]
0.01-0.05	9
0.06-0.1	8
0.11-0.2	7
0.21-0.5	6
0.51-1	5
1.01-2	4
2.01-3	3.5
3.01-5	3
5.1-10	2
10.01- ∞	1

TABLA 5.4

Los suplementos por tarea y por necesidades fisiológicas serán de un 5 %



### 5.3.2 TIEMPO ESTANDAR (TIEMPO TIPO)

El tiempo estándar es el tiempo total de ejecución de operación a ritmo tipo, es decir, es el tiempo que se le asigna a la operación y que debe observar el operario calificado durante todo el turno de trabajo; es necesario que este tiempo sea lo más confiable, por lo tanto se empleará el método matemático de Barnes.

Para calcular el tiempo estándar se requiere:

- Cronometrar los elementos de la operación
- Valorar el ritmo
- Calcular el tiempo básico

Tomando en cuenta que el tiempo básico es el lapso en que un elemento de trabajo efectúa una operación a ritmo tipo. Para calcularlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$TB = \frac{\text{Promedio del Tiempo Observado (Valoración del Ritmo Observado)}}{\text{Valoración del Ritmo Tipo}}$$

Una vez calculado el tiempo básico se puede calcular el TIEMPO ESTANDAR, para lo cual se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{TIEMPO ESTANDAR} = \left[ \frac{\text{Tiempo Básico}}{\text{de la Operación}} \right] + \left[ \frac{\text{Tiempo Básico}}{\text{de la Operación}} \right] (\% \text{ de Compensación})$$

El tiempo estándar puede ser representado gráficamente para su mayor comprensión como se muestra en la figura 5.2.

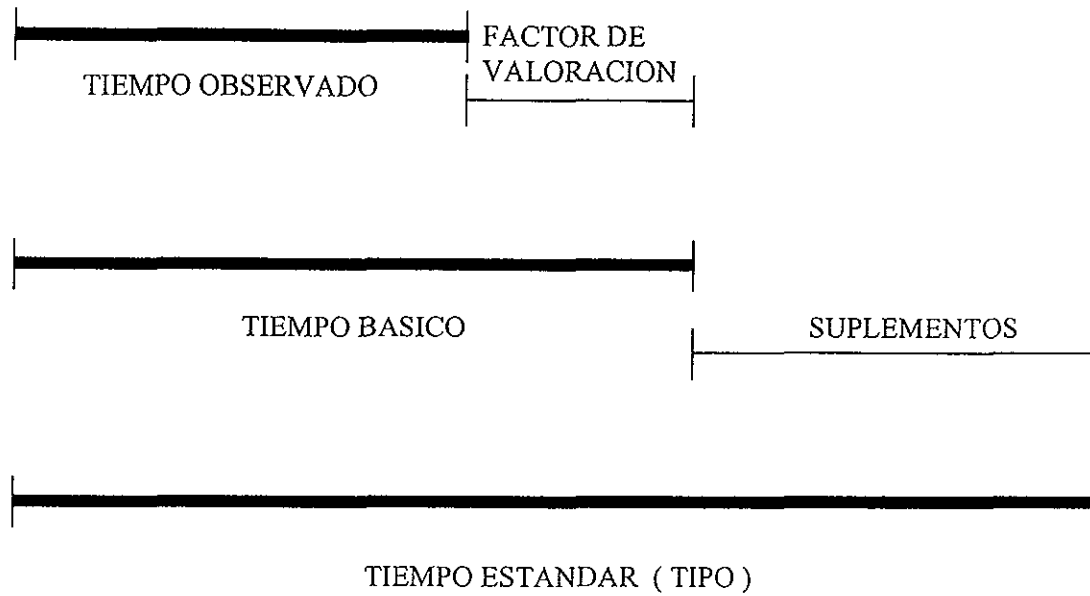


Fig.5.2

## 5.4 CASOS PRACTICOS

Tomando como base los diferentes procedimientos, técnicas, etc (descritos en este Capítulo) se procederá a calcular los tiempos estándar (presentando primero el tamaño de muestra y posteriormente el estudio de tiempos) requeridos para la ejecución de los métodos analizados en el Capítulo anterior.

Cabe hacer hincapié que para la obtención de los tiempos estándar serán utilizados los métodos actuales y los mejorado a fin de poderlos comparar.

La tabla 5.5 indica la correspondencia que existe entre los diagramas del Capítulo IV y los casos que han de ser analizados en el presente Capítulo.

En la tabla 5.6 se puede observar el tamaño de muestra a realizar en cada caso.

NOMBRE EN EL CAPITULO IV	CORRESPONDENCIA EN EL CAPITULO V
DIAGRAMA 4	CASO 1
DIAGRAMA 5	CASO 2
DIAGRAMA 6	CASO 3
DIAGRAMA 7	CASO 4
DIAGRAMA 8	CASO 5
DIAGRAMA 9	CASO 6
DIAGRAMA 10	CASO 7

TABLA 5.5

CASO	OBSERVACIONES PRELIMINARES DE TIEMPO (seg/ciclo)	CALCULO PREVIOS	OBSERVACIONES OBTENIDAS "n"	OBSERVACIONES A REALIZAR
1	78.108 73.2 74.4 70.896 71.4	$\Sigma x^2 = 27118.66$ $\Sigma x = 368$ $n' = 5$	2	10
2	45 42.9 42.1 47.6 48	$\Sigma x^2 = 10207.58$ $\Sigma x = 225.6$ $n' = 5$	4.48	10
3	43 39.6917 38.5 34.192 42	$\Sigma x^2 = 7839.7739$ $\Sigma x = 197.3837$ $n' = 5$	9.796	10
4	160 167.18 157.51 159.3 156.81	$\Sigma x^2 = 103107.2286$ $\Sigma x = 368$ $n' = 5$	4831.332	10
5	22.33 21.18 22.07 21.34 20.76	$\Sigma x^2 = 2320.6794$ $\Sigma x = 107.68$ $n' = 5$	1.16	10
6	4.18 4.63 4.76 4.55 4.33	$\Sigma x^2 = 101.0183$ $\Sigma x = 22.45$ $n' = 5$	3.45	10
7	25.7 26.18 24.39 23.18 24.6	$\Sigma x^2 = 3083.2269$ $\Sigma x = 124.05$ $n' = 5$	2.88	10

TABLA 5.6

## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE. DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL OPERARIO	ARBA: COSIDO						FECHA: 2/11/99				CASO: 1									
							HOJA: 1 DE 1													
METODO: ACTUAL	ACTIVIDAD: ABASTECER DE TRABAJO A LAS DIFERENTES MAQUINAS						ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ													
	SALARIO MENSUAL: 2400 PESOS						APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ													
RECORRIDO PARA ELABORAR:						TIEMPO OBSERVADO (seg.)										T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Parte trasera	44.9/20	51.3/20	46.5/20	63/20	62.5/20	56.1/20	49.7/20	57.7/20	53.4/20	49.7/20	534.8/200	2.674	90	100	2.403					
Parte delantera	46.7/20	53.5/20	48.5/20	57.5/20	46.2/20	54.3/20	64.5/20	58.3/20	63.7/20	63.4/20	556.6/200	2.783	90	100	2.5047					
Vistas	9.9/20	11.3/20	10.1/20	13.6/20	13.7/20	12.3/20	10.9/20	12.6/20	12.9/20	9.9/20	117.2/200	0.586	90	100	0.5274					
Unión delantero-trasero	23.3/20	26.6/20	24.2/20	32.2/20	32.4/20	29.2/20	25.8/20	30.7/20	27.6/20	Enc-00	277.5/200	1.3875	90	100	1.2457					
Unión delantero-trasero con vistas	68.9/20	78.8/20	71.3/20	95.2/20	95.9/20	86.2/20	76.2/20	88.6/20	90.2/20	69.20	820.3/200	4.1015	90	100	3.692					

NOTA T.O.= TIEMPO OBSERVADO TOTAL(seg/lote) , P.T.O.=PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO(seg/pza), V=VALORACION(%),  
VRT=VALORACION DEL RITMO TIPO(%), TB=TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

TB DE LA OPERACION = 10.3751seg/pza. = 0.1729 min/pza.

COMPENSACIONES: E F(7.2)+E.M.(1.2)+E.V.(1.2)+MONOTONIA(3)+N.F.(5)+S.T.(5) =22.6%

TIEMPO ESTANDAR=0.1729+0.1729(0.226)=0.2119 min/pza.

CUOTA DE PRODUCCION/HORA= 283 pzas/hora

TARIFA DE PAGO=12 1212/283=0.0428 pesos/pza.

## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE: DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL OPERARIO	AREA: COSIDO										FECHA: 5/11/99		CASO 1		
											HOJA: 1 DE 1				
METODO: MEJORADO	ACTIVIDAD: ABASTECER DE TRABAJO A LAS DIFERENTES MAQUINAS					ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ					APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ				
	SALARIO MENSUAL: 2400 PESOS					OPERARIO: JUANA GARFIAS SALDIVAR									
RECORRIDO PARA ELABORAR:	TIEMPO OBSERVADO (seg.)										T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Parte trasera	17.2/20	16/20	13.9/20	18/20	18.6/20	16.3/20	17.3/20	16.9/20	16.8/20	16.4/20	167.4/200	0.837	90	100	6.142
Parte delantera	17.6/20	17/20	17.1/20	18.3/20	19/20	16.9/20	17/20	17.6/20	17.8/20	15.9/20	174.2/200	0.871	90	100	6.142
Vistas	3.6/20	3.6/20	3.7/20	3.5/20	3.3/20	3.9/20	4.1/20	3.1/20	3.6/20	4.3/20	36.7/200	0.1835	90	100	3.303
Unión delantero-trasero	8/20	8.1/20	8/20	8.9/20	7.5/20	7.9/20	8/20	7.9/20	8.3/20	8/20	80.6/200	0.403	90	100	6.142
Unión delantero-trasero con vistas	28.5/20	23/20	26/20	26.3/20	29.7/20	27.3/20	28/20	24.3/20	24.8/20	25/20	262.9/200	1.3145	90	100	23.66

NOTA: T.O.= TIEMPO OBSERVADO TOTAL(seg/lot), P.T.O.= PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO(seg/pza), V=VALORACION(%),  
VRT=VALORACION DEL RITMO TIPO(%), TB=TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

TB DE LA OPERACION = 6.6142seg/pza. = 0.0602 min/pza.

COMPENSACIONES: E.F.(1.2)+E.M.(1.2)+E.V.(1.2)+MONOTONIA(4)+N.F.(5)+S.T.(5) = 17.6%

TIEMPO ESTANDAR=0.0602+0.0602(0.176)=0.0707min/pza.

CUOTA DE PRODUCCION/HORA= 849 pzas/hora

TARIFA DE PAGO=12.1212/849=0.0142 pesos/pza.

## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE. DIAGRAMA BIMANUAL	AREA: COSIDO					FECHA: 8/11/99					CASO 2				
						HOJA: 1 DE 1									
METODO: ACTUAL	ACTIVIDAD: UNIR TRASERO CON DELANTERO					ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ					APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ				
	SALARIO MENSUAL: 1380 PESOS					OPERARIO: ROGELIO MARTINEZ RAMIREZ									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	TIEMPO OBSERVADO (seg.)										T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Toma parte trasera, volteo la prenda y busca marca	11.4/1	13/0	11 8/1	15 8/1	15.9/1	14.3/1	12.7/1	14.7/1	15/1	11.4/1	136/10	13.6	85	100	11.56
Mide marca y coloca la parte trasera en la máquina	13.7/1	15.8/1	14.3/1	19/1	19.2/1	17.3/1	15.3/1	17.7/1	18.1/1	13.6/1	164/10	16.4	90	100	14.76
Toma parte delantera y colócala encima de la trasera	11/1	11.6/1	10.5/1	13.9/1	14/1	12.5/1	11.2/1	12.9/1	13.2/1	9.2/1	120/10	12	100	100	12
Sostén mientras se maquina	8/1	7.8/1	8/1	8.2/1	8/1	8/1	7.7/1	8/1	8/1	8/1	79.7/10	7.97	100	100	7.97
Jira 180 grados el vestido y junta parte trasera con delantera	4.4/1	5/1	6.2/1	8.9/1	9.3/1	7.6/1	6/1	7.9/1	6/1	6.9/1	68.2/10	6.82	105	100	7.161
Sostén mientras se maquina	7.6/1	8/1	8.3/1	8/1	8/1	8/1	8/1	7.9/1	8/1	7.9/1	79.7/10	7.97	100	100	7.97
Retira vestido de la máquina, dóblalo y llévalo a contenedor	7.6/1	7.8/1	9.2/1	13.2/1	13.3/1	11.2/1	8.8/1	11.7/1	12/1	7.6/1	102.4/10	10.24	105	100	10.752

NOTA: T O = TIEMPO OBSERVADO TOTAL(seg/lote) , P.T.O.=PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO(seg/pza), V=VALORACION(%);  
VRT=VALORACION DEL RITMO TIPO(%), TB=TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

TB DE LA OPERACION = 72.173seg/pza. = 1.2028 min/pza.

COMPENSACIONES: E.F.(3.2)+E.M.(0.6)+E.V.(2.4)+MONOTONIA(4)+N.F.(5)+S.T.(5)=20.2%

TIEMPO ESTANDAR=1.2028+1.2028(.202)=1.4457min/pza.

CUOTA DE PRODUCCION/HORA= 41 pzas/hora

TARIFA DE PAGO=6.9696/41=0.1699 pesos/pza.

## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE: DIAGRAMA BIMANUAL	AREA: COSIDO					FECHA: 11//11/99					CASO: 2				
						HOJA: 1 DE 1									
METODO: MEJORADO	ACTIVIDAD: UNIR TRASERO CON DELANTERO					ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ					APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ				
	SALARIO MENSUAL: 1380 PESOS					OPERARIO: ROGELIO MARTINEZ RAMIREZ									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	TIEMPO OBSERVADO (seg.)										T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Toma parte trasera, voltéala y colócala en la máquina	5.6/1	6.6/1	7.3/1	5.6/1	6.1/1	6.9/1	5.8/1	5.6/1	6/1	6.5/1	62/10	6.2	95	100	5.89
Toma parte delantera y colócala encima de la trasera	11/1	11.6/1	10.5/1	13.9/1	14/1	12.5/1	11.2/1	12.9/1	13.2/1	9.2/1	120/10	12	100	100	12
Sostén mientras se maquina	8/1	7.8/1	8/1	8.2/1	8/1	8/1	7.7/1	8/1	8/1	8/1	79.7/10	7.97	100	100	7.97
Jira 180 grados el vestido y junta parte trasera con delantera	4.4/1	5/1	6.2/1	8.9/1	9.3/1	7.6/1	6/1	7.9/1	6/1	6.9/1	68.2/10	6.82	105	100	7.164
Sostén mientras se maquina	7.6/1	8/1	8.3/1	8/1	8/1	8/1	8/1	7.9/1	8/1	7.9/1	79.7/10	7.97	100	100	7.97
Retira vestido de la máquina, dóblalo y llévalo a contenedor	7.6/1	7.8/1	9.2/1	13.2/1	13.3/1	11.2/1	8.8/1	11.7/1	12/1	7.6/1	102.4/10	10.24	105	100	10.752

NOTA: T.O.= TIEMPO OBSERVADO TOTAL(seg/ lote) , P.T.O.=PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO(seg/pza), V=VALORACION(%), VRT=VALORACION DEL RITMO TIPO(%), TB=TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

TB DE LA OPERACION = 51.743seg/pza. = 0.8623 min/pza.

COMPENSACIONES: E.F.(3.2)+E.M.(0.6)+E.V.(2.4)+MONOTONIA(5)+N.F.(5)+S.T (5) =21.2%

TIEMPO ESTANDAR=0.8623+0.8623(0.212)=1.0451min/pza.

CUOTA DE PRODUCCION/HORA= 57 pzas/hora

TARIFA DE PAGO=6.9696/57=0.1222 pesos/pza.



## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE DIAGRAMA BIMANUAL	AREA: COSIDO					FECHA: 17/11/99		CASO.3							
						HOJA: 1 DE 1									
METODO: ACTUAL	ACTIVIDAD: PEGAR VISTAS A CIERRE					ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ									
	SALARIO MENSUAL: 1360 PESOS					APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ									
OPERARIO: ANA LAURA CRUZ RAMIREZ															
DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	TIEMPO OBSERVADO (seg.)										T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Toma vestido, baja cierre y lleva vestido a máquina	12.6/1	14.5/1	13.3/1	12.8/1	12.8/1	13.6/1	12.4/1	11.9/1	12.6/1	13.5/1	130/10	13	85	100	11.0
Coloca parte izq. del cierre en la máquina, toma y lleva vista a máquina	8/1	7.9/1	8.4/1	9.1/1	8.7/1	7.9/1	8.2/1	8.1/1	8.9/1	8.8/1	84/10	8.4	100	100	8.4
Quita vestido de sujetador, junta la parte izq. del vestido con la de la vista y colócalas en la máquina	11.2/1	10.3/1	9.3/1	10.2/1	10.7/1	8.9/1	9.4/1	11/1	10.2/1	11.5/1	103/10	10.3	95	100	9.785
Sujeta mientras se maquina	4/1	4/1	3.9/1	4.2/1	3.8/1	4/1	4/1	4/1	4.2/1	3.9/1	40/10	4	100	100	4
Voltea el vestido y coloca la parte derecha de este en la máquina	5.3/1	5.1/1	5.2/1	5/1	4.9/1	5.4/1	5.3/1	5.3/1	5.2/1	5.3/1	52/10	5.2	105	100	5.46
Toma vista, quita vestido de sujetador, junta el lado derecho de ambas partes y colócalas en la máquina	7.7/1	8.1/1	7.9/1	8.4/1	7.6/1	8.5/1	8.3/1	8.1/1	8.3/1	8.1/1	81/10	8.1	95	100	7.695
Sujeta mientras se maquina	4/1	4.2/1	4/1	4/1	3.6/1	3.5/1	4.1/1	3.4/1	3.7/1	3.5/1	38/10	3.8	100	100	3.8
Retira vestido de máquina y colócalo en el contenedor	5.3/1	5.2/1	5/1	5.1/1	5.1/1	5/1	5.6/1	5.2/1	5.4/1	5.1/1	52/10	5.2	105	100	5.46

NOTA: T.O.= TIEMPO OBSERVADO TOTAL(seg/lot), P.T.O.=PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO(seg/pza), V=VALORACION(%), VRT=VALORACION DEL RITMO TIPO(%), TB=TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

TB DE LA OPERACION = 55.65seg/pza. = 0.9275 min/pza.

COMPENSACIONES: E.F.(3.2)+E.M.(0.6)+E.V.(2.4)+MONOTONIA(5)+N.F.(5)+S.T.(5)=21.2%

TIEMPO ESTANDAR=0.9275+0.9275(0.212)= 1.1241min/pza.

CUOTA DE PRODUCCION/HORA= 53 pzas/hora

TARIFA DE PAGO=6.8666/53=0.1295 pesos/pza.

## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE: DIAGRAMA BIMANUAL	AREA: COSIDO					FECHA: 19/11/99					CASO 3														
						HOJA: 1 DE 1																			
METODO: MEJORADO	ACTIVIDAD: PEGAR VISTAS A CIERRE					ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ																			
	SALARIO MENSUAL: 1360 PESOS					APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ																			
DESCRIPCION DEL ELEMENTO:											TIEMPO OBSERVADO (seg.)					T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB					
											1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Toma vestido, toma vista y junta extremo der. de vista con el del cierre											8.6/1	8.3/1	9.4/1	9.1/1	9/1	9.3/1	8.7/1	8.6/1	8.9/1	9.1/1	89/10	8.9	95	100	8.455
Lleva y coloca el vestido y la vista en la máquina											5.9/1	6/1	6.5/1	6.3/1	5.7/1	7/1	6.9/1	6.2/1	6.6/1	5.9/1	63/10	6.3	100	100	6.3
Sujeta mientras se maquina											4/1	4/1	3.9/1	4.2/1	3.8/1	4/1	4/1	4/1	4.2/1	3.9/1	40/10	4	100	100	4
Junta extremo izq de vista con el del cierre y coloca ambos en máquina											7.3/1	7/1	8.8/1	7.7/1	7.3/1	8.1/1	8.6/1	7.8/1	7.2/1	8.2/1	78/10	7.8	90	100	7.92
Sujeta mientras se maquina											4/1	4.2/1	4/1	4/1	3.6/1	3.5/1	4.1/1	3.4/1	3.7/1	3.5/1	38/10	3.8	100	100	3.8
Retira vestido de máquina y colócalo en el contenedor											5.3/1	5.2/1	5/1	5.1/1	5.1/1	5/1	5.6/1	5.2/1	5.4/1	5.1/1	52/10	5.2	105	100	5.46

NOTA: T.O. = TIEMPO OBSERVADO TOTAL (seg/lote), P.T.O. = PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO (seg/pza), V = VALORACION (%), VRT = VALORACION DEL RITMO TIPO (%), TB = TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

TB DE LA OPERACION = 35.035seg/pza. = 0.5839 min/pza.

COMPENSACIONES: E.F.(3.2)+E.M.(0.6)+E.V.(2.4)+MONOTONIA(5)+N.F.(5)+S.T (5) = 21.2%

TIEMPO ESTANDAR = 0.5839 + 0.5839(0.212) = 0.7076 min/pza.

CUOTA DE PRODUCCION/HORA = 85 pzas/hora

TARIFA DE PAGO = 6.8666/85 = 0.0808 pesos/pza.

## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE. CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA.ELIMINADO DE EXCEDENTES	FECHA:19/11/99	CASO 4
		HOJA:1 DE 1	
METODO:ACTUAL	ACTIVIDAD:DESEBRAR VESTIDO	ELABORO:EDUARDO JIMENEZ LOPEZ	
	SALARIO MENSUAL: 940PESOS	APROBO:ING.CASSIODORO DOMINGUEZ	
		OPERARIO:ROSA ELENA RAMIREZ YANEZ	

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	TIEMPO OBSERVADO (seg )										T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Toma el vestido de la parte izq. de la mesa y colócalo en el centro de esta	2.36/1	2.78/1	2.4/1	2.13/1	2.76/1	2.86/1	2.44/1	2.38/1	1.8/1	2.49/1	24.4/10	2.44	105	100	2.562
Inspecciona si el vestido tiene folio, de ser así retíralo	14/1	13.21/1	14/1	14.22/1	13.22/1	13.8/1	13.44/1	13.81/1	14.2/1	14.6	138.5/10	13.85	85	100	3.7725
Desebra el vestido	168/1	167/1	169.6/1	170/1	173.6/6	170.8/1	168.6/1	169/1	171.2/1	170.2/1	1698/10	169.8	100	100	169.8
Dobra y coloca el vestido en la parte derecha de la mesa	6.13/1	5.96/1	5.86/1	6.13/1	6.02/1	6.29/1	6/1	6.11/1	5.82/1	6.22/1	60.54/10	6.054	95	100	5.72

NOTA: T O.= TIEMPO OBSERVADO TOTAL(seg/lot) , P.T.O.=PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO(seg/pza), V=VALORACION(%); VRT=VALORACION DEL RITMO TIPO(%), TB=TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

TB DE LA OPERACION = 189.8858seg/pza. =3.1647 min/pza.

COMPENSACIONES. E.F(7.2)+E.M.(0.6)+E.V.(5.6)+MONOTONIA(3)+N F.(5)+S.T.(5) =26.4%

TIEMPO ESTANDAR=3.1647+3.1647(0.264)=4 min/pza.

CUOTA DE PRODUCCION/HORA= 15 pzas/hora

TARIFA DE PAGO=4.7474/15 =0.3164 pesos/pza.

## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA:ELIMINADO DE EXCEDENTES					FECHA:22/11/99					CASO:4								
						HOJA:1 DE 1													
METODO:MEJORADO	ACTIVIDAD:DESEBRAR VESTIDO					ELABORO:EDUARDO JIMENEZ LOPEZ													
	SALARIO MENSUAL: 940PESOS					APROBO:ING.CASSIODORO DOMINGUEZ													
DESCRIPCION DEL ELEMENTO:					TIEMPO OBSERVADO (seg.)										T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Toma el vestido del contenedor izquierdo y colócalo en el centro de esta					2.8/1	2.83/1	2.92/1	2.7/1	2.81/1	2.66/1	2.53/1	2.7/1	2.87/1	2.66/1	27.48/10	2.748	100	100	2.748
Desebra el vestido					137/1	142/1	130.3/1	129.6/1	130.2/1	134/1	136.18/1	137/1	130.8/1	132.92/1	1340/10	134	110	109	147.4
Dobra y coloca el vestido en el contenedor derecho					3.13/1	3.48/1	3.29/1	3.18/1	3.17/1	3.18/1	3.33/1	3.19/1	3.2/1	3/1	32.15/10	3.215	110	100	3.5365

NOTA: T.O.= TIEMPO OBSERVADO TOTAL(seg/lote) , P.T.O.=PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO(seg/pza), V=VALORACION(%), VRT=VALORACION DEL RITMO TIPO(%), TB=TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

TB DE LA OPERACION = 153.6845seg/pza. = 2.5614 min/pza.

COMPENSACIONES: E.F(3.2)+E.M.(0.6)+E.V.(5.6)+MONOTONIA(3.5)+N.F.(5)+S.T.(5) =22.9%

TIEMPO ESTANDAR=2.5614+2.5614(0.229)=3.1479 min/pza.

CUOTA DE PRODUCCION/HORA= 19 pzas/hora

TARIFA DE PAGO=4.7474/19=0.2498 pesos/pza.

## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE CURSOS GRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA.ELIMINADO DE EXCEDENTES					FECHA:25/11/99					CASO 5				
						HOJA:1 DE 1									
METODO:ACTUAL	ACTIVIDAD. COLOCAR ADORNOS EN EL BIES					ELABORO:EDUARDO JIMENEZ LOPEZ									
						APROBO:ING CASSIODORO DOMINGUEZ									
					SALARIO MENSUAL: 948PESOS					OPERARIO:REMEDIOS GARCIA CRUZ					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	TIEMPO OBSERVADO (seg.)										T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Toma (1) y comprime su punta superior	6.4/1	6.3/1	6/1	6.4/1	6.9/1	6.3/1	6.2/1	6.6/1	5.9/1	6.7/1	63.7/10	6.37	95	100	6.0515
Toma (2) y colócalo en (1)	5.9/1	6.3/1	5.8/1	5.9/1	5.8/1	6.4/1	6.2/1	5.6/1	5.4/1	5.7/1	59/10	5.9	95	100	5.605
Toma (3), comprime la punta superior de (1), coloca (3) en (1)	18/1	17.6/1	18/1	17.3/1	16.9/1	16.8/1	17.4/1	17.8/1	18.6/1	19.2/1	177.6/10	17.76	85	100	15.696
Toma (4), comprime la punta superior de (1), coloca (4) en (1)	11.7/1	11.9/1	12.1/1	11.3/1	11.7/1	12.1/1	11.2/1	11.3/1	10.9/1	13.8/1	118/10	11.8	95	100	11.21
Coloca el P.T en la mesa	1.3/1	1.6/1	1.4/1	1.3/1	1.1/1	0.9/1	1.4/1	0.9/1	1.1/1	1.8/1	12.8/10	1.28	100	100	1.28

NOTA 1 T.O.= TIEMPO OBSERVADO TOTAL(seg/lot), P.T.O.=PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO(seg/pza), V=VALORACION(%), VRT=VALORACION DEL RITMO TIPO(%), TB=TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

NOTA 2.(1)=bies,(2) y (4)=adorno circular,(3)=adorno largo

TB DE LA OPERACION = 39.2425seg/pza. = 0.654 min/pza

COMPENSACIONES: E.F(7.2)+E.M.(1.2)+E.V.(4)+MONOTONIA(5)+N.F (5)+S.T.(5) =27.4%

TIEMPO ESTANDAR=0.654+0.654(0.274)=0.8331min/pza

CUOTA DE PRODUCCION/HORA=72 pzas/hora

TARIFA DE PAGO=4.7878/72=0.0664 pesos/pza.

## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE: CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA:ELIMINADO DE EXCEDENTES					FECHA:25/11/99					CASO-5				
						HOJA:1 DE 1									
METODO: MEJORADO	ACTIVIDAD: COLOCAR ADORNOS EN EL BIES					ELABORO:EDUARDO JIMENEZ LOPEZ									
						APROBO:ING.CASSIODORO DOMINGUEZ									
					SALARIO MENSUAL: 948PESOS					OPERARIO:REMEDIOS GARCIA CRUZ					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	TIEMPO OBSERVADO (seg.)										T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Toma (1) y toma alfiler	8.4/1	8.3/1	8.7/1	8.4/1	8.2/1	7.8/1	8.5/1	8.1/1	8/1	9/1	83.4/10	8.34	100	100	8.34
Incrusta el alfiler en la punta superior de (1), toma (2) y ensártalo en el alfiler, toma (3)	8/1	7.8/1	8.3/1	8.1/1	7.6/1	8.4/1	7.7/1	8.2/1	8/1	8.1/1	80.2/10	8.02	105	100	8.421
Ensarta (3) en el alfiler, toma (4) y ensártalo en el alfiler, sujeta el alfiler con las pinzas y mete cada pieza en (1)	9.3/1	9.1/1	9.6/1	9.4/1	9.1/1	9.4/1	9.4/1	9.7/1	9.4/1	9.6/1	94/10	9.4	105	100	9.57
Retira pinzas, quita alfiler y coloca el P.T. en la mesa	3.6/1	3.2/1	3/1	3.7/1	3.4/1	3.3/1	3.6/1	2.9/1	3.4/1	2.9/1	33/10	3.3	100	100	3.3

NOTA 1. T.O.= TIEMPO OBSERVADO TOTAL(seg/lot), P.T.O.=PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO(seg/pza), V=VALORACION(%), VRT=VALORACION DEL RITMO TIPO(%), TB=TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

NOTA 2:(1)=bies,(2) y (4)=adorno circular,(3)=adorno largo

TB DE LA OPERACION = 29.931seg/pza. = 0.4988 min/pza.

COMPENSACIONES: E.F.(3.2)+E.M.(1.2)+E.V.(4)+MONOTONIA(6)+N.F.(5)+S.T.(5) =24.4%

TIEMPO ESTANDAR=0.4988+0.4988(0.244)=0.6205 min/pza.

CUOTA DE PRODUCCION/HORA=97 pzas/hora

TARIFA DE PAGO=4.7878/97=0.0493 pesos/pza.

## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE, CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	ÁREA.ETIQUETADO					FECHA:26/11/99					CASO.6				
						HOJA:1 DE 1									
METODO:ACTUAL	ACTIVIDAD:PREPARAR LOS VESTIDOS PARA SU ETIQUETADO					ELABORO:EDUARDO JIMENEZ LOPEZ					APROBO:ING.CASSIODORO DOMINGUEZ				
	SALARIO MENSUAL: 1000 PESOS					OPERARIO:JOSE JUAN MARTINEZ BRAVO									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	TIEMPO OBSERVADO (seg.)										T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Camina al área de inspeccionado final y toma 9 vestidos	6.39/9	6.72/9	6.46/9	6.18/9	6.79/9	6.86/9	6.8/9	6.6/9	6.4/9	6.14/9	65.34/90	0.726	100	100	0.726
Lleva y coloca los 9 vestidos en los racks de separado	6.18/9	6.89/9	6.73/9	6.84/9	6.3/9	6.6/9	6.77/9	6.6/9	6.59/9	6.92/9	66.42/90	0.738	95	100	0.701
Separa los 9 vestidos por talla	55.18/9	57/9	56.13/9	56.33/9	57.21/9	55.8/9	55.3/9	59.3/9	58/9	52.97/9	563.22/90	6.258	85	100	5.3193
Lleva y coloca por talla los 9 vestidos en los racks de etiquetado	5.76/9	5.18/9	5.94/9	6.4/9	5.65/9	5.93/9	5.96/9	5.81/9	5.76/9	5.93/9	58.32/90	0.648	105	100	6.66/9

NOTA: T.O = TIEMPO OBSERVADO TOTAL(seg/lote) ,P.T.O.=PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO(seg/pza), V=VALORACION(%)  
VRT=VALORACION DEL RITMO TIPO(%), TB=TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

TB DE LA OPERACION=7.4268 seg/pza = 0.1237min/pza.

COMPENSACIONES: E.F(5.4)+E.M.(0.6)+E.V.(4)+MONOTONIA(4)+N.F.(5)+S.T.(5) =24%

TIEMPO ESTANDAR=0.1237+0.1237(0.24)=0.1533 min/pza.

CUOTA DE PRODUCCION :390 pzas/hora

TARIFA DE PAGO=5.0505/391=0.0129 pesos/pza.

## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE: CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA:ETIQUETADO					FECHA:29/11/99		CASO.6							
						HOJA:1 DE 1									
METODO:MEJORADO	ACTIVIDAD:PREPARAR LOS VESTIDOS PARA SU ETIQUETADO					ELABORO:EDUARDO JIMENEZ LOPEZ									
	SALARIO MENSUAL: 1000 PESOS					APROBO:ING.CASSIODORO DOMINGUEZ OPERARIO:JOSE JUAN MARTINEZ BRAVO									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	TIEMPO OBSERVADO (seg.)										T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Camina al área de inspeccionado final y toma 9 vestidos	6.39/9	6.72/9	6.46/9	6.18/9	6.79/9	6.86/9	6.8/9	6.6/9	6.4/9	6.14/9	65.34/90	0.726	100	100	0.726
Lleva y coloca por talla los 9 vestidos en los racks de etiquetado	7.76/9	7.13/9	7.45/9	7.28/9	8.39/9	8.12/9	8.05/9	7.8/9	7.73/9	8.59/9	78.3/90	0.87	105	100	0.9135

NOTA: T.O.= TIEMPO OBSERVADO TOTAL(seg/lote) , P.T.O.=PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO(seg/pza), V=VALORACION(%);  
VRT=VALORACION DEL RITMO TIPO(%), TB=TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

TB DE LA OPERACION=1.6395 seg/pza = 0.0273min/pza.

COMPENSACIONES: E.F(3.2)+E.M.(0.6)+E.V.(2.4)+MONOTONIA(6)+N.F.(5)+S.T.(5) =22.2%

TIEMPO ESTANDAR=0.0273+0.0273(0.222)=0.0333 min/pza.

CUOTA DE PRODUCCION :1802 pzas/hora

TARIFA DE PAGO=5.0505/1802=0.0028 pesos/pza.



## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE: CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA: ETIQUETADO					FECHA: 3/12/99					CASO 7				
						HOJA: 1 DE 1									
METODO: ACTUAL	ACTIVIDAD: COLOCAR LOS MEDALLONES A LOS VESTIDOS					ELABORO: EDUARDO JIMENEZ LOPEZ									
	SALARIO MENSUAL: 1000 PESOS					APROBO: ING. CASSIODORO DOMINGUEZ									
					OPERARIO: JOSE JUAN MARTINEZ BRAVO										
RECORRIDO PARA ELABORAR:	TIEMPO OBSERVADO (seg.)										T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Camina a mesa "A" por 6 medallones talla 13, tómalos y llévalos a racks de etiquetado	13.6/6	13/6	14/6	13 7/6	16.2/6	15.1/6	14/6	14.3/6	12.8/6	13 3/6	140/60	2.333	100	100	2 333
Coloca los 6 medallones en sus respectivos vestidos	54.1/6	56/6	55.6/6	57 2/6	56.8/6	50/6	63.7/6	64/6	50 6/6	51 9/6	560 1/60	9 336	100	100	9 336
Camina a mesa "A" por 16 medallones talla 3, tómalos y llévalos a racks de etiquetado	22 6/1	27/16	23/16	22.2/16	23 6/16	24.3/16	23.6/16	25 2/16	19 9/16	27 7/16	239/160	1 494	95	100	1.4193
Coloca 9 medallones talla 3 en sus respectivos vestidos	77.7/9	76/9	73.2/9	82.6/9	83.5/9	78 2/9	75.6/9	76.7/9	79 9/9	76 9/9	780 3/90	8 67	95	100	8 2365
Camina a mesa "A" y toma un paquete de plastiflechas	12.1/1	13.6/1	11 5/1	10 9/1	10.6/1	12 3/1	10 7/1	11.8/1	11.2/1	9 2/1	113 9/10	11 39	95	100	10 82
Regresa a racks de etiquetado y coloca el paquete en la pistola	9 1/1	9 3/1	8.8/1	9 7/1	8.9/1	9 2/1	9 3/1	8 8/1	8 8/1	10.3/1	92/10	9 2	90	100	8 28
Coloca 7 medallones talla 3 en sus respectivos vestidos	62.5/7	63/7	63/7	66.7/7	65/7	66/7	69.2/7	56.6/7	60/7	58/7	630/7	9	90	100	8 :

NOTA: T O.= TIEMPO OBSERVADO TOTAL(seg/ lote) , P. T O =PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO(seg/pza), V=VALORACION(%.)  
VRT=VALORACION DEL RITMO TIPO(%), TB=TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

TB DE LA OPERACION = 48.5253 seg/pza = 0.8087 min/pza.

COMPENSACIONES: E.F.(5.4)+E.M.(0.6)+E.V.(4)+MONOTONIA(3)+N.F.(5)+S.T.(5) =23%

TIEMPO ESTANDAR=0.8087+0.8087(0.23)=0.9947 min/pza.

CUOTA DE PRODUCCION/HORA=60 pzas/hora

TARIFA DE PAGO=5.0505/60=0.0841 pesos/pza.

## ESTUDIO DE TIEMPOS

ANTECEDENTE CURSOGRAMA ANALITICO DEL OPERARIO	AREA:ETIQUETADO					FECHA:6/12/99					CASO 7				
						HOJA.1 DE 1									
METODO.MEJORADO	ACTIVIDAD:COLOCAR LOS					ELABORO:EDUARDO JIMENEZ LOPEZ									
	MEDALLONES A LOS VESTIDOS					APROBO:ING.CASSIODORO DOMINGUEZ									
	SALARIO MENSUAL: 1000 PESOS					OPERARIO:JOSE JUAN MARTINEZ BRAVO									
RECORRIDO PARA ELABORAR:	TIEMPO OBSERVADO (seg.)										T.O.	P.T.O.	V	VRT	TB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Camina a mesa "A" por 6 medallones talla 13 y 16 de la talla 3, tómalos	22.6/22	20.9/22	21/22	21.3/22	23.2/22	21/22	21.7/22	22/22	20.8/22	23.3/22	218/220	0.99	100	100	0.99
Coloca los 22 medallones dentro de la cangurera	4/22	3.8/22	4/22	4.2/22	4.1/22	4/22	407/22	3.7/22	3.8/22	4.6/22	40.9/220	0.1859	95	100	0.1765
Toma y coloca el paquete de plastiflechas y la pistola en la cangurera	6.1/1	5.7/1	6.5/1	6.6/1	5.9/1	6.3/1	6.2/1	6.6/1	6.5/1	6.9/1	63/10	6.3	105	100	6.615
Camina a racks de etiquetado con los 22 medallones	5.3/22	5.6/22	5.1/22	4.9/22	4.8/22	5.3/22	5.1/22	4.8/22	5/22	5.6/22	51.5/220	0.234	100	100	0.234
Coloca los 22 medallones en sus respectivos vestidos	182.6/22	189/22	183.7/22	183/22	186/22	179.3/22	181.8/22	179/22	185/22	186.9/22	1839.3/220	8.3604	105	100	8.7784

NOTA: T O.= TIEMPO OBSERVADO TOTAL(seg/lot), P T O =PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO(seg/pza), V=VALORACION(%)  
VRT=VALORACION DEL RITMO TIPO(%), TB=TIEMPO BASICO DE CADA ELEMENTO (seg/pza)

TB DE LA OPERACION = 16.794 seg/pza = 0.2799 min/pza

COMPENSACIONES: E.F.(3.2)+E.M.(0.6)+E.V.(4)+MONOTONIA(3)+N.F.(5)+S.T.(5) =20.8%

TIEMPO ESTANDAR=0.2799+0.2799(0.208)=0.3381min/pza

CUOTA DE PRODUCCION/HORA=177 pzas/hora

TARIFA DE PAGO=5.0505/177=0.0285 pesos/pza.

CASO	METODO ACTUAL		REDUCCION DE TIEMPO (min/pza)	INCREMENTO DE PRODUCCION (pzas/turno)	METODO MEJORADO	
	TIEMPO ESTANDAR (min/pza)	PRODUCCION POR TURNO (pzas/turno)			TIEMPO ESTANDAR (min/pza)	PRODUCCION POR TURNO (pzas/turno)
1	0.2119	2547	0.1412	5094	0.0707	7641
2	1.4457	369	0.4006	144	1.0451	513
3	1.1241	477	0.4165	288	0.7076	765
4	4	135	0.8521	36	3.1479	171
5	0.8331	648	0.2126	225	0.6205	873
6	0.1533	3510	0.1203	1882	0.033	16218
7	0.9947	540	0.6566	1053	0.3381	1593

TABLA RESUMEN DE LOS 7 CASOS MEJORADOS

Capitulo VI  
ANALYSIS TECNICO-  
ECONOMICO

## PREAMBULO

El análisis técnico-económico se realiza para comparar (en forma cuantitativa) las ventajas que ofrecen las diferentes alternativas, con el fin de tomar decisiones al respecto.

En el análisis técnico-económico, el dinero generalmente se usa como base de comparación, por eso cuando hay diferentes formas de verificar un objetivo dado, se suele seleccionar el método que presente el menor costo.

Algunas alternativas pueden considerar factores intangibles para su evaluación, tales como el efecto de un proceso de cambio en la moral de los empleados. Con la finalidad de que el análisis que se realice en este capítulo sea lo más confiable se tomara el factor dinero como base de comparación.

Para que un Proyecto Industrial sea satisfactorio debe estar ampliamente justificado (tanto para el presente como para el futuro) desde los puntos de vista empresarial y social. Es decir se debe prever una rentabilidad atractiva que justifique la canalización de recursos hacia el mismo, frente a los costos de inversión y operación.

Este capítulo comprende dos etapas, en la primera se obtienen cálculos básicos para un análisis técnico-económico (tales como ingresos, egresos e inversiones) de cada propuesta analizada en el capítulo IV, así como también la propuesta de Redistribución de Planta. En la segunda etapa se aplica tres métodos de evaluación económica (método del valor presente, método de la tasa de rendimiento, método del periodo de recuperación) donde a su vez cada método es calculado de dos formas, en la primera no se considera la tasa de inflación, mientras que en la segunda esta adquiere un valor de 8.53% en forma anual\*.

Es importante recalcar que los métodos antes mencionados justifican la implantación de este proyecto de tesis.

Asimismo se considerará para los cálculos, un periodo de duración de los proyectos de 3 años (en razón de que el dinamismo de los tiempos modernos y la competencia han reducido el ciclo de vida de los productos, inclusive de años en décadas pasadas a tan sólo algunos meses en los tiempos actuales ) y un 60% de interés anual sobre las inversiones (tasa criterio establecida en razón del interés que cobran las instituciones de crédito por el dinero prestado).

Cabe señalar que la producción real promedio (calculada con base en datos estadísticos de los últimos 5 años) es de 75,276 piezas por año, lo que implica 6,273 piezas mensualmente.

---

\* Inflación generada de mayo de 1999 a mayo del 2000

## ETAPA I

### 6.2.A INGRESOS

**COSTO: 1**

**ACTIVIDAD: REDISTRIBUIR LA PLANTA**

**METODO: ACTUAL**

Considerando que la velocidad promedio de caminata en la planta es de 1.59 m/seg. se tiene:

Recorrido actual (diagrama 3.4) = 76.9 metros, lo que implica un tiempo de 122secs/12 pzas esto es 2.0378 minutos/12 piezas.

Calculando el tiempo por pieza:

$$\text{Tiempo/pza} = \frac{2.0378}{12} = 0.1698 \text{ min/pza.}$$

$$\text{Producción Actual} = \frac{60 \text{ min/hora}}{0.1698 \text{ min/pza.}} \cong 353 \text{ pzas/hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son:

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas/mes}}{353 \text{ pzas/hora}} = 17.7705 \text{ horas/mes}$$

El sueldo promedio del operario es de 1300\$/mes para un turno de 9 horas por día durante 22 días al mes, por lo que el costo hora-hombre será:

$$\text{Costo hora-hombre} = \frac{1300 \$/\text{mes}}{22 \text{ días/mes} (9 \text{ horas/día})} = 6.5656 \$/\text{hora}$$

Calculando el CMOD para el método actual se tiene:

$$\text{CMOD} = 6.5656 \$/\text{hora} (17.7705 \text{ horas/mes}) = 116.67 \$/\text{mes}$$

**COSTO: 1**

**ACTIVIDAD: REDISTRIBUIR LA PLANTA**

**METODO: MEJORADO**

Considerando la misma velocidad promedio del método actual se tiene:

Recorrido mejorado (diagrama 3.6) =26.8 metros, lo que implica un tiempo de 42.61 segundos/12 piezas esto es 0.7102 minutos/12 piezas.

Calculando el tiempo por pieza:

$$\text{Tiempo/pza} = \frac{0.7102}{12} = 0.0591 \text{min} / \text{pza.}$$

$$\text{Producción mejorada} = \frac{60 \text{min} / \text{hora}}{0.0591 \text{min} / \text{pza.}} \cong 1015 \text{pzas} / \text{hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son:

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{pzas} / \text{mes}}{1015 \text{pzas} / \text{hora}} = 6.1802 \text{ horas/mes}$$

El costo hora-hombre es el mismo que el del método actual por lo que el CMOD para el método mejorado es:

$$\text{CMOD} = 6.5656 \$/\text{hora} (6.1802 \text{ horas/mes}) = 40.57 \$/\text{mes}$$

**COSTO: 2**

**ACTIVIDAD: ABASTECER DE TRABAJO A LAS DIFERENTES MAQUINAS**

**METODO: ACTUAL**

Del capítulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar actual de 0.2119 min/pza esto es:

$$\text{Producción estándar actual} = \frac{60 \text{ min/hora}}{0.2119 \text{ min/pza.}} \cong 283 \text{ pzas/hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son.

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas/mes}}{283 \text{ pzas/hora}} = 22.166 \text{ horas/mes}$$

El sueldo promedio del operario es de 2400\$/mes para un turno de 9 horas por día durante 22 días al mes, por lo que el costo hora-hombre será:

$$\text{Costo hora-hombre} = \frac{2400 \$/\text{mes}}{22 \text{ días/mes}(9 \text{ horas/día})} = 12.1212 \$/\text{hora}$$

Calculando el CMOD para el método actual se tiene:

$$\text{CMOD} = 12.1212 \$/\text{hora}(22.166 \text{ horas/mes}) = 268.67 \$/\text{mes}$$



**COSTO: 2**

**CONCEPTO: ABASTECER DE TRABAJO A LAS DIFERENTES MAQUINAS**

**METODO: MEJORADO**

Del capitulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar mejorado de 0.0707 min/pza esto es:

$$\text{Producción estándar mejorada} = \frac{60 \text{ min / hora}}{0.0707 \text{ min / pza.}} \cong 849 \text{ pzas / hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son:

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas / mes}}{849 \text{ pzas / hora}} = 7.3886 \text{ horas/mes}$$

El costo hora-hombre es el mismo que el del método actual por lo que el CMOD para el método mejorado es.

$$\text{CMOD} = 12.1212 \$/\text{hora} (7.3886 \text{ horas/mes}) = 89.55 \$/\text{mes}$$

**COSTO: 3**

**ACTIVIDAD: UNIR TRASEROS CON DELANTEROS**

**METODO: ACTUAL**

Esta actividad genera dos Costos:

- a) Costo por mano de obra
- b) Costo por consumo de luz

a) COSTO POR MANO DE OBRA

Del capítulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar actual de 1 4457 min/pza esto es:

$$\text{Producción estándar actual} = \frac{60 \text{ min / hora}}{1.4457 \text{ min / pza.}} \cong 41 \text{ pzas / hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son:

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas / mes}}{41 \text{ pzas / hora}} = 153 \text{ horas/mes}$$

El sueldo promedio del operario es de 1380\$/mes para un turno de 9 horas por día durante 22 días al mes, por lo que el costo hora-hombre será.

$$\text{Costo hora-hombre} = \frac{1380\$ / \text{mes}}{22 \text{ dias / mes} (9 \text{ horas / dia})} = 6.9696\$ / \text{hora}$$

Calculando el CMOD para el método actual se tiene

$$\text{CMOD} = 6.9696\$ / \text{hora} (153 \text{ horas / mes}) = 1066.34 \$ / \text{mes}$$

**COSTO: 3**

**CONCEPTO: UNIR TRASEROS CON DELANTEROS**

**METODO: MEJORADO**

a) COSTO POR MANO DE OBRA

Del capítulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar mejorado de 1.0451 min/pza. esto es

Producción estándar mejorada  $\frac{60 \text{ min} / \text{hora}}{1.0451 \text{ min} / \text{pza.}} \approx 57 \text{ pzas} / \text{hora}$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas} / \text{mes}}{57 \text{ pzas} / \text{hora}} = 110.0526 \text{ horas/mes}$$

El costo hora-hombre es el mismo que el del método actual por lo que el CMOD para el método mejorado es:

$$\text{CMOD} = 6.9696 \text{ \$ / hora} (110.0526 \text{ horas/mes}) = 767.02 \text{ \$ / mes}$$

### **COSTO: 3**

#### **ACTIVIDAD: UNIR TRASEROS CON DELANTEROS**

#### **METODO: ACTUAL**

#### b) COSTO POR CONSUMO DE LUZ

La máquina que es usada en este proceso es una over de 5 hilos, su motor es monofásico a dos polos y cuenta con una potencia nominal de 500 watts, por lo que el cálculo para obtener el costo de consumo de luz para la producción real es:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de funcionamiento} \\ \text{de la máquina / pza} &= 1.4457 \text{ min/pza} = 0.02409 \text{ hrs/pza.} \end{aligned}$$

Obteniendo los KWh/pza. se tiene:

$$\text{KWh/pza.} = \frac{\text{Potencia nominal} (\text{Tiempo} / \text{pza.})}{1000} = \frac{500 \text{ W} (0.02409 \text{ hrs} / \text{pza.})}{1000} = 0.01204 \text{ KWh/pza.}$$

Considerando que 1KWh cuesta en la región de Polotitlán 0.45 pesos, se tiene que el costo por consumo de luz para una producción real de 6273 pzas con el método actual es de.

$$\begin{aligned}\text{Costo por consumo de luz} &= (0.01204 \text{ KWh/pza}) (6273 \text{ pzas/mes}) (0.45\$/\text{KWh}) \\ &= 33.98\$/\text{mes}\end{aligned}$$

### **COSTO: 3**

#### **ACTIVIDAD: UNIR TRASEROS CON DELANTEROS**

#### **METODO: MEJORADO**

##### b) COSTO POR CONSUMO DE LUZ

Tomando en cuenta que las características de la máquina son las mismas que para el métodos actual, se tiene que el cálculo para obtener el costo de consumo de luz para la producción real es:

$$\begin{aligned}\text{Tiempo de funcionamiento} \\ \text{de la máquina /pza} &= 1.0451 \text{ min/pza} = 0.01741 \text{ hrs/pza.}\end{aligned}$$

Obteniendo los KWh/pza. se tiene:

$$\text{KWh/pza.} = \frac{\text{Potencia nominal} (\text{Tiempo / pza.})}{1000} = \frac{500W (0.01741 \text{ hrs / pza.})}{1000} = 0.0087 \text{ KWh/pza.}$$

Considerando que 1KWh cuesta en la región de Polotitlán 0.45 pesos, se tiene que el costo por consumo de luz para una producción real de 6273 pzas. con el método mejorado es de:

$$\begin{aligned}\text{Costo por consumo de luz} &= (0.0087 \text{ KWh/pza.}) (6273 \text{ pzas/mes}) (0.45\$/\text{KWh}) \\ &= 24.55\$/\text{mes}\end{aligned}$$

**COSTO: 4**

**ACTIVIDAD: PEGAR VISTAS A CIERRE**

**METODO: ACTUAL**

Esta actividad genera dos ingresos:

- a) Costo por mano de obra
- b) Costo por consumo de luz

a) COSTO POR MANO DE OBRA

Del capítulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar actual de 1.1241 min/pza esto es:

$$\text{Producción estándar actual} = \frac{60 \text{ min / hora}}{1.1241 \text{ min / pza.}} \cong 53 \text{ pzas / hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son:

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas / mes}}{53 \text{ pzas / hora}} = 118.3584 \text{ horas/mes}$$

El sueldo promedio del operario es de 1360\$/mes para un turno de 9 horas por día durante 22 días al mes, por lo que el costo hora-hombre será:

$$\text{Costo hora-hombre} = \frac{1360\$ / \text{mes}}{22 \text{ días / mes} (9 \text{ horas / día})} = 6.8686\$ / \text{hora}$$

Calculando el CMOD para el método actual se tiene:

$$\text{CMOD} = 6.8686\$ / \text{hora} (118.3584 \text{ horas/mes}) = 812.95 \$ / \text{mes}$$

**COSTO: 4**

**CONCEPTO: PEGAR VISTAS A CIERRE**

**METODO: MEJORADO**

a) COSTO POR MANO DE OBRA

Del capítulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar mejorado de 0.7076 min/pza. esto es:

$$\text{Producción estándar mejorada} = \frac{60 \text{ min / hora}}{0.7076 \text{ min / pza.}} \cong 85 \text{ pzas / hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son:

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas / mes}}{85 \text{ pzas / hora}} = 73.8 \text{ horas/mes}$$

El costo hora-hombre es el mismo que el del método actual por lo que el CMOD para el método mejorado es:

$$\text{CMOD} = 6.8686 \$/\text{hora} (73.8 \text{ horas/mes}) = 506.9 \$/\text{mes}$$

**COSTO: 4**

**ACTIVIDAD: PEGAR VISTAS A CIERRE**

**METODO: ACTUAL**

b) COSTO POR CONSUMO DE LUZ

La máquina que es usada en este proceso es una recta, su motor es monofásico a dos polos y cuenta con una potencia nominal de 400 watts, por lo que el cálculo para obtener el costo de consumo de luz para la producción real es:

Tiempo de funcionamiento  
de la máquina /pza = 1.1241 min/pza = 0.01873 hrs/pza.

Obteniendo los KWh/pza. se tiene:

$$\text{KWh/pza.} = \frac{\text{Potencianominal}(\text{Tiempo / pza.})}{1000} = \frac{500W(0.01873\text{hrs / pza.})}{1000} = 0.00748 \text{ KWh/pza.}$$

Considerando que 1KWh cuesta en la región de Polotitlán 0.45 pesos, se tiene que el costo por consumo de luz para una producción real de 6273 pzas. con el método actual es de:

$$\text{Costo por consumo de luz} = (0.00748 \text{ KWh/pza.})(6273 \text{ pzas/mes})(0.45\$/\text{KWh}) \\ = 21.11\$/\text{mes}$$

**COSTO: 4**

**ACTIVIDAD: PEGAR VISTAS A CIERRE**

**METODO: MEJORADO**

b) COSTO POR CONSUMO DE LUZ

Tomando en cuenta que las características de la máquina son las mismas que para el métodos actual, se tiene que el calculo para obtener el costo de consumo de luz para la producción real es:

Tiempo de funcionamiento  
de la máquina /pza = 0.7076 min/pza = 0.01179hrs/pza.

Obteniendo los KWh/pza. se tiene:

$$\text{KWh/pza.} = \frac{\text{Potencianominal}(\text{Tiempo / pza.})}{1000} = \frac{400W(0.01179\text{hrs / pza.})}{1000} = 0.00471 \text{ KWh/pza.}$$

Considerando que 1KWh cuesta en la región de Polotitlan 0.45 pesos, se tiene que el costo por consumo de luz para una producción real de 6273 pzas con el método mejorado es de

$$\begin{aligned} \text{Costo por consumo de luz} &= (0.00471 \text{ KWh/pza.})(6273 \text{ pzas/mes})(0.45\$/\text{KWh}) \\ &= 13.29\$/\text{mes} \end{aligned}$$

**COSTO: 5**

**ACTIVIDAD: DESEBRAR VESTIDO**

**METODO: ACTUAL**

Del capítulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar actual de 4 min/pza esto es:

$$\text{Producción estándar actual} = \frac{60 \text{ min} / \text{hora}}{4 \text{ min} / \text{pza.}} \cong 15 \text{ pzas} / \text{hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son:

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas} / \text{mes}}{15 \text{ pzas} / \text{hora}} = 418.2 \text{ horas/mes}$$

El sueldo promedio del operario es de 940\$/mes para un turno de 9 horas por día durante 22 días al mes, por lo que el costo hora-hombre será:

$$\text{Costo hora-hombre} = \frac{940\$/\text{mes}}{22 \text{ dias} \times \text{mes} (9 \text{ horas} / \text{dia})} = 4.7474\$/\text{hora}$$

Calculando el CMOD para el método actual se tiene:

$$\text{CMOD} = 4.7474\$/\text{hora} (418.2 \text{ horas/mes}) = 1985.36 \text{ \$/mes}$$



**COSTO: 5**

**CONCEPTO: DESEBRAR VESTIDO**

**METODO: MEJORADO**

Del capítulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar mejorado de 3.1479 min/pza. esto es:

$$\text{Producción estándar mejorada} = \frac{60 \text{ min / hora}}{3.1479 \text{ min / pza.}} \cong 19 \text{ pzas / hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son:

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas / mes}}{19 \text{ pzas / hora}} = 330.1578 \text{ horas/mes}$$

El costo hora-hombre es el mismo que el del método actual por lo que el CMOD para el método mejorado es:

$$\text{CMOD} = 4.7474 \$/\text{hora} (330.1578 \text{ horas/mes}) = 1567.39 \text{ S/mes}$$

**COSTO: 6**

**ACTIVIDAD: COLOCAR ADORNOS EN EL BIES**

**METODO: ACTUAL**

Del capítulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar actual de 0.8331 min/pza esto es:

$$\text{Producción estandar actual} = \frac{60 \text{ min/hora}}{0.8331 \text{ min/pza}} \approx 72 \text{ pzas/hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas/mes}}{72 \text{ pzas/hora}} = 87.125 \text{ horas/mes}$$

El sueldo promedio del operario es de 948\$/mes para un turno de 9 horas por día durante 22 días al mes, por lo que el costo hora-hombre será:

$$\text{Costo hora-hombre} = \frac{948 \text{ \$/mes}}{22 \text{ dias/mes}(9 \text{ horas/dia})} = 4.7878 \text{ \$/hora}$$

Calculando el CMOD para el método actual se tiene:

$$\text{CMOD} = 4.7878 \text{ \$/hora}(87.125 \text{ horas/mes}) = 417.13 \text{ \$/mes}$$

## **COSTO: 6**

**CONCEPTO: COLOCAR ADORNOS EN EL BIES**

**METODO: MEJORADO**

Del capítulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar mejorado de 0.6205 min/pza. esto es:

$$\text{Producción estándar mejorada} = \frac{60 \text{ min / hora}}{0.6205 \text{ min / pza.}} \cong 97 \text{ pzas / hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son:

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas / mes}}{97 \text{ pzas / hora}} = 64.67 \text{ horas/mes}$$

El costo hora-hombre es el mismo que el del método actual por lo que el CMOD para el método mejorado es:

$$\text{CMOD} = 4.7878 \$ / \text{hora} (64.67 \text{ horas/mes}) = 309.62 \$ / \text{mes}$$

## **COSTO: 7**

### **ACTIVIDAD: PREPARAR LOS VESTIDOS PARA SU ETIQUETADO**

#### **METODO: ACTUAL**

Del capítulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar actual de 0.1533 min/pza esto es:

$$\text{Producción estándar actual} = \frac{60 \text{ min / hora}}{0.1533 \text{ min / pza.}} \cong 390 \text{ pzas / hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son.

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas / mes}}{390 \text{ pzas / hora}} = 16.084 \text{ horas/mes}$$

El sueldo promedio del operario es de 1000\$/mes para un turno de 9 horas por día durante 22 días al mes, por lo que el costo hora-hombre será:

$$\text{Costo hora-hombre} = \frac{1000 \$ / \text{mes}}{22 \text{ días / mes} (9 \text{ horas / día})} = 5.0505 \$ / \text{hora}$$

Calculando el CMOD para el método actual se tiene:

$$\text{CMOD} = 5.0505 \$ / \text{hora} (16.084 \text{ horas/mes}) = 81.23 \$ / \text{mes}$$

**COSTO: 7**

**CONCEPTO: PREPARAR LOS VESTIDOS PARA SU ETIQUETADO**

**METODO: MEJORADO**

Del capítulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar mejorado de 0.0333 min/pza. esto e

$$\text{Producción estándar mejorada} = \frac{60 \text{ min / hora}}{0.0333 \text{ min / pza.}} \cong 1802 \text{ pzas / hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son:

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas / mes}}{1802 \text{ pzas / hora}} = 3.4811 \text{ horas/mes}$$

El costo hora-hombre es el mismo que el del método actual por lo que el CMOD para el método mejorado es:

$$\text{CMOD} = 5.0505 \$/\text{hora} (3.4811 \text{ horas/mes}) = 17.58 \text{ S/mes}$$

**COSTO: 8**

**ACTIVIDAD: COLOCAR LOS MEDALLONES A LOS VESTIDOS**

**METODO: ACTUAL**

Del capítulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar actual de 0.9947 min/pza esto es:

$$\text{Producción estándar actual} = \frac{60 \text{ min / hora}}{0.9947 \text{ min / pza.}} \cong 60 \text{ pzas / hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son:

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas / mes}}{60 \text{ pzas / hora}} = 104.55 \text{ horas/mes}$$

El sueldo promedio del operario es de 1000\$/mes para un turno de 9 horas por día durante 22 días al mes, por lo que el costo hora-hombre será:

$$\text{Costo hora-hombre} = \frac{1000\$ / \text{mes}}{22 \text{ dias / mes} (9 \text{ horas / dia})} = 5.0505\$ / \text{hora}$$

Calculando el CMOD para el método actual se tiene:

$$\text{CMOD} = 5.0505\$ / \text{hora} (104.55 \text{ horas/mes}) = 528.02 \$ / \text{mes}$$

**COSTO: 8**

**CONCEPTO: COLOCAR LOS MEDALLONES A LOS VESTIDOS**

**METODO: MEJORADO**

Del capítulo anterior se observa que para esta actividad el operario realiza un tiempo estándar mejorado de 0.3381 min/pza. esto es:

$$\text{Producción estándar mejorada} = \frac{60 \text{ min / hora}}{0.3381 \text{ min / pza.}} \cong 177 \text{ pzas / hora}$$

Las horas mensuales necesarias para fabricar la producción real son.

$$\text{Horas mensuales necesarias} = \frac{6273 \text{ pzas / mes}}{177 \text{ pzas / hora}} = 35.4406 \text{ horas/mes}$$

El costo hora-hombre es el mismo que el del método actual por lo que el CMOD para el método mejorado es:

$$\text{CMOD} = 5.0505 \$/\text{hora} (35.4406 \text{ horas/mes}) = 178.99 \text{ \$/mes}$$

COSTO	ACTIVIDAD	COSTO METODO ACTUAL (\$/MES)	COSTO METODO MEJORADO (\$/MES)	AHORRO MENSUAL (INGRESO) (\$)	AHORRO ANUAL (INGRESO) (\$)
1	Redistribuir la planta	M.O.D.=116.67	M.O.D.=40 57	76.1	913.2
2	Abastecer de trabajo a las diferentes máquinas	M.O.D.=268.67	M.O.D.=89.55	179 12	2149 44
3	Unir trasero con delantero	M O D.=1066.34 C.L.=33.98	M O D.=767 02 C L.=24.55	299.32 9.43	3591.84 113 16
4	Pegar vista a cierre	M.O.D.= 812.95 C.L.=21.11	M.O.D.= 506 90 C L =13.29	306 05 7 82	3672.6 93.84
5	Desebrar vestido	M O D.=1958 36	M.O.D.=1567.39	390.97	4691 64
6	Colocar adornos en bias	M O D.=417.13	M.O.D.=309.62	107.51	1290 12
7	Preparar vestido para su etiquetado	M.O.D.=81.23	M.O.D.=17.58	63.65	763 8
8	Colocar los medallones a los vestidos	M.O.D.=528.02	M.O.D.=178.99	399.03	4188.36
<b>AHORRO TOTAL ANUAL</b>					<b>21,468</b>

Nota: M.O.D.= Mano de obra directa  
C.L.= Consumo de luz

TABLA 6.1 TABLA RESUMEN DE LOS COSTOS E INGRESOS TOTALES

### 6.2.B EGRESOS

Los gastos de operación (EGRESOS) que se presentan son los originados para que cada método propuesto funcione de acuerdo a lo planeado.

#### **EGRESO:1**

##### **ACTIVIDAD: REDISTRIBUCION DE LA PLANTA**

Esta actividad no genera gastos de operación.

#### **EGRESO:2**

##### **ACTIVIDAD: ABASTECER DE TRABAJO A LAS DIFERENTES MAQUINAS**

CONCEPTO	MANTENIMIENTOS POR AÑO	COSTO POR MANTENIMIENTO (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
*Mantenimiento al carro de servicio	3	60	180

\*Incluye barnizado, pintado y corrección de fallas

#### **EGRESO:3**

##### **ACTIVIDAD: UNIR TRASEROS CON DELANTEROS**

CONCEPTO	CAJAS/MES	CAJAS/AÑO	COSTO/CAJA (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
Caja de gises	2	24	3.4	81.6

#### **EGRESO:4**

##### **ACTIVIDAD: PEGAR VISTAS A CIERRE**

Esta actividad no genera gastos de operación.



**EGRESO:5****ACTIVIDAD: DESEBRAR VESTIDO**

CONCEPTO	MANTENIMIENTOS POR AÑO	COSTO POR MANTENIMIENTO (S)	TOTAL ANUAL(\$)
*Mantenimiento al banco	3	30	90

\*Incluye barnizado y reforzado

**EGRESO:6****ACTIVIDAD: COLOCAR ADORNOS EN EL BIES**

CONCEPTO	DEMANDA /AÑO	COSTO UNITARIO (S)	SUBTOTAL(\$)
*Mantenimiento al banco	3	30	90
Paquete de alfileres de cabeza grande	6	13	78
			TOTAL = 168

\* Incluye barnizado y reforzado

**EGRESO:7****ACTIVIDAD: PREPARAR LOS VESTIDOS PARA SU ETIQUETADO**

CONCEPTO	DEMANDA/AÑO	COSTO UNITARIO(\$)	SUBTOTAL (\$)
Marcador negro	4	9.38	37.5
Paquete de 100 hojas blancas	1	9	9
			TOTAL= 46.5

**EGRESO:8****ACTIVIDAD: COLOCAR LOS MEDALLONES A LOS VESTIDOS**

CONCEPTO	COSTO/METRO (\$)	METROS A OCUPAR	SUBTOTAL (\$)
Mezclilla para hacer la cangurera	58	0.5	29

PERSONAL	ACTIVIDAD	TIEMPO (Hrs.) REQUERIDO	COSTO/HORA (\$)	SUBTOTAL(\$)
Un operario de área de corte y selección	Diseñar y coser la cangurera	1.5	13.1313	19.6969

Nota:- Se tomó un salario base de 1300\$/mes y las horas fueron consideradas como extras  
- Se utilizará el hilo que sobre del último corte

GASTO DE OPERACION(EGRESO) TOTAL:  $29 + 19.6969 = 48.69 \$$

NUMERO DE EGRESO	ACTIVIDAD	EGRESO ANUAL(S)
1	REDISTRIBUIR LA PLANTA	0
2	ABASTECER DE TRABAJO A LAS DIFERENTES MAQUINAS	180
3	UNIR TRASEROS CON DELANTEROS	81.6
4	PEGAR VISTAS A CIERRE	0
5	DESEBRAR VESTIDO	90
6	COLOCAR ADORNOS EN EL BIES	168
7	PREPARAR LOS VESTIDOS PARA SU ETIQUETADO	46.5
8	COLOCAR LOS MEDALLONES EN LOS VESTIDOS	48.69
<b>EGRESO TOTAL ANUAL = 614.79</b>		

TABLA 6.2 RESUMEN DE LOS GASTOS ANUALES DE OPERACION (EGRESOS ANUALES)

## 6.2.C INVERSIONES

La inversión<sup>1</sup> total de cada método que se propone estará comprendida por cuatro factores:

- 1.- Inversión por muebles y accesorios
- 2.- Inversión por mano de obra para instalación
- 3 - Inversión por materiales para instalación
- 4.- Otros

A continuación se presenta las inversiones requeridas para los métodos propuestos.

### **INVERSION:1 ACTIVIDAD:REDISTRIBUIR LA PLANTA**

#### INVERSION POR MUEBLES Y ACCESORIOS

CONCEPTO	LUGAR DE COLOCACION	MOTIVO	TOTAL (\$)
Cortina de 1.5m. x 3m.	Ventana principal	Deslumbramiento solar	35

#### INVERSION POR M.O. PARA INSTALACION

PERSONAL NECESARIO	ACTIVIDAD	COSTO/HORA* (\$)	HORAS REQUERIDAS	TOTAL (\$)
2	Reubicar oficinas, áreas. etc.	13.1313	4.5	118.1817

\*Se tomó un salario base de 1300 \$/mes y las horas se consideraron como extra.

#### INVERSION POR MATERIALES PARA INSTALACION

CONCEPTO	TOTAL(\$)
Taquetes y tornillos	18

<sup>1</sup> Inversión en términos financieros, significa cualquier aplicación de fondos con el objetivo primordial de obtener un beneficio económico en un plazo razonable, en ocasiones el beneficio no es económico

OTROS

CONCEPTO	PERSONAL	HORAS / REQUERIDAS	COSTO/HORA* (\$)	TOTAL (\$)
Capacitación	Jefe de producción	2	35 3535	70.707

\*Se tomó un salario base de 3500 \$/mes y las horas se consideraron como extra.  
La tabla 6 3 indica la inversión total que se requiere para implantar el método propuesto

CONCEPTO	SUBTOTAL(\$)
Inversión por muebles y accesorios	35
Inversión por mano de obra para instalación	118.1817
Inversión por materiales para instalación	18
Otros	70.707

INVERSION TOTAL=241.88

TABLA 6.3

**INVERSION:2**

**ACTIVIDAD:ABASTECER DE TRABAJO A LAS DIFERENTES MAQUINAS**

**INVERSION POR MUEBLES Y ACCESORIOS**

UNIDADES	CONCEPTO	COSTO UNITARIO(\$)	TOTAL (\$)
1	Carrito de servicio	670	670

**INVERSION POR M.O. PARA INSTALACION**

PERSONAL NECESARIO	ACTIVIDAD	COSTO/HORA* (\$)	HORAS REQUERIDAS	TOTAL (\$)
2	Reubicar máquinas, etc.	13.1313	4 5	118.1817

\*Se tomó un salario base de 1300 \$/mes y las horas se consideraron como extra.

INVERSION POR MATERIALES PARA INSTALACION

UNIDADES	CONCEPTO	COSTO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
2	Cinta de aislar	8.6	17.2

OTROS

CONCEPTO	PERSONAL	HORAS REQUERIDAS	COSTO/HORA* (\$)	SUBTOTAL (\$)
Capacitación	Jefe de producción	2	35.3535	70.707
	Operario	2	24.2424	48.4848
TOTAL=				119.1918

\*Se tomó un salario base de 3500 \$/mes para el jefe de producción y de 2400\$/mes para el operario, las horas se consideraron como extra.

La tabla 6.4 indica la inversión total que se requiere para implantar el método propuesto

CONCEPTO	SUBTOTAL(\$)
Inversión por muebles y accesorios	670
Inversión por mano de obra para instalación	118.1817
Inversión por materiales para instalación	17.2
Otros	119.1918

INVERSION TOTAL=924.57

TABLA 6.4

**INVERSION:3****ACTIVIDAD:UNIR TRASEROS CON DELANTEROS****OTROS**

CONCEPTO	PERSONAL	HORAS REQUERIDAS	COSTO/HORA* (\$)	TOTAL (\$)
Capacitación	Jefe de producción	0.5	35.3535	17.6767
	Operario de máquina	0.5	13.9393	6.9696
	Operario de corte y selección	0.5	13.9393	6.9696
TOTAL=				31.6160

\*Se tomó un salario base de 3500 \$/mes para el jefe de producción y de 1380\$/mes para los operarios, las horas se consideraron como extra.

La tabla 6.5 indica la inversión total que se requiere para implantar el método propuesto

CONCEPTO	SUBTOTAL(\$)
Inversión por muebles y accesorios	0
Inversión por mano de obra para instalación	0
Inversión por materiales para instalación	0
Otros	31.6160

INVERSION TOTAL=31.6160

TABLA 6.5

**INVERSION:4****ACTIVIDAD:PEGAR VISTAS A CIERRE****OTROS**

CONCEPTO	PERSONAL	HORAS REQUERIDAS	COSTO/HORA* (\$)	TOTAL (\$)
Capacitación	Jefe de producción	1	35.3535	35.3535
	Operario	1	13.7373	13.7373
TOTAL=				49.09

\*Se tomó un salario base de 3500 \$/mes para el jefe de producción y de 1380\$ mes para los operarios, las horas se consideraron como extra.

La tabla 6.6 indica la inversión total que se requiere para implantar el método propuesto

CONCEPTO	SUBTOTAL(\$)
Inversión por muebles y accesorios	0
Inversión por mano de obra para instalación	0
Inversión por materiales para instalación	0
Otros	49.09
INVERSION TOTAL=49.09	

TABLA 6 6

**INVERSION:5**

**ACTIVIDAD: DESEBRAR VESTIDO**

INVERSION POR MUEBLES Y ACCESORIOS

UNIDADES	CONCEPTO	COSTO UNITARIO(\$)	SUBTOTAL (\$)
2	Contenedor de plástico	48	96
1	Banco	60	60
TOTAL=			156

INVERSION POR M.O. PARA INSTALACION

PERSONAL NECESARIO	ACTIVIDAD	COSTO/HORA*	HORAS REQUERIDAS	TOTAL (\$)
1	Reubicar el área de trabajo	13.1313	1	13.1313

\*Se tomó un salario base de 1300 \$/mes y las horas se consideraron como extra.



OTROS

CONCEPTO	PERSONAL	HORAS REQUERIDAS	COSTO/HORA* (S)	SUBTOTAL (S)
Capacitación	Jefe de producción	1	35.3535	35.3535
	Operario	1	9.4949	9.4949
TOTAL=				44.8484

\*Se tomó un salario base de 3500 \$/mes para el jefe de producción y de 940 \$/mes para el operario, las horas se consideraron como extra.

La tabla 6.7 indica la inversión total que se requiere para implantar el método propuesto

CONCEPTO	SUBTOTAL(\$)
Inversión por muebles y accesorios	156
Inversión por mano de obra para instalación	13 1313
Inversión por materiales para instalación	0
Otros	44.8484

INVERSION TOTAL=213.97

TABLA 6.7

**INVERSION:6**

**ACTIVIDAD: COLOCAR ADORNOS EN EL BIES**

**INVERSION POR MUEBLES Y ACCESORIOS**

UNIDADES	CONCEPTO	COSTO UNITARIO(\$)	SUBTOTAL (S)
1	Pinzas chatas	46.7	46.7
2	Contenedores de plástico tamaño A6	37.5	75
3	Contenedores de plástico tamaño A3	26	78
1	Banco	60	60

TOTAL=259.7

INVERSION POR M.O. PARA INSTALACION

PERSONAL NECESARIO	ACTIVIDAD	COSTO/HORA* (\$)	HORAS REQUERIDAS	TOTAL (\$)
1	Reubicar el área de trabajo	13.1313	1	13.1313

\*Se tomó un salario base de 1300 \$/mes y las horas se consideraron como extra.

OTROS

CONCEPTO	PERSONAL	HORAS REQUERIDAS	COSTO/HORA* (\$)	SUBTOTAL (\$)
Capacitación	Jefe de producción	1	35.3535	35.3535
	Operario	1	9.5757	9.5757
TOTAL=				44.9291

\*Se tomó un salario base de 3500 \$/mes para el jefe de producción y de 948 \$/mes para el operario, las horas se consideraron como extra.

La tabla 6.8 indica la inversión total que se requiere para implantar el método propuesto

CONCEPTO	SUBTOTAL(\$)
Inversión por muebles y accesorios	259.7
Inversión por mano de obra para instalación	13.1313
Inversión por materiales para instalación	0
Otros	44.9291

INVERSION TOTAL=317.76

TABLA 6.8

INVERSION:7

ACTIVIDAD: PREPARAR LOS VESTIDOS PARA SU ETIQUETADO

INVERSION POR MUEBLES Y ACCESORIOS

UNIDADES	CONCEPTO	COSTO UNITARIO(\$)	SUBTOTAL (\$)
2	Contenedores de plástico tamaño A26	62.7	125.4
4 Juegos	Identificadores de talla	48	192
TOTAL=			317.4

#### INVERSION POR M.O. PARA INSTALACION

PERSONAL NECESARIO	ACTIVIDAD	COSTO/HORA* (\$)	HORAS REQUERIDAS	TOTAL (\$)
1	Reubicar el área de trabajo	13.1313	1	13.1313

\*Se tomó un salario base de 1300 \$/mes y las horas se consideraron como extra.

#### OTROS

CONCEPTO	PERSONAL	HORAS REQUERIDAS	COSTO/HORA* (\$)	SUBTOTAL (\$)
Capacitación	Jefe de producción	1	35.3535	35.3535
	Operario	1	10.1010	10.1010
TOTAL=				45.4545

\*Se tomó un salario base de 3500 \$/mes para el jefe de producción y de 1000 \$/mes para el operario, las horas se consideraron como extra.

La tabla 6.9 indica la inversión total que se requiere para implantar el método propuesto

CONCEPTO	SUBTOTAL(\$)
Inversión por muebles y accesorios	317.4
Inversión por mano de obra para instalación	13.1313
Inversión por materiales para instalación	0
Otros	45.45

INVERSION TOTAL=375.98

TABLA 6.9

**INVERSION:8****ACTIVIDAD: COLOCAR LOS MEDALLONES A LOS VESTIDOS****OTROS**

CONCEPTO	PERSONAL	HORAS REQUERIDAS	COSTO/HORA* (S)	SUBTOTAL (S)
Capacitación	Jefe de producción	1.5	35.3535	53.0302
	Operario	1.5	10.1010	15.1515
TOTAL=				68.1817

\*Se tomó un salario base de 3500 \$/mes para el jefe de producción y de 1000 \$/mes para el operario, las horas se consideraron como extra.

La tabla 6.10 indica la inversión total que se requiere para implantar el método propuesto

CONCEPTO	SUBTOTAL(S)
Inversión por muebles y accesorios	0
Inversión por mano de obra para instalación	0
Inversión por materiales para instalación	0
Otros	68.1817

INVERSIÓN TOTAL= 68.18

TABLA 6.10

NUMERO DE INVERSION	ACTIVIDAD	INVERSION (\$)
1	REDISTRIBUIR LA PLANTA	241 88
2	ABASTECER DE TRABAJO A LAS DIFERENTES MAQUINAS	924.57
3	UNIR TRASEROS CON DELANTEROS	31 61
4	PEGAR VISTAS A CIERRE	49 09
5	DESEBRAR VESTIDO	213.97
6	COLOCAR ADORNOS EN EL BIES	317.76
7	PREPARAR LOS VESTIDOS PARA SU ETIQUETADO	375.98
8	COLOCAR LOS MEDALLONES EN LOS VESTIDOS	68.18
<b>INVERSION TOTAL = 2,223.04</b>		

TABLA 6.11 RESUMEN DE LA INVERSION TOTAL

## ETAPA 2

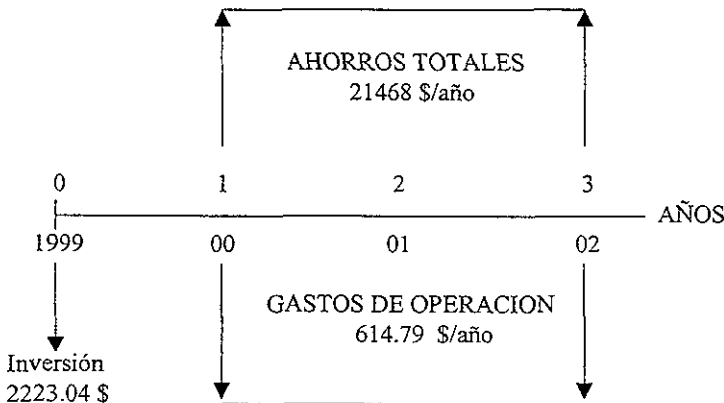
### 6.3.1 VALOR PRESENTE

En los Proyectos suele darse el caso de que todas las ganancias y costos no pueden acumularse en forma inmediata, sino a lo largo del tiempo. El problema principal radica en que con el tiempo el dinero sufre modificaciones en su valor, por ejemplo un peso en el presente vale más que un peso en el futuro, lo que hace necesario contar con un método que transforme el valor futuro de dicho dinero en un valor presente.

El método de valor presente (VP) es una suma algebraica de los ingresos y egresos que se realizan como consecuencia de un proyecto de inversión, afectándolos con un factor que logra el efecto de transformar los valores a presente.

Usualmente es usado el diagrama de flujo de caja<sup>2</sup> para pronosticar el planteamiento del problema, pues en éste se puede observar a simple vista que es lo dado y lo que debe encontrarse.

A continuación se muestra el diagrama general de flujo de caja para lo cual se utilizarán los totales de los ingresos(ahorros), egresos(gastos de operación) e inversiones (ver tabla 6.1, 6.2 y 6.11)



<sup>2</sup> El diagrama de flujo de caja es una representación gráfica de los ingresos y pagos realizados (egresos e inversiones) en ciertos intervalos de tiempo (flujos de caja).

La ecuación matemática en forma general que representa al valor presente es

$$VP = \pm P \pm A(P/A, i, n) \pm F(P/F, i, n) \pm \dots \dots \dots \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

VP = Valor Presente.

i= interés

n = periodos

$\pm P$  = Es el valor o suma de los costos realizados en el presente, con el fin de llevar a cabo el proyecto.

$\pm A$  = Es el resultado de la suma de los costos anuales realizados en el proyecto, es decir es una serie consecutiva igual de dinero al final de cada periodo.

$\pm F$  = Valor o suma de dinero en algún tiempo futuro que se realizará como consecuencia de implementar un proyecto.

$(P/A, i, n)$  =Factor de conversión de anualidades a presente, a un interés "i", durante "n" periodos.

$(P/F, i, n)$  =Factor de conversión de costo futuro a presente, a un interés "i", durante "n" periodos.

$P/A$  =Valor presente dada una anualidad.

$P/F$  =Valor presente dado un valor futuro.

La tabla 6.12 indica con una notación estándar el resumen de las fórmulas que han de utilizarse.

PARA ENCONTRAR	DADO	FACTOR	ECUACION	FORMULA
P	A	$(P/A, i, n)$	$P=A(P/A, i \%, n)$	$P = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$
P	F	$(P/F, i, n)$	$P=F(P/F, i \%, n)$	$P = F \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right]$

TABLA 6.12

Cabe señalar que la forma general puede sufrir cambios de acuerdo con las condiciones que se presenten, para el proyecto que se analiza la formula queda:

$$VP = \pm P \pm A_1(P/A, i, n) \pm A_2(P/A, i, n) \dots \dots \dots \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

$A_1$  = Gastos de operación (egresos)

$A_2$  = Ahorros (ingresos)

A continuación se realiza la obtención del valor presente (VP) con ayuda de la tabla 6.12 y el diagrama de flujo de caja realizado.

$$VP = \pm P \pm A_1(P/A, i, n) \pm A_2(P/A, i, n)$$

$$VP = -2223.04 - 614.79 (P/A, 60\%, 3) + 21468 (P/A, 60\%, 3) \dots \dots \dots (a)$$

Calculando el factor se tiene:

$$(P/A, 60\%, 3) = \frac{(1+0.60)^3 - 1}{0.60(1+0.60)^3} = \frac{3.096}{2.4576} = 1.2597$$

Sustituye el valor de factor en (a)

$$VP = -2223.04 - 614.79 (1.2597) + 21468 (1.2597)$$

**Valor Presente = 24045.74 \$**



### VALOR PRESENTE CONSIDERANDO LA INFLACION (VPCI)

Tomando como base que el índice inflacionario anual es de 8.53% se calcularán los egresos inflacionarios que se tendrán en los siguientes tres años (dato que servirá para calcular el valor presente, la tasa de rendimiento y el periodo de recuperación afectados por la inflación).

Sabiendo que:

Tasa de inflación (T.I.): 8.53%

Egreso anual: 614.79 [\$/año]

Egreso anual considerando la inflación = (Egreso anual del último año) x (T.I. + 1)

Los egresos anuales considerando la inflación en los siguientes tres años son:

Egreso inflacionario para el año 1 =  $(614.79) \times (0.0853+1) = 667.23$  \$/año 1

Egreso inflacionario para el año 2 =  $(667.23) \times (0.0853+1) = 724.34$  \$/año 2

Egreso inflacionario para el año 3 =  $(724.34) \times (0.0853+1) = 785.94$  \$/año 3

La tabla 6.13 muestra en forma resumida los egresos inflacionarios en forma anual de los siguientes tres años (2001,2002,2003)

AÑO	EGRESO ANUAL CONSIDERANDO LA INFLACION [\$/año]
1	667.23
2	724.34
3	785.94

TABLA 6.13

Cabe señalar que para obtener el VPCI se realizarán los mismos cálculos empleados para obtener el valor presente.  $A_1$  – en este caso – hará referencia al ingreso inflacionario del tercer año.

Calculando el VPCI se tiene:

$$VPCI = P + A_1(P/A, i, n) + A_2(P/A, i, n) + \dots + A_n(P/A, i, n) \dots \dots \dots \text{Ecuación (2)}$$

Sustituyendo valores:

$$VPCI = -2223.04 - 785.94(P/A, 60\%, 3) + 21468 (P/A, 60\%, 3) \dots \dots \dots \text{Ecuación(a)}$$

Calculando el factor se tiene:

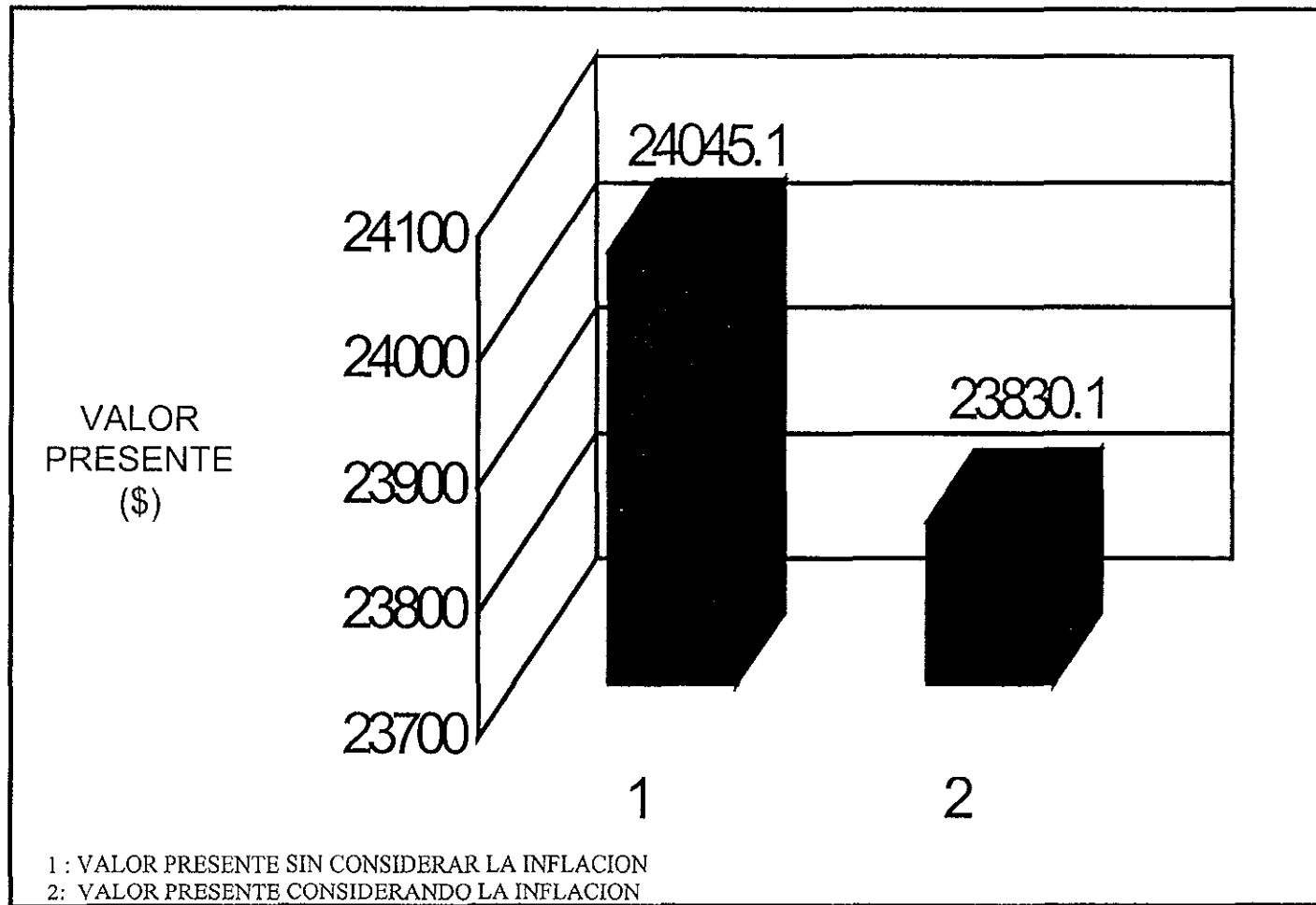
$$(P/A, 60\%, 3) = \frac{(1 + 0.60)^3 - 1}{0.60(1 + 0.60)^3} = \frac{3.096}{2.4576} = 1.2597$$

Sustituye el valor del factor en la Ecuación (a):

$$VPCI = -2223.04 - 785.94 (1.2597) + 21468 (1.2597)$$

$VPCI = 23830.15 \$$

Como se puede apreciar en la gráfica 6.1, el VP respecto al VPCI no implica una diferencia mayor.



GRAFICA 6.1

### 6.3.2 TASA DE RENDIMIENTO

Esta técnica determina por tanteos cual es la tasa de descuento real (desconocida al principio) a valor presente.

La tasa de descuento con la que se iguale el valor presente de los egresos, con el valor presente de los ingresos será la tasa de rendimiento del proyecto, es decir, es la tasa que permite que el valor actual que se espera de las entradas en efectivo de una inversión sean iguales al valor actual que se espera de las salidas en efectivo de esa inversión.

La técnica empleada para encontrar la tasa de rendimiento implica hacer pruebas o tanteos mediante el uso de las interpolaciones.

Para encontrar la tasa de retorno es necesario igualar a cero la ecuación (2) quedando:

$$\pm P \pm A_1(P/A, i, n) \pm A_2(P/A, i, n) = 0$$

Factorizando:

$$\pm P + (\pm A_1 \pm A_2)(P/A, i, n) = 0$$

Definiendo signos:

$$-P + (-A_1 + A_2)(P/A, i, n) = 0 \dots \dots \dots \text{Ecuación (3)}$$

Sustituyendo valores (considerando previamente que el valor de "i" se desconoce):

$$-2223.04 + (-614.79 + 21468)(P/A, i, 3) = 0$$

Despejando el factor:

$$(P/A, i, 3) = \frac{2223.04}{20853.21} = 0.1066$$

Calculando por "tanteos" a que interés "i" corresponde el factor 0.1066, se tiene:

Para  $i = 930 \%$

$$(P/A, 930\%, 3) = \frac{(1+9.3)^3 - 1}{9.3(1+9.3)^3} = 0.1074$$

Para  $i = 950 \%$

$$(P/A, 950\%, 3) = \frac{(1+9.5)^3 - 1}{9.5(1+9.5)^3} = 0.1051$$

Interpolando entre ambos valores:

$$Y1 \quad 930 \% = 0.1074 \quad X1$$

$$Y \quad i \% = 0.1066 \quad X$$

$$Y2 \quad 950 \% = 0.1051 \quad X2$$

$$Y = \frac{Y2 - Y1}{X2 - X1} (X - X1) + Y1 = \frac{950 - 930}{0.1051 - 0.1074} (0.1066 - 0.1074) + 930 = 936.95$$

Por lo tanto:

**Tasa de Rendimiento = 936.95 %**

## TASA DE RENDIMIENTO CONSIDERANDO LA INFLACION (TRCI)

El procedimiento para calcular la TRCI sera el mismo que se emplea para obtener la tasa de rendimiento.  $A_1$  - en este caso - se referirá al ingreso inflacionario del tercer año.

Calculando la TRCI se tiene:

$$-P + (-A_1 + A_3)(P/A, i, n) = 0 \dots \dots \dots \text{Ecuación (3)}$$

Sustituyendo valores (considerando previamente que el valor de "i" se desconoce)

$$- 2223.04 + (- 785.94 + 21468 ) ( P/A, i, 3 ) = 0$$

Despejando el factor:

$$(P/A, i, 3) = \frac{2223.04}{20682.0} = 0.1074$$

Calculando por "tanteos" a qué interés "i" corresponde el factor 0.1074, se tiene:

Para  $i = 930\%$

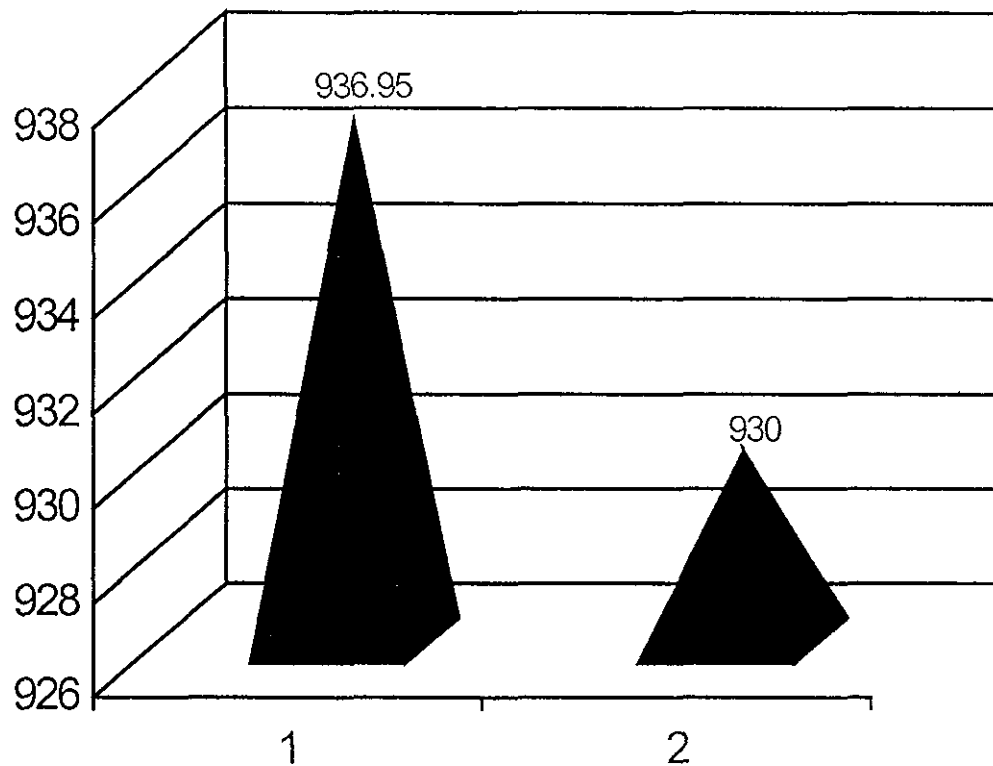
$$(P/A, 930\%, 3) = \frac{(1+9.3)^3 - 1}{9.3(1+9.3)^3} = 0.1074$$

Por lo tanto:

<b>TRCI = 936.95 %</b>
------------------------

Como se puede apreciar en la gráfica 6.2, la TR respecto al TRCI no implica una diferencia mayor.

TASA DE  
RENDIMIENTO  
(%)



1 : VALOR PRESENTE SIN CONSIDERAR LA INFLACION  
2: VALOR PRESENTE CONSIDERANDO LA INFLACION

GRAFICA 6.2

### 6.3.3 PERIODO DE RECUPERACION

Este método generalmente es empleado para evaluar si una inversión es económicamente conveniente.

Con el método del periodo de recuperación se obtiene el número de años que se requieren para que las entradas de efectivo de una inversión compensen las salidas de efectivo de esa inversión.

Para calcular el periodo de recuperación se utiliza también la ecuación (3) a diferencia de que ahora se desconoce el número de años "n", pero se conoce el interés el cual es de 60%<sup>3</sup>

Sustituyendo valores en la ecuación (3):

$$-2223.04 + (-614.79 + 21468) (P/A, 60\%, n) = 0$$

Despejando el factor:

$$(P/A, 60\%, n) = \frac{2223.04}{2085.21} = 0.1066$$

Calculando por "tanteos" a que periodo "n" corresponde el factor 0.1066, se tiene:

Para n = 0.12

$$(P/A, 60\%, 0.12) = \frac{(1 + 0.6)^{0.12} - 1}{0.6(1 + 0.6)^{0.12}} = 0.0913$$

Para n = 0.15

$$(P/A, 60\%, 0.15) = \frac{(1 + 0.6)^{0.15} - 1}{0.6(1 + 0.6)^{0.15}} = 0.1134$$

---

<sup>3</sup> Este interés conocido como " tasa de criterio " fue asignado en el preámbulo del capítulo en cuestión.



Interpolando entre ambos valores:

$$Y1 = 0.12 \quad X1 = 0.0913$$

$$Y = n = 0.1066 \quad X$$

$$Y2 = 0.15 \quad X2 = 0.1134$$

$$Y = \frac{Y2 - Y1}{X2 - X1} (X - X1) + Y1 = \frac{0.15 - 0.12}{0.1134 - 0.0913} (0.1066 - 0.0913) + 0.12 = 0.1407$$

Por lo que  $n = 0.1407$  años

Transformando los años a días :

$$n = 0.1407 \text{ años} (365 \text{ días/años}) = 51.35 \text{ días}$$

**Periodo de Recuperación : 51.35 días**

PERIODO DE RECUPERACION CONSIDERANDO LA INFLACION (PRCI)

Para calcular el PRCI se utilizará el procedimiento empleado para obtener el periodo de recuperación. Al en este caso se referirá al ingreso inflacionario del tercer año

Calculando el PRCI se tiene:

$$-P + (-A_1 + A_2)(P/A, i, n) = 0 \dots\dots\dots \text{Ecuación (3)}$$

Sustituyendo valores

$$-2223.04 + (-785.94 + 21468)(P/A, 60\%, n) = 0$$

Despejando el factor:

$$(P/A, 60\%, n) = \frac{2223.04}{20682.0} = 0.1074$$

Calculando por “tanteos” a qué periodo “n” corresponde el factor 0.1074, se tiene:

Para n = 0.12

$$(P/A, 60\%, 0.12) = \frac{(1 + 0.6)^{0.12} - 1}{0.6(1 + 0.6)^{0.12}} = 0.0913$$

Para n = 0.15

$$(P/A, 60\%, 0.15) = \frac{(1 + 0.6)^{0.15} - 1}{0.6(1 + 0.6)^{0.15}} = 0.1134$$

Interpolando entre ambos valores:

$$Y_1 = 0.12 - 0.0913 \cdot X_1$$

$$Y = n - 0.1074 \cdot X$$

$$Y_2 = 0.15 - 0.1134 \cdot X_2$$

$$Y = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} (X - X_1) + Y_1 = \frac{0.15 - 0.12}{0.1134 - 0.0913} (0.1074 - 0.0913) + 0.12 = 0.1418$$

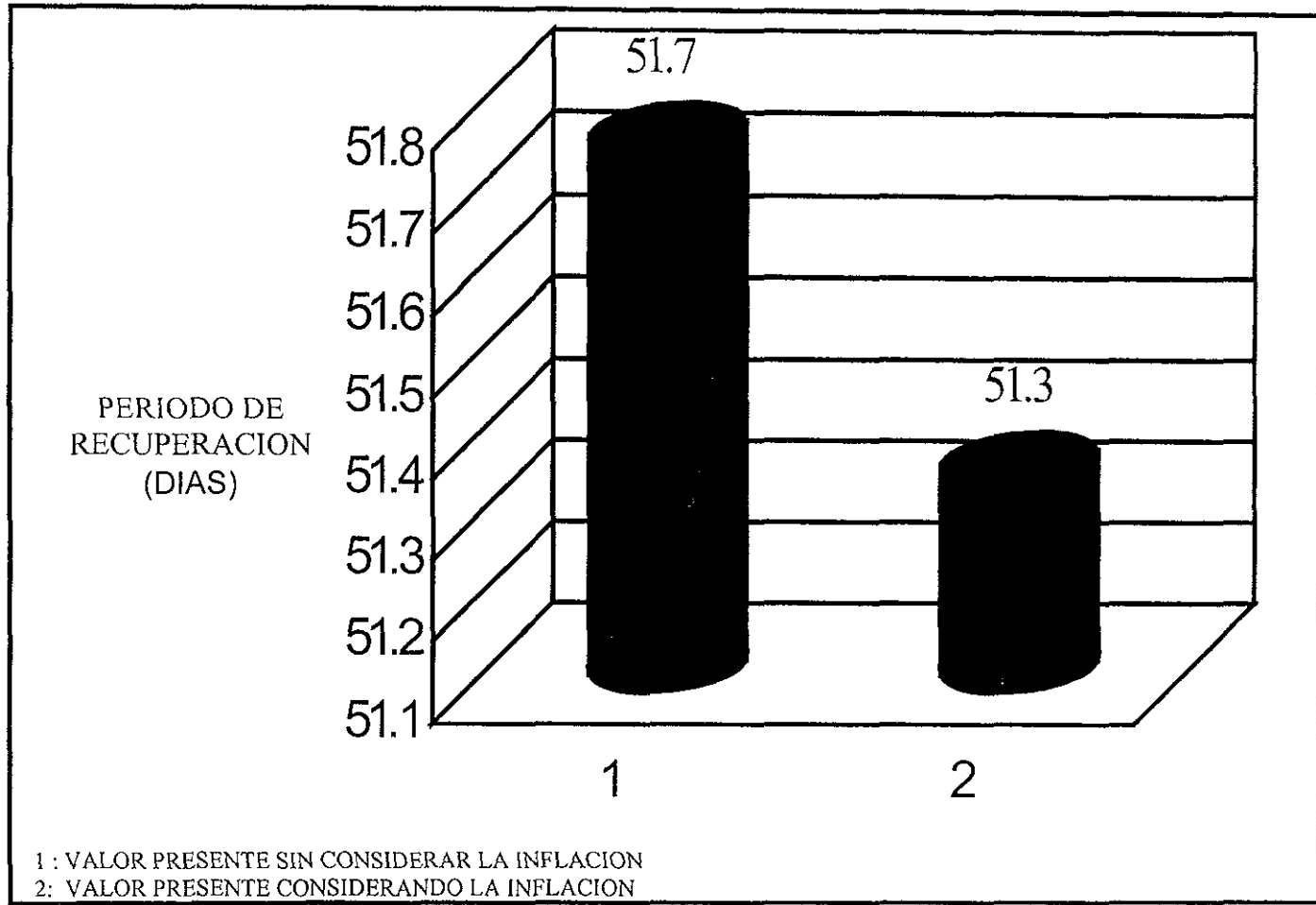
Por lo que  $n = 0.1418$  años

Transformando los años a días :

$$n = 0.1418 \text{ años} (365 \text{ días/año}) = 51.75 \text{ días}$$

**PRCI : 51.75 días**

Como se puede apreciar en la gráfica 6.3 la TR respecto al TRCI no implica una diferencia mayor.



GRAFICA 6.3

# CONCLUSIONES

Las empresas maquiladoras de exportación van cobrando mayor fuerza en la economía de los países tercermundistas, en México, continúa su proceso de expansión a pasos agigantados<sup>1</sup> y la frontera norte ya no es el único asentamiento idóneo para los maquiladores, regiones como Polotitlán también han impulsado dicha actividad económica.

A través de este proyecto de Ingeniería se lograron diversas mejoras en la Confeccionadora Guceec, luego de realizar un estudio exhaustivo que permitiera determinar el método ad hoc para satisfacer las necesidades primordiales de la empresa.

En primer término se obtuvieron los pronósticos de ventas, analizándose para esto tres modelos (modelo exponencial, lineal y parabólico), de los cuales el segundo fue seleccionado para pronosticar las ventas de la empresa en los siguientes meses; los resultados indican que la demanda será en forma ascendente, lo que justificó las mejoras realizadas.

Posteriormente se aplicó la Redistribución de Planta (LAY-OUT) logrando minimizar la trayectoria, a través de las diferentes estaciones de trabajo, de 76.9 a 26.8 metros por cada recorrido, que se realizaba varias veces al día y que se traduce en kilómetros por periodos mensuales.

Una vez realizada la Redistribución de Planta se implementó la Ingeniería de Métodos a 7 procesos, contando con la indispensable participación de los operadores.

A continuación se desarrolló la técnica de Medición del Trabajo en cada proceso para con ello valorar el ritmo del operario, asignar compensaciones, estandarizar el proceso, crear cuotas de producción, etc.

En lo que respecta al análisis técnico-económico se calcularon los ingresos (ahorros), egresos (gastos de operación) e inversión del proyecto generados por la Redistribución de Planta y la mejora de los 7 procesos, obteniéndose:

-Ingreso del Proyecto = 21,468 \$/año

-Egresos del Proyecto = 614.79 \$/año

-Inversión del Proyecto = 2223.04 \$

<sup>1</sup> El año pasado las maquiladoras representaron el 44.98 por ciento de exportaciones realizadas por México

Por otra parte al emplear las Técnicas de Evaluación Económica se concluyó que

El Valor Presente (VP) = 24,045.74 \$

La Tasa de Rendimiento (TR) = 936.95 %

El Periodo de Recuperación (PR) = 52 días

Los datos antes mencionados avalan la satisfacción de necesidades de Confecciones Gucec y por tanto dan sentido a este proyecto, sin olvidar que la Ingeniería Industrial hace hincapié en que las mejoras empresariales deben ser continuas.

v	t <sub>.995</sub>	t <sub>.99</sub>	t <sub>.975</sub>	t <sub>.95</sub>	t <sub>.90</sub>	t <sub>.80</sub>	t <sub>.75</sub>	t <sub>.70</sub>	t <sub>.60</sub>	t <sub>.55</sub>
1	63.66	31.82	12.71	6.31	3.08	1.376	1.000	.727	.325	.158
2	9.92	6.96	4.30	2.92	1.89	1.061	.816	.617	.289	.142
3	5.84	4.54	3.18	2.35	1.64	.978	.765	.584	.277	.137
4	4.60	3.75	2.78	2.13	1.53	.941	.741	.569	.271	.134
5	4.03	3.36	2.57	2.02	1.48	.920	.727	.559	.267	.132
6	3.71	3.14	2.45	1.94	1.44	.906	.718	.553	.265	.131
7	3.50	3.00	2.36	1.90	1.42	.896	.711	.549	.263	.130
8	3.36	2.90	2.31	1.86	1.40	.889	.706	.546	.262	.130
9	3.25	2.82	2.26	1.83	1.38	.883	.703	.543	.261	.129
10	3.17	2.76	2.23	1.81	1.37	.879	.700	.542	.260	.129
11	3.11	2.72	2.20	1.80	1.36	.876	.697	.540	.260	.129
12	3.06	2.68	2.18	1.78	1.36	.873	.695	.539	.259	.128
13	3.01	2.65	2.16	1.77	1.35	.870	.694	.538	.259	.128
14	2.98	2.62	2.14	1.76	1.34	.868	.692	.537	.258	.128
15	2.95	2.60	2.13	1.75	1.34	.866	.691	.536	.258	.128
16	2.92	2.58	2.12	1.75	1.34	.865	.690	.535	.258	.128
17	2.90	2.57	2.11	1.74	1.33	.863	.689	.534	.257	.128
18	2.88	2.55	2.10	1.73	1.33	.862	.688	.534	.257	.127
19	2.86	2.54	2.09	1.73	1.33	.861	.688	.533	.257	.127
20	2.84	2.53	2.09	1.72	1.32	.860	.687	.533	.257	.127
21	2.83	2.52	2.08	1.72	1.32	.859	.686	.532	.257	.127
22	2.82	2.51	2.07	1.72	1.32	.858	.686	.532	.256	.127
23	2.81	2.50	2.07	1.71	1.32	.858	.685	.532	.256	.127
24	2.80	2.49	2.06	1.71	1.32	.857	.685	.531	.256	.127
25	2.79	2.48	2.06	1.71	1.32	.856	.684	.531	.256	.127
26	2.78	2.48	2.06	1.71	1.32	.856	.684	.531	.256	.127
27	2.77	2.47	2.05	1.70	1.31	.855	.684	.531	.256	.127
28	2.76	2.47	2.05	1.70	1.31	.855	.683	.530	.256	.127
29	2.76	2.46	2.04	1.70	1.31	.854	.683	.530	.256	.127
30	2.75	2.46	2.04	1.70	1.31	.854	.683	.530	.256	.127
40	2.70	2.42	2.02	1.68	1.30	.851	.681	.529	.255	.126
60	2.66	2.39	2.00	1.67	1.30	.848	.679	.527	.254	.126
120	2.62	2.36	1.98	1.66	1.29	.845	.677	.526	.254	.126
∞	2.58	2.33	1.96	1.645	1.28	.842	.674	.524	.253	.126

Fuente: R. A. Fisher y F. Yates. *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research* (5.ª edición). Tabla III. Oliver y Boyd Ltd., Edinburgh, con autorización de los autores y editores.

TABLA "A" DE LOS VALORES CUANTILES PARA LA DISTRIBUCION "t" DE STUDENT



<i>LETRA</i>	<i>NO. VALOR</i>	<i>NO. LINEAS</i>	<i>CALIFICACION DE CERCANIA</i>	<i>COLOR Y/O FORMA</i>
A	4	1	Absolutamente necesario	Rojo .....
E	3	1	Especialmente necesario	Naranja .....
I	2	1	Importante	Verde .....
O	1	1	Proximidad normal	Azul .....
U	0	0	No importante	Sin color
X	-1	2	No es deseable	Cafe - .....

TABLA B

<i>LETRA</i>	<i>RESULTADO</i>	<i>VALOR NUMERICO</i>
A	Excelente	4
E	Muy bueno	3
I	Bueno	2
O	Mediano	1
U	Sin importancia	0
X	Imposición	-1

TABLA C

<i>CLASE DE MOVIMIENTO</i>	<i>PUNTO DE APOYO</i>	<i>PARTE DEL CUERPO EMPLEADA</i>
1	nudillo	dedos
2	muñeca	manos y dedos
3	codo	antebrazos, manos y dedos
4	hombro	brazos, antebrazos, manos y dedos
5	tronco	torsos, brazos, antebrazos, manos y dedos

TABLA D

49 54 43 54 82	17 37 93 23 78	87 35 20 96 43	84 26 34 91 64
57 24 55 06 88	77 04 74 47 67	21 76 33 50 25	83 92 12 06 76
16 95 55 67 19	98 10 50 71 75	12 86 73 58 07	44 39 52 38 79
78 64 56 07 82	52 42 07 44 38	15 51 00 13 42	99 66 02 79 54
09 47 27 96 54	49 17 46 09 62	90 52 84 77 27	08 02 73 43 28
44 17 16 58 09	79 83 86 19 62	06 76 50 03 10	55 23 64 05 05
84 16 07 44 99	83 11 46 32 24	20 14 85 88 45	10 93 72 88 71
82 97 77 77 81	07 45 32 14 08	32 98 94 07 72	93 85 79 10 75
50 92 26 (1) 97	00 56 76 31 38	80 22 02 53 53	86 60 42 04 53
83 39 50 08 30	42 34 07 96 88	54 42 06 87 98	35 85 29 48 39
40 33 20 38 26	13 89 51 03 74	17 76 37 13 04	07 74 21 19 30
96 83 50 87 75	97 12 25 93 47	70 33 24 03 54	97 77 46 44 80
88 42 95 45 72	16 64 36 16 00	04 43 18 66 79	94 77 24 21 90
33 27 14 34 09	45 59 34 68 49	12 72 07 34 45	99 27 72 95 14
50 27 89 87 19	20 15 37 00 49	52 85 66 60 44	38 68 88 11 80
55 74 30 77 40	44 22 78 84 26	04 33 46 09 52	68 07 97 06 57
59 29 97 68 60	71 91 38 67 54	13 58 18 24 76	15 54 55 95 52
48 55 90 65 72	96 57 69 36 10	96 46 92 42 45	97 60 49 04 91
66 37 32 20 30	77 84 57 03 29	10 45 65 04 26	11 04 96 67 24
68 49 69 10 82	53 75 91 93 30	34 25 20 57 27	40 48 73 51 92
83 62 64 11 12	67 19 00 71 74	60 47 21 29 68	02 02 37 03 31
06 09 19 74 66	02 94 37 34 02	76 70 90 30 86	38 45 94 30 38
33 32 51 26 38	79 78 45 04 91	16 92 53 56 16	02 75 50 95 98
42 38 97 01 50	87 75 66 81 41	40 01 74 91 62	48 51 84 08 32
96 44 33 49 13	34 86 82 53 91	00 52 43 48 85	27 55 26 89 62
64 05 71 95 86	11 05 65 09 68	76 83 20 37 90	57 16 00 11 66
75 73 88 05 90	52 27 41 14 86	22 98 12 22 08	07 52 74 95 80
33 96 02 75 19	07 60 62 93 55	59 33 82 43 90	49 37 38 44 59
97 51 40 14 02	04 02 33 31 08	39 54 16 49 36	47 95 93 13 30
15 06 15 93 20	01 90 10 75 06	40 78 78 89 62	02 67 74 17 33
22 35 85 15 33	92 03 51 59 77	59 56 78 06 83	52 91 05 70 74
09 98 42 99 64	61 71 62 99 15	06 51 29 16 93	58 05 77 09 51
54 87 66 47 54	73 32 08 11 12	44 95 92 63 16	29 56 24 29 48
58 37 78 80 70	42 10 50 67 42	32 17 55 85 74	94 44 67 16 94
87 59 36 22 41	26 78 63 06 55	13 08 27 01 50	15 29 39 39 43
71 41 61 50 72	12 41 94 96 26	44 95 27 36 99	02 96 74 30 83
23 52 23 33 12	96 93 02 18 39	07 02 18 36 07	25 99 32 70 23
31 04 49 69 96	10 47 48 45 88	13 41 43 89 20	97 17 14 49 17
31 99 73 68 68	35 81 33 03 76	24 30 12 48 60	18 99 10 72 34
94 58 28 41 36	45 37 59 03 09	90 35 57 29 12	82 62 54 65 60

TABLA "E" DE LOS NUMEROS ALEATORIOS

## BIBLIOGRAFIA

Blank, Laland T.

Ingeniería Económica

México, McGraw-Hill, 1989

546 pp.

Canada, John R.

Técnicas de Análisis Económico para Administradores e Ingenieros

México, Diana, 1978

483 pp.

De Garmo, E. Paul

Ingeniería Económica

México, CECSA, 1983

642 pp.

Downie, N.M. Heath, R.W.

Métodos Estadísticos Aplicados

México, Harla 1986

380 pp.

Froblel, Folker y Heinrichs, Jorgen

La Nueva División Internacional del Trabajo

México, Siglo XXI, 1981

Pág. 418

Iglesias, P. Norma

La Flor más bella de la Maquiladora

México, SEP, 1985

166 pp.

Kume, Hitoshi

Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad

México, Norma, 1992

236 pp.

Levy, O. Albert y Alcocer Sonia

Las Maquiladoras en México

México, FCE y SEP, 1984

125 pp.

Méndez, M. José Silvestre

Economía y la Empresa

México, McGraw-Hill, 1989

284 pp.

Murray, R. Spiegel

Estadística

México, McGraw-Hill, 1991

556 pp.

Muther, Richard

Practical Plant Lay-out

México, McGraw-Hill, 1983

363 pp.

Murther, Richard

Distribución en Planta, Técnicas de la Organización Industrial

México, Hispano Europea, 1977

485 pp.

Organización Internacional del Trabajo

Introducción al Estudio del Trabajo

México, Limusa, 1988

451 pp.

Rivas, S. Eduardo

Función de las Industrias Maquificadoras en la Promoción de los Polos de desarrollo Industrial

México, UNAM, 1973

Pág. 1

Soto, R. Humberto et al.

La Formulación y Evaluación Técnica-Económica de Proyectos Industriales

México, Ceneti, 1983

293 pp.

Tanori, V. Cruz Arcelia

La Mujer Migrante y el Empleo

México, INAH, 1989

82 pp.

Vallhonrat, Joseph M. Y Corominas, Albert

Localización, Distribución en Planta y Manutención

México, Marcombo S.A., 1991

165 pp.

White, John A., Agee, Marvin H et al.

Teoría de Análisis Económico e Ingeniería

México, Limusa, 1981

580 pp.

## HEMEROGRAFIA

Boletín de Estadísticas Industriales

México, Secofi, 1976

Págs. 5 y 6

Aguilar Carmen, Mendiola, Gerardo

Informe Especial: TLC v las Maquiladoras

Expansión

Vol. XXXIX, no. 726

Octubre 8 de 1997

Págs. 48 a la 60

Coperias, Enrique

Los Problemas de la Espalda que más afectan a la Gente

Muy Interesante

Año VI, no. 2

Págs. 24-29

## PAGINAS EN INTERNET

<http://www.scofi.gob.mx/>

<http://www.canacintracentro.org.mx/>

<http://www.stps.gob.mx>

<http://www.inegi.gob.mx/>

<http://www.civila.com/en-marcha/trabas.htm>

<http://www.el-universal.com.mx/net1/1999/may99/28may99/finanzas>

[http://www.un.org.ar/oit\\_igem.htm](http://www.un.org.ar/oit_igem.htm)

<http://www.ilo.org/public/english/index.htm>