



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

"INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD A TRAVÉS DEL  
BALANCEO DE LINEAS EN UNA EMPRESA DE  
ENSAMBLE ELECTRONICO".

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO INDUSTRIAL**  
P R E S E N T A :  
**CLEMENTE ABAD SUAREZ**

DIRECTOR DE TESIS: ING. BONIFACIO ROMAN TAPIA



CIUDAD UNIVERSITARIA

ENERO, 2002

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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.

## AGRADECIMIENTOS

A dios por permitirme llegar a este gran momento y por permitirme alcanzar una nueva meta más en mi vida.

A mis padres Clemente y Virginia por darme siempre todo su apoyo moral y económico, y porque siempre estuvieron allí cuando más los necesite.

A mis hermanos Eric y Berenice por su apoyo moral e incondicional que tanto les agradezco.

A Elizabeth Yedra mi mejor amiga por su apoyo tan grande que siempre me hizo falta, y también por su gran amistad.  
¡GRACIAS ELI!, eres una gran persona.

Al Ing. Bonifacio por su acertada asesoría en mi tesis y por sus grandes comentarios acerca de los errores en mi tesis.

A la gran Universidad Nacional Autónoma de México por darme el gran legado y orgullo universitario y por los conocimientos que adquirí en sus aulas

A la famosa Facultad de Ingeniería  
por permitirme ser parte de sus aulas  
y de adquirir ese grande conocimiento  
de la ingeniería que ahora tengo

A todos mis maestros que de alguna u  
otra forma contribuyeron para hacerme  
más profesional y adquirir el  
conocimiento tan necesario en esta vida.

Finalmente a todos mis amigos que  
compartieron conmigo grandes alegrías  
y grandes momentos que quedarán grabados  
para siempre.

# INTRODUCCIÓN

La presente tesis está dividida en cinco capítulos de los cuales cada uno es muy importante, pues nos lleva al objetivo primordial de esta tesis que es la de aumentar la productividad a través del balanceo de líneas, y el contenido de cada uno es el siguiente:

En el capítulo I, se concentran los antecedentes de esta tesis, es decir, se hace mención a la historia de la industria, así como una breve pero significativa reseña acerca de la historia de la industria electrónica, el hecho de abarcar estos antecedentes es por que la presente tesis está aplicada sobre una industria del ramo electrónico; enseguida se mencionan los conceptos y definiciones tan útiles para esta tesis porque son los conceptos que se aplicarán y utilizarán en capítulos posteriores, como son: Productividad, Distribución de Planta, Estudio de Tiempos y Movimientos, Balanceo de Líneas y finalmente el Diagnóstico Industrial.

En el capítulo II, Se abarca la situación actual de la empresa, comenzando por mencionar historia de la empresa, estructura organizacional, descripción del proceso, donde se concentran los diferentes diagramas de proceso, recorrido de materiales, distribución de planta de la empresa, los tiempos tomados a una línea de la empresa y el diagrama de flujo de materiales.

En el capítulo III se concentra un diagnóstico industrial hecho a la empresa como herramienta útil en la Ingeniería Industrial para detectar los defectos en la empresa, enseguida se analiza todo el proceso de producción, los diagramas tanto de recorrido de materiales como el de flujo de materiales y el de proceso, la distribución de planta tan importante en cualquier empresa, pero con carácter crítico para detectar los defectos en todo el proceso de producción.

En el capítulo IV, se hace mención a las propuestas de solución detectadas en el capítulo anterior y es donde se puede ver el objetivo de la tesis, pues contiene el balanceo de líneas, así cómo también se verán propuestas de distribución de planta, de diagramas de proceso, de recorrido de materiales y de flujo de materiales.

Y por último en el capítulo V contiene el análisis de resultados, se analiza con carácter crítico los resultados obtenidos para verificar que se cumple el objetivo de la tesis, que es el de aumentar la productividad, se enlistan en cada una de las áreas analizadas los resultados y se menciona si mejorará la productividad gracias a la propuesta elegida.

## OBJETIVO:

"Aumentar la producción en las líneas de ensamble, utilizando el balanceo de líneas para obtener el número adecuado de operarios, así como el tiempo óptimo en cada estación de trabajo".

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

I. Antecedentes	1
A. Marco Histórico	3
1. Breve Historia de la Industria	3
2. Evolución de la Industria Electrónica	10
B. Marco Teórico	15
1. ¿Qué es Productividad?	15
2. Distribución de Planta	32
3. Estudio de Tiempos y Movimientos	42
4. Balanceo de Líneas	55
5. Diagnóstico Industrial	60
II. Análisis Situacional de la Empresa	65
A. Historia de la Empresa	67
B. Estructura Organizacional	72
C. Descripción del Proceso	73



<b>III. Diagnóstico Industrial</b> .....	91
A. Método para recabar la Información.....	93
B. Análisis de la Información.....	95
C. Resultado del diagnóstico.....	103
D. Análisis del Proceso.....	104

<b>IV. Propuesta para el incremento de la Productividad</b> .....	120
A. Balanceo de línea.....	122
B. Diagrama de Proceso.....	132
C. Diagrama de Flujo de Proceso.....	140
D. Distribución de Planta.....	141
E. Programa de Mantenimiento.....	143

<b>V. Análisis de Resultados</b> .....	149
--	-----

Conclusiones

Anexos

Bibliografía

*CAPITULO I*

*"ANTECEDENTES"*

## A. MARCO HISTÓRICO

En esta sección se mencionará una breve historia de cómo la industria surgió y de cómo esta fue evolucionando a través del tiempo dando lugar a la industria con la que contamos actualmente.

También se hará mención a la industria electrónica como evolucionó a través de los tiempos.

### 1. BREVE HISTORIA DE LA INDUSTRIA

Antes de la Revolución Industrial, Inglaterra, Francia o Alemania tenían una renta per cápita pequeña, que apenas crecía a lo largo del tiempo.

Se ha calculado, por ejemplo, que la renta nacional inglesa era de 43 millones de libras a fines del siglo XVII.

Se necesitaba una demanda de grandes cantidades de productos industriales; se requería así mismo una mano de obra disponible para trabajar en la industria; por último, se precisaba de un capital para crear las fábricas donde producir esa gran cantidad de productos industriales.

Son tres condiciones teóricamente sencillas, pero que se lograron de una forma realmente compleja. Fueron precisas una revolución agraria, una revolución demográfica, unos mercados más amplios, una previa acumulación de capital y, por si todo lo anterior fuera poco, también tuvieron que darse cambios políticos.

Luego llegó la Edad Media con su régimen feudal, donde una enorme extensión de tierra era propiedad de un sólo hombre. La producción no era muy grande, pues no era necesario. Nadie se preocupó por la fabricación en masa. Pero la peste negra, que azotó a toda Europa en el siglo XVII, acabó con un tercio de la población de todo el continente

Esto provocó la desaparición de los feudos y el inicio del régimen burgués, que eran sociedades de artesanos que podían intercambiar libremente sus mercancías y atesorar tanto dinero como pudieran, sin ser señores feudales.

El gran cambio vino con la primera Revolución Industrial en Inglaterra.

Antes de este suceso, la producción fue, en cualquier país del mundo, a pequeña escala (ver imagen 1.1), para mercados limitados, con productos artesanales y haciendo uso rudimentario de tecnología. La industria textil y la cerámica fueron las que alcanzaron mayor relevancia en la Inglaterra de aquel tiempo.

Cualquier producto podía fabricarse de dos formas. Por ejemplo, si la loza hogareña, como platos, tarros y ollas, era muy simple, una sola persona podía fabricarla; pero si era sofisticada, había especialistas y cada uno realizaba una parte del trabajo. Así crearon diversos mercados como el de la pintura y el de la arcilla, entre otros.

La primera Revolución Industrial empezó con la máquina de vapor de James Watt, en 1765.

La industria textil era la más adelantada en diversidad de productos y demanda en el mercado. Los primeros avances fueron husillos para hilar y telares semiautomáticos.

La máquina de vapor de Watt sustituyó la fuerza del hombre para mover las máquinas por la fuerza de la presión del vapor. Luego esta tecnología del movimiento rotatorio autónomo se empleó en diversos lugares como barcos, trenes y minas.

Para accionar la máquina de vapor se necesitaba agua y carbón, por lo que los grandes centros industriales se ubicaron cerca de donde se encontraban estos elementos. Ahora lo que se necesitaba era dinero para construir maquinaria de todo tipo.

La mano de obra artesanal se empezó a relegar y surgió la clase obrera, esto es, la mano de obra no especializada y barata necesaria para la producción en serie. Las dos industrias que más crecieron fueron la del algodón y la del hierro. Fueron, además, las primeras industrias que se concentraron en fábricas y que emplearon tecnologías más productivas que las antiguas.

En Inglaterra los artesanos eran necesarios para construir las máquinas; con el sistema de partes intercambiables esto ya no fue necesario.

Ahora lo que se necesitaba para la producción en masa eran, por un lado, obreros no especializados que trabajaran las máquinas, y por otro lado, diseñadores de máquinas cada vez más sofisticadas, administradores o controladores de los obreros y finalmente, aportadores de capital.

La producción masiva tuvo una consecuencia natural: ¿A quién se le iban a vender tantos productos? Ahora el problema era la conquista de nuevos mercados, los cuales cada vez estaban más alejados.

Esto provocó la necesidad de construir no sólo nuevos caminos, sino también mejores transportes, lo que a su vez dio origen al desarrollo de nuevas industrias.

Se inventaron los trenes y las vías férreas, pero para sustentar este desarrollo hubo necesidad de explotar enormemente la industria del acero, como la que se ubicó en Pennsylvania, debido a que ahí se encontró mineral de hierro, carbón y agua.

Luego se tuvo que desarrollar el negocio de la madera para elaborar los durmientes de los miles de kilómetros de vías férreas.

Con la invención del telégrafo y del teléfono se tuvieron que crear las industrias del cobre y de los recubrimientos plásticos de los cables.

La producción que se necesitaba no era de una ni de diez toneladas, sino que se tenían que cubrir miles de kilómetros de ferrocarril, de alambres de energía eléctrica y de teléfono.

Incluso muchos ferrocarriles se construyeron bajo la idea de ir "hacia ninguna parte en particular, partiendo de ningún lado en especial", anticipándose varios años al futuro desarrollo del comercio.

Realmente esta anticipación propició que muchos nuevos empresarios ubicarían sus fábricas en lugares distantes, porque ya contaban con una línea de ferrocarril que les facilitará el transporte, tanto de materia prima como del producto terminado hacia los sitios más distantes de la pujante nación.

Pero el aumento de la producción industrial no se limitó a los tejidos de algodón y al hierro.

Otras industrias también aumentaron sus producciones. El crecimiento de toda la industria fue acompañado del crecimiento de los servicios. En aquel tiempo Inglaterra era el gran colonizador mundial, este país era el único que poseía el gran secreto de la producción en serie y se dio a la tarea de llevar a su territorio todo tipo de materias primas para transformarlas, elaborar productos baratos y llevarlos a los sitios más lejanos para su venta.

En este esfuerzo casi acaba con sus bosques y algunos otros recursos naturales. Lo anterior forzó a los ingleses a ser colonialistas.

Como tenían dinero y medios de transporte para grandes distancias, cuando agotaron sus propios recursos naturales no hubo mas alternativa que salir a buscarlos "adonde fuera" y apropiarse de ellos "por cualquier medio".

En este afán de expansionismo colonialista llegaron al continente americano y fundaron una colonia, que después de 200 años se convirtió en el nuevo imperio mundial.

Así el pueblo norteamericano propicio el advenimiento de la Segunda Revolución Industrial, los Estados Unidos repetidas veces intentaron desarrollar tecnología textil y minera, pero siempre fracasaron.

Fue obra de la avaricia personal de un granjero inglés, Samuel Slater, a quien dos capitalistas norteamericanos, no menos codiciosos que Slater, le

ofrecieron compartir las ganancias si les revelaba los secretos de una hiladora de algodón que él conocía perfectamente.

El trato fue que Slater debía salir de Inglaterra y construir una hiladora de algodón en Estados Unidos.

En 1793 en Pawtucket, Rhode Island, se construyó la primera fábrica textil de producción masiva en todo el continente americano.

La Segunda Revolución Industrial empezó de esa forma por dos hechos sin precedente. El primero fue la forma de administrar la industria textil de Brown y Slater, llamada administración *integración vertical*.

El segundo hecho fue la *utilización de partes intercambiables*.

Hasta antes que se conociera este concepto, las máquinas las fabricaban artesanos, quienes construían y ajustaban cada pieza.

Sin embargo, en la fabricación de pistolas, dos ingenieros, Eli Whitney y Simeon North, desarrollaron el concepto de *sistema uniforme de producción*.

El ejército de Estados Unidos les había encargado la fabricación de miles de pistolas, y la única alternativa de fabricación masiva fue dividir la pistola en una serie de partes estandarizadas, para que el trabajo restante fuera unir esas partes.

Se llamó Segunda Revolución Industrial por varias razones, acabó con los artesanos que eran necesarios y surgieron los obreros como clase social.

### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

1. La Revolución Industrial va a cambiar profundamente las formas de organización de las empresas manufactureras existentes en Europa y América, pero dentro de un proceso donde las mutaciones se produjeron con una gran lentitud.

2. Con la Revolución Industrial se impuso el modelo de organización centralizada de la producción y del trabajo: el factory system, la fábrica moderna.

3. La aparición de dicha revolución trajo toda una serie de cambios en la organización industrial.

La composición del capital se modificó a expensas del capital circulante y en beneficio del capital fijo conforme se fueron introduciendo nuevas tecnologías más caras.

Si la relación capital circulante/capital fijo se vio cambiada por la aparición de las primeras máquinas, ésta se alteró aún más por la mejora de los transportes y comunicaciones, sobre todo por el nacimiento del ferrocarril.

4. Durante los siglos XVIII y XIX lo característico del panorama empresarial es el predominio de la empresa de pequeño y mediano tamaño y escaso número de obreros.

5. El empresariado de las primeras fábricas de la Revolución Industrial procede -incluso en Estados Unidos- de un medio social de tipo medio o acomodado: artesanos, técnicos, y sobre todo, comerciantes.

6. La mayor parte de las empresas en los inicios de la Revolución Industrial eran familiares.

7. La Revolución Industrial modificó radicalmente las condiciones de trabajo de la mano de obra.

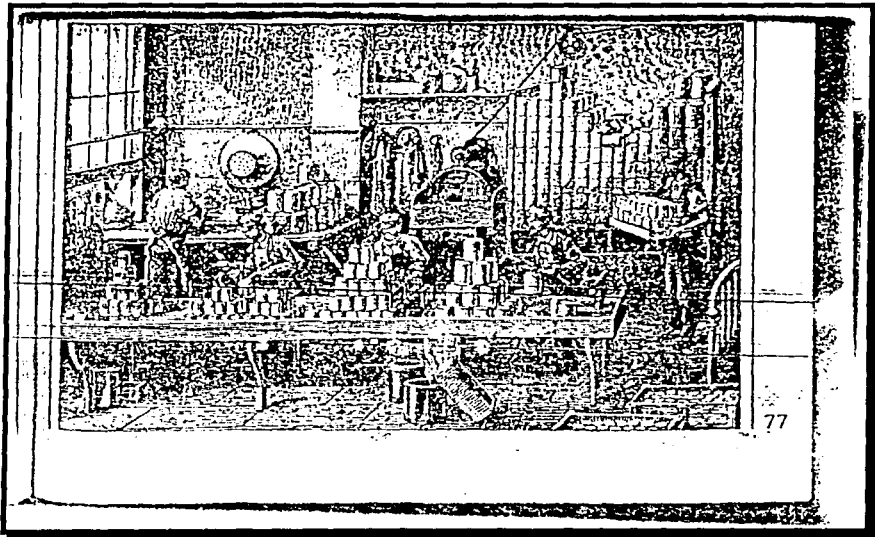
Supuso la aparición del proletariado, cambios en las condiciones de vida, la imposición de una nueva disciplina laboral, un distinto concepto del ocio y del tiempo, segregaciones sexuales y por edad, etc.

8. Con el nacimiento de la Revolución Industrial y la fábrica moderna surge paralelamente el movimiento obrero.



9. Del mismo modo, aparecen modernos métodos de gestión empresarial: nuevos sistemas de financiamiento, mejoras en la contabilidad, la "revolución del consumo" y los primeros estudios acerca de la dirección de empresa.

*IMAGEN 1.1 Revolución Industrial*



## 2. EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA

La industria electrónica abarca una gran gama de diferentes productos y procesos de manufactura.

Los productos más visibles de la industria electrónica son los buenos consumibles, tal como los televisores, los aparatos reproductores de música y las computadoras.

Estos productos representan la punta del iceberg, una gran parte de la industria electrónica se interesa por la manufactura de los productos de partes de componentes.

La manufactura de interruptores, impresión de tarjetas electrónicas, aparatos semiconductores y el ensamble de complejos sistemas de computadoras son todos los aspectos de la industria electrónica.

De hecho cada uno de estas actividades serían típicamente realizadas por diferentes organizaciones que muestran que hay pocos factores comunes a través de las compañías de componentes electrónicos.

Un producto electrónico (No incluyendo su empaque y envoltura), o es un simple transistor de radio o una compleja supercomputadora, consiste de dos partes elementales - Los componentes electrónicos (transistores, resistencias, etc.) y las interconexiones entre los componentes.

La industria de la manufactura electrónica principalmente se interesa por la tecnología de las interconexiones -Los métodos de unión eléctrica de entradas y salidas de componentes electrónicos para formar circuitos de trabajo.

Incluso las compañías que fabrican los actuales componentes electrónicos tienen que proporcionar métodos de conectarlos a otros dispositivos.

La industria electrónica ha evolucionado muy rápidamente desde sus inicios.

Las enormes ventajas en tecnología, particularmente desde finales de los 50's, han aceptado la notable presión hacia el cambio.

De hecho el cambio esta en aumento, y esto provoca un problema de obsolescencia.

Una buena perspectiva de esta rápida evolución, y como ha influido en la industria, puede ser conseguido mirando desde un punto de vista histórico.

La historia de los aparatos electrónicos resalta el enorme progreso de la tecnología.

El efecto de este progreso en los diferentes componentes de la industria electrónica puede ser mostrado, viendo los dos productos consumibles de la industria manufacturera. La industria de las telecomunicaciones y la industria de las computadoras.

Un suceso importante de los aparatos electrónicos es sin duda el rectificador de unión.

Este es el más simple cambio de estado sólido de un dispositivo, consiste de dos diferentes materiales de contacto, que permite pasar una corriente eléctrica más fácil que de alguna otra forma.

En 1835, el efecto rectificador fue descubierto originalmente, como una curiosidad de laboratorio por Munck Roschenschold.

Los semiconductores, desde que se fabrican muchos dispositivos electrónicos, fueron primeramente descubiertos por Faraday en 1833.

El efecto semiconductor no fue totalmente explicado sino hasta el desarrollo de la teoría de Band en 1926.

Hay muchos diferentes materiales semiconductores de la que los dispositivos electrónicos pueden ser construidos.

En 1949 el primer transistor de unión bipolar (p-n) fue inventado por William Shockley, trabajando para los laboratorios de investigación de Bell.

Esta revolución de la industria electrónica, hizo que los componentes electrónicos pudieran ser fabricados mucho más pequeños y más baratos.

Requirieron mucho más poder y de menos entusiasmo, y fueron mucho más confiables.

Los primeros transistores fueron hechos de material semiconductor, germanio (el óxido de germanio puede ser extraído de cenizas de carbón.)

El primer chip de silicón o circuito integrado (IC), como nosotros lo conocemos hoy, consiste de muchos transistores fabricados en una misma pieza de silicón, fue hecho en Fairchild en 1959. Desarrollos más recientes han ido hacia la miniaturización.

El nivel de complejidad de los dispositivos electrónicos esta referido a una escala de integración.

La evolución de una pequeña escala de integración (SSI) a una gran escala de integración (LSI), a una muy grande escala de integración (VLSI) ya ha ocurrido, y la escala se esta agotando de adjetivos.

La escala de integración esta basada en el número de elementos lógicos que constituyen un dispositivo electrónico. Un método alternativo de definición de la complejidad de los dispositivos electrónicos esta en la especificación de las dimensiones de los dispositivos en micros.

Un ejemplo del aumento de la complejidad de los circuitos integrados es el chip de memoria.

Al inicio de los 80's, el dispositivo de memoria más grande disponible pudo almacenar cerca de 1000 bits de información.

En 1990, la memoria de chip con una capacidad de 1000000 bits son tres veces más rápido.

El microprocesador de chip que fue innovador en 1980 es ahora tan barato que es usado en aplicaciones que sobreutilizan grandemente sus capacidades.

En 1990 los microprocesadores innovadores son más poderosos que las minicomputadoras de 1980.

En paralelo con la evolución de componentes desde la válvula termiónica al transistor, la tecnología de las interconexiones evolucionó desde el chasis alámbrico, a la tarjeta impresa.

La tarjeta electrónica, a menudo abreviada como PCB y algunas veces referida como tarjeta impresa alámbrica o PWB, fue inventada por el Dr. Paul Eisler en los inicios de los 40's.

Ha llegado ha ser un medio universal para los circuitos electrónicos. La tarjeta electrónica ofrece muchas ventajas mayores al chasis alámbrico; en particular; en el ensamble de tarjetas impresas electrónicas puede ser automatizada, de esta forma reduce el error humano y ofrece una calidad consistente.

También la tecnología de los componentes ha evolucionado rápidamente, la tecnología de las interconexiones está aún basada extensamente en las tarjetas electrónicas. Los avances han sido hechos en términos de la densidad del empaque de los componentes y la habilidad de acomodar los más complejos componentes pero el principio es el mismo.

En la tabla 1.1 podemos observar como evolucionaron los microprocesadores Intel del año 1979 a 1989.

**TABLA 1.1**

Año	Modelo	Transistores	Velocidad(MIPS) <sup>1</sup>
1979	8088	29,000	0.2
1982	80286	120,000	2.3
1985	80386	275,000	7.0
1989	80486	1,200,000	25.0

MIPS- Millones de Instrucciones por Segundo

<sup>1</sup> Philip R. Edwards, *An Introduction Manufactory Technology in the electronics Industry*, Página 6, 1991

A continuación en la tabla 1.2 se muestran los principales eventos del progreso en la tecnología de los aparatos electrónicos en orden cronológico:

TABLA 1.2<sup>2</sup> Evolución de los aparatos electrónicos

AÑO	EVENTO
1801	Telar de Jacquard
1833	Descubrimiento del efecto semiconductor
1835	Descubrimiento del efecto rectificador
1879	Invencción del teléfono
1906	Radio de Whisker
1920	Producción en masa del radio de bulbos
1926	La teoría de Band describe el efecto semiconductor
1937	Surge la computadora de Atanasoff
1940's	Surge el intercambio de Strowger
1940	Surge la primera tarjeta electrónica impresa
1943	Surge la computadora de Colossus
1949	Se fabrica el primer transistor
1959	Se fabrica el primer circuito integrado
1970's	Primer intercambio electrónico
1976	Surgen IC con geometrías de 8 $\mu$ m
1980's	Surgen los microprocesadores de 8 bits
1981	Surgen IC con geometría de 5 $\mu$ m
1985	Surgen IC con geometría de 3 $\mu$ m
1987	Surgen IC con geometría de 1.5 $\mu$ m
1989	Surgen IC con geometría de 1 $\mu$ m
1990's	Surgen los microprocesadores de 32 bits

<sup>2</sup> IBIDEM, Página 6, 1991

## B. Marco Teórico

En este capítulo se analizarán los diferentes conceptos que se utilizarán para la elaboración de esta tesis, como son: Productividad, Distribución de Planta, Estudio de Tiempos y Movimientos, Balanceo de líneas, Diagnóstico Industrial.

### 1. ¿Qué es Productividad?

La Productividad puede definirse de la manera siguiente:

La productividad es la relación entre *producción e insumo*.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto medido en cantidades físicas}}{\text{Insumo medido en cantidades físicas}}$$

#### a) Definición:

En una acepción corriente de la palabra se tiende a confundir PRODUCTIVIDAD con PRODUCCIÓN, es decir, a considerar que la mejora puede venir del simple aumento de esta última.

Es evidente que una acción que se limitara, sin más a conseguir aumentar la producción, dejaría sin contestar la pregunta crucial: ¿A qué precio se ha conseguido este aumento?

Es decir, ¿Qué variación han experimentado los factores puestos a contribución para obtener la producción?

Ello nos lleva a precisar el concepto de productividad definiéndolo como relación entre la producción obtenida en un proceso y los factores puestos a contribución para la obtención de aquel resultado.

Un primer paso, indispensable, para esta definición precisa de productividad es la medida, tanto de los resultados como de los factores puestos a contribución, lo que exige se hayan determinado previamente las unidades de medida, tanto de unos como de los otros.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto Total}}{\text{Insumo total}}$$

A continuación se expondrán cuatro puntos de la productividad que son: Conceptual, Dinámica, Integral y Progresiva.

### Conceptual<sup>3</sup>

La productividad es la relación que existe entre lo que se produce y lo que se consume, es un concepto cualitativo y no se refiere sólo a una fábrica o productos, sino también a comercios, bancos y servicios; es decir, que la productividad está en todas las fases del proceso productivo, abarcando éste también a la comercialización y administración, independientemente del tamaño de la operación; o sea, puede ser un negocio pequeño, pero más productivo que un negocio grande.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Lo que se produce}}{\text{Lo que se consume}}$$

Otro aspecto que es importante recalcar, es que fabricar con buena Productividad significa hacer uso adecuado de los recursos del productor y al mismo tiempo satisfacer al consumidor.

### Dinámica

El proceso productivo de la empresa empieza en una necesidad que motiva al productor a producir un bien o servicio, que posteriormente comercializa, satisfaciendo de esta forma al consumidor; que en agradecimiento retribuye con dinero al fabricante, y de esta manera se forma un ciclo.

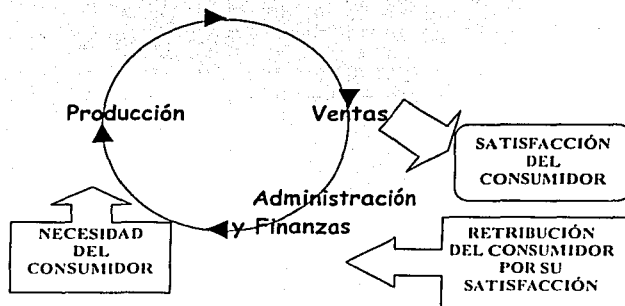
---

<sup>3</sup> Castanyer Figueras Francesc, "Cómo Mejorar la Productividad en el taller", Ed. Marcombo Boixareu Editores, Serie Productiva, Pags. 8, 9, 10 y 11



A continuación en la imagen 1.2 se ilustra la productividad dinámica como se describió anteriormente.

Imagen 1.2 Productividad Dinámica

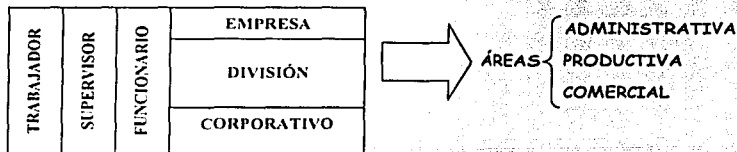


### Integral

La productividad es un trabajo integral; es decir, todos los integrantes de la organización, desde el más modesto trabajador hasta el máximo dirigente, deben participar, y esta actividad debe abarcar las áreas productiva, comercial y administrativa

A continuación en la imagen 1.3 se ilustra la Productividad Integral

Imagen 1.3 Productividad Integral



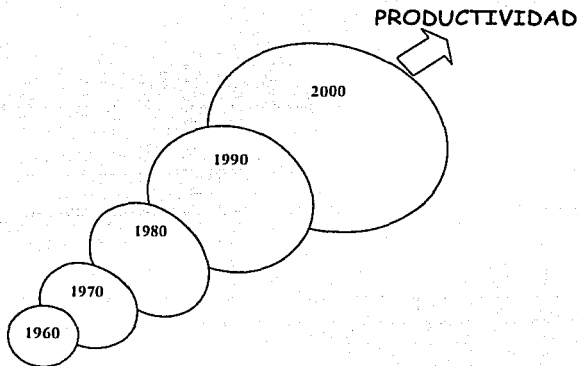
## Progresiva

La productividad no es estática, sino siempre debe perfeccionarse, atendiendo a las prioridades del momento pero sin perder de vista al futuro.

O sea los procesos o métodos de fabricación que hace tiempo eran competitivos, en la actualidad muchos de ellos han sido desplazados por otros nuevos, por lo que es necesario siempre actualizarse.

En la imagen 1.4 podemos observar la Productividad Progresiva

Imagen 1.4 Productividad Progresiva



Así pues, "la productividad se define como el uso eficiente de recursos (trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información) en la producción de diversos bienes y servicios".

Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo. La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos.

## Importancia y función de la Productividad

La importancia de la productividad para aumentar el bienestar nacional se reconoce ahora universalmente. No existe ninguna actividad humana que no se beneficie de una mejor productividad.

Es importante porque una parte mayor del aumento del ingreso nacional bruto, o del PNB, se produce mediante el mejoramiento de la eficacia y la calidad de la mano de obra, y no mediante la utilización de más trabajo y capital. En otras palabras, el ingreso nacional, o el PNB, crece más rápido que los factores del insumo cuando la productividad mejora.

En la actualidad, no sería erróneo indicar que la productividad es la única fuente mundial importante de un crecimiento económico, un progreso social y un mejor nivel de vida reales. Por consiguiente, se reconoce que los cambios de la productividad tienen considerable influencia en numerosos fenómenos sociales y económicos, tales como el rápido crecimiento económico, el aumento de los niveles de vida, las mejoras de la balanza de pagos de la nación, el control de la inflación e incluso el volumen y la calidad de las actividades recreativas.

Esos cambios influyen en los niveles de las remuneraciones, las relaciones costos / precios, las necesidades de inversión de capital y el empleo.

Por lo tanto, es evidente que el círculo vicioso de la pobreza, el desempleo y la baja productividad sólo se puede romper mediante un aumento de la productividad.

Una mayor productividad nacional no sólo significa un uso óptimo de los recursos, sino que contribuye también a crear un mejor equilibrio entre las estructuras económicas, sociales y políticas de la sociedad. Las metas sociales y las políticas estatales definen en gran medida la distribución y utilización de la renta nacional. A su vez, esto influye en el medio ambiente social, político, cultural, educativo e incentivador del trabajo: que afecta a la productividad del individuo y de la sociedad.

## b) Factores:

El mejoramiento de la productividad depende de la medida en que se pueden identificar y utilizar los factores principales del sistema de producción social.

En relación con este aspecto, conviene hacer una distinción entre tres grupos principales de factores de productividad, según se relacionen con:

- ❖ el puesto de trabajo
- ❖ los recursos
- ❖ el medio ambiente

De esta manera, el número de factores que se han de analizar y en los que se ha de influir disminuye considerablemente.

Existen dos categorías principales de factores de productividad:

- ❖ Externos (no controlables)
- ❖ Internos (controlables)

Los factores externos son los que quedan fuera del control de una empresa determinada, y los factores internos son los que están sujetos a su control.

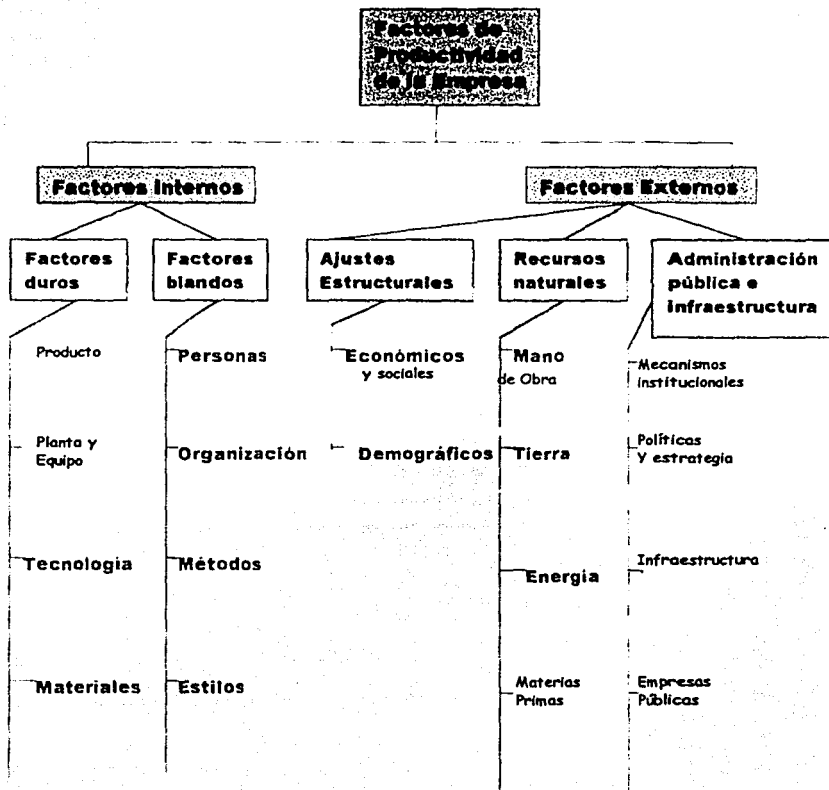
Deben tomarse esos factores en consideración, durante la fase de planificación del programa y tratar de influir en ellos, mediante la unión de fuerzas con otras partes interesadas.

Por lo tanto, resulta evidente que el primer paso para mejorar la productividad consiste en identificar los problemas que se plantean en esos grupos de factores. El siguiente paso consiste en distinguir los factores que son controlables.

Para ocuparse de todos esos factores se requieren diferentes instituciones, personas, técnicas y métodos.

A continuación en la tabla 1.3 se muestra el modelo integrado de factores de la productividad de una empresa.

Tabla 1.3 Factores de la productividad de una empresa.



Propenko Joseph, *La Gestión de la Productividad: Manual Práctico*, Ed. LIMUSA, Primera Edición, 1991, pág. 10

### c) Técnicas:

Las técnicas utilizadas en la realización de programas de mejoramiento de la productividad consisten principalmente en la recopilación de información y el aumento de la eficacia del trabajo.

Los métodos utilizados se clasifican en dos grupos:

- ❖ El método técnico: técnicas de Ingeniería y análisis económico;
- ❖ El método humano: métodos relacionados con el comportamiento.

El estudio del trabajo es una combinación de dos grupos de técnicas: el estudio de los métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano e indicar los factores que influyen en la eficacia.

El estudio del trabajo normalmente se emplea con la intención de aumentar la producción de una cantidad dada de recursos con una pequeña o no ampliada inversión de capital. Esto se logra mediante un análisis sistemático de las operaciones, los procesos y los métodos de trabajo.

El procedimiento básico del estudio del trabajo es el siguiente:

- ❖ Seleccionar el trabajo o proceso que se va a estudiar.
- ❖ Registrar por observación directa cuando sucede, con el fin de obtener los datos que se han de analizar.
- ❖ Examinar los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo; el orden en que se ejecuta; quién la ejecuta y los medios empleados.
- ❖ Idear los métodos más económicos, tomando en cuenta todas las circunstancias.
- ❖ Medir la cantidad de trabajo que exige el método elegido y calcular el tiempo tipo que lleva hacerlo.

- ❖ Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente.
- ❖ Implantar el nuevo método y el tiempo como practica general aceptada.
- ❖ Mantener en uso la nueva práctica mediante procedimientos de control adecuados.

El estudio de métodos (a menudo denominado estudio de movimientos, análisis de métodos o Ingeniería de métodos) es el registro sistemático y el examen crítico de las formas actuales y propuestas de ejecutar el trabajo, con el fin de establecer y aplicar métodos más fáciles y más eficaces de reducir los costos.

Se emplea para mejorar los procesos y los procedimientos, la disposición de la planta, el diseño de la planta y el equipo; para reducir el esfuerzo humano y la fatiga, el uso de materiales, máquinas y mano de obra, y para crear mejores medio ambiente físico y de trabajo.

Los instrumentos para el estudio de métodos más comúnmente utilizados son los siguientes<sup>4</sup>:

- ❖ Análisis de películas;
- ❖ Fotografía de memoria y movimiento (forma de utilizar la película para analizar los movimientos;)
- ❖ Análisis de los micromovimientos;
- ❖ Técnicas de interrogación (preguntas generales y concretas que ayudan a indicar la finalidad, el lugar, la secuencia, la persona y el medio.)

#### d) Definición del Producto y Proceso:

Un producto tiene exigencias estéticas en las que el personal de comercialización suele insistir firmemente, y exigencias de producción relacionadas con los materiales, el equipo y la pericia; técnica necesaria para

<sup>4</sup>Arellano Bolio Lourdes, *Apuntes de clase de Estudio del Trabajo*

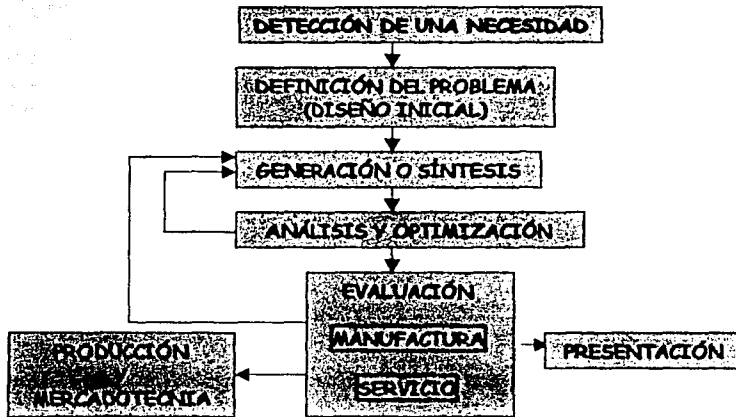
fabricarlo, determinadas por el director de producción; además, los nuevos productos y servicios son la fuerza motriz para la supervivencia y el crecimiento de una empresa, en un entorno empresarial cada vez más competitivo.

La creación constante de nuevos productos ha pasado ha ser una función esencial de una empresa.

Mientras que los productos existentes se siguen vendiendo, se están preparando nuevos productos para sustituirlos antes de que se agote su ciclo vital, la creación de productos en la actualidad es, de hecho, una responsabilidad compartida, por no decir una transacción, entre las opiniones de los servicios de comercialización, producción y financieros.

A continuación en la tabla 1.4 se muestra el modelo de diseño de un producto:

Tabla 1.4 Modelo de diseño de un producto.



21



Cabe deducir que existen buenas posibilidades de influir en los costos de fabricación al producir un prototipo y más tarde en la etapa de producción experimental. Por prototipo no entendemos sólo un prototipo, ya que podría haber muchos, de los que se ponen a prueba su rendimiento funcional, su seguridad y los materiales en él utilizados, así como el grado de aceptación por el mercado evaluado por los especialistas en comercialización. Esta producción de prototipos se ha visto considerablemente facilitada con el empleo del diseño asistido por computadora (CAD)<sup>5</sup>.

El CAD da a un diseñador la posibilidad de proyectar en pantalla de vídeo los dibujos del producto o de sus diversas piezas. Esos diseños se pueden hacer girar en la pantalla para tener una visión tridimensional desde diversos ángulos.

Es posible introducir cambios en el diseño utilizando dispositivos como un "ratón" o un dispositivo análogo a un lápiz, tocando la pantalla o introduciendo instrucciones a la computadora. En consecuencia, las posibilidades como la de aumentar el diámetro de una pieza o la de hacer un agujero pueden ponerse a prueba, para observar en qué medida esto influirá en el ajuste y la forma definitiva del producto.

A continuación se mencionan algunos indicadores acerca del producto:

- 1) Reducción del número de piezas
- 2) Normalización o modularización de las piezas
- 3) Utilización de maquinaria y equipo existente
- 4) Modificación del diseño para simplificar los métodos de trabajo
- 5) Facilitación de la manipulación
- 6) La utilización de sustitutos

---

<sup>5</sup> Uruchurtu Francisco *Apuntes de clase de Sistemas de Producción Avanzadas*

En la tabla 1.5 se muestra la información que debe contener un producto.

**Tabla 1.5 Información de un Producto**

<b>Datos Técnicos</b>	<b>Datos de la Parte</b>	<b>Datos del dibujo</b>
Geometría	No. De Parte	No. De dibujo
Dimensión	Grupo de Parte	Diseñador
Tolerancia	Nombre	Datos del diseño
Material	Peso	Almacenamiento
Acabado	Estado de cambios	Formato
Inspección	Origen del Diseño	Escala
Proceso de Manufactura	Nivel de Ingeniería	Compañía
		Proyección

Uruchurtu Francisco, *Apuntes de clase de Sistemas de Producción Avanzada*

## Proceso:

Uno de los instrumentos más importantes para el Ingeniero Industrial es el diagrama de Proceso.

Se define como diagrama de proceso a una representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo.

En el análisis de métodos se usan generalmente ocho tipos de diagramas de proceso, cada uno de los cuales tiene aplicaciones específicas.

Y son<sup>6</sup>:

1. Diagrama de operaciones de proceso.
2. Diagrama de curso (o flujo) de proceso
3. Diagrama de recorrido
4. Diagrama de interrelaciones hombre-máquina
5. Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla
6. Diagrama de proceso para operario
7. Diagrama de viajes de material
8. Diagrama PERT

El diagrama de operaciones de proceso muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo (ver imagen 1.6), desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado.

Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al conjunto principal, también todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

Antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en que áreas existen las posibilidades de mejoramiento.

---

<sup>6</sup> Niebel Benjamin, "Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos", Novena Edición, Editorial Alfaomega, Págs. 28, 29, 30 y 31

La información necesaria para elaborar este diagrama se obtiene a partir de observación y medición directas. Es importante que los puntos exactos de inicio y fin de la operación en estudio, se identifiquen claramente.

Cuando se elabora un diagrama de esta clase se utilizan dos símbolos: un círculo pequeño, que generalmente tiene 10 mm de diámetro, para representar una operación, y un cuadrado, con la misma medida por lado (ver imagen 1.5), que representa una inspección.

Una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, o bien, cuando se estudia o planea antes de realizar algún trabajo de producción en ella.

Una inspección tiene lugar cuando la parte se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar.

Antes de comenzar a construir un diagrama de operaciones de proceso, el analista debe identificarlo con un título escrito en la parte superior de la hoja: diagrama de operaciones de proceso. Por lo general le sigue la información de identificación que comprende el número de la pieza, el número del dibujo, la descripción del proceso, el método actual o propuesto, la fecha y el nombre de la persona que elabora el diagrama.

Se usan líneas verticales para indicar el flujo o curso general del proceso a medida que se realiza el trabajo, y se utilizan líneas horizontales que entroncan con las líneas de flujo verticales para indicar material, ya sea proveniente de compras o en el que ya se ha hecho un trabajo durante todo el proceso. Por lo tanto, las partes pueden mostrarse como entrantes a una línea vertical para ensamble, o que salen de una línea vertical para desensamble.

Los materiales que se desensamblan o extraen, se representan con líneas horizontales de material trazadas a la derecha de la línea de flujo vertical, en tanto que los materiales de ensamble se muestran como líneas horizontales trazadas a la izquierda de la línea de flujo vertical.







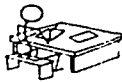






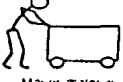




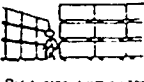









Los valores de tiempo deben ser asignados a cada operación e inspección.

A menudo estos valores no están disponibles (en especial en el caso de inspecciones), por lo que los analistas deben hacer estimaciones de los tiempos necesarios para ejecutar diversas acciones.

En tales casos, el analista debe acudir al lugar de trabajo y efectuar mediciones de tiempo, la información de tiempo debe ser incluida en el diagrama de operaciones de proceso.

## Imagen 1.5. Símbolos para Diagramas de Procesos

Ejemplos de símbolos para diagramas de proceso

<p><b>OPERACION</b></p>  <p>Un círculo grande indica una operación común.</p>	 <p>Cortar</p>	 <p>Machucar</p>	 <p>Tallar</p>
 <p>Operación de transición para crear un registro de información.</p>	 <p>Machucar y escribir</p>	 <p>Mover el papel a un sistema de archivo</p>	 <p>Almacenar el material en una estera</p>
 <p>Operación de transición para agregar información a un registro.</p>	 <p>Registrar la cuenta de metales</p>	 <p>Almacenar el material de archivo</p>	 <p>Mover el material a un sistema de archivo</p>
<p><b>TRANSPORTE</b></p>  <p>Una flecha indica un transporte o traslado común.</p>	 <p>Mover material con un carro</p>	 <p>Mover material mediante un transportador</p>	 <p>Mover material trasladado en un carro o por medio de un sistema de transporte</p>
<p><b>ALMACENAMIENTO</b></p>  <p>Un triángulo indica un almacenamiento común.</p>	 <p>Materia prima almacenada a granel</p>	 <p>Productos terminados almacenados sobre estibas</p>	 <p>Documentos almacenados en un sistema de archivo</p>
<p><b>RETENCIÓN O DEMORA</b></p>  <p>Un círculo grande en forma de 'D' indica una demora o retención común.</p>	 <p>Espera ante el elevador o ascensor</p>	 <p>Materia almacenada en un archivo sobre el disco de un archivo de material en espera de ser procesada</p>	 <p>Esperar el material de ser procesado</p>
<p><b>RESERVA</b></p>  <p>Un círculo pequeño indica una reserva común.</p>	 <p>Esperar el material que será de uso inmediato</p>	 <p>Conservar el material de una reserva</p>	 <p>Conservar el material de una reserva</p>

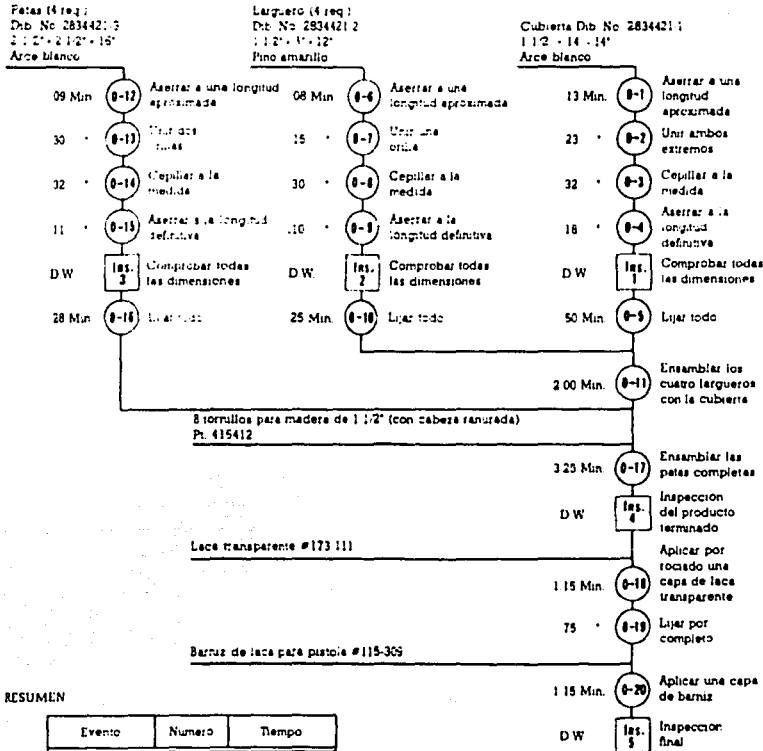
Niebel W. Benjamin, "Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos" Ed. ALFAOMEGA, 9ª. Edición, México, 2000, pág. 36

## Imagen 1.6. Diagrama de Proceso

Diagrama de operaciones de proceso que ilustra la fabricación de mesillas para teléfono

### DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Fabricación tipo 2834421 Mesas para teléfono Meltoxo actual  
 Parte No. 2834421 D.b. No. SK284421  
 Trazado por B.W.H. 4-12



**RESUMEN**

Evento	Numero	Tiempo
Operaciones	22	17 58 minutos
Inspecciones	5	Jornada

## 2. Distribución de Planta

La distribución o disposición del equipo (instalaciones, máquinas, etc.) y áreas de trabajo, es un problema ineludible para todas las plantas industriales; no es posible evitarlo. Aún el mero hecho de colocar el equipo en el interior del edificio ya representa un problema de ordenación. La pregunta no es por lo tanto: ¿Debemos tener una distribución? Mejor preguntamos: ¿Es buena la distribución que tenemos?.

### *a) Definición:*

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller.

Cuando usamos el término distribución en planta, aludimos a veces, a la disposición física ya existente; otras veces, a una nueva distribución proyectada; y a menudo, nos referimos al área de estudio o al trabajo de realizar una distribución en planta. De aquí que una distribución en planta pueda ser, una instalación ya existente, un plan o un trabajo. No obstante, el término se usa tan frecuentemente que rara vez podemos confundirlo en su significado.

El trabajo de proyectar una distribución en planta, cubre un amplio campo.

Puede comprender, solamente, un lugar de trabajo individual, o la ordenación completa de muchos acres de propiedad industrial. Pero en todos los casos, debemos planearlo para lograr una distribución eficiente.

### *b) Objetivos:*

Generalmente hablando, nuestra misión es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados.



Las ventajas de una buena distribución en planta se traducen en reducción del costo de fabricación, como resultado de los siguientes puntos:

1. *Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores*
2. *Elevación de la moral y la satisfacción del obrero*
3. *Incremento de la producción*
4. *Disminución de los retrasos en la producción*
5. *Ahorro de área ocupada (Áreas de producción, de Almacenamiento y de Servicio)*
6. *Reducción del manejo de materiales*
7. *Una mayor utilización de la maquinaria, de la mano de obra y/o de los servicios*
8. *Reducción del material en proceso*
9. *Reducción del tiempo de fabricación*
10. *Reducción del trabajo administrativo y del trabajo indirecto en general*
11. *Logro de una supervisión más fácil y mejor*
12. *Disminución de la congestión y confusión*
13. *Disminución del riesgo para el material o su calidad*
14. *Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones*
15. *Otras ventajas diversas*

Una buena distribución puede proporcionar otras muchas ventajas: un mejor y más fácil control del costo, mayor facilidad del mantenimiento del equipo, mejor disposición de los obreros para el trabajo con incentivo, un mejor aspecto de las áreas de trabajo o mejores condiciones sanitarias, etc.

### *c) Factores que afectan a la distribución en planta*

La distribución en planta, ni es extremadamente simple ni es tampoco extraordinariamente compleja; lo que requiere es: a) un conocimiento ordenado de los diversos elementos o particularidades implicadas en una distribución y de las diversas consideraciones que pueden afectar a la ordenación de aquellos, y b) un conocimiento de los procedimientos y técnicas de cómo debe ser realizada una distribución para integrar cada uno de estos elementos.

Los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución, se dividen en ocho grupos:

1. *Factor Material*, incluyendo diseño, variedad, cantidad, operaciones necesarias y su secuencia.
2. *Factor Maquinaria*, abarcando equipo de producción y herramientas, y su utilización.
3. *Factor Hambre*, involucrando la supervisión y los servicios auxiliares, al mismo tiempo que la mano de obra directa.
4. *Factor Movimiento*, englobando transporte inter o intradepartamental, así como manejo en las diversas operaciones, almacenamientos e inspecciones.
5. *Factor Espera*, incluyendo los almacenamientos temporales y permanentes, así como las esperas.
6. *Factor Servicio*, cubriendo el mantenimiento, inspección, control de desperdicios, programación y lanzamiento.

7. *Factor Edificio*, comprendiendo los elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, así como la distribución y equipo de las instalaciones.
8. *Factor Cambio*, teniendo en cuenta la versatilidad, flexibilidad y expansión.

*d) Naturaleza de los Problemas de Distribución en Planta:*

Estos problemas pueden ser de cuatro clases:

1. *Proyecto de una planta completamente nueva*

Aquí se trata de ordenar todos los medios de producción e instalaciones para que trabajen como conjunto integrado.

Este caso de distribución en planta se suele dar solamente cuando la compañía inicia un nuevo tipo de producción o la fabricación de un nuevo producto o cuando se expansiona o traslada a una nueva área.

2. *Expansión o traslado a una planta ya existente*

En este caso, el trabajo es también de importancia, pero los edificios y servicios ya están allí limitando la libertad de acción del Ingeniero. El problema consiste en adaptar el producto, los elementos, y el personal de una organización ya existente a una planta distinta que también ya existe.

Este es el momento de abandonar las viejas prácticas y equipo, y lanzarse a mejorar los métodos.

3. *Reordenación de una distribución ya existente*

Es también una buena ocasión para adoptar métodos y equipos nuevos y eficientes. También en este caso se ve limitado por unas dimensiones ya existentes del edificio, por su forma, y por las instalaciones en servicio.

El problema consiste en usar el máximo de elementos ya existentes, compatible con los nuevos planes y métodos.

Este problema es frecuente sobre todo con ocasión de cambios de estilo o de modelo de productos o con motivo de modernización del equipo de producción.

#### 4. *Ajustes menores en distribuciones ya existentes*

Este tipo de problema se presenta principalmente, cuando varían las condiciones de operación.

Pero sean de la clase que sean los problemas de distribución con que se tengan que enfrentar los Ingenieros, lo harán básicamente del mismo modo.

Buscarán los mismos objetivos, aún a pesar de que éstos y las consideraciones involucradas pueden ser de muy distinto calibre.

#### *e) Tipos de distribución de planta:*

El hombre cambia la forma o características del material, o le añade otros materiales. A través de esto nos damos cuenta de algo que es muy importante en el trabajo de distribución en planta; al material pueden sucederle tres cosas en la obtención de un producto: pueden ser cambiados de forma, tratado o montado.

1. El cambio de forma se llama elaboración (o fabricación)
2. El cambio de características se llama tratamiento.
3. La adición de otros materiales a una primera pieza o material, se llama montaje.

Los tipos clásicos de distribución son tres (ver imagen 1.7):

**1. Distribución por posición fija:**

Es decir, permaneciendo el material en situación invariable. Se trata de una distribución en la que el material o el componente permanecen en un lugar fijo; todas las herramientas, maquinaria, hombres, y otras piezas de material concurren a ella. Todo el trabajo se hace -o el producto se ejecuta- con el componente principal estacionado en una misma posición.

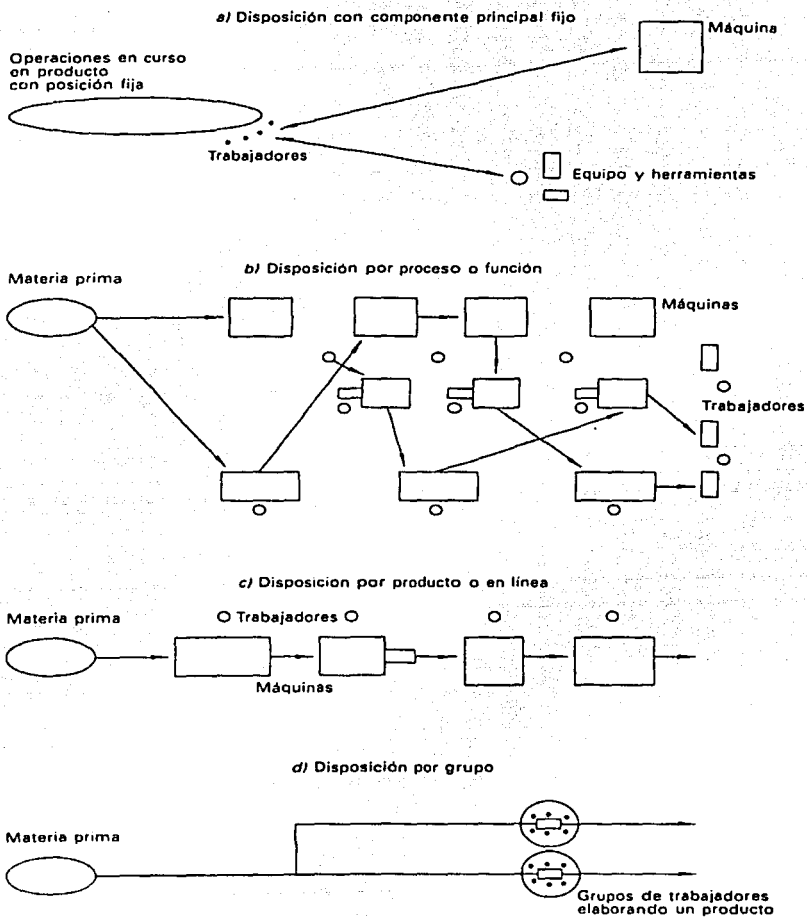
**2. Distribución por proceso:**

O distribución por función, en ella todas las operaciones del mismo proceso -o tipo de proceso- están agrupadas. Toda la soldadura está en un área; todo el taladrado en otra, etc. Las operaciones similares y el equipo están agrupados de acuerdo con el proceso o función que llevan a cabo.

**3. Producción en cadena:**

En línea o por producto, en esta, un producto o tipo de producto se realiza en un área, pero al contrario de la distribución fija, el material está en movimiento. Esta distribución dispone cada operación inmediatamente al lado de la siguiente. Es decir, que cualquier equipo (maquinaria) usado para conseguir el producto, sea cual sea el proceso que lleve a cabo, está ordenado de acuerdo con la secuencia de las operaciones. Se trata de la bien conocida producción en línea o en cadena.

## Imagen 1.7. Tipos de Distribución de Planta



**f) Ventajas de las diferentes distribuciones de planta:**

*Ventajas de la distribución por proceso, para elaboración y tratamiento:*

1. Con ella se logra una mejor utilización de la maquinaria, lo que permitirá reducir las inversiones en este sentido.
2. Se adapta a gran variedad de productos, así como a frecuentes cambios en la secuencia de operaciones.
3. Se adapta fácilmente a una demanda intermitente (variación de los programas de producción.)
4. Presenta un mayor incentivo para el individuo en lo que se refiere a elevar el nivel de su producción.
5. Con su empleo es más fácil mantener la continuidad de la producción en los casos de:
  - A) Avería de maquinaria o equipo.
  - B) Escasez de material.
  - C) Ausencia de trabajadores.

*Ventajas de la producción en cadena, para la elaboración y tratamiento*

1. Reducción del manejo del material.
2. Disminución de las cantidades de material en proceso, permitiendo reducir el tiempo de producción (tiempo en proceso, así como las inversiones en material.)
3. Un uso más efectivo de la mano de obra:
  - A) A través de una mayor especialización.
  - B) Gracias a una mayor facilidad de entrenamiento (costo inferior, menos duración.)
  - C) A través de una oferta más amplia de mano de obra (semiespecializada y completamente inexperta.)

4. Mayor facilidad de control:

- A) De producción, que nos permitirá reducir el papeleo.
- B) Sobre los trabajadores, que nos permitirá una más fácil supervisión.
- C) Por reducir el número de problemas interdepartamentales.

5. Reduce la congestión y el área de suelo ocupado, de otra forma, por pasillos y almacenamiento de materiales y piezas.

*Ventajas de una distribución por posición fija en una planta de montaje*

1. Reduce el manejo de la pieza mayor (a pesar de que aumenta la cantidad de piezas a trasladar al punto de montaje.)
2. Permite que operarios altamente capacitados, completen su trabajo en un punto y hace recaer sobre un trabajador o un equipo de montaje la responsabilidad en cuanto a la calidad.
3. Permite cambios frecuentes en el producto o productos diseñados y en la secuencia de operaciones.
4. Se adapta a gran variedad de productos y a la demanda intermitente.
5. Es más flexible, al no requerir una ingeniería de distribución muy organizada ni costosa, una planeación de producción ni precauciones contra las interrupciones en la continuidad del trabajo.

*Ventajas de la producción en cadena para el trabajo de montaje*

1. Reducción del manejo de piezas hacia el punto de montaje, con menos congestión alrededor del mismo y menos espacio ocupado de otra forma, en concepto de pasillos y almacenaje.
2. Mano de obra más barata (las piezas no se desmontan al trasladarlas de un puesto de trabajo al siguiente):



- A) A través de la especialización del trabajo.
- B) Gracias a la facilidad de aprendizaje.
- C) Debido a una mayor facilidad en conseguir mano de obra.

3. Reducción de las cantidades de material en proceso, permitiendo la disminución del tiempo en proceso y de las inversiones en material.

4. Una supervisión más fácil, una vez planeada la distribución y organizados los controles.

5. Reducido movimiento del equipo especial de montaje.

### 3. Estudio de Tiempos y Movimientos

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Su objeto es eliminar o reducir los movimientos ineficientes, y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta la tasa de producción.

Los esposos Gilbret fueron los primeros en estudiar los movimientos manuales y formularon leyes básicas de la economía de movimientos que se consideran fundamentales todavía. A ellos se debe también la técnica cinematográfica para realizar estudios detallados de movimientos, conocidos por "estudio de micromovimientos", que han demostrado su gran utilidad en el análisis de operaciones manuales repetidas.

#### *a) Movimientos Fundamentales:*

El concepto de las divisiones básicas de la realización del trabajo, desarrollado por Frank Gilbreth en sus primeros ensayos, se aplica a todo trabajo productivo ejecutado por las manos de un operario. Gilbret denominó "therblig" (su apellido deletreado al revés) a cada uno de estos movimientos fundamentales, y concluyo que toda operación se compone de una serie de estas 17 divisiones básicas.

Las diecisiete divisiones básicas pueden clasificarse en therbligs (ver imagen 1.8) eficientes (o efectivos) y en ineficientes (o inefectivos.) Los primeros son aquellos que contribuyen directamente al avance o desarrollo del trabajo. Los therbligs de la segunda categoría no hacen avanzar el trabajo y deben ser eliminados aplicando los principios del análisis de la operación y del estudio de movimientos.

Una clasificación adicional divide a los elementos de trabajo en físicos, semimentales o mentales, objetivos y de retraso.

**Idealmente, un centro de trabajo debe contener sólo therbligs físicos y objetivos.**

**A. Eficientes o efectivos.**

**1. Divisiones básicas de naturaleza física o muscular.**

- a. Alcanzar
- b. Mover
- c. Tomar
- d. Soltar
- e. Precolar en posición

**2. Divisiones básicas de naturaleza objetiva o concreta.**

- a. Usar
- b. Ensamblar
- c. Desensamblar

**B. Ineficientes o inefectivos.**


















**1. Elementos mentales o semimentales.**

- a. Buscar
- b. Seleccionar
- c. Colocar en posición
- d. Inspeccionar
- e. Planear

**2. Demoras o dilaciones.**

- a. Retraso inevitable
- b. Retraso evitable
- c. Descansar (para contrarrestar la fatiga)
- d. Sostener

### Imagen 1.8. THERBLIGS

Nombre del therblig	Símbolo adoptado	Símbolo en inglés	Color distintivo	Símbolo gráfico
Buscar	B	S (search)	Negro	
Seleccionar	SE	SE (select)	Gris claro	
Tomar (o asir)	T	G (grasp)	Rojo lago	
Alcanzar	AL	RE (reach)	Verde olivo	
Mover	M	M (move)	Verde	
Sostener	SO	H (hold)	Ocre dorado	
Soltar	SL	RL (release)	Carmin	
Colocar en posición	P	P (position)	Azul	
Precolocar en posición	PP	PP (pre-position)	Azul cielo	
Inspeccionar	I	I (inspect)	Ocre quemado	
Ensamblar	E	A (assemble)	Violeta oscuro	
Desensamblar	DE	DA (disassemble)	Violeta claro	
Usar	U	U (use)	Púrpura	
Demora (o retraso) inevitable	DI	UD (unavoidable delay)	Amarillo ocre	
Demora (o retraso) evitable	DEV	AD (avoidable delay)	Amarillo limón	
Planear	PL	PL (plan)	Castano o café	
Descansar	DES	R (rest to overcome fatigue)	Naranja	

Niebel W. Benjamín, *Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos*, Ed. ALFAOMEGA, Cuarta Edición, México, 2000, pág. 193.

## b) Principio de Economía de Movimientos:

Hay varios principios de economía de movimientos que son resultado de la experiencia y constituyen una base excelente para idear métodos mejores en el lugar de trabajo.

Se pueden clasificar en tres grupos:

- A. Utilización del cuerpo humano
- B. Distribución del lugar de trabajo
- C. Modelo de las máquinas y herramientas

Sirven por igual en talleres y oficinas, y aunque no siempre es posible aplicarlos, constituyen una base excelente para mejorar la eficacia y reducir la fatiga del trabajo manual.

### A. Utilización del cuerpo humano

Siempre que sea posible:

- 1) Las dos manos deben comenzar y completar sus movimientos a la vez.
- 2) Nunca deben estar inactivas las dos manos a la vez, excepto durante los períodos de descanso.
- 3) Los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente y en direcciones opuestas y simétricas.
- 4) Los movimientos de las manos y del cuerpo deben caer dentro de la clase más baja con que sea posible ejecutar satisfactoriamente el trabajo (véase la tabla 1.6, clasificación de movimientos.)
- 5) Debe aprovecharse el impulso cuando favorece al obrero, pero debe reducirse a un mínimo si hay que contrarrestarlo con un esfuerzo muscular.
- 6) Son preferibles los movimientos continuos y curvos a los movimientos rectos en los que hay cambios de dirección repentinos y bruscos.

7) Los movimientos de oscilación libre son más rápidos, más fáciles y más exactos que los restringidos o controlados.

8) El ritmo es esencial para la ejecución suave y automática de las operaciones repetitivas, y el trabajo debe disponerse de modo que se pueda hacer con un ritmo fácil y natural, siempre que sea posible.

9) El trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de límites cómodos y no sea necesario cambiar de foco a menudo.

## B. Distribución del lugar de trabajo

1) Debe haber un sitio definido y fijo para todas las herramientas y materiales, con objeto de que se adquieran hábitos.

2) Las herramientas y materiales deben colocarse de antemano donde se necesitarán, para no tener que buscarlos.

3) Deben utilizarse depósitos y medios de "abastecimiento por gravedad", para que el material llegue tan cerca como sea posible del punto de utilización.

4) Las herramientas, materiales y mandos deben situarse dentro del área máxima de trabajo (véase la imagen 1.9) y tan cerca del trabajador como sea posible.

5) Los materiales y las herramientas deben situarse en la forma que dé a los gestos el mejor orden posible.

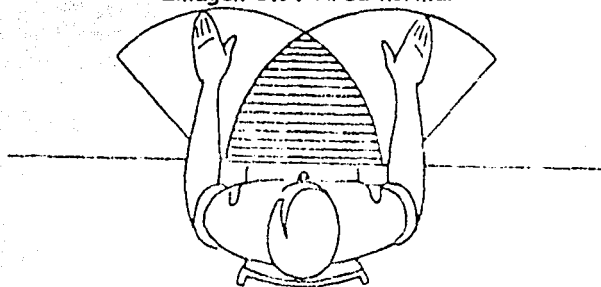
6) Deben utilizarse, siempre que sea posible, eyectores y dispositivos que permitan al operario "dejar caer" el trabajo terminado sin necesidad de utilizar las manos para despacharlo.

7) Deben preverse medios para que la luz sea buena, y facilitarse al obrero una silla del tipo y altura adecuados para que se siente en buena postura.

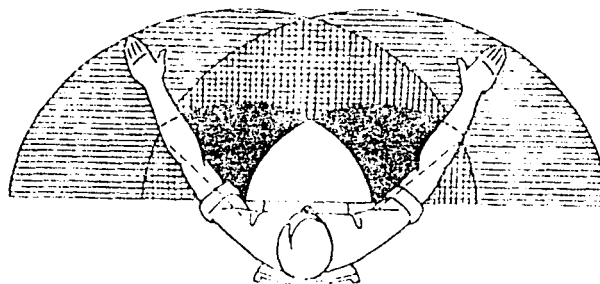
La altura de la superficie de trabajo y la del asiento deberán combinarse de forma que permitan al operario trabajar alternativamente sentado o de pie.

8) El color de la superficie de trabajo deberá contrastar con el de la tarea que realiza, para reducir así la fatiga de la vista.

**Imagen 1.9. Área normal**



**Área Máxima de trabajo**



Oficina Internacional del Trabajo Ginebra. *Introducción al Estudio del Trabajo*, Ed. LIMUSA y Noriega Editores, Cuarta Edición, México, 1999, Pág. 144

### **C. Modelo de las máquinas y herramientas**

1) Debe evitarse que las manos estén ocupadas "sosteniendo" la pieza cuando ésta pueda sujetarse con una plantilla, brazo o dispositivo accionado por el pie.

2) Siempre que sea posible deben combinarse dos o más herramientas.

3) Siempre que cada dedo realice un movimiento específico, como para escribir a máquina, debe distribuirse la carga de acuerdo con la capacidad inherente a cada dedo.

4) Los mangos, como los utilizados en las manivelas y destornilladores grandes, deben diseñarse para que la mayor cantidad posible de superficie esté en contacto con la mano. Es algo de especial importancia cuando hay que ejercer mucha fuerza sobre el mango.

5) Las palancas, barras cruzadas y volantes de mano deben situarse en posiciones que permitan al operario manipularlos con un mínimo de cambio de posición del cuerpo y un máximo de "ventajas mecánicas".

### **c) Clasificación de Movimientos:**

El cuarto principio de la economía de esfuerzos del cuerpo humano es que los movimientos deben corresponder a la clase más baja posible. La clasificación se basa en las partes del cuerpo que sirven de eje a las que se mueven: véase la tabla 1.6 en la siguiente página:



**Tabla 1.6 Clasificación de Movimientos**

<i>Clase</i>	<i>Punto de apoyo</i>	<i>Partes del cuerpo empleadas</i>
1	Nudillos	Dedo
2	Muñeca	Mano y dedos
3	Codo	Antebrazo, mano y dedos
4	Hombro	Brazo, antebrazo, mano y dedos
5	Tronco	Torso, brazo, antebrazo, mano y dedos

*OIT, introducción al Estudio del Trabajo, Pág. 145, cuarta edición, Ed. LIMUSA, México, 1999*

Es evidente que a medida que se sube de clase van entrando en movimiento más partes del cuerpo, es decir, cuanto más baja sea la clase, más movimientos se ahorrarán. Si al disponer el lugar de trabajo se coloca todo lo necesario al alcance del operario, la clase de movimientos necesarios para ejecutar el trabajo será la más baja posible.

**d) Definición de estudio de Tiempos:**

El 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, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

### Material fundamental:

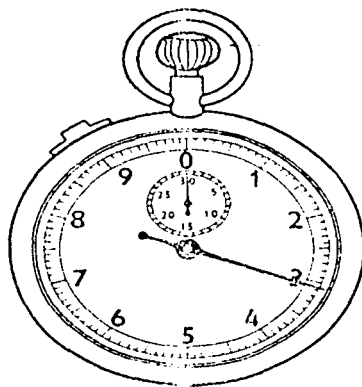
El estudio de tiempos exige cierto material fundamental, a saber:

- ❖ Un cronómetro (ver imagen 1.10);
- ❖ Un tablero de observaciones;
- ❖ Formularios de estudio de tiempos;

En principio, éstos son los útiles que debe llevar en todo momento el especialista, pero además tendrá en su oficina otros materiales para el análisis, que pueden comprender desde una pequeña calculadora a un ordenador personal.

En ocasiones, también necesitará otros instrumentos para medir, tales como una cinta métrica, una regla de metal, un micrómetro, una balanza de resortes, etc. Asimismo, en la oficina habrá un reloj de precisión con segundero, que servirá para registrar las horas de comienzo y fin de los estudios.

Imagen 1.10. Un Cronómetro



#### d) Usos de la medición del Trabajo:

Revelar la existencia y las causas del tiempo improductivo es importante, pero posiblemente a la larga lo sea menos que fijar tiempos tipo acertados, puesto que éstos se mantendrán mientras continúe el trabajo a que se refieren y deberán hacer notar todo tiempo improductivo o trabajo adicional que aparezcan después de fijados tales tiempos tipo.

En el proceso de fijación de los tiempos tipo quizá sea necesario emplear la medición del trabajo para:

- 1) Comparar la eficacia de varios métodos: en igualdad de condiciones, el mejor será el que lleve menos tiempo.
- 2) Repartir el trabajo dentro de los equipos, con ayuda de diagramas de actividades múltiples, para que en lo posible, le toque a cada cual una tarea que lleve el mismo tiempo.
- 3) Determinar, mediante diagramas de actividades múltiples para operario y máquina, el número de máquinas que puede atender un operario.

Una vez fijados, los tiempos tipo pueden ser utilizados para:

- 4) Obtener información en que fundamentar el programa de producción, incluidos datos sobre el equipo y la mano de obra que se necesitarán para cumplir el plan de trabajo y aprovechar la capacidad de producción.
- 5) Obtener información en que fundamentar los presupuestos de ofertas, precios de venta y plazos de entrega.
- 6) Fijar normas sobre uso de la maquinaria y desempeño de la mano de obra que pueden ser utilizadas con cualquiera de los fines que anteceden y como base de sistemas de incentivos.
- 7) Obtener información que permita controlar los costos de mano de obra y fijar y mantener costos estándar.

*e) Etapas del estudio de tiempos:*

Una vez elegido el trabajo que se va a analizar, el estudio de tiempos suele constar de las ocho etapas siguientes:

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
2. Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en "elementos".
3. Examinar esa descomposición de elementos para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos, y determinar el tamaño de la muestra.
4. Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronómetro y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada "elemento" de la operación.
5. Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo tipo.
6. Convertir los tiempos observados en "tiempos básicos".
7. Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
8. Determinar el "tiempo tipo" propio de la operación.

***e) Factores que influyen en el ritmo de trabajo:***

Las variaciones del tiempo efectivo que lleva un elemento dado pueden deberse a factores que dependen del operario o que sean ajenos a su voluntad.

Entre estos últimos figuran:

- ❖ Las variaciones de la calidad u otras características del material utilizado, aunque sea dentro de los límites de tolerancia previstos;
- ❖ La mayor o menor eficacia de las herramientas o del equipo dentro de su vida normal;
- ❖ Los pequeños cambios inevitables en los métodos o condiciones de ejecución;
- ❖ Las variaciones en la concentración mental necesaria para ejecutar ciertos elementos;
- ❖ Los cambios de clima y otros factores del medio ambiente, como luz, temperatura, etc.

Estas variaciones pueden neutralizarse haciendo suficientes estudios como para obtener una muestra de tiempos representativa.

Los factores que dependen del operario pueden ser:

- ❖ Las variaciones aceptables de la calidad del producto;
- ❖ Las variaciones debidas a su pericia;
- ❖ Las variaciones debidas a su estado de ánimo, particularmente
- ❖ respecto de su empresa.

El ritmo óptimo de cada operario depende:

- ❖ Del esfuerzo físico que exija el trabajo;
- ❖ Del cuidado con que deba hacerlo;
- ❖ De su formación y experiencia.

Hay que tener cuidado de no atribuir valores demasiado altos cuando:

- ❖ El trabajador está preocupado o parece apurado;
- ❖ El trabajador pone a todas luces exagerado esmero;
- ❖ La tarea da la impresión de ser difícil;
- ❖ El propio analista está trabajando muy aprisa, como cuando registra los tiempos de elementos muy breves.

A la inversa, se corre el peligro de pecar por defecto cuando:

- ❖ El trabajador hace pensar que la tarea es fácil;
- ❖ El trabajador tiene movimientos armoniosos y rítmicos;
- ❖ El trabajador no se detiene para pensar cuando el analista lo preveía;
- ❖ El trabajador realiza trabajo manual pesado;
- ❖ El propio analista está cansado.

#### 4. Balanceo de líneas

El balanceo de líneas es usualmente hecho para minimizar el desequilibrio entre maquinas y personal mientras se encuentra la salida requerida de la línea.

Para el balanceo de línea, la administración debe conocer las herramientas, equipo, y los métodos de trabajo utilizados.

Después el tiempo requerido para cada tarea de ensamble (tal como taladrar un agujero, apretar una tuerca, o rociar con pintura una parte) debe ser determinada. La administración también necesita saber la relación de precedencia entre las actividades, esto es, el orden en la cual varias tareas necesitan ser ejecutadas.

El balanceo de la línea de ensamble va asociado con una "distribución del producto" en el cual los productos son perfeccionados a medida que pasan por una línea de centros de trabajo. En cada centro se realiza cierto número de elementos de trabajo. Los tiempos para realizar los elementos se derivan de los estudios de medición del trabajo. El período permitido para terminar las operaciones en cada estación se determina por la velocidad de la línea de ensamble.

Todas las estaciones de trabajo comparten el mismo tiempo de ciclo permitido. Se crea tiempo ocioso o flotante para una estación cuando el trabajo que tiene asignado requiere menos tiempo que el establecido para el ciclo. El objetivo del balanceo de la línea es reducir el tiempo ocioso al mismo tiempo que se asignan las operaciones a las estaciones de trabajo de acuerdo con un orden sucesivo tecnológico determinado de antemano. Desde un punto de vista teórico, se logra un equilibrio perfecto cuando las asignaciones no dejan tiempo ocioso.

El problema de determinar el número ideal de obreros a asignar a una línea de producción, es análogo al problema de determinar el número de operarios que deberán asignarse a una máquina o instalación de producción.

Quizá el caso más elemental de balanceo de líneas, y uno que se encuentra con frecuencia, es aquel en el que varios operarios, que ejecutan cada uno operaciones consecutivas, trabajan como una unidad.

En tal circunstancia es obvio que la tasa de producción dependerá del operario más lento.

#### *a) Definición:*

Minimizar la cantidad total de tiempo ocioso; o lo que es lo mismo, minimizar el número de operadores que harán una cierta cantidad de trabajo con una velocidad dada de la línea de ensamble. Esto se conoce como "minimización del retraso del balanceo". El "retraso del balanceo" se define como la cantidad de tiempo ocioso que resulta en toda la línea de ensamble debido a los tiempos totales desiguales de trabajo asignados a las diferentes estaciones. En los raros casos en que es posible lograr un balanceo perfecto, no habrá tiempo ocioso.

#### *b) Tipos de balanceo de líneas<sup>7</sup>*

Se suele hablar de dos tipos fundamentales de balanceo de línea: *Balanceo de una línea de ensamble* y *balanceo de una línea de fabricación*, en la práctica muchas veces es difícil distinguir una de otra.

Para resolver un problema de balanceo de línea se necesita como mínimo información sobre:

- ❖ Volúmenes de producción
- ❖ Lista de operaciones, su secuencia y porcentaje estándar de productos defectuosos.
- ❖ Tiempos requeridos por cada operación.

---

<sup>7</sup> Rodríguez Resendiz Daniel, *Apuntes de clase de Diseño de Sistemas Productivos*



**c) métodos de balanceo de líneas:**

Mediante un ejemplo se puede mostrar como balancear una línea:

Se quiere desarrollar un diagrama de precedencia para una copidora electrostática que requiere un tiempo total de ensamble de 66 minutos.

En la tabla 1.7 se muestra el número de operaciones, el tiempo de ensamble y la secuencia requerida para una copidora.

**Datos de precedencia**

**Tabla 1.7 Datos de Precedencia**

Operaciones	Tiempo Requerido (minutos)	Operación que debe seguir
A	10	-
B	11	A
C	5	B
D	4	B
E	12	A
F	3	C, D
G	7	F
H	11	E
I	3	G, H
<b>Tiempo Total</b>	<b>66</b>	

Schroeder Roger G., *Administración de Operaciones*, Tercera edición, Ed McGraw-Hill, 1992

Una vez que se tiene la tabla de precedencia se resume la secuencia y los tiempos requeridos, se tiene el trabajo de agrupamiento de operaciones en las estaciones de trabajo para conocer la cantidad de producción especificada.

Este proceso envuelve tres pasos:

1. Tomar la demanda (o cantidad de producción) por día y dividirla entre el tiempo productivo disponible por día (en minutos o segundos.) Esta operación nos da el tiempo del ciclo, llamado el tiempo en que el producto esta disponible para cada estación de trabajo:

$$\text{TIEMPO DE CICLO} = \frac{\text{Demanda x día o producción por día}}{\text{Tiempo de producción disponible x día}}$$

2. Calcular el número mínimo teórico de estaciones de trabajo. Esto es el tiempo total de duración de la operación dividida entre el tiempo de ciclo.

Fracciones que son redondeadas al siguiente número entero más alto.

$$\text{Número mínimo de estaciones de trabajo} = \frac{\Sigma \text{tiempo para la tarea (i)}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

3. Realizar el balanceo de línea asignando operaciones de ensamble específicas para cada estación de trabajo. Un balance eficiente es uno de los cuales completará el ensamble requerido, seguido de la secuencia requerida, y manteniendo el tiempo muerto en cada estación de trabajo al mínimo. Un procedimiento formal para hacer esto es:

- (a) Identificar una lista maestra de elementos de trabajo y separarla entre elementos de trabajo disponibles y elementos de trabajo no disponibles.
- (b) Eliminar esos elementos de trabajo que han sido asignados.
- (c) Eliminar estos elementos de trabajo de quien la relación de precedencia no ha sido satisfecha.
- (d) Eliminar esos elementos para los que hay un tiempo disponible inadecuado en la estación de trabajo
- (e) Identificar una unidad de trabajo que puede ser asignada, tal como la primera unidad de trabajo en la lista, la ultima unidad de trabajo en la lista, la unidad de trabajo con el tiempo más pequeño, la unidad de

trabajo con el tiempo más grande, seleccionar aleatoriamente una unidad de trabajo, o algunos otros criterios.

(f) Cambiar los elementos de trabajo para encontrar el mejor balance disponible.

Una compañía determina que hay 480 minutos productivos de trabajo disponibles por día.

Además, el programa de producción requiere que 40 unidades sean completadas como salida de la línea de ensamble por día. Ahora,

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{480 \text{ minutos}}{40 \text{ unidades}} = 12 \text{ minutos} \times \text{unidad}$$

$$\# \text{ mínimo de estaciones de trabajo} = \frac{\text{Tiempo total de la operación}}{\text{Tiempo de ciclo}} = \frac{66}{12} = 5.5 \text{ ó } 6 \text{ estaciones}$$

Se puede calcular la eficiencia de un balance de línea, dividiendo el total de tiempo de trabajo entre el producto del número de estaciones de trabajo asignados y el tiempo de ciclo:

$$\text{Eficiencia} = \frac{(\# \text{ de estaciones de trabajo})(\text{ciclo de tiempo asignado})}{\Sigma \text{tiempos de operación}}$$

Se puede calcular la eficiencia del balance para el ejemplo como sigue:

$$\text{Eficiencia} = \frac{66 \text{ minutos}}{(6 \text{ estaciones})(12 \text{ minutos})} = \frac{66}{72} = 91.7\%$$

Abriendo una séptima estación de trabajo, por cualquier razón, disminuiríamos la eficiencia del balance a 78.6%

$$\text{Eficiencia} = \frac{66 \text{ minutos}}{(6 \text{ estaciones})(12 \text{ minutos})} = 78.6\%$$

## 5. DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL

Al hablar de un "Diagnóstico Industrial", desde luego se esta haciendo uso de una analogía medica, pensemos en un paciente: usted; visita al medico, tal vez es rutina su visita o tiene algún malestar general o le duele "aquí".

Normalmente usted iría con su medico de cabecera, pero si los síntomas no son fácilmente discernibles, entonces se requiere la intervención de un especialista, o de un experto en diagnósticos, si son de naturaleza general.

En este caso el paciente es la empresa, se debe entender que se quiere una empresa "sana", es decir, es preciso que las tareas de producción y los aspectos de la productividad se mantengan en adecuado ritmo y eficacia en esta inspección (se podría hablar de auscultación en nuestra analogía), la condición primera es poder determinar a tiempo que actividades se apartan de la tendencia y pueden conducir a una "situación difícil" por lo que es indispensable mejorar los métodos de investigación de modo que pueda advertirse a tiempo toda causa posible de deficiencia.

### LOS FACTORES DE OPERACIÓN

Los factores de operación constituyen los aspectos vitales del funcionamiento de la empresa, y en los cuales se basa el análisis de la misma, son 10, en la siguiente relación se enumeran y definen estos factores:

- (1) MEDIO AMBIENTE  
Conjunto de influencias externas que actúan sobre la operación de la empresa.
- (2) POLÍTICA Y DIRECCIÓN (ADMINISTRACIÓN GENERAL)  
Orientación y manejo de la empresa mediante la dirección y vigilancia de sus actividades.
- (3) PRODUCTOS Y PROCESOS  
Selección y diseño de los bienes que se han de producir y de los métodos usados en la fabricación de los mismos.

- (4) FINANCIAMIENTO  
Manejo de los aspectos monetarios y crediticios.
- (5) MEDIOS DE PRODUCCIÓN  
Inmuebles, equipos, maquinaria, herramientas e instalaciones de servicio.
- (6) FUERZA DE TRABAJO  
Personal ocupado por la empresa.
- (7) SUMINISTROS  
Materias primas, materias auxiliares y servicios.
- (8) ACTIVIDAD PRODUCTORA  
Transformación de los materiales en productos que pueden comercializarse.
- (9) MERCADEO  
Orientación y manejo de la venta y de la distribución de los productos.
- (10) SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
Registro e información de las transacciones y operaciones.

A continuación se definirá las funciones que corresponden a los diez factores:

1. Medio ambiente.

Mantener oportunamente informada a la empresa sobre los cambios que ocurren en las condiciones externas, para su debida orientación, e informar a su vez al exterior acerca de sus actividades.

2. Política y dirección (Administración general)

Fijar a la empresa objetivos razonables y proveerla de los medios necesarios para alcanzarlos de manera económica.

3. Productos y procesos.

Seleccionar, para su producción, los artículos que al mismo tiempo que presten

servicios a los consumidores, rindan beneficios a la empresa, y determinar los procesos adecuados de producción.

#### 4. Financiamiento.

Proveer los recursos monetarios adecuados, por su cuantía y origen, para efectuar las inversiones necesarias, así como para desarrollar las operaciones de la empresa.

#### 5. Medios de producción.

Dotar a la empresa de terrenos, edificios, maquinaria y equipo que le permitan efectuar sus operaciones eficientemente.

#### 6. Fuerza de trabajo.

Seleccionar y adiestrar un personal idóneo y organizarlo tratando de alcanzar la óptima productividad en el desempeño de sus labores.

#### 7. Suministros.

Suministrar a la empresa una corriente continua de materiales y servicios de calidades y precios convenientes.

#### 8. Actividad productora.

Organizar y efectuar las operaciones de producción en forma eficiente y económica.

#### 9. Mercadeo

Adoptar las medidas que garanticen el flujo continuo de los productos al mercado y que proporcionen el óptimo beneficio tanto a la empresa como a los consumidores.

#### 10. Contabilidad y estadística

Establecer y tener en funcionamiento una organización para la recopilación de datos, particularmente financieros y de costos, con el fin<sup>8</sup> de mantener informada a la empresa de los aspectos económicos de sus operaciones.

---

<sup>8</sup> W. Klien Alfred, *Análisis Factorial: Guía para estudios de Economía Industrial*, Ed. Trillas

### a) Justificación del Diagnóstico:

La razón por la cual se utilizará el diagnóstico, es, para saber exactamente en que condiciones se encuentra la empresa y con esto, poder saber en que áreas atacar para poder resolver dichas deficiencias, utilizando los métodos adecuados para cada deficiencia encontrada.

El diagnóstico de productividad es una metodología de investigación industrial que describe las causas de una baja productividad y conociéndolas, establece las bases para aumentarla. Esta permite conocer características básicas de factores económicos, productivos y operativos de una organización.

### b) Cálculo para obtener la eficiencia:

- a) Elaborar una escala que represente el grado de satisfacción de cada factor ( ver tabla 1.8.)
- b) Evaluar el factor correspondiente mediante el grado de satisfacción, señalando con una X la columna que corresponda a la escala (tablas resumen de cada factor.)
- c) Cuando sean marcadas las columnas b, c, d y e, buscando el factor que causa dicha limitación, se utilizará una columna más (L) para anotar el número de ese factor limitante.
- d) Se suma el número de anotaciones de cada columna.
- e) La eficiencia de cada factor se obtiene multiplicando el número de anotaciones (x, y, w, z, v), de cada una de las columnas por la ponderación dada a las mismas (a, b, c, d, e), entre el número de subdivisiones (n), la expresión para determinarla es la siguiente:

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{X(a) + Y(b) + Z(c) + W(d) + V(e)}{n} (100)$$

$$\text{Deficiencia} = 100 - \text{Eficiencia}$$

Donde: x, y, z, w, v, son la suma de anotaciones en las columnas a, b, c, d, y e, que se hizo en cada una de las tablas resumen.

Para calcular los valores de la tabla 3.2 se calcula el porcentaje de influencia limitante, dividiendo la unidad entre el número de anotaciones que hay en la columna (L) de las tablas resumen.

$$F_L = \frac{1}{L}$$

$F_L$  se multiplica por la cantidad de anotaciones (frecuencia de cada factor), de una misma función, para conocer el porcentaje de influencia limitante que proviene de cada departamento.

Se realiza la sumatoria de cada una de las columnas de causas (tabla de cada factor) lo que se conoce como porcentaje total de influencia, renglón L de la tabla de valores limitantes.

Posteriormente se hace la sumatoria del renglón L (tabla 3.2), dando como resultado el valor  $\beta = 9.9969$ .

Cada valor del renglón L se divide entre  $\beta$  para calcular el porcentaje de limitación de cada factor dentro de la empresa.

Estas cantidades se anotan en el último renglón de la tabla de valores limitados y limitantes.

En la tabla 1.8 se muestran los valores de cada factor, que serán importantes para realizar el diagnóstico industrial.

Tabla 1.8 Grado de Satisfacción de cada factor

Excelente	a = 10
Bien	b = 8
Regular	c = 6
Malo	d = 4
Inexistente	e = 0
Limitada	L



**FALTA  
PAGINA**

**65**

**FALTA  
PAGINA**

**66**

**CAPITULO II**

**"ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA  
EMPRESA"**

En este capítulo se analizará la situación actual de la empresa, comenzando por mencionar su historia, organigrama, proceso, distribución de planta y diagrama de recorrido de materiales.

#### A. HISTORIA DE LA EMPRESA:

El fundador de la empresa fue Konosuke Matsushita, quien nació en 1894 en la Prefectura de Wakayama como hijo de un terrateniente rico, a la edad de 4 años ve como su padre fracasa en un negocio. Después a la edad de 9 años se marcha solo a la ciudad de Osaka para trabajar como aprendiz en una tienda de "hibachi" (calentador de carbón.)

A la edad de 10 años empieza a trabajar en una tienda de bicicletas donde aprendió cosas que le ayudarían en sus futuros negocios.

En 1910 Konosuke decide trabajar para Osaka Electric Light Company como aprendiz de cableado. En 1915 se casa con Mumeno.

En la compañía se promociona y se hace el inspector más joven para gracia de su esposa.

En 1917 se marcha de la compañía, y decide establecer su propia empresa en Osaka.

Se establece la compañía Matsushita Electric Housewares Manufacturing Works para fabricación de equipos de cableado.

En 1923 desarrolla lámparas de pilas para bicicletas de forma de cañón que fueron producidas y comercializadas.

En 1927 se inicia la fabricación de lámparas portátiles de pilas de forma cuadrada que fue lanzada al mercado, además la marca "National" fue puesta en uso por primera vez. Después se introduce la fabricación de aparatos eléctricos de calefacción y planchas eléctricas.

En 1929 la Compañía cambia su razón social a "Matsushita Electric Works", además en ese mismo año se establecieron El objetivo Básico de

Administración y el Credo de la Compañía. En 1931 se fabrican por primera vez receptores de radio y ganan el primer premio en el concurso de receptores de radio patrocinado por The Tokio Broadcasting Station (ahora NHK.)

En 1932 se establece el departamento de exportación.

En 1935 la compañía se incorpora como Matsushita Electric Trading Co. , Ltd.

El primer día de fundación fue celebrado y se declararon los Objetivos de la Compañía (Declaración de "MEICHI".) En 1933 se introduce el sistema de Administración divisional.

Se construyen las oficinas principales y las fábricas de la empresa en Kadoma, Osaka; además de que se establecen los cinco principios (2 más fueron agregados en 1937, que hicieron lo que ahora son los 7 principios de la empresa.) En 1934 se crea el Instituto de Entrenamiento para los Empleados, se crea además el periódico corporativo de la empresa, inicia su publicación.

En 1935 la compañía se incorpora como Matsushita Electric Industrial Co. , Ltd, con 9 compañías subsidiarias. De 1939-1945 periodo en que la Segunda Guerra Mundial ocurrió la empresa no laboró. La reiniciación de producción de bienes de consumo fue hasta el año de 1945.

En 1946 se crea el PHP Institute, Inc, con el espíritu de que la comunicación franca y el entendimiento profundo de la humanidad son indispensables para realizar nuestra meta común de la paz, felicidad y prosperidad.

En 1952 la compañía cierra un convenio importante de cooperación técnica con la Phillips de Holanda, y Matsushita Electronics Corporation fue establecida. Siete años más tarde se funda Matsushita Electric Corporation of America (MECA.) (La primer compañía de venta en el extranjero después de la Segunda Guerra Mundial)

En 1961 Konosuke se hace Chairman de la Junta Directiva y Masaharu Matsushita el Vicepresidente le sucede como Presidente.

En 1962 se construye La National Thai Co. En Tailandia. La primera compañía fabricante en el extranjero después de la Segunda Guerra Mundial. En 1965 se establece el sistema de cinco días de trabajo semanal por primera vez en Japón.

En 1968 se celebra el 50 Aniversario de la fundación.

En 1972 se establece el Centro de Entrenamiento de Ultramar (OTC)

Al siguiente año Matsushita asume el cargo de Consejero Ejecutivo Honorable. En 1979 Matsushita Battery Industrial Co., Ltd, fue establecido. Al siguiente año se establece el Instituto de Gobierno y Negocios de Matsushita.

En 1981 en EE.UU. se celebra la exhibición "La Tecnología de Matsushita de Hoy".

En 1986 Toshihiko Yamashita se retiró como Presidente de la compañía para asumir el cargo de Consejero Ejecutivo, y Akio Tani es nombrado Presidente de la Compañía.

En 1988 la compañía pasa a ser Matsushita Electric Trading Co., Ltd, el 1 de abril.

En 1989 Konosuke Matsushita fallece a la edad de 94 años, inmediatamente los controles de las mayores funciones, divisiones corporativas de administración para Asia, Oceanía y Oriente Medio fueron transferidos a Singapur.

En 1993 el señor Akio Tani deja el cargo de Presidente de la compañía para sumir el cargo de Consejero Ejecutivo, y Yoichi Morishita le sucede como Presidente; además de que se celebra el 75 Aniversario de la Fundación de la Compañía. En 1994 se celebra el Centenario Aniversario del Nacimiento del Fundador Konosuke Matsushita.

### **MARCO DE REFERENCIA:**

La empresa cuenta con 1,000 trabajadores y 100 empleados de confianza, se considera una empresa grande, si tomamos en cuenta el número de trabajadores. La empresa se ubica en Ixtapaluca Edo. de México.

En la empresa se fabrican estereos y televisiones de diferentes modelos pero en sus almacenes llega todo tipo de aparatos electrónicos como planchas, hornos de microondas, pantallas, teléfonos inalámbricos, dvd etc., que llegan importados de Japón o de Singapur. Actualmente en la empresa solo fabrica para ser vendido en México las ventas se realizan principalmente en tiendas muebleras y empresas comerciales, como. Hermanos Vázquez, Electra, Viana, amigos etc., por mencionar solo algunos, pero se tiene planeado para el futuro comenzar a exportar a EE.UU. todo América del Sur, además de expandirse más con la compra de un terreno.

Se llevan a cabo tanto sistemas de calidad como ambiental, esto es para tener la seguridad de que se están fabricando productos de calidad superior, costo competitivo, una entrega rápida y un servicio excelente.

Los siete principios de la empresa son los siguientes:

1. Contribución al progreso del país a través de la Industria y el Comercio. (Objetivo básico de Administración)
2. Imparcialidad y Honradez.
3. Cooperación y Espíritu de equipo. (Credo de la Compañía)
4. Esfuerzo infatigable para el Mejoramiento.
5. Cortesía y Humildad.
6. Adaptabilidad.
7. Gratitud.

Cabe mencionar que la empresa ocupa el cuarto lugar mundial, tomando en cuenta su ramo industrial que es el electrónico, ocupa el tercer lugar mundial, siendo su principal competidor la SONY, que ocupa el cuarto lugar mundial.

Las políticas ambientales son las siguientes:

1. Hacemos un uso prudente de los recursos de la tierra.
2. Protegemos el Medio Ambiente previniendo la Contaminación
3. Mejoramos continuamente nuestro desempeño ambiental.
4. Cumplimos con las leyes ambientales.

La compañía actualmente está certificada con la norma ISO-14001 referente a resguardar el medio ambiente, además de que esta por ser certificada por la norma ISO- 9002 acerca de la calidad de los productos con la cual muestra que los productos que se fabriquen en la empresa tienen garantía de calidad y de que la empresa hará lo posible por contaminar lo menos posible avalada por las certificaciones antes mencionadas.

En la empresa normalmente se labora de 8:00 de la mañana a 17:00 de la tarde pero si en la empresa se requiere trabajar tiempo extra debido a rezagos de producción se trabaja hasta las 19:00 ó 20:00 horas dependiendo que tan rezagada esta la producción, existen tres turnos el primero es de 6:00 de la mañana a 14:00 y el segundo de 12:00 de la tarde a 8:00 de la noche y el tercero o mixto es el antes mencionado y solo lo aplican las áreas que así lo requieren debido a producción.

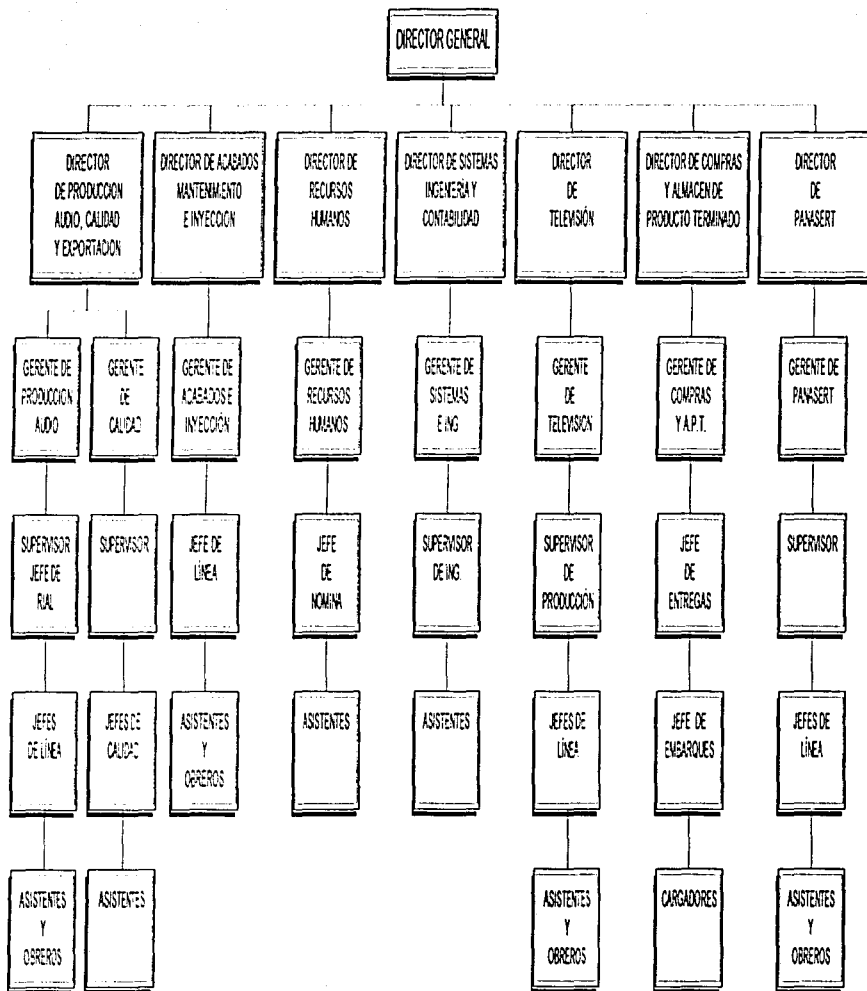
Los departamentos que existen en la empresa son los siguientes: Producción-Audio, Calidad, Panasert, Pinturas y Acabados, Contabilidad, Almacén de Producto terminado, Televisión, Compras, Sistemas, Mantenimiento, Exportación, Ingeniería y Recursos Humanos.

A continuación se muestra el organigrama representativo de la empresa con cada uno de sus niveles y departamentos.

TEEIS CON  
FALLA DE ORIGEN

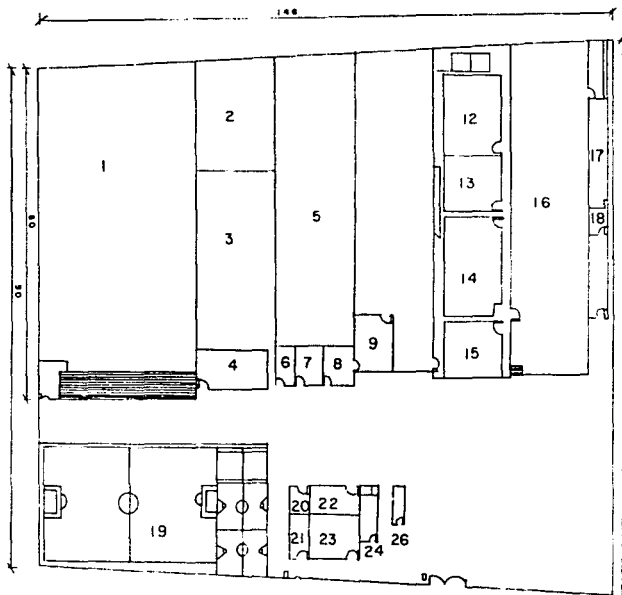


## B. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



a) DISTRIBUCION DE PLANTA ACTUAL

SIMBOLGIA



- 1 ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO
- 2 PINTURAS Y ACABADOS
- 3 INYECCION
- 4 MANTENIMIENTO
- 5 PLANTA DE TELEVISION
- 6 OFICINA DE T V
- 7 OFICINA DE T V
- 8 COMPRAS
- 9 CALIDAD DE ENTRADA
- 0 ALMACEN DE MATERIA PRIMA DE TV
- 1 ALMACEN DE MATERIA PRIMA
- 2 PINTURAS Y ACABADOS
- 3 ALMACEN DE MATERIA PRIMA
- 4 PANASERT
- 5 RECURSOS HUMANOS
- 6 PRODUCCION DE AUDIO
- 7 ALMACEN SUM DE ENSAMBLE
- 8 ALMACEN DE SUM. C I
- 9 AREA DEPORTIVA
- 20 W C MUJERES
- 21 VESTIDORES MUJERES
- 22 W C HOMBRES
- 23 VESTIDORES HOMBRES
- 24 RECURSOS HUMANOS
- 25 CUARTO DE MAQUINARIA
- 26 CABINA

DISTRIBUCION DE PLANTA ACTUAL

CLEMENTE ABAD SUAREZ

ACOT M ESC 1:200 ESC 1:100 ESC 1:50 ESC 1:25 ESC 1:10 ESC 1:5 ESC 1:2

19 DE OCTUBRE 2000

3 3 V



**c) ESTUDIOS DE TIEMPOS: Ciclo breve**

Departamento: Producción-Audio    Sección: Ensamble Final    Estudio núm.: 1    Hoja núm. 1 De 2

Operación: Ensamble    Estudio de métodos núm.: 1  
De aparatos electrónicos  
Instalación/máquina: Buenas Núm.:

Término: -----  
Comienzo: 29/04/01    Tiempo transc.:  
Operario: 37  
Ficha núm.: -----

Herramientas y calibradores: Buenas Condiciones  
Producto/pieza: estereos    Modelo: SA-HM895

Observado por: Clemente Abad S.  
Fecha: 23/03/01

Plano núm.: -----    Material: Varios

Comprobado: Tiempos actuales

Calidad: Buena    Condiciones de trabajo: Buenas

El Núm.	Descripción del Elemento	Tiempo observado					Total T.O.	Prom. T.O.	V.	T.B.
		1	2	3	4	5				
1	A	18.1	18.5	23.0	19.2	18.9	97.7	19.56	150	29.34
2	B	29.0	21.5	28.3	27.2	24.0	130.0	26.0	90	23.40
3	C	23.4	28.0	23.4	23.3	25.7	123.8	24.76	95	23.52
4	D	24.6	22.3	29.8	19.3	23.3	119.3	23.85	95	22.66
5	E	31.0	25.6	26.5	23.2	28.1	134.4	26.87	90	24.18
6	F	24.1	26.2	36.8	39.7	28.6	155.4	31.10	75	23.33
7	G	31.4	30.1	26.1	30.2	32.6	150.4	30.05	75	22.54
8	H	26.1	23.6	26.4	27.4	30.6	134.1	26.80	90	24.12
9	I	26.3	25.5	31.5	33.5	30.5	152.5	29.45	75	22.09
10	J	33.7	35.2	29.0	33.5	35.7	167.1	33.41	75	25.06
11	K	29.9	20.3	20.2	20.7	25.6	116.7	23.33	95	22.16
12	L	26.8	29.3	28.2	26.1	28.3	138.7	27.72	90	24.95
13	M	33.0	30.0	29.7	28.3	28.3	149.3	29.86	75	22.40
14	N	26.1	34.0	22.4	15.3	20.6	118.4	23.69	95	22.51
15	Ñ	28.1	32.7	25.6	22.9	23.3	132.6	26.50	90	23.85
16	O	20.2	22.3	20.2	20.3	22.6	105.6	21.12	125	26.40
17	P	21.1	24.0	24.1	27.4	27.0	123.6	24.73	90	22.26
18	Q	25.5	23.3	23.0	25.0	23.5	120.3	24.06	95	22.86
19	R	30.3	34.7	37.2	35.5	32.0	169.7	33.94	75	25.46
20	S	22.2	24.1	25.4	22.2	26.2	120.1	24.01	95	22.81
21	T	26.5	27.8	33.0	25.8	31.0	144.1	28.83	90	25.95
22	U	22.8	23.7	28.0	26.0	21.4	121.9	24.38	90	21.94
23	V	29.3	28.0	28.4	28.4	29.7	143.8	28.74	90	25.87



## Ficha Explicativa de los Elementos

- A. Alcanzar Panel frontal y mover en mesa de trabajo, alcanzar botoneras y colocar en posición sobre panel.
- B. Alcanzar soportes y colocar en posición en panel, tomar adorno pata y colocar en posición sobre panel.
- C. Alcanzar pista-panel y colocar en posición sobre pista multicables y joy-jog, después tomar pista y romper en partes seccionadas.
- D. Alcanzar soporte, tomar muelles colocar en soportes, tomar botella de grasa amortiguadora y colocar en soporte, tomar engrane y colocar en soporte, tomar brocha embarrar brocha con grasa silicona y colocar en soporte tomar resorte y colocar en posición en soporte.
- E. Alcanzar mecanismo deck e inspeccionar mecanismo, colocar en posición en panel-frontal, alcanzar desatornillador y atornillar mecanismo deck.
- F. Tomar pista panel (1ª. Sección) y colocar en posición en panel, tomar desatornillador y atornillar pista panel.
- G. Colocar segunda sección pista panel, tomar desatornillador y atornillar pista-panel.
- H. Colocar tercera y cuarta sección de pista panel, tomar desatornillador y atornillar tercera sección pista panel.
- I. Alcanzar soporte y colocar en pista panel, tomar desatornillador y atornillar pista panel y soporte.
- J. Inspeccionar botoneras colocadas, tomar adorno central y colocar en posición en panel, alcanzar etiquetas, despegar y colocar en posición en panel, alcanzar y tomar perilla volumen y colocar en posición en panel frontal.

- K. Alcanzar pista poder, tomar pinzas y romper partes seccionadas de pista, tomar pista poder con una mano y con la otra tomar espátula y untar con grasa disipadora, engrasar integrados de pista-poder.
- L. Tomar pista y colocar en jig, tomar disipador y colocar en posición en jig, tomar tornillos y desatornillador y atornillar conjunto pista-disipador.
- M. Tomar base metálica, tomar soportes y colocar en posición en base metálica, tomar amarres y colocar en posición en base metálica, tomar conjunto pista disipador y colocar en base metálica tomar tornillos y desatornillador y atornillar conjunto pista-disipador.
- N. Alcanzar transformador y pista transformador y colocar pista en posición sobre transformador, colocar conjunto transformador-pista en jig, tomar alambre y cautín y soldar en pins de transformador.
- Ñ. Tomar e inspeccionar conjunto transformador-pista.
- O. Tomar conjunto transformador y colocar en posición en base metálica, tomar cables de pista poder y colocar en posición para enredarlos con los amarres, tomar desatornillador y atornillar transformador a base metálica.
- P. Tomar base preparada y mover, después colocar en posición en panel frontal, sostener base y tomar desatornillador para atornillar la base.
- Q. Tomar multicable de pista poder y conectar a pista transformador, tomar pista main y colocar en posición en pista poder.
- R. Tomar tapa posterior y colocar en posición en base preparada tomar desatornillador y atornillar la tapa posterior.
- S. Tomar mecanismo cd y multicables y colocar multicables en mecanismo, tomar charola cd y abrirla, colocar mecanismo de cd en charola negra, cerrarla.

- T. Tomar chasis y colocar conjunto charola-mecanismo encima de chasis, tomar conjunto mecanismo-charola y chasis y colocar en jig, inspeccionar y tomar desatornillador y atornillar charola cd a chasis.
- U. Alcanzar cd y colocar en posición entre panel frontal y tapa posterior, tomar multicables de cd y conectar a pista panel, tomar desatornillador y atornillar cd a tapa posterior y tomar equipo y voltear.
- V. Inspeccionar equipo. (reloj, caseteras)
- W. Inspeccionar equipo (cd, AM, FM)
- X. Alcanzar gabinete, tomarlo e inspeccionarlo, oprimir botones de máquina, moverlo y colocarlo encima del equipo, tomar desatornillador y tornillos y atornillar gabinete a la tapa posterior.
- Y. Alcanzar gabinete, tomarlo y colocarlo en dobladora, oprimir botones de máquina, moverse y tomar desatornillador y tornillos y atornillar lados de gabinete.
- Z. Alcanzar tapas cassette y tomarlas, tomar dos reflectores y colocar en posición en tapas cassette, moverse y alcanzar acrílico display, inspeccionarlo y tomar emblema y colocarlo en acrílico, colocar acrílico en panel frontal, moverse y alcanzar y tomar tapas cd y colocar en soportes cassette.
- a. Inspeccionar equipo. (TPS y corte de auxiliar y audífonos)
- b. Inspeccionar equipo. (grabación de radio a cassette, de cassette a cassette y de cd a cassette)
- c. Tomar etiquetas P.O.P. y hoja de adhesivos despegar dos bolitas de adhesivos y colocar debajo de etiquetas tomar etiqueta y despegar adhesivos, colocar en acrílicos de tapas cassette, tomar acrílicos y colocar en tapas cassette, tomar equipo e inclinarlo, tomar planilla de patas y despegar cuatro colocar en posición abajo del equipo.



- d. Tomar trapo y bote de afloja todo y rociar en equipo, pasar el trapo en el equipo para limpiarlo.
- e. Tomar hoja directorio y póliza y doblarlas a la mitad, tomar bolsa para póliza e introducir hoja directorio y póliza en bolsa, alcanzar rollo de número de serie moverlo y cortar tres números de serie, despegar uno y pegar en póliza, despegar otro y pegar en tapa posterior, colocar póliza debajo del equipo.
- f. Tomar un instructivo y una bolsa para instructivo y colocarlo en bolsa, alcanzar dos pilas e introducirlas en bolsa, tomar cable de corriente e introducirlo en bolsa tomar un control y colocarlo en bolsa, tomar una antena y colocarla en bolsa, moverse hacia máquina de sellado y colocar bolsa en máquina y sellarla.
- g. Tomar rollo de polietileno y cortar una bolsa, colocarla en mesa de trabajo y alcanzar contador y moverlo, tomar equipo sostenerlo y moverlo para colocarlo encima de bolsa, envolver equipo al mismo tiempo que se alcanzan cintas de diurex para colocarlas en el envolvimiento, alcanzar un instructivo y colocarlo encima del equipo, tomar equipo, sostenerlo y colocarlo en banda transportadora.
- h. Alcanzar caja de empaque, tomarla y colocarla en selladora, tomar y sacar tapa de uniceL, tomar base de uniceL y colocar al fondo de la caja, moverse, alcanzar y tomar equipo sostenerlo y moverlo hacia la caja, colocarlo encima de la base de uniceL, tomar póliza, sacar número de serie, despegarlo y colocarlo a un costado de la caja de empaque, tomar accesorios y colocarlos encima de equipo, tomar base de uniceL y colocarla encima de accesorios.
- i. Alcanzar sello, tomarlo y moverse para sellar entre la caja y la tapa de uniceL, alcanzar cinta de diurex cortar un pedazo, moverse y colocar entre tapa y caja, cerrar pestañas de caja de empaque y deslizar para cerrar la caja con la selladora, moverse, alcanzar caja, tomarla, sostenerla y moverla hasta colocarla sobre la banda transportadora.

- j.** Alcanzar caja y tomarla, inspeccionarla, moverse y colocarla sobre mesa de trabajo, tomar engrapadora y engrapar caja, tomar caja y colocarla en el piso, moverse, alcanzar y tomar base y tapa de unicel y colocar en el interior de la caja, cerrar pestañas interiores de caja, tomar caja, sostenerla y moverla hacia resbaladilla y deslizar la caja.

d) Diagrama de Flujo de proceso

**Operación: Ensamble de pistas electrónicas**

Página 1 de 2

Método Actual

Fecha 30 de Abril

Ubicación Estado de México

Por: Clemente Abad

Resumen	Operación	Operación crear un registro	Operación agregar información	Transporte	Almacenamiento	Retardo	Insp.
Cant. Total	5	0	0	4	1	1	1
Dist. Total				26 metros			
Tiempo Total	2.39 min	0 min	0 min.	13 min.	15 min.	0.45 min	5 min.

Evento	Símbolo de evento	Tiempo (min.)	Dist. (metros)	Recomendación de Método
Pedir pista a Almacén		15		Almacén colocarlo más cerca
Inspeccionar la Pista En línea		15		Inspeccionar entre dos o tres personas
Mover la pista en El lugar que le corresponde		5	15	Más espacio en la línea
Operario toma Caja de pista y la Coloca en su lugar De trabajo		3	6	Colocar lo más cerca posible al operario
Tomar pista y colocar 2 elementos y romper pista		0.42		
Transportar pista a la Siguiete estación		0.08	2	
Se colocan diferentes Componentes pero no Se efectúa operación A la pista		0.45		

**Operación: Ensamble de pistas electrónicas**






**Página 2 de 2**

**Método Actual**

**Fecha 30 de Abril**

**Ubicación Estado de México**

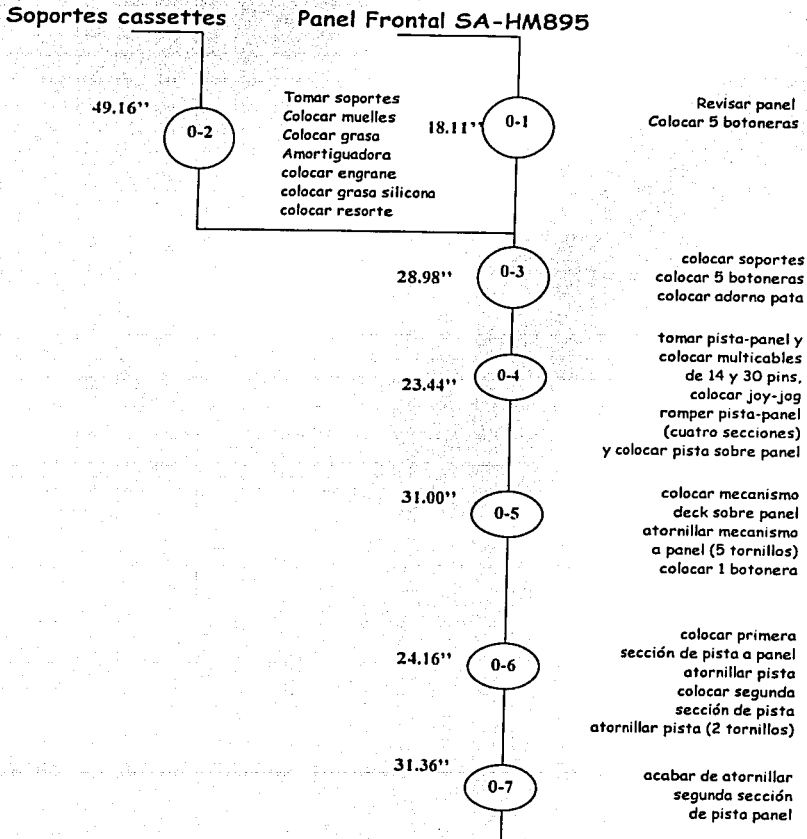
**Por: Clemente Abad**

Resumen	Operación	Operación crear un registro	Operación agregar información	Transporte	Almacenamiento	Retardo	Insp.
Cant. total Dist. Total Tiempo Total							
Evento	Símbolo de evento	Tiempo (min.)	Dist. (metros)	Recomendación de Método			
Transportar pista a la siguiente estación de trabajo		0.08	3				
Tomar pista y colocar sobre panel; atornillarla		0.52					
Atornillar pista-panel		0.5					
Colocar segunda y tercera sección de pista-panel y atornillar		0.45					
Colocar soporte en pista y acabar de atornillar segunda y tercera secc.		0.5					

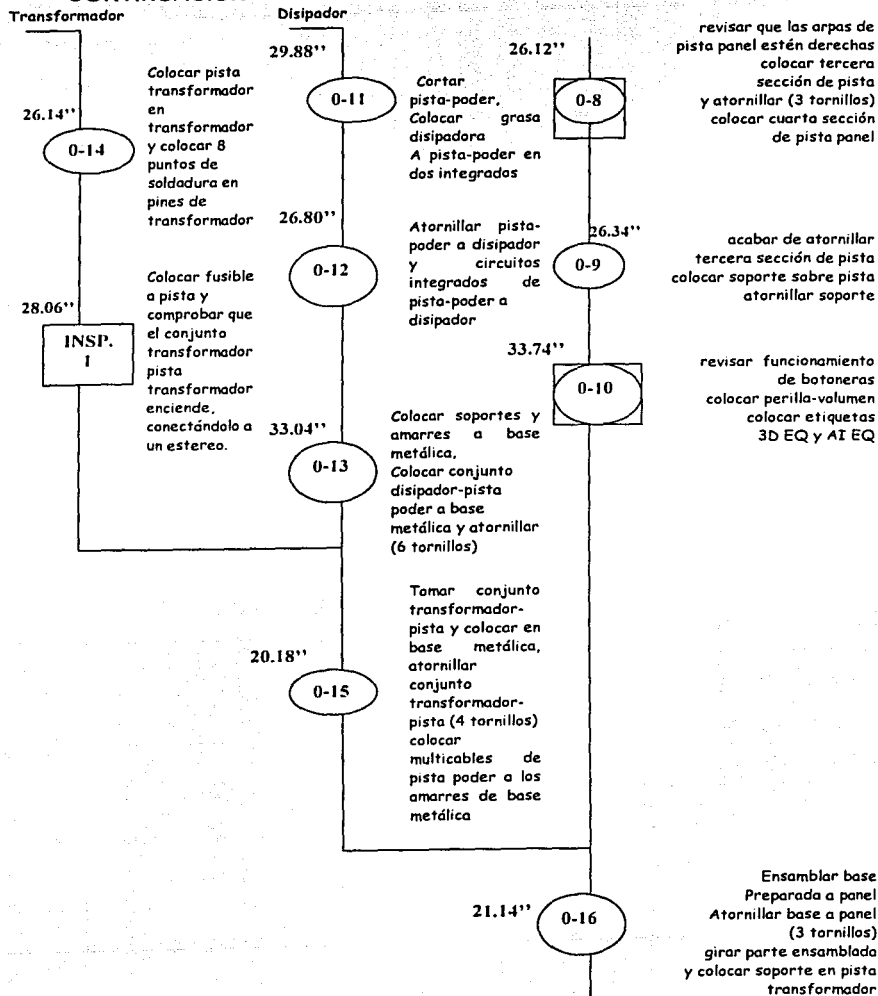
e) Diagrama de Proceso:

Diagrama de Operaciones de Proceso

Fabricación de estereos Modelo: SA-HM895 Método Actual  
Trazado por: Clemente Abad

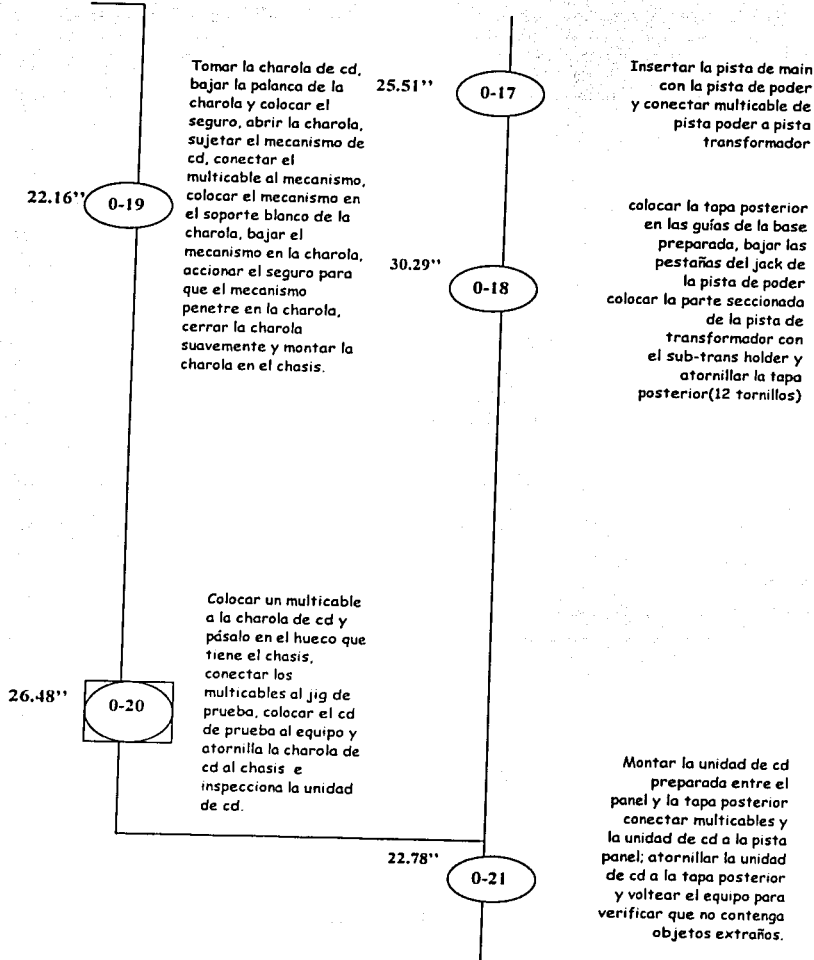


## CONTINUACIÓN DEL DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

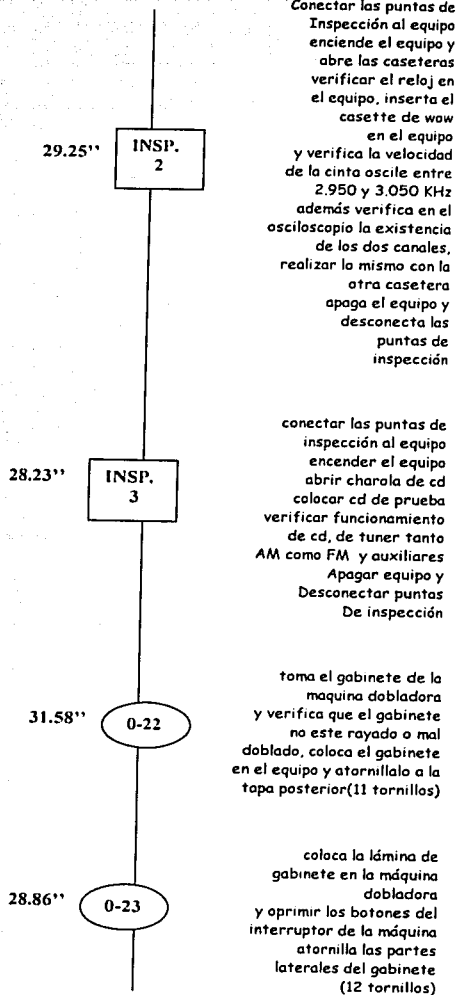


## CONTINUACIÓN DEL DIAGRAMA DE PROCESO

Unidad de CD



### CONTINUACIÓN 3





## CONTINUACIÓN 4

27.25" 0-24

tomar un par de tapas cassette  
colocar reflectores en tapas  
en sus lados respectivos  
colocar las tapas en los  
soportes,  
tomar el acrílico  
display y revisar que no este  
rayado, colocar emblema en  
acrílico, echarle aire con  
la pistola de aire para  
limpiarlo de impurezas  
colocarlo sobre el display  
del equipo

30.41" INSP.  
4

conectar las puntas de  
inspección,  
encender el equipo y abrir  
caseteras, colocar cassette  
de TPS y verificar el TPS en  
cada casetera además  
verificar el corte de auxiliares  
y el corte de audio (audifonos),  
apagar equipo y desconectar  
puntas de inspección

20.73" INSP.  
5

conectar puntas de  
inspección a equipo,  
encender el equipo y abrir  
caseteras, verificar la  
grabación de cassette a  
casette, de radio a  
casette y de cd a  
casette, verificar la  
existencia de dos  
canales  
apagar equipo y desconectar  
puntas de inspección

30.65" 0-25

tomar etiquetas P.O.P.  
y colocar sobre acrílicos  
de tapas cassettes  
colocar acrílicos a tapas  
cassetes  
inclinarse el equipo para  
colocar 4 patas del equipo  
pero previamente rociar aire  
al equipo con la pistola  
bajar el equipo a su posición.

## CONTINUACIÓN 5

### CAJA DE EMPAQUE

21.95''

0-30

Tomar caja y doblar las pestañas en su parte inferior, colocarla en la base para engrapar. Tomar engrapadora y engrapar la caja (8 grapas) Sacar la caja de la base y colocarla, boca arriba en el piso, tomar una base y tapa de uniel y colocarlas dentro de la caja. Tomar la caja y deslizarla por la rampa.

### INSTRUCTIVO

21.35''

0-28

Tomar una 27.60'' bolsa de instructivo e introducir una hoja de instructivo. Colocar dos pilas en la bolsa, antena AM, FM, cable de conexión del 21.52'' equipo, control remoto Sellar la bolsa con la máquina y colocar la bolsa en una caja.

Colocar aflojada en el equipo Limpiar el equipo con el trapo revisando su apariencia que el equipo no se encuentre rayado o maltratado

0-26

0-27

tomar una hoja de póliza y doblarla a la mitad, tomar una hoja directorio e introducirla en una bolsa para póliza tomar el rollo de numero de serie y cartar tres números uno se pega en la póliza, voltear el equipo y otro número se pega en la tapa posterior del equipo y el tercero introducirlo en la bolsa de póliza sin despegarlo

30.93''

0-29

tomar una hoja de polietileno y colocarla en la mesa de trabajo después tomar el equipo y colocarlo sobre el polietileno envolver el equipo con el polietileno, pegando con cintas de diurex, después tomar una bolsa de instructivo y colocarla sobre el equipo lo mismo la bolsa de póliza preparada y se coloca el equipo en la banda transportadora

18.07''

0-31

tomar caja de empaque de la rampa y Tomar equipo e introducirlo a la caja sobre la base, y después colocar base de uniel, tomar número de serie y pegarlo a un costado de la caja.

20.00''

0-32

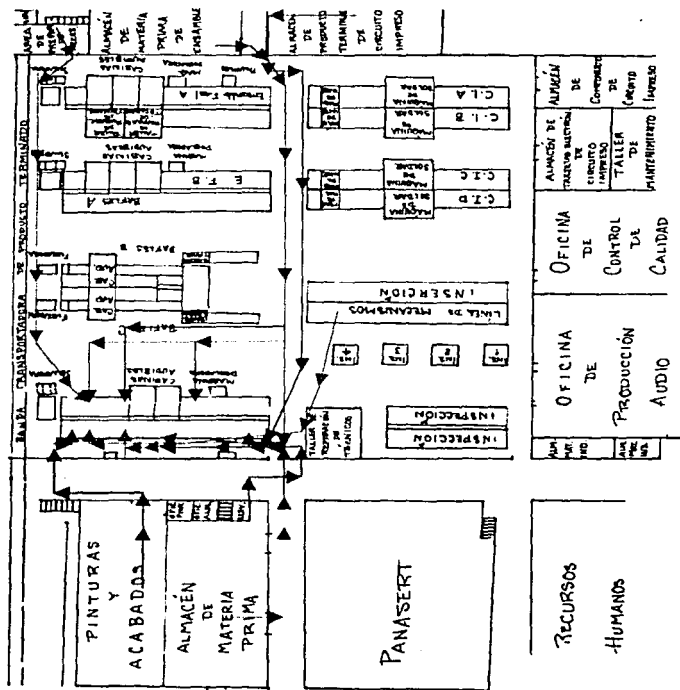
Tomar póliza y pegar a un costado de la caja, colocar el sello en la caja y en la máquina selladora pegar la caja, colocar caja en banda transportadora.

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	32	856.57 segundos
Inspecciones	9	Jornada

# FALTA PAGINA

90

## F) RECORRIDO DE MATERIALES ACTUAL



MATERIALES DE PINTURAS Y ACABADOS ( EJEMPLO. PANEL FRONTAL) ●

MATERIALES DE ALMACÉN GRANDE (EJEMPLO: DISIPADOR) ●

PISTA (EJEMPLO PISTA DE PANEL) ●

MECANISMO DECK ●

MATERIALES DEL ALMACÉN DE ARRIBA( EJEMPLO CHAROLA Y MECANISMO CD) ●

MATERIALES DE ALMACEN PEQUEÑO (EJEMPLO BOTONERAS) ●

INSTRUCTIVO CON ACCESORIOS ●

*CAPITULO III*

*"DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL"*

## **A. Método para recabar la información**

En el presente capítulo se observará el diagnóstico industrial así como el resultado del mismo. También se observará un análisis completo acerca de las áreas en las que la empresa se encuentra fallando, como la distribución de planta, recorrido de materiales, flujo de materiales, proceso de producción, enlistando los defectos en estas áreas así como sus posibles soluciones.

### **a) Observación Directa**

Se observó y midió las actividades generales de la empresa.

Las observaciones permitieron conocer con mayor detalle el funcionamiento administrativo y operativo. Para realizar estas observaciones se consideraron los siguientes aspectos:

- ◆ Conocer de manera general el proceso, maquinaria y herramientas de trabajo.
- ◆ No intervenir en el desarrollo de las actividades, y dar a conocer la problemática, para proporcionar confianza al personal en el momento de la entrevista.
- ◆ Efectuar comparaciones de diversos aspectos con la filosofía y principios de un sistema productivo como lo son el manejo de materiales, métodos de trabajo, tiempos muertos, tiempos de trabajo, ambiente laboral, normas de seguridad, control de calidad, lotes de producción, etc.

### **b) Entrevistas**

Para completar la información observada, se aplicaron entrevistas (que se encuentra en el anexo 1, aplicadas a operarios y a gerentes de la empresa) que permiten obtener información de los diferentes aspectos cuantitativos y cualitativos de la operación de la empresa.

Se aplicaron dos entrevistas a operarios y dos entrevistas a gerentes de la empresa.

Estas entrevistas consisten en realizar preguntas que permiten conocer la percepción de cada individuo con respecto a cada área de la empresa. (ver Anexo 1)

Las preguntas realizadas deben cumplir con las siguientes características:

- ◆ Las preguntas deben ser de fácil comprensión y lenguaje coloquial.
- ◆ La libertad de las respuestas debe ser restringida, de opción múltiple.
- ◆ Las preguntas se realizaron en un tiempo corto y redactadas de diferente manera para observar la validez de la respuesta proveniente de diferentes fuentes para responder.
- ◆ Previo a la entrevista se explica el objetivo, utilidad, alcance e importancia de la misma.
- ◆ Se hace énfasis de la confidencialidad, es decir los resultados se presentan en forma global y no en particular a la Gerencia General.

## B) Análisis de la Información.

En base a la información obtenida en las entrevistas, se obtuvieron los siguientes resultados, concentrada en las siguientes tablas:

### 1. Medio Ambiente

Actividades	a	b	c	d	e	L
1. Desarrollo Tecnológico	X					
2. Desarrollo Económico		X				2,4,1
3. Tendencia Económica		X				1
4. Fuerza competitiva	X					
5. Ubicación de la empresa	X					
6. Distribución del producto	X					
7. Aspectos ecológicos	X					
Total	5	2	0	0	0	

$$\text{Eficiencia} = 5(10) + 2(8)/7 = 9.4$$

$$\text{Deficiencia} = 10 - 9.4 = 0.5$$

En la columna L se coloca el número de factor que afecta el desempeño de cada una de las actividades que el Factor Medio Ambiente debe realizar.

Una vez que se encontraron los factores que limitan las actividades, se calcula la frecuencia con que aparece cada factor en la columna L. Como se muestra en la tabla 3.1.



**Tabla 3.1** Cálculo del % de influencia limitante para el factor Medio Ambiente

Factor	Frecuencia	FL = 1/L	% DE INFLUENCIA LIMITANTE
1	2	0.25	0.5
2	1	0.25	0.25
4	1	0.25	0.25
<b>Total</b>	<b>4</b>		<b>1.0</b>

En este caso  $L = 4$  por lo que  $F_L = 0.25$ , este valor se multiplica por la frecuencia de cada factor, lo que da como resultado el porcentaje de influencia limitante.

El % de influencia limitante se coloca en la tabla 3.2 en forma horizontal para cada factor en las columnas de causas.

## 2. Política y Dirección

Actividades	a	b	c	d	e	L
1. Misión	X					
2. Objetivos	X					
3. Políticas	X					
4. Programas			X			2
5. Finanzas	X					
6. Recursos humanos	X					
7. Rentabilidad de las ventas	X					
8. Rentabilidad de la empresa	X					
9. Rentabilidad de la fuerza de trabajo	X					
10. Rentabilidad de la participación pública		X				2, 10
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

$$\text{Eficiencia} = 8(10) + 1(8) + 1(6) / 10 = 9.4$$

$$\text{Deficiencia} = 10 - 9.4 = 0.6$$

### 3. Productos y Procesos

Actividades	a	b	c	d	e	L
1. Capacidad Instalada			X			3,5
2. Capacidad utilizada			X			5,3
3. Calidad del producto			X			6,3, 8,10
4. Aceptación del producto	X					
5. Distribución de planta			X			5,3
6. Manejo de materiales				X		3,5
7. Documentación del proceso	X					
8. Documentación de actividades	X					
9. Reprocesos				X		5,3
Total	3	0	4	2	0	

$$\text{Eficiencia} = 3(10) + 4(6) + 2(4) / 9 = 6.8$$

$$\text{Deficiencia} = 10 - 6.8 = 3.1$$

### 4. Financiamiento

Actividades	a	b	c	d	e	L
1. Política financiera		X				4
2. Independencia financiera	X					
3. Autofinanciamiento	X					
4. Dependencia bancaria	X					
5. Rentabilidad de la inversión		X				4
6. Cartera		X				4
7. Cobranzas		X				2,4
Total	3	4				

$$\text{Eficiencia} = 3(10) + 4(8) / 7 = 8.8$$

$$\text{Deficiencia} = 10 - 8.8 = 1.2$$

### 5, Medios de Producción

Actividades	a	b	c	d	e	L
1. Productividad de los medios	X					
2. Mantenimiento			X			5
3. Grado de mecanización		X				5
4. Instalaciones		X				5
5. Equipos			X			2
6. Distribución de la planta			X			5,3
7. Intensidad de la inversión		X				2
8. Rentabilidad de la inversión		X				3,5
Total	1	4	3	0	0	

$$\text{Eficiencia} = 1(10) + 4(8) + 3(6) / 8 = 7.5$$

$$\text{Deficiencia} = 10 - 7.5 = 2.5$$

### 6. Fuerza de trabajo

Actividades	a	b	c	d	e	L
1. Mano de obra	X					
2. Horas-Hombre trabajadas		X				3,8
3. Salarios				X		6
4. Productividad del personal		X				6,8
5. Puntualidad	X					
6. Seguridad en el trabajo	X					
7. Prestaciones	X					
8. Rotación de Mano de obra		X				6,8
9. Horas de trabajo		X				3,8
10. Medio ambiente laboral				X		5,8
Total	4	4	0	2	0	

$$\text{Eficiencia} = 4(10) + 4(8) + 2(4) / 10 = 8.0$$

$$\text{Deficiencia} = 10 - 8.0 = 2.0$$

## 7. Suministros

Actividades	a	b	c	d	e	L
1. Nivel de los inventarios		X				3,7
2. Movilización de los inventarios		X				3,8
3. Rotación de los materiales	X					
4. Importancia de los suministros	X					
5. Calidad		X				3,7
6. Rotación de los créditos pasivos	X					
Total	3	3	0	0	0	

$$\text{Eficiencia} = 3(10) + 3(8) / 6 = 9.0$$

$$\text{Deficiencia} = 10 - 9.0 = 1.0$$

### 8. Actividad Productora

Actividades	a	b	c	d	e	L
1. Programas de producción	X					
2. Tiempo productivo	X					
3. Mano de obra	X					
4. Entrega de suministros	X					
5. Capacidad productora		X				6,8
6. Utilización de los materiales				X		6,8
7. Eficiencia de la inspección	X					
8. Costos de preparación		X				3,4
9. Costos de ociosidad ó paros		X				3,5, 7
10. Gastos de fabricación		X				3,5, 8
Total	5	4	0	1	0	

$$\text{Eficiencia} = 5(10) + 4(8) + 1(4) / 10 = 8,6$$

$$\text{Deficiencia} = 10 - 8,6 = 1,4$$

### 9. Mercadeo

Actividades	a	b	c	d	e	L
1. Estabilidad de las ventas	X					
2. Tendencia de las ventas	X					
3. Costo de la distribución		X				9
4. Competencias	X					
5. Servicios al cliente	X					
6. Aceptación del producto	X					
Total	5	1	0	0	0	

$$\text{Eficiencia} = 5(10) + 1(8) / 6 = 9,6$$

$$\text{Deficiencia} = 10 - 9,4 = 0,6$$

## 10. Contabilidad y Estadística

Actividades	a	b	c	d	e	L
1. Oportunidad de la información	X					
2. Estados financieros	X					
3. Estados contables	X					
4. Impuestos		X				1,10
5. Pronósticos	X					
6. Historia del producto	X					
7. Rentabilidad de las ventas	X					
8. Rentabilidad de la empresa	X					
9. Rentabilidad de la fuerza de trabajo	X					
10. Rentabilidad de la participación pública		X				10
Total	8	2	0	0	0	

$$\text{Eficiencia} = 8(10) + 2(8) / 10 = 9.6$$

$$\text{Deficiencia} = 10 - 9.6 = 0.4$$

En la tabla 3.2 se podrá observar con mucha claridad en que áreas la empresa está fallando, por que se encontrarán las eficiencias demasiado bajas, entonces se podrá analizar que fallas tiene la empresa y se podrá después dar solución a estos problemas.

Tabla 3.2 Valores limitados y limitantes

		EFICIENCIA										CAUSAS										
	FACTOR	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	1	9.4										0.5	0.25		0.25							
B	2	9.4											0.33									0.66
C	3	6.8												0.4		0.3	0.06		0.06			0.06
D	4	8.8											0.2		0.8							
E	5	7.5											0.2	0.2		0.5						
F	6	8.0												0.18		0.09	0.27		0.45			
G	7	9.0												0.5					0.33	0.16		
H	8	8.6												0.25	0.08	0.16	0.16	0.08	0.25			
I	9	9.6																			1.0	
J	10	9.6										.33										0.66
K	Eficiencia Total (%)	86.7																				
L	Total de % de influencia											0.83	0.98	1.53	1.13	1.05	0.49	0.41	0.92	1.0	1.38	
M	% de limitación por factor											8.3	9.8	15.3	11.3	10.5	4.9	4.1	9.2	10.0	13.8	

### **C) Resultado del Diagnóstico**

Como se podrá observar en la tabla de valores limitantes los factores con mayor deficiencia son: Productos y Procesos y Medios de producción.

Las principales causas que limitan a estos factores son: Productos y Procesos, Medios de producción y Actividad productora.

Por lo que se puede observar según estos resultados del diagnóstico se tendrán que utilizar herramientas de Ingeniería Industrial referentes a las áreas de Procesos y Medios de producción y además lo referente a un buen sistema de Mantenimiento.



## D) Análisis del Proceso.

### Análisis de la Distribución de planta de la empresa:

Primero se comenzará por analizar los problemas o defectos que se encuentran en la distribución actual.

Pero antes, cabe mencionar lo siguiente y que es importante para el análisis de la distribución de planta:

1. Existen en la empresa prácticamente cinco plantas que son: planta de audio (ensamble final, baffles y circuito impreso), planta de televisión, planta de inyección, Panasert y acabados y pinturas
2. Cada uno con respectivas interrelaciones estas son: Inyección es el proveedor de pinturas ya que le da los paneles frontales tanto de estéreos como de baffles Y Televisión, pinturas y acabados es el proveedor tanto de televisión como de audio ya que les entrega paneles frontales ya pintados; así como Panasert es el proveedor tanto de audio como de televisión por lo tanto podemos observar que departamentos deben ir juntos.
3. Ahora se puede ver algunos otros edificios importantes para cada departamento: el almacén de producto terminado recibe los productos tanto de televisión como de audio, audio tiene tres almacenes perfectamente definidos que son: almacén de materiales pequeños, almacén de materiales voluminosos y por supuesto circuito impreso que también es proveedor de ensamble final, se puede decir también que el departamento de mantenimiento debe estar en una posición en la que no quede lejos de ninguna de las plantas en la empresa.
4. Es importante recalcar los baños y los vestidores que son para todo el personal operativo de la planta, estos tendrían que ubicarse en un espacio donde tampoco queden estas personas tan lejos de sus respectivas plantas.
5. También se puede ver que el área de desembarque y embarque se colocarán en posiciones donde el desembarque sea en un lugar adecuado, para trasladar los materiales a cada una de las plantas y sea la mínima distancia por supuesto, y en el embarque por supuesto cerca del almacén de producto terminado.

Estos son los defectos que se encuentran en la distribución actual de la empresa:

1. En audio, y específicamente ensamble final es el que tiene más proveedores internos que las demás plantas, lógicamente por ser el ensamble final, entonces recibe materiales de almacenes tanto de materiales voluminosos, como pequeños, recibe material de pinturas y acabados así como Panasert le entrega pista a circuito impreso, la situación actual es; pinturas y acabados se encuentra a una gran distancia de audio lo que ocasiona un gran tiempo de traslado de material, Panasert si esta cerca de audio aunque podría mejorarse.
2. También Panasert como es proveedor tanto de circuito impreso como de televisión, se encuentra cerca de circuito impreso pero de televisión si se encuentra retirado allí se perdería más tiempo por traslado de material
3. El almacén de producto terminado se encuentra al final de la planta y para trasladar el producto terminado de la planta de audio al almacén de producto terminado prácticamente tiene que cruzar toda la planta ya que se encuentran a extremos opuestos, aunque la planta de televisión se encuentra más cerca que audio del almacén también se encuentra mal ubicado ya que el producto tiene que pasar una planta que es la de pinturas y acabados para llegar a su destino
4. El departamento de mantenimiento solo es conveniente para inyección y pinturas y acabados ya que se encuentra a un costado de esas plantas pero para las demás plantas se encuentra muy lejos.
5. En cuanto a los vestidores y baños también quedan muy lejos para algunas plantas y específicamente para audio, almacén de producto terminado, almacenes de audio y Panasert; porque los operarios tienen que caminar una gran distancia para hacer uso de los baños, en cambio para inyección y televisión pues quedan excelentes porque están enfrente de sus edificios.

6. El área actual de desembarque queda muy lejos para algunas plantas aunque para algunas otras queda ideal, ya que para audio, pinturas y acabados e inyección queda bastante lejos, esto significa que tienen un tiempo bastante grande de traslado de materia prima.
7. Se podría decir que existe control de calidad en la empresa pero se puede mejorar, porque existe calidad de entrada, calidad en el proceso y calidad de salida, calidad de entrada esta perfecto porque se encuentra cerca del área de desembarque, lo que le permite inspeccionar toda la materia prima que llega a la planta, pero no existe un buen control en cuanto a la materia prima interna.

Por ejemplo de ensamble final, para lo que circuito impreso es su producto terminado para ensamble final es su materia prima ahí debería de existir un mejor control; otro caso lo que para inyección es su producto terminado para pinturas y acabados es su materia prima, ahí también debe existir un mejor control, es decir controlar también tanto el producto terminado como las materias primas internas en la empresa.

8. Un punto que sólo habría que limarlo es sobre la manipulación de materiales, en la empresa principalmente se usan patines, montacargas, grúas o polipastos y carritos de desplazamiento, son buenos pero creo que se disminuiría ese tiempo de manipulación de los materiales si se utilizarán otras opciones.
9. El cuarto de máquinas también muy importante, se encuentra al lado del departamento de recursos humanos, no se encuentra en una ubicación óptima ya que por lógica en esa área existe mucho ruido lo que afecta al departamento de recursos humanos en su trabajo, entonces sería recomendable colocarlo en un lugar más aislado.

En la tabla 3.3 podremos ver que departamentos deben ir juntos por su importancia en el proceso.

En esta tabla se podrá observar que departamentos deben ir juntos, de acuerdo con el proceso de producción de la empresa, por ejemplo el número 1 que es Panasert debe ir junto con 5 (Televisión), 7 (Circuito impreso), etc.

Enseguida se mencionarán los departamentos que se involucrarán:

1. Panasert
2. Inyección
3. Pinturas y acabados
4. Almacén de producto terminado
5. Televisión
6. Ensamble final
7. Circuito impreso
8. Mantenimiento
9. Almacén de materiales voluminosos
10. Almacén de materiales pequeños
11. Área de embarque
12. Área de desembarque
13. Baños y vestidores

Tabla 3.3 Recorrido del proceso

Desde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	TOTAL
1					I		I	I				I	I	5
2			I					I				I	I	4
3		I			I	I		I					I	5
4					I	I					I		I	4
5	I		I	I				I					I	5
6			I	I			I	I	I	I			I	7
7	I					I		I				I	I	5
8	I	I	I		I	I	I						I	7
9						I				I		I	I	4
10						I			I				I	3
11				I										1
12	I	I					I		I					4
13	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I				10
Total	5	4	5	4	5	7	5	7	4	3	1	4	10	

Como se puede observar en la tabla, 3.3 los departamentos que están mas interrelacionados con otros departamentos son el departamento de audio con el área de ensamble final, mantenimiento y el servicio de baños y vestidores.

Y ya en menor proporción los departamentos de Panasert, pinturas y acabados, televisión y audio con circuito impreso.

Entonces por lo tanto audio (ensamble final) debe tener cerca a los departamentos de Pinturas y acabados, almacén de producto terminado, almacén de materiales voluminosos y materiales pequeños, mantenimiento, los baños y vestidores y con circuito impreso; mantenimiento que prácticamente debe estar cerca de las plantas como son: inyección, acabados y pinturas, Panasert, televisión, ensamble final y circuito impreso y por último el servicio de baños y vestidores que deben encontrarse lo más cerca posible de cada uno de los departamentos.

#### **Análisis de la distribución de la planta de audio**

Primero se hará mención a los defectos que causa la distribución actual de Producción Audio:

1. Se puede decir que no existe suficiente espacio entre línea y línea, eso no permite el libre acceso tanto del movimiento de los operarios como de la manipulación de los materiales.
2. Esta cercanía entre las líneas hace que el material que se coloca en las líneas este muy amontado, es decir no existe un orden en las líneas.
3. Mencionar lo que se hacía notar en el análisis para la distribución anterior en esta área el personal operativo, tiene que recorrer grandes distancias para acudir al baño y a los vestidores.
4. Existen cuatro líneas de circuito impreso que reparten a las tres líneas de ensamble final la pista pero su almacén debería colocarse en un espacio en la cual quede a distancias simétricas de las tres líneas

5. Lo mismo pasa para los dos almacenes tanto de materiales voluminosos, como para materiales pequeños se deben colocar a distancias simétricas para disminuir tiempos de traslado, de materiales, hacia las tres líneas de ensamble.
6. La superficie que actualmente tiene Producción audio no es la suficiente para darle el correcto espacio a cada línea
7. Se debe estandarizar el proceso de producción para las tres líneas de ensamble ya que cada línea tiene diferente diseño, pero también cada línea realiza el proceso de producción de diferente forma.
8. Por lo mismo que existen espacios reducidos entre líneas, entre los pasillos se forman tráficos tanto de personas como de material en manipulación
9. Se debe destinar un espacio para almacenar el producto terminado de mecanismos ya que, el área destinada para ello, es al final de la línea aunque está muy bien ordenada, pero también quita un gran espacio indispensable para el paso tanto del material, como de la gente.
10. Otro punto importante que se debe señalar es que la banda transportadora de producto terminado que se encuentra al final de la planta, no es la adecuada, porque en tiempos de mucha demanda y producción esta banda se llena, entonces esto provoca cuellos de botella en todas las líneas, pues ya no hay espacio para colocar el producto terminado en la banda, y lo que se hace es colocar el producto en el piso consecuencia estorba el paso del personal y del material.
11. No hay espacios exclusivos para cada material en las líneas de ensamble, es decir en cuanto al material que se ocupa para las líneas de ensamble, porque se encuentran en ocasiones en el piso ó muy amontonados o revueltos unos con otros ó también en ocasiones los almacenistas traen mucho "stock".

Consecuencia mucho material almacenado en líneas, esto aumenta el costo de almacenamiento y quita un espacio tan importante para colocar u otro material o para el paso de las personas o material en proceso.

12. Se tendrá que reservar un espacio bien identificado para el área de los técnicos ya que no es posible que estén dispersos en la planta, ahora se encuentran dos espacios para esta área pero quita espacio importante para ensamble necesarios para otras actividades.
13. Como se mencionó en puntos anteriores es necesario que los almacenes queden colocados simétricamente cerca de las líneas de ensamble ya que también provoca muchos cruces en el recorrido de materiales, pero también el poco espacio que existe entre las líneas, o mejorar el sistema de manipulación de materiales.
14. Mucho desorden en las líneas, material sin identificar y materiales sin espacio reservado, consecuencia, el personal se tarda más en localizar el material por no identificarlo y reservar un lugar único para cada material.

Ahora ya que se mencionaron los defectos, la solución de esos defectos y usando la lógica, son los siguientes:

1. Para resolver el problema de falta de espacios entre líneas es necesario que la planta de audio se expanda, para tener más espacios, porque creo que la superficie con la que cuenta actualmente la planta no es suficiente de acuerdo con la capacidad con la que cuenta la planta u otra opción sería sacar algunas líneas de ahí y colocarlas en otros espacios, como la de mecanismos o circuito impreso.
2. Ya teniendo estos espacios suficientes entre las líneas, lo que se puede hacer es ordenar estas, identificando el material en las líneas, además de reservarle un espacio para cada material, es decir, cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

3. Es necesario colocar por lo menos un baño en las cercanías de la planta para resolver el problema de falta de baños en ese lugar.
4. Colocar el almacén de producto terminado de circuito impreso enfrente de las líneas de circuito y al inicio de las de ensamble pero al inicio de la línea B que es la distancia simétrica a las tres líneas.
5. Lo mismo pasa con los almacenes colocarlos al lado del almacén de producto terminado de circuito impreso, se disminuiría la distancia de movimiento de materiales, por lo tanto el tiempo, y llegarían los materiales más rápido a las líneas.
6. Para estandarizar el proceso de producción en las tres líneas, cabe mencionar que las máquinas que se ocupan en las líneas son una dobladora, una selladora de caja y una selladora de bolsa para accesorios, estas máquinas si se encuentran en la misma posición en las tres líneas, nada más cambiar a la línea, el proceso de preparación de accesorios, para que en todo momento se tengan disponibles los accesorios.

Es correcta la posición de estas máquinas en las líneas ya que por ejemplo para la selladora de caja y por la naturaleza del proceso es lógico que se encuentre al final de las líneas puesto que solamente sirve para sellar la caja con el producto, en el interior y moverlo a la banda transportadora, lo mismo pasa con la selladora de bolsa se debe colocar casi al final puesto que según el proceso se utiliza exactamente ya después de embolsar el producto y la máquina dobladora está bien ahí porque si se coloca después, el proceso por naturaleza es muy sucio entonces si se coloca después ya traería los acrílicos, por lo tanto los operarios ensuciarían los acrílicos.

Además de que después de esa estación de trabajo se realizan inspecciones audibles que es necesario que tengan el gabinete puesto que las inspectoras golpean el equipo para verificar que en el equipo no exista distorsión al golpear entonces no sería posible colocarla después, sería posible que las tres líneas realizaran el mismo proceso para cada uno de los modelos.



7. El lugar para reservar el material terminado de la línea de mecanismos es colocarla también al inicio de las líneas de ensamble ya que también es necesario que se encuentre cerca de estas líneas.
8. Para evitar congestión en la banda transportadora en ocasiones de mucha producción es necesario colocar una banda de mayor rapidez y potencia o colocar una banda automática, ahora podría beneficiar a la planta si se analiza la posibilidad de automatizar las máquinas que se utilizan en las líneas esto podría aumentar mucho la productividad.
9. Sabiendo como se encuentra el proceso en la línea, se sabe también que materiales se ocupan para cada estación de trabajo entonces se puede diseñar una cubierta o un lugar reservado y exclusivo para cada material e identificarlo para no tener que perder tiempo en buscar materiales por todas partes.
10. El área de técnicos debe ser un lugar único pero cerca de las líneas de ensamble, puede ser al inicio o al final, en realidad los productos defectuosos siempre salen de las cabinas audibles pero de cada línea entonces, es recomendable colocarlas cerca de esos lugares pero diseñarle también un espacio para que coloque tanto los productos defectuosos como los productos que ya arreglo así como su almacén de materia prima y su almacén de producto terminado.
11. Y por último ya con el reacomodo de los almacenes ya no existirán tantos cruces en el recorrido de materiales para cada línea pero se podría mejorar si se utilizarán mejores sistemas para manipular el material ya que además de que mejoraría la calidad de estos productos disminuiría el tiempo de traslado y mejoraría el recorrido de estos.

Entonces nada más como conclusión mencionar como debe ir el proceso de toda esta área, primero deben de estar tanto circuito impreso, los dos almacenes y el almacén de producto terminado de mecanismos cerca de las líneas de ensamble y en medio de las líneas colocar el área de los técnicos para reparación de equipos con sus áreas respectivas y por último colocar el área de preparación de accesorios en las líneas de ensamble.

## **Análisis del proceso de la línea de ensamble final "C"**

El proceso de producción para ensamble de estéreos se analizará de la siguiente manera:

Primero se analizará en general, es decir, por observación directa y de acuerdo al diagrama de operaciones de proceso actual; las operaciones se pueden eliminar, simplificar, recorrer o compartir con otras estaciones de trabajo.

Y en segundo lugar se utilizará el método del interrogatorio, la cual consiste en realizar preguntas con análisis crítico con el fin de encontrar un mejor proceso y como consecuencia reducir tiempos, costos y esfuerzo por parte del personal operativo y por lo tanto elevar la productividad de la línea.

Observaciones:

1. El área de preparación de soporte cassette se cambiará de lugar porque en ese lugar que se encuentra, aunque recorre una distancia corta hacia la primera estación de trabajo puede mejorarse y el lugar más óptimo es al inicio de la línea para que inmediatamente después la tome el operario de la estación de trabajo 1 y sólo lo haría con estirar su mano sin tener que moverse a otro lugar.
2. Reacomodar también el área de preparación de transformador porque los operarios realizan movimientos inadecuados para trasladar el transformador ya preparado y base preparada que les hace perder cierto tiempo.

Solución colocar el área de preparación de transformador adjunta a la de preparación de base metálica ya que son operaciones que requieren estar juntas y la posición adecuada sería, lo mismo que la anterior el operario solo estirará su mano para alcanzar un transformador ya preparado y ensamblarlo en la base metálica.

3. En cuanto al área de preparación de base metálica actualmente esa estación de trabajo requiere de tres o hasta cuatro operarios, defecto, la mesa de trabajo es muy pequeña y los operarios se encuentran muy juntos y se estorban para realizar sus respectivas operaciones. Solución diseñar una

mesa más larga y con el ancho adecuado de manera que cada operario ocupe el espacio correcto para realizar sus operaciones.

4. Otro problema es que el lugar que ocupa la banda que transporta la base metálica no es el correcto ya que para el siguiente operario, aunque también solo estira sus manos para tomar la base, no es adecuada, porque las estira demasiado lo que ocasiona fatiga en el operario y pérdida de tiempo.

Solución colocar la banda más abajo provocando con esto menos esfuerzo por parte del operario y mayor rapidez en su operación.

5. Reacomodar el área de preparación de disco compacto porque, al terminar el disco compacto el material recorre una distancia corta, pero que lo más óptimo sería, que inmediatamente que este preparado el disco compacto el siguiente operario lo tomará con sólo estirar su mano sin ningún esfuerzo.

Solución, podría ser colocar una banda transportadora que conecte estas dos estaciones de trabajo, de manera que tanto el que pone el disco compacto en la banda como el que lo toma, solo estiren su mano sin mucho esfuerzo para realizarlo, otra solución sería colocar estas dos estaciones juntas pero con los espacios adecuados para que el siguiente operario solo la tome con la mano y no tenga que recorrer cierta distancia para tomar el material.

6. Y como última observación el área de preparación de accesorios será también reacomodada porque como está actualmente, es accidental y provoca muchos problemas de pérdida de accesorios y material, además de que el material recorre una gran distancia para llegar a la siguiente estación, lo mejor es colocar esa estación cerca de la estación donde envuelven el equipo que es donde requieren inmediatamente de los accesorios, ganando con esto tiempo y esfuerzo porque los dos operarios sólo tendrán que estirar sus manos para adquirir o dejar el material según sea el caso.

Siguiente paso analizar cada estación de trabajo con análisis crítico para que en el siguiente capítulo se tengan las soluciones que más se acerquen a lo correcto para cada estación de trabajo.

En general el defecto que más se nota es desorganización en los materiales y falta de un buen estudio de movimientos, por lo que se notará que una y otra vez se repetirá este defecto en cada una de las estaciones de trabajo.

1. En esta sección que es el área de preparación de soportes cassettes, los defectos que se encontraron son que el material se encuentra revuelto y desorganizado la mesa de trabajo es pequeña para dos operarios que efectúan la misma operación y su proceso de operación está desorganizado, utilizar guantes porque el proceso es sucio, colocar los materiales en lugares adecuados ya que los operarios realizan bastantes giros y recorridos para adquirir los materiales.
2. Las botoneras colocadas desordenadas, consecuencia, el operario realizaba muchos movimientos innecesarios, la tarima de panel no se colocaba lo bastante cerca del operario para que sólo estirará su mano sino que tenía que moverse de su lugar para tomar el material.
3. En esta estación se podría decir que pasa lo mismo que las otras 2 estaciones que ocupan pista, están colocadas mal porque los operarios realizan movimientos con desplazamiento para tomar la pista y cada uno de los materiales que utilizan, se encuentran desordenados.
4. En la colocación del mecanismo deck, el principal defecto es que también se coloca mal este material puesto que el operario realiza movimientos con desplazamiento para tomar el mecanismo.
5. Este es un defecto muy importante y que refleja por el diagnóstico que se realizó, en todas las líneas se necesita un buen programa de mantenimiento al equipo, ya que con mucha frecuencia los desatornilladores tienen fallas, provoca paros y demoras en las líneas.

6. En las siguientes tres estaciones de trabajo que es colocación de pista-panel se tiene que realizar una buena organización de las operaciones de cada operario, porque se nota que existe una gran diferencia en los tiempos de cada operario.
7. Ya en el análisis de balanceo de líneas se mostrará el número de operarios correcto para la línea pero por simple observación y análisis se aprecia que en la estación que revisan las botonerías, sería más eficiente si se le colocará otro operario ya que realiza diferentes actividades.

Aunque cabe mencionar que en esta primera parte de la línea los cuellos de botella generalmente son en la estación de colocación de mecanismo y la última parte en que colocan la pista-panel.

8. En el área de preparación de base, ya se mencionaron los ajustes pero cabe mencionar también que es importante realizar un correcto y adecuado estudio de movimientos porque los materiales no están colocados adecuadamente porque la mayoría de los operarios de esta sección realizan movimientos innecesarios.
9. En la estación de trabajo que se ensambla panel con base metálica, es importante decir que, el defecto es que al colocar la base al panel, como es más pesada la base metálica, se cae si no se detiene con la mano, entonces un punto importante es que se tiene que diseñar una plantilla que detenga este ensamble después de colocar la base al panel.
10. En las siguientes dos estaciones de trabajo lo que se ha mencionado antes con más frecuencia, colocar adecuadamente los materiales para lograr un buen orden en los materiales de los operarios.
11. El siguiente defecto que se encuentra es en las inspecciones auditivas organizar las actividades de cada una de las inspectoras ya que la mala organización de dichas actividades provoca cuellos de botella en cualquiera de ellas.

12. El principal problema es que los dos operarios en el ensamble de gabinete realizan desplazamientos pero esto es provocado por el tipo de máquina que utilizan ya que es manual y por lógica los mismos operarios tienen que alimentar manualmente a la máquina lo que provoca que salgan de sus áreas de trabajo y después vuelvan para realizar sus actividades de proceso.
13. En la colocación de acrílicos y tapa cassette el inconveniente aquí es que se tienen diferentes actividades de un sólo operario provocando frecuentemente cuellos de botella, es recomendable colocar otro operario pero eso no los dirá el análisis de balanceo de líneas.
14. Lo mismo pasa para la colocación de etiqueta P.O.P. y las patas al equipo puesto que se tardan mucho en cada una de sus actividades provocando paros en la línea.
15. En la preparación de póliza y colocación de número de serie pasa lo mismo que el punto anterior organizar bien las actividades de este operario pues realiza bastantes.
16. En la estación de trabajo en que envuelven el equipo sería factible diseñar una buena plantilla tanto para tomar el polietileno como para envolver el equipo puesto que el operario realiza muchos movimientos con esfuerzo, además que necesita mucha fuerza pues tiene que cargar el equipo.
17. En el área de preparación de caja es conveniente analizarlo bien ya que existen varios defectos tanto de mantenimiento del equipo como de proceso; porque este proceso lo hace un sólo operario y si observamos como realiza su proceso tiene que realizar diferentes desplazamientos para realizarlo, además de que los materiales están mal colocados.
18. Y por último en el área de empaque se deben colocar ordenadamente los materiales que utilizan porque los operarios realizan demasiados esfuerzos para realizar sus procesos, además de que al trasladar el producto terminado a la banda transportadora tienen que cargar y trasladar la caja por lo menos dos pasos para llegar a la banda.

### **Análisis del recorrido de materiales:**

Se mostrarán los defectos que tiene el sistema actual de recorrido de materiales y los problemas que ocasiona este sistema o esta ruta.

Cómo se mencionó en los análisis tanto de la distribución de planta de Audio como de la planta total es recomendable acercar más los almacenes a las líneas para no tener el problema de que los materiales recorran grandes distancias provocando, daño a los materiales y un tiempo grande de desplazamiento hacia las líneas.

### **Observaciones:**

1. Debido a que las líneas se encuentran con espacios muy reducidos se provoca un tráfico de materiales en las líneas hasta el punto que ni el personal puede pasar entre los pasillos.
2. Se observa también que existen muchos cruces en el recorrido debido a que cada almacén distribuye diferentes materiales a la línea y no sólo uno, como algo ideal.
3. Se realizan desplazamientos largos provocando muchas veces demoras en la entrega de los materiales.
4. El equipo que se utiliza para transportar los materiales es correcto pero se podría mejorar bastante, sabiendo que los almacenes reparten diferentes materiales a las líneas si se utiliza un sistema automático.
5. También existe un problema porque también se baja material del almacén de arriba, entonces se tiene asignado un operario específicamente para bajar material en toda la jornada de trabajo, sería más factible analizar una mejor alternativa para bajar esos materiales a las líneas.
6. Reservar en las líneas un lugar para cada material y cada material en su lugar porque los almacenistas entregan los materiales pero los colocan en algún espacio libre que encuentran y creo eso no sería correcto.

7. Existen muchas curvas en los desplazamientos de materiales, provocando mayor tiempo de desplazamiento y tendencia a dañar el material, es recomendable realizar movimientos rectos y en menor distancia.

#### **Análisis del Diagrama de Flujo de proceso para el ensamble de pista-panel:**

##### **Observaciones:**

1. La inspección en el paso 2 se puede suprimir si en lugar de inspeccionarla en la línea, ya se revisa en el almacén de producto terminado de circuito impreso, debido a que ocasiona pérdida de tiempo al inspeccionarla como se realiza actualmente.
2. Tomando las consideraciones de acercar el almacén de producto terminado de circuito impreso a las líneas de ensamble, el traslado se realizará en un tiempo y distancia más corta.
3. También, si ya se reservan los espacios adecuados para la pista en las líneas, al entregar la pista a las líneas no se tendrán que colocar desordenadas o en cualquier lugar permitiendo la obstrucción de los pasillos.
4. Además de que inmediatamente que se entregue la pista se debe colocar la caja de pista a un lado del operario correspondiente para que este ya no tenga que moverse para tomar su material.
5. Es recomendable realizar una operación que es la de ensamble de mecanismo deck antes del ensamble de la pista de panel, con esto permite un ensamble más fluido de la pista.
6. Los dos transportes que se encuentran entre el ensamble de la pista panel no se encuentran muy lejos ya que sólo es el transporte de una estación a otra, es decir que cuando el operario le llega la pista, las estaciones de trabajo tienen un tope, entonces para el material para que el operario realice su operación y después pisa el tope para liberar el material y pasar a la siguiente estación de trabajo entonces no recorre mucha distancia.



**FALTA  
PAGINA**

**120**

*CAPITULO IV*

*"PROPUESTA PARA EL INCREMENTO  
DE LA PRODUCTIVIDAD"*

En el presente capítulo se observarán las propuestas de solución de recorrido de materiales, diagramas de procesos así como también la distribución de planta (ver paginas 177 y 178) y el programa de mantenimiento.

Después de hacer mención acerca de la situación actual de la empresa, enseguida se mostrarán las propuestas de solución a los problemas encontrados a la empresa; primeramente se empezará por el balanceo de línea, que a continuación se muestra en las tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4:

#### Valores tomados en cuenta para la obtención del Tiempo Estándar

Habilidad.....	B1	+0.11
Esfuerzo.....	E1	-0.04
Condiciones.....	D	0.00
Consistencia.....	E	-0.02
		<hr/>
		0.05

Factor de actuación.....	1.05
Porcentaje.....	105

El factor de tolerancia se obtuvo de datos estándares encontrados en el libro "Ingeniería Industrial, estudio de métodos, tiempos y movimientos" de Niebel Benjamín, Novena edición, Año 2000, paginas, 454 y 455

Allí se encontró que para ensamble en banco la tolerancia total aplicada es de 13%, por lo que el factor de tolerancia es el siguiente:

$$\text{Factor de tolerancia} = 100\% / (100\% - 13\%) = 1.149$$

Ahora para obtener el tiempo estándar, se utilizará la expresión siguiente:

$$\text{Tiempo estándar} = (\text{tiempo real})(\text{factor de actuación})(\text{factor de tolerancia})$$

Estos valores se aplicarán en la "Propuesta para el incremento de la Productividad" para la obtención de la tabla 4.1 cálculo del tiempo estándar.

Tabla 4.1 CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR

Número de Actividad	Prom. T.O. (seg)	Factor de Nivelación (%)	Tolerancia (%)	Tiempo estándar (seg)	Tiempo estándar (min)
1	19.56	1.05	13	23.60	0.39
2	26.00	1.05	13	31.37	0.53
3	24.76	1.05	13	29.87	0.50
4	23.85	1.05	13	28.77	0.48
5	26.87	1.05	13	32.41	0.54
6	31.10	1.05	13	37.52	0.63
7	30.05	1.05	13	36.25	0.60
8	26.80	1.05	13	32.33	0.54
9	29.45	1.05	13	35.53	0.59
10	33.41	1.05	13	40.30	0.67
11	23.33	1.05	13	28.15	0.47
12	27.72	1.05	13	33.44	0.56
13	29.86	1.05	13	36.02	0.60
14	23.69	1.05	13	28.60	0.48
15	26.50	1.05	13	32.0	0.53
16	21.12	1.05	13	25.48	0.42
17	24.73	1.05	13	29.84	0.50
18	24.06	1.05	13	29.03	0.48
19	33.94	1.05	13	40.95	0.68
20	24.01	1.05	13	28.97	0.48
21	28.83	1.05	13	34.78	0.58
22	24.38	1.05	13	29.41	0.49
23	28.74	1.05	13	34.67	0.58
24	27.30	1.05	13	32.94	0.55
25	31.84	1.05	13	38.41	0.64
26	26.42	1.05	13	31.87	0.53
27	22.68	1.05	13	27.36	0.46
28	28.90	1.05	13	34.87	0.58
29	25.26	1.05	13	30.47	0.51
30	23.34	1.05	13	28.16	0.47
31	21.18	1.05	13	25.55	0.43
32	19.54	1.05	13	23.57	0.39

33	22.14	1.05	13	26.71	0.45
34	29.54	1.05	13	35.64	0.59
35	22.32	1.05	13	26.93	0.45
36	21.40	1.05	13	25.82	0.43
37	22.79	1.05	13	27.49	0.46

## A. Balanceo de Líneas

Con los tiempos tomados de la línea de ensamble (páginas 75 y 76) y los tiempos estándares de la tabla 4.1, se concentra la tabla 4.2 que sigue a continuación, en la que se obtendrá el número adecuado de operarios que debe tener la línea.

Tabla 4.2 Balanceo de líneas

Actividad	Tiempo Estándar (min.)	Tiempo est./tiempo de operación est.	No. Operación real	Tiempo real/tiempo requerido	No. Operación real	Tiempo real/ No. Operación real	Tiempo de Obtención de un Producto real	Tiempo real (min.)
1	0.39	0.65	1	0.55	1	0.55		0.33
2	0.53	0.88	1	0.72	1	0.72		0.43
3	0.50	0.83	1	0.68	1	0.68		0.41
4	0.48	0.80	1	0.67	1	0.67		0.40
5	0.54	0.90	1	0.75	1	0.75		0.45
6	0.63	1.05	1	0.87	1	0.87		0.52
7	0.60	1.00	1	0.83	1	0.83		0.50
8	0.54	0.90	1	0.75	1	0.75		0.45
9	0.59	0.98	1	0.82	1	0.82		0.49
10	0.67	1.12	1	0.93	1	0.93		0.56
11	0.47	0.78	1	0.65	1	0.65		0.39
12	0.56	0.93	1	0.77	1	0.77		0.46
13	0.60	1.00	1	0.83	1	0.83		0.50
14	0.48	0.80	1	0.67	1	0.67		0.40
15	0.53	0.88	1	0.73	1	0.73		0.44
16	0.42	0.70	1	0.58	1	0.58		0.35
17	0.50	0.83	1	0.68	1	0.68		0.41
18	0.48	0.80	1	0.67	1	0.67		0.40
19	0.68	1.13	1	0.95	1	0.95		0.57
20	0.48	0.80	1	0.67	1	0.67		0.40
21	0.58	0.97	1	0.80	1	0.80		0.48
22	0.49	0.82	1	0.67	1	0.67		0.40
23	0.58	0.97	1	0.80	1	0.80		0.48

24	0.55	0.92	1	0.77	1	0.77	0.46
25	0.64	1.07	1	0.88	1	0.88	0.53
26	0.53	0.88	1	0.73	1	0.73	0.44
27	0.46	0.77	1	0.63	1	0.63	0.38
28	0.58	0.97	1	0.80	1	0.80	0.48
29	0.51	0.85	1	0.70	1	0.70	0.42
30	0.47	0.78	1	0.65	1	0.65	0.39
31	0.43	0.72	1	0.58	1	0.58	0.35
32	0.39	0.65	1	0.55	1	0.55	0.33
33	0.45	0.75	1	0.62	1	0.62	0.37
34	0.59	0.98	1	0.82	1	0.82	0.49
35	0.45	0.75	1	0.62	1	0.62	0.37
36	0.43	0.72	1	0.60	1	0.60	0.36
37	0.46	0.77	1	0.63	1	0.63	0.38
	19.26		37		37		15.97

Una jornada de trabajo de 510 minutos se necesita fabricar diariamente 1000 equipos diarios:

510 minutos  
850 piezas

Que es igual al tiempo en que se elabora una pieza es:

0.6 min/pieza

Por lo tanto como se puede observar en el balanceo de líneas para cada estación de trabajo se necesita 1 operario, con esos tiempos se puede lograr una producción de 850 equipos en una jornada de 510 minutos.

Con una velocidad de producción de 850 equipos/510 minutos, es igual a, 1.67 equipos/minuto, para una jornada normal de 510 minutos se estarán obteniendo 850 equipos diarios, también por hora se estarán obteniendo 100 equipos.

Utilizando el método del operario más lento (ver tabla 4.3) el balanceo de línea sería el siguiente:

**Tabla 4.3 Balanceo de líneas mediante el método del operario más lento**

Actividad	Tiempo Estándar	Tiempo de espera basado en el operario más lento	No. de minutos estándares permitidos
1	0.39	0.29	0.68
2	0.53	0.15	0.68
3	0.50	0.18	0.68
4	0.48	0.20	0.68
5	0.54	0.14	0.68
6	0.63	0.05	0.68
7	0.60	0.08	0.68
8	0.54	0.14	0.68
9	0.59	0.09	0.68
10	0.67	0.01	0.68
11	0.47	0.21	0.68
12	0.56	0.12	0.68
13	0.60	0.08	0.68
14	0.48	0.20	0.68
15	0.53	0.15	0.68
16	0.42	0.26	0.68
17	0.50	0.18	0.68
18	0.48	0.20	0.68
19	0.68	-----	0.68
20	0.48	0.20	0.68
21	0.58	0.10	0.68
22	0.49	0.19	0.68
23	0.58	0.10	0.68
24	0.55	0.13	0.68
25	0.64	0.04	0.68
26	0.53	0.15	0.68
27	0.46	0.22	0.68
28	0.58	0.10	0.68
29	0.51	0.17	0.68



30	0.47	0.21	0.68
31	0.43	0.25	0.68
32	0.39	0.29	0.68
33	0.45	0.23	0.68
34	0.59	0.09	0.68
35	0.45	0.23	0.68
36	0.43	0.25	0.68
37	0.46	0.22	0.68
	19.26		25.16

La eficiencia del balanceo de está línea es:

$$E = (19.26/25.16) \times 100 = 76.55\%$$

Ahora para saber el número de operarios que requiere está línea es la siguiente:  $N = R \times \Sigma M.E.A.$

Donde:

R = Tasa de producción deseada

N = Número de operarios que se necesitan en la línea

$\Sigma M.E.A.$  = Número de minutos estándares asignados por operación

Entonces para la línea que actualmente tiene una capacidad de producción de 700 equipos en una jornada de trabajo de 510 minutos y no se cumple con el plan de producción, se requerirá que se produzcan 850 equipos en el mismo lapso de tiempo es decir, de 510 minutos, esto es:

$$N = (850/510)(19.26/E)$$

$$N = 32.10/E$$

Si requerimos una eficiencia cercana al 100%, ya que es irreal encontrar una línea perfectamente balanceada y que trabaje al 100%, por lo tanto escogeremos una eficiencia del 95%, entonces el número de operarios es:

$$N = 32,10/0.95 = 33.79$$

Puesto que es imposible tener 79 décimos de operario, se utilizarán 34 operarios.

Ahora como se requieren 850 unidades en una jornada de trabajo de 510 minutos, es decir es necesario producir una unidad al día en  $510/850 = 0.60$  minutos, para obtener el número de trabajadores a utilizar en cada una de las actividades (ver tabla 4.4) será necesario dividir el número de minutos estándares de cada actividad entre el número de minutos en que es necesario hacer una pieza, esto es:

Tabla 4.4 Obtención del número de trabajadores para cada estación de trabajo.

Operación	Minutos estándares	Minutos estándares Minutos / unidad	Número de operarios
1	0.39	0.65	1
2	0.53	0.88	1
3	0.50	0.84	1
4	0.48	0.80	1
5	0.54	0.90	1
6	0.63	1.05	1
7	0.60	1.00	1
8	0.54	0.90	1
9	0.59	0.98	1
10	0.67	1.12	1
11	0.47	0.78	1
12	0.56	0.93	1
13	0.60	1.00	1
14	0.48	0.80	1
15	0.53	0.88	1
16	0.42	0.70	1
17	0.50	0.83	1
18	0.48	0.80	1
19	0.68	1.13	1
20	0.48	0.80	1
21	0.58	0.97	1
22	0.49	0.82	1
23	0.58	0.97	1

24	0.55	0.92	1
25	0.64	1.07	1
26	0.53	0.88	1
27	0.46	0.77	1
28	0.58	0.97	1
29	0.51	0.85	1
30	0.47	0.78	1
31	0.43	0.72	1
32	0.39	0.65	1
33	0.45	0.75	1
34	0.59	0.98	1
35	0.45	0.75	1
36	0.43	0.72	1
37	0.46	0.77	1
Total	19.26		37

Como para determinar la operación más lenta, se tendrá que dividir los minutos estándares para cada actividad entre el número estimado de operarios, pero cómo para cada actividad sólo se requerirá un sólo operario entonces podemos ver que la operación más lenta es la operación 19 con 0.68 minutos y es la que determina la producción de la línea.

En este caso será:

$(1 \text{ operario})(60 \text{ minutos})/0.68 \text{ minutos estándares} = 88 \text{ unidades por hora, o sea, } 748 \text{ unidades por día.}$

Esto significa que, para la operación 19 sólo se necesita un operario multiplicado por 60 para convertirlo a segundos y dividiéndolo entre el tiempo estándar de esa operación nos da como resultado 748 unidades que fabricará este operario por día.

Pero la operación 19 es la operación de colocar tapa posterior sobre las ranuras de la base metálica y después atornillarla. Pero cabe mencionar que en el diagrama de operaciones propuesto se analizó las actividades que tenían

tanto los tiempos más altos, es decir las que marcan la velocidad de la línea, como las actividades que tenían los tiempos más bajos es decir los operarios más rápidos y con mayor habilidad en la línea.

Entonces lo que se hizo fue tratar de balancear la línea asignando más actividades a los trabajadores más rápidos y quitándoles actividades a los trabajadores más lentos con esto se logrará un equilibrio en tiempos en cada actividad de la línea.

Pero a pesar de que es el operario más lento produciendo 748 en la jornada de trabajo de 510 minutos, se puede señalar que en la empresa casi siempre existe tiempo extra por lo que sí se requiere producir 850 ó 900 unidades esta se lograrán en un tiempo después de los 510 minutos exactamente de:  $850/88 = 9.65$  horas ó  $900/88 = 10.22$  horas lo que significaría un tiempo extra de: 1.15 horas para producir 850 unidades y de 1.72 horas para producir 900 unidades, que en minutos serían 69 minutos para lograr 850 unidades y de 103.2 minutos para lograr 900 unidades.

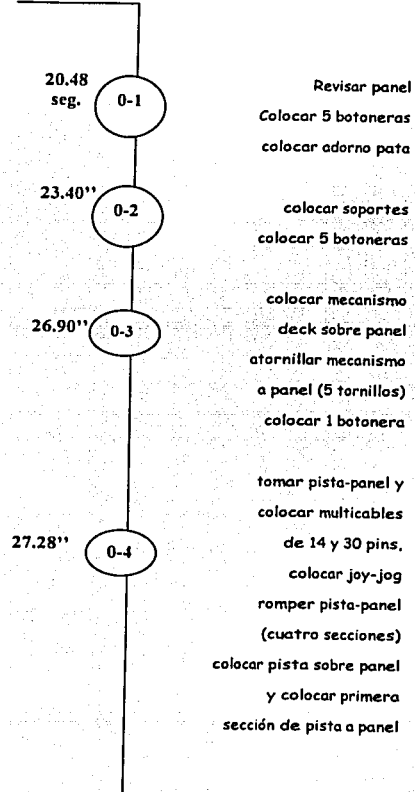
Sin embargo aplicando una holgura a este tiempo se requerirá dos horas de tiempo extra para lograr 900 unidades por día y de 1.5 horas para lograr 850 unidades por día.

**B) Diagrama de Proceso Propuesto:**

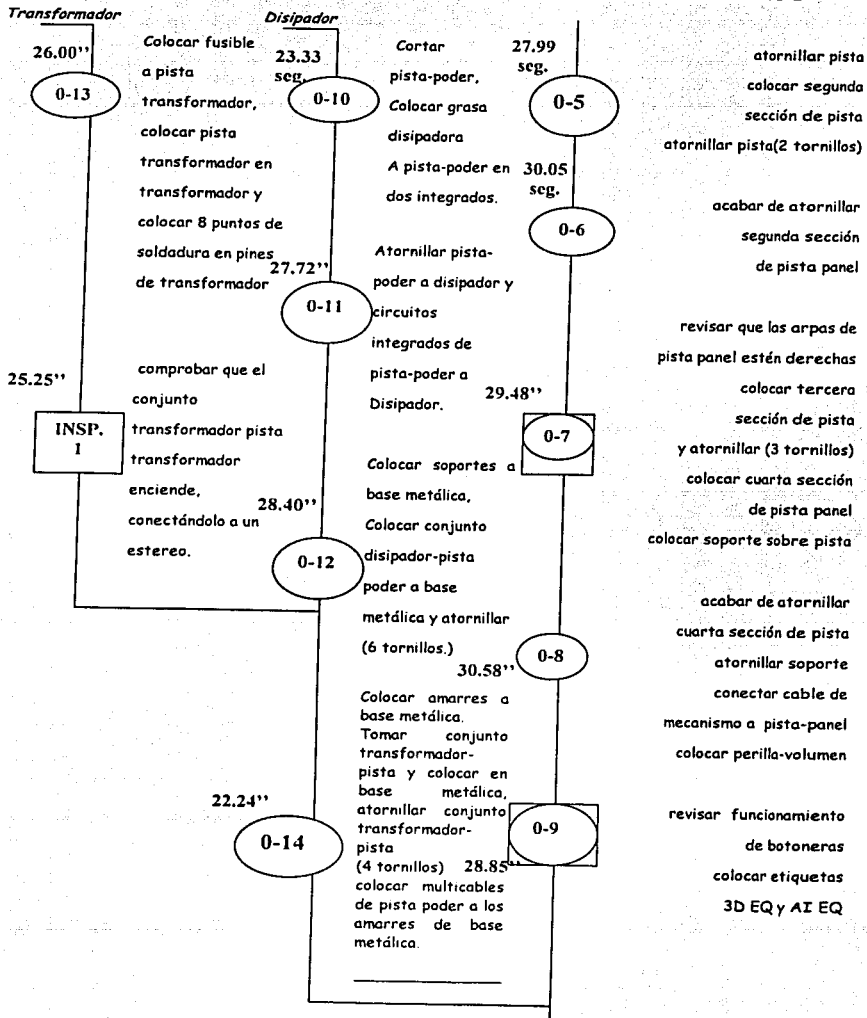
**Diagrama de Operaciones de Proceso**

**Fabricación de estereos Modelo: SA-HM-895 Método Propuesto  
Trazado por: Clemente Abad**

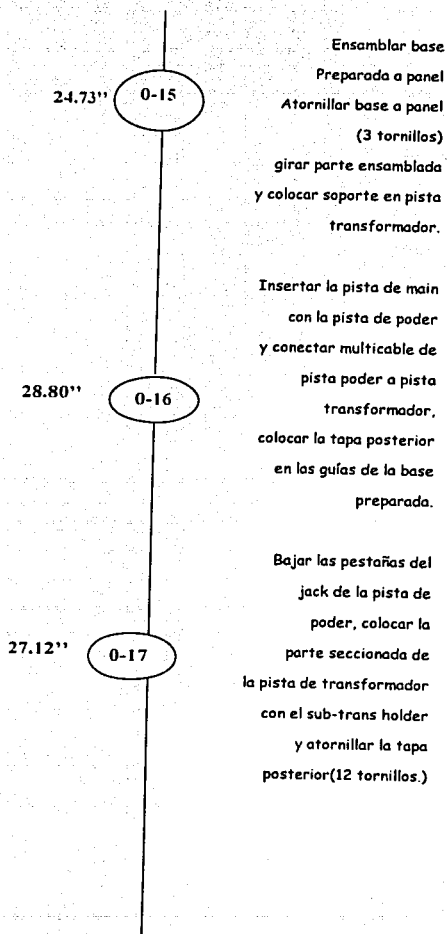
**Panel Frontal SA-HM895**



## CONTINUACIÓN DEL DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO



## CONTINUACIÓN DEL DIAGRAMA DE PROCESO





### CONTINUACIÓN 3

24.38''

0-18

Montar la unidad de cd preparada entre el panel y la tapa posterior conectar multicable y la unidad de cd a la pista panel; atornillar la unidad de cd a la tapa posterior y voltear el equipo para verificar objetos extraños.

28.74''

INSP.  
2

Conectar las puntas de Inspección al equipo encender el equipo y abrir las caseteras verificar el reloj en el equipo, insertar el cassette de wow en el equipo y verificar la velocidad de la cinta que oscile entre 2.950 y 3.050 KHz además verificar en el osciloscopio la existencia de los dos canales, realizar lo mismo con la otra casetera, apaga el equipo y desconecta las puntas de inspección.

## CONTINUACIÓN 4

27.30'' INSP.  
3

conectar las puntas de  
inspección al equipo  
encender el equipo  
abrir charola de cd  
colocar cd de prueba  
verificar funcionamiento  
de cd, de tener tanto  
AM como FM y auxiliares  
Apagar equipo y desconectar  
Puntas de inspección.

29.61'' 0-19

tomar el gabinete de la  
máquina dobladora  
y verificar que el gabinete  
no este rayado o mal  
doblado, colocar el gabinete  
en el equipo y atornillarlo a la  
tapa posterior(6 tornillos.)

28.27'' 0-20

colocar la lámina de  
gabinete en la máquina  
dobladora y oprimir los  
botones del interruptor  
de la máquina atornilla  
las partes laterales del  
gabinete (17 tornillos.)

## CONTINUACIÓN 5

### INSTRUCTIVO

22.10"

0-25

Tomar una bolsa de instructivo e introducir una hoja de instructivo, Colocar dos pilas en la bolsa, antena AM, FM, cable de conexión del equipo, control remoto  
Sellar la bolsa con la máquina y colocar la bolsa en una caja.

22.68"

0-21

Tomar un par de tapas cassette colocar reflectores en tapas en sus lados respectivos colocar las tapas en los soportes, tomar el acrílico display y revisar que no este rayado, colocar emblema en acrílico, echarle aire con la pistola de aire para limpiarlo de impurezas colocarlo sobre el display del equipo.

28.90"

Insp.  
4

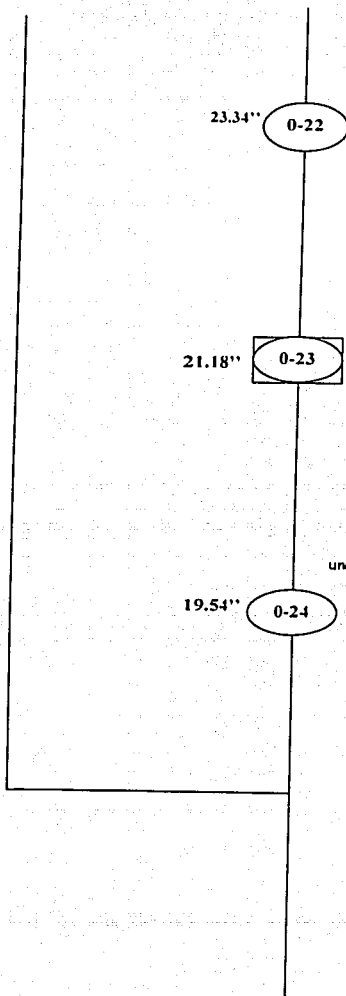
conectar las puntas de inspección, encender el equipo y abrir caseteras, colocar cassette de TPS y verificar el TPS en cada casetera además verificar el corte de auxiliares y el corte de audio (audifonos), apagar equipo y desconectar puntas de inspección

25.26"

Insp.  
5

conectar puntas de inspección a equipo, encender el equipo y abrir caseteras, verificar la grabación de cassette a cassette, de radio a cassette y de cd a cassette, verificar la existencia de dos canales apagar equipo y desconectar puntas de inspección.

## CONTINUACIÓN 6



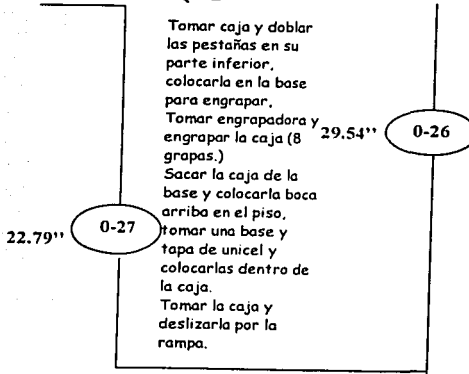
tomar etiquetas P.O.P.  
y colocar sobre acrílicos  
de tapas cassettes, colocar  
acrílicos a tapas cassettes,  
inclinarse el equipo para  
colocar 4 patas al equipo,  
pero previamente rociar aire  
al equipo con la pistola, bajar  
el equipo a su posición.

Colocar aflojatado en el equipo  
Limpiar el equipo con el trapo  
revisando su apariencia que  
el equipo no se encuentre  
rayado o maltratado.

tomar una hoja de póliza  
y doblarla a la mitad, tomar  
una hoja directorio e introducirlas  
en una bolsa para póliza  
tomar el rollo de número de  
serie y cortar tres números  
uno pegarlo en la póliza,  
voltear el equipo y otro número  
pegarlo en la tapa posterior  
del equipo y el tercero  
introducirlo en la bolsa  
de póliza sin despegarlo.

CONTINUACIÓN 7

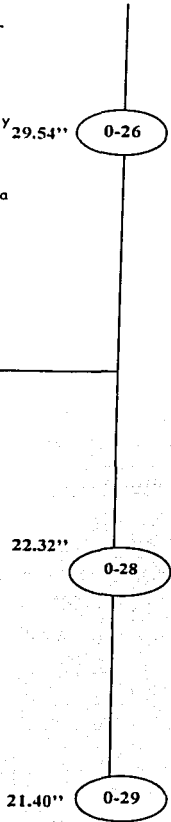
CAJA DE EMPAQUE



Tomar caja y doblar las pestañas en su parte inferior, colocarla en la base para engrapar, Tomar engrapadora y engrapar la caja (8 grapas.) Sacar la caja de la base y colocarla boca arriba en el piso, tomar una base y tapa de unicel y colocarlas dentro de la caja. Tomar la caja y deslizarla por la rampa.

tomar una hoja de polietileno y colocarla en la mesa de trabajo después tomar el equipo y colocarlo sobre el polietileno, envolver el equipo con el polietileno, pegando con cintas de diurex, después se toma una bolsa de instructivo y se coloca sobre el equipo, lo mismo la bolsa de póliza preparada y se coloca el equipo en la banda transportadora.

Evento	Numero	Tiempo
Operaciones	29	740.50 segundos
Inspecciones	8	Jornada



tomar caja de empaque de la rampa y tomar equipo e introducirlo a la caja sobre la base, y después colocar base de unicel, tomar numero de serie y pegarlo a un costado de la caja.

Tomar póliza y pegar a un costado de la caja, colocar el sello entre la caja y los accesorios, después cerrar pestañas de la caja y en la máquina selladora pegar la caja.

TESIS CON FALSA DE ORIGEN

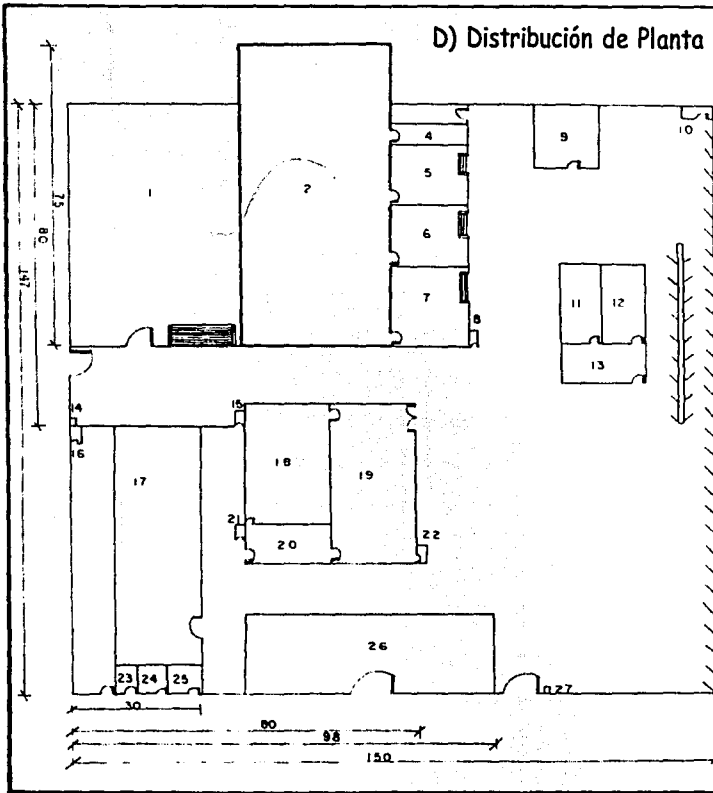
**C) Diagrama de Flujo de proceso**

**Operación: Ensamble de pistas electrónicas**

Página 1 de 1		Método Propuesto		Fecha 25 de Junio			
Ubicación		Estado de México		Por: Clemente Abad			
Resumen	Operación	Operación crear un registro	Operación agregar información	Transporte	Almacenamiento	Retardo	Insp.
Cant. Total	5	0	0	1	0	1	0
Dist. Total				10 metros			
Tiempo Total	2.4 min	0 min	0 min	7 min	0 min	5 min	0
Evento	Símbolo de evento	Tiempo (min.)	Dist. (metros)	Recomendación de Método			
Pedir pista a Almacén.	○ ⇒ ▽ D □	5	7				
Mover la pista en el lugar que le corresponde a cada Operario.	○ ⇒ ▽ D □	7	10	Inmediatamente después de que se reciba la pista se trasladará a los lugares asignados para cada operario.			
Tomar pista y colocar 2 elementos, romper pista y colocar sobre panel	○ ⇒ ▽ D □	0.45					
Tomar pista y colocar sobre panel: en posición correcta y atornillarla	○ ⇒ ▽ D □	0.46					
Colocar pista-panel y Atornillar pista-panel	○ ⇒ ▽ D □	0.5					
Colocar tercera y cuarta sección de pista-panel y atornillar	○ ⇒ ▽ D □	0.49					
Colocar soporte en pista y acabar de atornillar tercera y cuarta secc.	○ ⇒ ▽ D □	0.5					

# D) Distribución de Planta Propuesto

SIMBOLOGIA

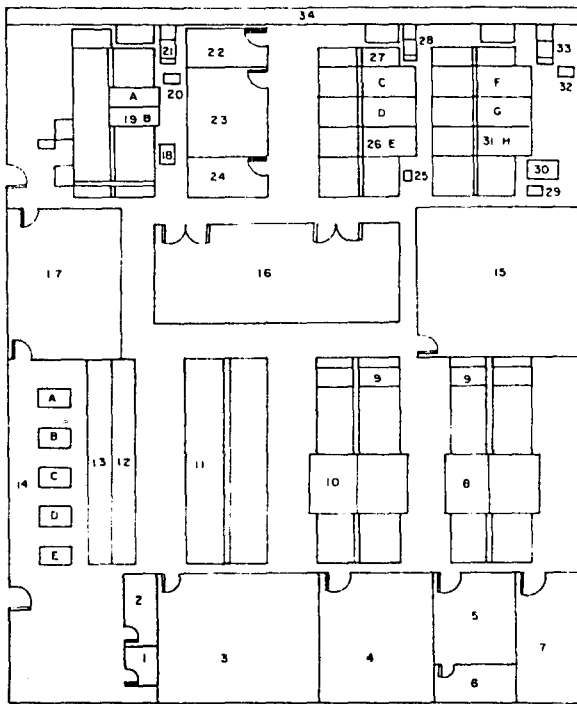


- 1-ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO
- 2-AUDIO
- 3-W.C.H
- 4-W.C.M
- 5-ALMACEN DE MATERIAL GRANDE
- 6-MANTENIMIENTO
- 7-PANASER
- 8-W.C
- 9-RECURSOS HUMANOS
- 10-CUARTO DE MANTENIMIENTO
- 11-VESTIDORES DE HOMBRES.
- 12-VESTIDORES DE MUJERES
- 13-RECLUTAMIENTO DE PERSONAL
- 14-CASETA No.2
- 15-W.C
- 16-W.C
- 17-TELEVISION
- 18-PINTURAS Y ACABADOS
- 19-INYECCION
- 20-MANTENIMIENTO
- 21-W.C.
- 22-W.C
- 23-OFICINA DE TELEVISION
- 24-OFICINA DE TELEVISION
- 25-COMPRAS
- 26-ALMACEN DE TELEVISION
- 27-CABINA No.1

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	
PROPUESTO	
CLEMENTE ABAD SUAREZ	
ESC 1:1000	ACOT: M/15/07/01 600

# D1) Distribución de Planta Propuesto de Ensamble Final

## SIMBOLOGIA



- 1-ALMACEN DE MATERIAL INDUSTRIAL
- 2-ALMACEN DE MATERIAL INDUSTRIAL
- 3-OFICINA DE PRODUCCION AUDIO
- 4-OFFICINA DE CONTROL DE CALIDAD
- 5-ALMACEN DE CIRCUITO IMPRESO
- 6-TALLER DE MANTENIMIENTO
- 7-ALMACEN DE CIRCUITO IMPRESO
- 8-MAQUINA DE SOLDAR
- 9-MAQUINA DE INSPECCION A y B
- 10-MAQUINA DE SOLDAR
- 11-INSPECCION
- 12-INSERCCION
- 13-MECANISMOS
- 14-INSPECCION A,B,C,D y E
- 15-ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO DE CIRCUITO IMPRESO
- 16-ALMACEN DE MATERIA PRIMA DE ENSAMBLE FINAL
- 17-ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO DE MECANISMOS
- 18-MAQUINA DOBLADORA
- 19-CABINAS AUDIBLES A y B
- 20-SELLADORA DE ACCESORIOS
- 21-SELLADORA
- 22-ALMACEN DE PRODUCTO CONFORME
- 23-AREA DE TECNICOS
- 24-ALMACEN DE PRODUCTO NO CONFORME
- 25-MAQUINA DOBLADORA
- 26-CABINAS AUDIBLES C, D y E
- 27-SELLADORA DE ACCESORIOS
- 28-SELLADORA
- 29-PANAROB
- 30-MAQUINA DOBLADORA
- 31-CABINAS AUDIBLES F, G, H
- 32-SELLADO DE ACCESORIOS
- 33-SELLADORA
- 34-BANDA TRANSPORTADORA DE PRODUCTO TERMINADO

DISTRIBUCION DE PLANTA DE PRODUCCION			
AUDIO DIAGRAMA PROPUESTO			
CLEMENTE A BAD SUAREZ			
ESC MOR : 250	ESC VER : 400	ACOT M   15/07/01	SSV



### E) Programa de Mantenimiento.

En el siguiente apartado, se mostrará una adecuada programación de mantenimiento, ya que como observamos en el diagnóstico industrial una de las fallas en la empresa fue el mantenimiento con esto se logrará un seguimiento de las máquinas o equipos descompuestos así como su frecuencia de avería.

**Máquinas y equipos a considerar ordenados por frecuencia de avería.**

Equipo	Frecuencia
1. Desatornilladores (17)	Diario
2. Engrapadora (1)	Cada 2 días
3. Dobladora (1)	Cada una o dos semanas
4. Banda Transportadora (5)	Cada semana
5. Cautín (1)	Cada mes
6. Máquina selladora de caja (1)	Cada 3 meses
7. Osciloscopio (4)	Cada 6 meses
8. Amperímetro (4)	Cada año
9. Pistola de aire (2)	*****
10. Máquina selladora de accesorios (1)	*****

(\*) El número dentro del paréntesis representa el número total de máquinas o equipos de cada apartado por línea de ensamble.

#### Problemas que presentan las máquinas o equipos.

##### 1. Desatornilladores

**Problema:** No atornillan con mucha fuerza o simplemente ya no funcionan.

##### 2. Engrapadoras

**Problema:** No engrapan bien la caja de empaque o definitivamente ya no engrapa nada.

Nota. Las engrapadoras ya son muy viejas por lo tanto se descomponen con mucha frecuencia.

### 3. Dobladora

Problema: Los pisadores se desalinean o no bajan con la suficiente fuerza para que doble el gabinete correctamente.

### 4. Banda Transportadora

Problema: Disminuye su velocidad o se atora en ocasiones

Nota: solo una banda de las cinco tiene ese problema las demás no tienen problemas.

### 5. Cautín

Problema: No calienta lo suficiente o nada, lo que impide soldar correctamente.

### 6. Máquina selladora de caja

Problema: No sella bien la caja de empaque o la sella chueca la caja de empaque.

### 7. Osciloscopio

Problema: Se desajusta o marca una señal en lugar de dos, o marca una señal diferente de la que tiene que marcar.

### 8. Amperímetro

Problema: Marca una cantidad de corriente muy alta o muy baja diferente de la que normalmente tiene que marcar.

### 9. Pistola de aire

Problema: sin problemas

### 10. Máquina selladora de accesorios

Problema: sin problemas

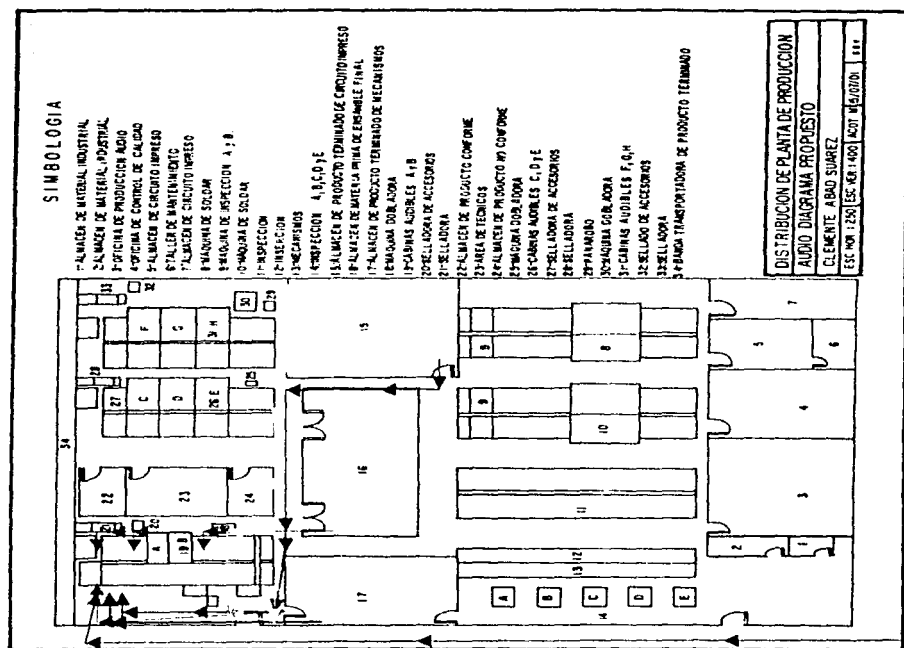
En la tabla 4.5 se muestra gráficamente el programa de mantenimiento así como también el periodo de tiempo en que cada equipo o máquina debe recibir mantenimiento.

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

Máquina	1 mes																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	2	3	
Desatornill.																																	
Engrapadora																																	
Dobladora																																	
Banda Transp.																																	
Cautín																																	
Máquina Sell.																																	
Osciloscopio																																	
Amperímetro																																	
Pistola de Aire																																	
MÁquina Sell. De accesorios																																	
Tabla 4.5 Programa de Mantenimiento																																	

Como podemos observar en la tabla los desatornilladores y engrapadoras se revisarán diariamente ya que estos equipos se descomponen muy frecuentemente, lo que es la dobladora y la banda transportadora su mantenimiento se hará cada tercer día, los caudales cada 15 días, la máquina selladora cada mes, los osciloscopios cada dos meses, los amperímetros cada cuatro meses, pero señalar que para estos dos últimos equipos solo se ajustará en sus conexiones y en sus botones y perillas y por último para las pistolas de aire y la máquina selladora de accesorios se hará el mantenimiento cada año por su muy rara frecuencia de descompostura, cabe señalar también que todas las máquinas y equipos se les hará una revisión general en cada mes como medida preventiva y el momento en que se hará es cuando se realice el inventario que es cuando no existe trabajo en la planta productiva y para los equipos en que se realice el mantenimiento cada dos días o cada 15 días y diario, el momento en que se realice es cuando todos salgan a comer que es a partir de las 12:45 A.M.

## RECORRIDO DE MATERIALES PROPUESTO



- Recorrido de Pista
- Recorrido de Mecanismo deck
- Recorrido de Materiales pequeños (botoneras, acrílicos, póliza, etc.)
- Recorrido de materiales de pinturas (Panel, perilla, adorno central)
- Recorrido de Materiales grandes (disipador, transformador, gabinete)
- Recorrido de Materiales del almacén de arriba (tapa posterior, base metálica, etc.)

## ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD

### Actual:

Producción	700 equipos
Mano de obra	37 operarios
Horas-Hombre	18,870
Tiempo de proceso	15.95 minutos
Días laborables	29 días

Productividad = Producción/Número de horas-hombre

$$P_{a1} = 700/(510)(37) = 700/1,887 = \underline{37.09\%}$$

Productividad = Producción/ tiempo de operación

$$P_{a2} = 700/ 957 = \underline{73.14\%}$$

### Propuesta:

Producción:	850 equipos
Mano de Obra	34 operarios
Horas-hombre	17,340
Tiempo de proceso	12.34 minutos
Días laborables	29 días

$$P_{p1} = 850/ 1,734 = \underline{49.01\%}$$

$$P_{p2} = 850/ 740.4 = \underline{114\%}$$

Por lo tanto se puede observar que con las propuestas de balanceo de línea, la empresa se verá beneficiada con un aumento de productividad para ambos casos, en el primer caso del 32.13% y en el segundo caso del 55.86%;

para la productividad 1 pasando de tener 37.09% a 49.01% y en el segundo caso de 73.14% a 114%.

La razón de utilizarse este índice de productividad es porque, la tesis esta referida única y exclusivamente al balanceo de líneas, técnica por el cual se obtiene el número óptimo de operarios así como el tiempo óptimo de cada estación de trabajo, así con esto, se obtiene un tiempo de producción óptimo.

Con la cual se toma la cantidad producida por las horas-hombre que se ocuparon, así como el tiempo de operación en ambos casos resulta en un aumento de productividad; el número de operarios se incluyen en el cálculo de las horas-hombre.

*CAPITULO V*

*"ANÁLISIS DE RESULTADOS"*

**FALTA  
PAGINA**

**151**



Como se puede observar en el resultado del diagnóstico, la empresa se encuentra fallando en las áreas de productos y procesos y medios de producción por lo que analizando cada tabla individual referente a cada factor se encontró que, los factores que están fallando son: la distribución de planta, mantenimiento, manejo de materiales, capacidad instalada y utilizada.

Por lo que se optó por mejorar esos factores y tratar de que la empresa tenga un buen funcionamiento en todas sus áreas.

El análisis de resultados se hará sobre cinco áreas y serán en: distribución de planta, balanceo de líneas, operaciones de proceso, programa de mantenimiento y recorrido de materiales.

### Distribución de Planta

Tanto en la distribución de toda la planta como en la distribución de la planta de audio se mejorará completamente porque, en el primer caso se logrará lo siguiente:

- El proceso de la planta será más ágil y más rápido, porque se planeó y analizó de tal manera que cada edificio tenga cerca tanto la materia prima que necesita como el producto terminado que entrega.
- Los servicios auxiliares que necesite cada edificio también los tendrá más cerca, como son los sanitarios y vestidores, el mantenimiento que tanto hacía falta en la planta.
- Además la compañía en sí se ampliará, con el objetivo de buscar más espacios y obtener tanto comodidad en los operarios y entre las líneas y deshacer el tráfico de manejo de materiales.
- También se logrará colocar más cerca los almacenes que requiera cada edificio con el objetivo que se hace referencia en el primer punto, que es de agilizar el proceso de producción.

Para la planta de audio se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se logrará ampliar la planta para obtener tanto mayores espacios entre las líneas y lograr también colocar más cerca los almacenes.
- Se logrará mayores espacios para obtener un manejo de materiales sin tráficos.
- Se hará un almacén de la línea de mecanismo deck, ya que este no existe y colocarlo cerca de las líneas también.
- También se colocará tres almacenes dentro de la planta que ayuden a bajar los tiempos de traslado de materiales.
- Se reacomodaran los espacios destinados para los técnicos, colocando tanto un área de almacenar el producto no conforme, como el producto conforme y tener accesos para ambos lados para no tener tiempos perdidos por traslados de equipos tanto conformes como no conformes y un área específica de arreglo de los equipos no conformes.
- Se mejoraran ciertas zonas de las líneas referentes a su proceso como: el proceso de accesorios se trasladará hacia las líneas para quitar tiempos de traslado de materiales, así como también se colocará una banda transportadora automática al final de las líneas de manera que se elimine también el tiempo de traslado del producto terminado y solo tener que sellar la caja y solita se traslade hacia la banda transportadora.
- También hacer mención de que cada actividad en las líneas se ordenará de acuerdo a un estudio de movimientos y cada uno de los materiales que utilice cada operario, se dispondrá de tal manera que estos, no realicen esfuerzos grandes si no solamente los necesarios para tomar sus materiales y realizar su proceso.

## Balanceo de líneas

Para el balanceo de líneas se obtuvo lo siguiente:

- Se trabajará con una eficiencia del 95% que mejorará en relación con el actual que es del 76.5%, se trabajará con 34 operarios en cada actividad en lugar de 37.
- Se trabajará con un operario por cada actividad ya que ese fue el resultado.
- El trabajador más lento marcará el ritmo de trabajo de la línea pero se alcanzará el plan de producción ya que se balanceo las operaciones y tiempos que realiza cada operario, además de que también se podrá trabajar un tiempo extra de una o dos horas para alcanzar 850 ó 900 equipos por día.
- Se mejorará la productividad porque se pasará de 37% al 49% en el caso de la productividad 1 (ver página 147) y en el caso de la productividad 2 se pasará de 73% al 114%; logrando un aumento del 32% y 55% respectivamente.
- Cada operario trabajará con tiempos y operaciones balanceadas de acuerdo con su factor de actuación o la habilidad para lograr su proceso.
- El trabajador más lento logrará producir por hora 88 unidades lo que en tiempo normal produce 748 unidades entonces para que logre 850 es más viable bajar su tiempo de producción, esto es, él tiene que producir por hora para alcanzar las 850 unidades en tiempo normal, la cantidad de; 100 unidades por hora y así llegar a producir 850 unidades.

## **Operaciones de Proceso**

Se logra lo siguiente:

- Primeramente se logrará ordenar los materiales de cada estación de trabajo, de acuerdo a un estudio de movimientos.
- Se analizó los tiempos de cada operario y se balanceó tratando de tener tiempos muy parecidos para todos los operarios.
- Se equilibrará asimismo las actividades de cada operario, analizando desde los operarios más lentos hasta los operarios más rápidos, con esto, se logrará repartir la carga de trabajo para cada operario de manera que cada uno de ellos realice el tiempo y la actividad de acuerdo a su habilidad y aprendizaje en el proceso.
- Se logrará eliminar dos actividades del proceso, con el objetivo de mejorar el tiempo de producción de los equipos, y estas serán, la actividad de preparación de soporte y la operación de preparación de disco compacto.
- Se analizó en que zonas se realizan tiempos perdidos y se eliminaran colocando más cerca la operación entre un operario y otro.
- Se trasladará la operación de accesorios hacia las líneas con el objetivo de eliminar los tiempos de traslado de los accesorios y mejorar así el tiempo de producción.
- Se introducirá una banda transportadora en el área de empaque con el objetivo de mejorar el tiempo de esa operación y de que el producto no reciba otra manipulación, sino que ya acabado el equipo se trasladará directamente hasta el almacén de producto terminado.

### Recorrido de materiales:

En esta área se logra lo siguiente:

- Se logrará disminuir las distancias de recorrido de materiales, ya que se acercaron los almacenes dentro de la planta, por lo que también disminuirán los tiempos de traslado de los materiales.
- Cada almacén que requiere la planta de audio, se recorrerá más cerca de manera que disminuyeran los tiempos de traslado de cada uno de los materiales que necesitan las líneas.
- En el recorrido de materiales ya no existirán tantos cruces como en el actual diagrama de recorrido, ya que por la buena colocación de cada almacén estos disminuirán.
- Como existen más espacios entre líneas, se disminuirá el tráfico por manejo de materiales y los materiales podrán fluir a través de las líneas con mucho mayor libertad.
- Como a cada material que se ocupa en las líneas de ensamble se le asignará un lugar específico en la línea, se eliminará un tiempo muerto por buscar algún lugar para colocar el material, los almacenistas solo llegan y ya saben en que lugar colocar cada material.
- Se implementará el sistema de bajar los materiales del almacén del primer piso mediante una resbaladilla y bajarán por gravedad y a cada línea se le colocará una resbaladilla para disminuir tiempos de traslado de materiales en comparación con el actual sistema que ocupa mayor tiempo de traslado y muchas veces provoca demoras de material y fatiga del operario que realiza lo mismo.

### *Programa de mantenimiento:*

En esta área se logra lo siguiente:

- ◆ Se logrará hacer un programa de mantenimiento ya que es una de las áreas donde la empresa se encuentra fallando más.
- ◆ Con la creación de este programa se disminuirán los paros de línea por falta de equipo o avería de máquinas.
- ◆ Se aumentará la prevención de averías de máquinas con este programa de mantenimiento preventivo.
- ◆ Se logrará agilizar más la producción ya que, en lo referente a las engrapadoras que es el equipo que falla más se compraran más equipos y se checaran diariamente en su funcionamiento.
- ◆ La productividad se elevará más, porque es un tiempo muerto que provoca una disminución en la producción, ya que se realizan muchos paros de línea debido a avería de máquinas con esto aumentará la producción.
- ◆ Se logrará tener un buen control sobre el mantenimiento de las máquinas, ya que no existe.
- ◆ Se Prevendrá posibles accidentes que puedan pasar debido al mal funcionamiento de las máquinas.
- ◆ Se mejorará la calidad ampliamente en el producto, ya que también este es un factor que provoca la mala calidad en los productos.
- ◆ Se disminuirán los tiempos muertos debido a averías de máquinas.
- ◆ Se logrará con esto saber cuando una máquina debe reemplazarse y cuando no, porque con esto se sabe la vida útil de la maquinaria.

# CONCLUSIONES

El balanceo de líneas y tiempos de operación fueron útiles para decir que se aumentará la productividad, ahora sólo se producen 700 equipos en tiempo normal y con la propuesta se producirán 900 equipos (ver página 127, 128), logrando un aumento de producción del 28.47%, además de que también se mejorará la eficiencia de trabajo pasando de trabajar del 76.5% al 95% y por obvias razones también se mejorará la producción.

Gracias a que se aumentará la producción y disminuirá el número de operarios en la línea, la productividad aumentará; para la productividad 1 el 32% y para la productividad 2 del 55% (ver página 147)

Pero también se detectó el número de operarios que trabajará en la línea llegando a disminuir la línea de 37 a 34 operarios (ver página 128) con un trabajador por estación de trabajo, además de que por si fuera poco se considero que aún así el operario más lento determinará la velocidad de la línea pero se mencionan posibles soluciones para no depender sólo de este operario y poder hacer la línea más rápida.

Pero no sólo el balanceo de líneas fue útil para mejorar la productividad de la planta de audio sino también del proceso de producción, de la distribución de planta, del estudio de tiempos y movimientos, del recorrido de materiales y del mantenimiento, que gracias a todos estos aspectos se puede decir que se logrará aumentar la productividad.

Porque se logrará una mejor comodidad en los operarios, un ordenamiento de los materiales, lo que permitirá localizarlos mucho más rápido sin tener que perder tiempo en buscar o alcanzar algún material, se tendrá siempre disponible y en buenas condiciones la maquinaria y equipo realizando un buen programa de mantenimiento así como llevar un seguimiento del mismo, se tendrá el material y la cantidad adecuada cuando se requiera sin tener demoras de pedir material y tardar en trasladarlo, esto se logrará gracias al

reacomodo de toda la planta y de algunos almacenes necesarios para algunas plantas y también logrando un mejor diagrama de recorrido de materiales, también muy importante para lograr el buen funcionamiento en cualquier empresa.



"A N E X O S"

# FALTA PAGINA

161

www.italianpress.com

# ANEXO 1 Cuestionarios para entrevistas

## Cuestionario Administrativo.

Tema: Medio Ambiente

1. *¿Utiliza algún medio de información para enterarse del entorno político, financiero y social que puede influir en la empresa?*  
Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuál medio? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Revista \_\_\_\_\_  
Periódico \_\_\_\_\_  
Internet \_\_\_\_\_  
Otro \_\_\_\_\_
2. *¿Qué dificultades se presentan para distribuir los productos al mercado de consumo?*  
Transporte \_\_\_\_\_  
Canales de distribución \_\_\_\_\_  
Otros \_\_\_\_\_
3. *¿Conoce todos los requisitos legales para que la planta continúe trabajando?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
¿Cuáles? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. *¿A qué criterio obedeció la localización de la empresa en esta localidad?*  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. *¿Qué normas ecológicas aplican en su empresa?*  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. *¿Se ha recibido alguna queja o inconformidad por la operación de la empresa?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
¿De qué tipo? \_\_\_\_\_
7. *¿Según su criterio, se considera que dentro de la empresa se trabaja bajo un ambiente de seguridad, orden y limpieza de acuerdo a las normas oficiales?*  
Sí \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_
8. *¿Cómo afectan las condiciones climatológicas en la elaboración del producto? Por ejemplo en:*  
Materia Prima \_\_\_\_\_  
PCB \_\_\_\_\_  
Estereos \_\_\_\_\_  
Producto terminado \_\_\_\_\_

9. *¿Los medios de comunicación y transporte con que cuenta son suficientes?*

*Teléfono* \_\_\_\_\_

*Transporte* \_\_\_\_\_

*Carreteras* \_\_\_\_\_

*Avenidas* \_\_\_\_\_

Tema: Productos y Procesos

1. ¿Existe una mejora continua en el proceso?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Cómo se realiza? \_\_\_\_\_

2. ¿Cuentan con diagramas de procesos?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3. ¿Se documenta de alguna forma su proceso?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Cómo? \_\_\_\_\_

4. ¿Qué tipo de producción tiene establecido?

Línea \_\_\_\_\_

Proceso \_\_\_\_\_

Célula \_\_\_\_\_

Mixta \_\_\_\_\_

Fija \_\_\_\_\_

5. ¿Qué porcentaje de la capacidad instalada es aprovechado?

	Entre semana	Fin de semana
Menos del 30%	_____	_____
Del 30 al 50%	_____	_____
Del 51 al 70%	_____	_____
Del 71 al 90%	_____	_____
Más del 90%	_____	_____

6. ¿Existen cuellos de botella?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿En que zonas de la línea de ensamble final? \_\_\_\_\_

7. ¿Los materiales de desecho o subproductos son aprovechados?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Cómo? \_\_\_\_\_

8. ¿Cuáles son sus criterios para las mejoras del producto?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

9. ¿Cómo se determinan las características del diseño del producto?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10. *¿El proceso se establece en función del producto o de la tecnología que se tiene?*

\_\_\_\_\_

11. *¿Conoce el tiempo de producción de su producto?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Cuál es? \_\_\_\_\_

12. *¿El proceso de producción es suministrado con la materia prima necesaria?*

Sí \_\_\_\_\_ ¿Porqué? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_ ¿Porqué? \_\_\_\_\_

13. *¿Qué medios se emplean para disminuir los costos de fabricación?*

\_\_\_\_\_

14. *¿Con base a qué se estableció la distribución de la planta?*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

15. *¿La materia prima es suficiente siempre que se necesita?*

Sí \_\_\_\_\_ ¿Porqué? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_ ¿Porqué? \_\_\_\_\_

16. *¿Cuáles son sus principales productos?*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Tema: Estructura Financiera**

1. *¿Utilizan crédito para sus operaciones financieras?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
*¿Cúales?* \_\_\_\_\_
  
2. *¿El área de finanzas mantiene y proporciona información actualizada y veraz sobre la situación económica de la empresa?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
*¿Cómo?* \_\_\_\_\_
  
3. *¿Las decisiones que se toman en la empresa, se hacen con base en el departamento de finanzas?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
4. *¿Existe un sistema para detectar irregularidades financieras dentro de los distintos departamentos?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
*¿Cómo?* \_\_\_\_\_
  
5. *¿Cuenta la empresa con efectivo suficiente para pagar?*  
*Los próximos sueldos o salarios* \_\_\_\_\_  
*Los adeudos inmediatos a los proveedores* \_\_\_\_\_  
*La materia prima y los energéticos* \_\_\_\_\_  
*Los impuestos, IMSS, INFONAVIT* \_\_\_\_\_
  
6. *¿Cúales son las condiciones de pago que se manejan con los clientes?*  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
7. *¿Qué porcentaje del capital se invierte en maquinaria y equipo?*  
\_\_\_\_\_ %  
*Se encuentra basado en un estudio de rentabilidad*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Tema: Suministros**

1. *¿Cuál es la procedencia de la materia prima?*  
Nacional \_\_\_\_\_ Extranjera \_\_\_\_\_ Nacional y extranjera \_\_\_\_\_
2. *¿Se cuenta con un programa de elección de proveedores?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
3. *¿Cuántos son sus proveedores?*  
1 a 3 \_\_\_\_\_ 3 a 6 \_\_\_\_\_ 7 a 10 \_\_\_\_\_ 10 ó más \_\_\_\_\_
4. *¿Tiene problemas con la calidad de sus materias primas?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
*¿Cuáles?* \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. *¿Se realiza una inspección de los materiales o llega con un certificado de calidad?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
6. *¿Los proveedores ofrecen descuentos por rápido pago o cantidad de volumen?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
7. *¿Cómo se calcula el volumen de compra óptima de materia prima?*  
Por inventario \_\_\_\_\_  
Como se vaya utilizando \_\_\_\_\_  
Sobre pedidos \_\_\_\_\_
8. *¿Qué tipo de control de inventarios lleva?*  
UEPS \_\_\_\_\_  
PEPS \_\_\_\_\_  
Promedios ponderados \_\_\_\_\_  
Otro \_\_\_\_\_
9. *¿Cada cuánto tiempo se rota sus inventarios?*  
Días \_\_\_\_\_ Semanas \_\_\_\_\_ Meses \_\_\_\_\_ Años \_\_\_\_\_
10. *¿Tiene algún control de entradas y salidas de material del almacén?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
*¿Cuáles?* \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
11. *¿Se presenta agotamiento de materias primas con frecuencia?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
12. *¿Cuenta con un sistema de colocación, distribución y clasificación de materiales en el almacén que faciliten los procesos de la empresa?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
*¿Cuáles?* \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**13. Los materiales utilizados en la elaboración del producto se seleccionan por:**  
**Calidad \_\_\_\_\_ Precio \_\_\_\_\_ Disponibilidad \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_**

**Tema: Fuerza de Trabajo**

1. *¿Qué tipos de incentivos se manejan para la motivación del personal?*

---

---

2. *¿Qué sistema se emplea para evaluación de puestos?*

---

---

3. *¿Existe un sistema de promoción dentro de la compañía?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

4. *¿Se cuenta con un programa de capacitación y adiestramiento?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

*¿Cada cuánto tiempo?* \_\_\_\_\_

5. *¿Qué programas de seguridad industrial existen en la empresa?*

---

---

6. *Según su criterio y de acuerdo a las normas oficiales, cuenta la empresa con la adecuada:*

Ventilación \_\_\_\_\_  
Código de colores \_\_\_\_\_  
Temperatura \_\_\_\_\_  
Ruido \_\_\_\_\_  
Extintores \_\_\_\_\_  
Iluminación \_\_\_\_\_  
Regaderas \_\_\_\_\_  
Baños \_\_\_\_\_

7. *¿Se lleva un control de ausentismo del personal así como las causas que lo originan?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

8. *¿Existe una buena relación entre los trabajadores y la dirección?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

9. *¿Se fomenta la participación de los trabajadores en algunas tomas de decisiones?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

10. *¿Qué servicios le da la empresa a usted como personal?*

---

---

11. *¿Cómo es la relación con los sindicatos?*

Buena \_\_\_\_\_ Mala \_\_\_\_\_

12. *¿Con cuántos turnos se cuenta y cuáles son los horarios de los mismos?*

---

---

---

13. *¿En qué forma se describe el trabajo que debe realizar cada uno de los trabajadores?*

Verbal \_\_\_\_\_

Escrita \_\_\_\_\_

Otra \_\_\_\_\_

14. *¿Sabe qué le pide la empresa a la gente que quiere trabajar aquí?*

---

---

---

15. *¿Qué políticas ha establecido la empresa para estimular al personal? Reciben incentivos*

---

---

---

16. *¿Se le da a usted la libertad de mejorar su forma de trabajo?*

---

---

---

17. *Coopera usted con propuestas para mejorar el trabajo*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

18. *¿Conoce para qué sirve el producto que usted fabrica?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Tema: Medios de Producción**

1. *¿Existe un departamento encargado del mantenimiento y reposición del equipo?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

*¿Opera satisfactoriamente?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2. *¿Se cuenta con programas de mantenimiento?*

\_\_\_\_\_ Preventivo

\_\_\_\_\_ Predictivo

\_\_\_\_\_ Correctivo

3. *¿Con qué periodicidad se realizan inspecciones a la maquinaria y equipo?*

---

4. *¿Existen registros actualizados del equipo existente?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

*¿Con cuáles se cuenta?*

\_\_\_\_\_ Antigüedad

\_\_\_\_\_ Depreciación

\_\_\_\_\_ Costos de reparación

\_\_\_\_\_ Otras

5. *¿Se ha realizado algún estudio para saber si el equipo para el manejo de materiales es el adecuado?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

6. *¿Existe el equipo adecuado técnicamente para la producción?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

7. *¿El edificio que ocupa es el adecuado para su actividad?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

8. *¿Con qué medios de transporte se cuenta para la distribución de productos?*

---

---

---

**Tema: Actividad Productora**

1. *¿Se cuenta con algún método para determinar la cantidad a producir del producto?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

*¿Cuáles?* \_\_\_\_\_

2. *¿En la empresa se lleva a cabo planeación y control de la producción?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

*¿Cuáles?* \_\_\_\_\_

3. *¿Existe algún responsable de planear y organizar la producción?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

4. *¿Actualmente que capacidad instalada utiliza?*

\_\_\_\_\_ % *¿Porqué?* \_\_\_\_\_

5. *¿Esta documentado el proceso, flujo de materiales y recorrido?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

6. *¿Cuenta con tiempos estándar de la producción?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

7. *¿A qué capacidad instalada se trabaja en promedio?*

\_\_\_\_\_

8. *¿Los resultados de producción son óptimos debido a la supervisión?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

9. *¿Qué se toma como base para asignar la carga de trabajo al personal?*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

10. *¿Lleva un control de sus procesos y sus productos?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

11. *¿Conoce las causas de los desperdicios?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

12. *¿Cuáles causas de desperdicios y rechazos se han eliminado durante los últimos 6 meses?*

\_\_\_\_\_

13. *¿Conoce los costos del manejo del material y costos de mecanizar el manejo de materiales?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

14. *¿Existen trabajos de investigación y desarrollo?*

*Sí* \_\_\_\_\_ *No* \_\_\_\_\_

15. *¿A quien se encomiendan dichas investigaciones?*

\_\_\_\_\_

16. *¿Existen manuales de especificaciones disponibles en las diferentes estaciones de trabajo?*

*Sí* \_\_\_\_\_ *No* \_\_\_\_\_

17. *¿Se ha considerado algún tipo de certificación?*

*Sí* \_\_\_\_\_ *No* \_\_\_\_\_

**Tema: Mercado**

1. *¿Existe algún departamento que estudie las capacidades y tendencias del mercado que abastece la empresa?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
2. *¿La empresa se encuentra enterada de las nuevas oportunidades de negocio (en otro estado o importaciones)?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
3. *¿Cómo se da a conocer su producto?*  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. *¿Qué tan lejos están de su principal mercado?*  
\_\_\_\_\_ Km
5. *¿Conoce a sus competidores y posible competencia en los próximos 3 años?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
6. *¿Se tiene definida una estrategia de mercado?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
7. *¿Conoce a sus clientes y sus necesidades?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
8. *¿Tiene gastos de publicidad?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
9. *¿Se estudia el mercado de clientes que se pierden por año y los que los reemplazan?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
10. *¿Conoce la existencia de productos sustitutos?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
11. *¿Cuáles son las características de los productos que hacen que la clientela los compre?*  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
12. *¿Qué servicio posventa se les da a los clientes?*  
\_\_\_\_\_
13. *Sus clientes se comportan:*  
De forma estática \_\_\_\_\_ han crecido \_\_\_\_\_
14. *Su cantidad de producción es:*  
Estática \_\_\_\_\_ va en aumento \_\_\_\_\_

**15. ¿Hubo alguna posibilidad de disminuir los precios de venta sin apremiante presión de la competencia?**

**Sí** \_\_\_\_\_ **No** \_\_\_\_\_



*Tema: Política y dirección*

1. *¿Cuál es la misión de la empresa?*  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. *¿Por qué ingresó la empresa en esta actividad o giro?*  
*Tradicón de los propietarios* \_\_\_\_\_  
*Ventajas en los abastecimientos* \_\_\_\_\_  
*Ventajas en el mercado de ventas* \_\_\_\_\_  
*Conocimientos o habilidades específicas* \_\_\_\_\_  
*Otro ¿Cuál?* \_\_\_\_\_
3. *¿Los objetivos de la empresa están definidos con precisión?*  
*Sí* \_\_\_\_\_ *No* \_\_\_\_\_  
*¿Cuáles son?* \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. *¿Cuáles son sus líneas de acción para llevarlas a cabo?*  
\_\_\_\_\_
5. *¿Cuáles de estos objetivos está alcanzando la empresa?*  
\_\_\_\_\_
6. *¿El personal ayuda a fijar metas de rendimiento para su trabajo?*  
*Sí* \_\_\_\_\_ *No* \_\_\_\_\_  
*¿Cómo?* \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. *¿Conoce la debilidad y fuerza de la empresa?*  
*Sí* \_\_\_\_\_ *No* \_\_\_\_\_  
*¿Cuáles son?* \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. *¿Conoce su principal amenaza y oportunidad de la empresa?*  
*Sí* \_\_\_\_\_ *No* \_\_\_\_\_  
*¿Cuáles son?* \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
9. *¿Se encuentran bien definidas las líneas de comunicación de la empresa?*  
*Sí* \_\_\_\_\_ *No* \_\_\_\_\_  
*¿Cuáles?*  
*Verbal* \_\_\_\_\_  
*Escrita* \_\_\_\_\_  
*Ambas* \_\_\_\_\_
10. *¿Los grupos de trabajo reciben la información necesaria de otros departamentos?*  
*Sí* \_\_\_\_\_ *No* \_\_\_\_\_

11. ¿El director general dispone de pronósticos de ventas e inventarios que le permitan prever su situación a futuro?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

12. ¿Cada cuánto se realizan juntas por departamentos?

Diariamente \_\_\_\_\_

Semanalmente \_\_\_\_\_

Quincenalmente \_\_\_\_\_

Mensualmente \_\_\_\_\_

Otro ¿Cuál? \_\_\_\_\_

13. ¿Se dan a conocer lo más pronto posible los resultados obtenidos a todo el personal?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Qué tan rápido? \_\_\_\_\_

14. ¿Qué tipos de incentivos se manejan para la motivación del personal?

\_\_\_\_\_

**Tema: Contabilidad y Estadística**

1. *¿Se establecen estadísticas que muestren las tendencias de ventas y los costos?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
2. *¿Existen formas adecuadas para el registro de tiempos, materiales y otros gastos que intervienen en el costo?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
3. *¿Se cuenta con un control estadístico del proceso y de qué tipo?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
*¿Cuáles?* \_\_\_\_\_
4. *¿Se toman en cuenta los resultados de dichos controles?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
5. *¿Se ha tenido alguna queja respecto a la calidad de los productos o devoluciones?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
*Si, No ¿Cómo saben que el producto si cumple con las características de calidad requeridas?*  
\_\_\_\_\_
6. *¿Se encuentran bien definidas las características de calidad del producto?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
7. *¿Existe un plan de inspección del producto?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
8. *¿Qué procedimiento se lleva a cabo con los productos no conformes?*  
\_\_\_\_\_
9. *¿La contabilidad se lleva interna o externamente? ¿Existe algún responsable?*  
\_\_\_\_\_
10. *¿Con qué frecuencia se elaboran los estados financieros?*  
Mensual \_\_\_\_\_ Trimestral \_\_\_\_\_ Anual \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_
11. *¿Muestra el estado contable el volumen de existencias de productos terminados y aún no vendidos?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
12. *¿El estado contable revela el costo real de fabricación (por departamentos o por productos)?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
13. *¿Se hacen oportunamente las declaraciones y pagos de impuestos?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
14. *¿Se realizan inversiones?*  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**15. *¿Qué política se maneja en carteras vencidas o cuentas por cobrar?***

---

## Cuestionario Operarios:

### Tema: Medios de Producción

1. ¿Existe un departamento encargado del mantenimiento y reposición del equipo?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
2. ¿Con qué periodicidad se realizan inspecciones a la maquinaria y equipo?  
\_\_\_\_\_
3. ¿Existe el equipo adecuado técnicamente para la producción?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
4. El edificio que ocupa es el adecuado para su actividad.  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
5. ¿Con que medios de transporte se cuenta para la distribución de productos?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Tema: Fuerza de trabajo

1. ¿Qué tipos de incentivos se manejan para la motivación del personal?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. ¿Existe un sistema de promoción dentro de la compañía?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cúáles? \_\_\_\_\_
3. ¿Se cuenta con un programa de capacitación y adiestramiento?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
¿Cada cuánto tiempo? \_\_\_\_\_
4. ¿Qué programas de seguridad industrial existen en la empresa?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. según su criterio, la empresa cuenta con la adecuada:

Ventilación \_\_\_\_\_  
Código de colores \_\_\_\_\_  
Temperatura \_\_\_\_\_  
Ruido \_\_\_\_\_  
Extintores \_\_\_\_\_  
Iluminación \_\_\_\_\_  
Regaderas \_\_\_\_\_  
Baños \_\_\_\_\_

6. ¿Se lleva un control de ausentismo del personal así como las causas que lo originan?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

7. ¿Existe una buena relación entre los trabajadores y la dirección?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

8. ¿Se fomenta la participación de los trabajadores en algunas tomas de decisiones?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

9. ¿Qué servicios le da la empresa a usted como personal?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10. ¿Cómo es la relación con los sindicatos?

Buena \_\_\_\_\_ Mala \_\_\_\_\_

11. ¿Con cuántos turnos se cuenta y cuáles son los horarios de los mismos?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

12. ¿En qué forma se describe el trabajo que debe realizar cada uno de los trabajadores?

Verbal \_\_\_\_\_  
Escrita \_\_\_\_\_  
Otra \_\_\_\_\_

13. ¿Sabe que le pide la empresa a la gente que quiere entrar aquí?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

14. ¿Qué políticas ha establecido la empresa para estimular al personal? Reciben incentivos

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

15. ¿Se le da a usted la libertad de mejorar su forma de trabajo?

---

16. *Coopera usted con propuestas para mejorar el trabajo*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

17. *¿Conoce para qué sirve el producto que usted fabrica?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

18. *¿Se siente motivado para trabajar?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

19. *¿El ambiente laboral es favorable para su desempeño?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

20. *¿Siente confianza de su jefe?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

21. *¿Se toman en cuenta las ideas y opiniones de usted?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

22. *¿Se lleva bien con sus compañeros?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

23. *¿Participan en actividades recreativas?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

24. *¿Le informan si hace bien su trabajo?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

25. *¿Se siente orgulloso de trabajar en esta empresa?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

26. *¿Qué problemas hay en la planta?*

accidentes \_\_\_\_\_

Mantenimiento \_\_\_\_\_

Falta maquinaria y equipo \_\_\_\_\_

Rotación de personal \_\_\_\_\_

Administración \_\_\_\_\_

Capacitación \_\_\_\_\_

No existen \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_

27. *¿Por falta de material ha dejado de trabajar?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

28. *¿Por problemas de equipo, maquinaria y/o herramientas la producción tiene que parar?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

29. Existe trabajo  
 Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_
30. Utiliza su equipo de seguridad  
 Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_
31. Existen medidas preventivas de accidentes  
 Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_
32. Accidentes en el último año  
 dedos \_\_\_\_\_  
 contusiones \_\_\_\_\_  
 desgarres \_\_\_\_\_  
 cortadas \_\_\_\_\_
33. ¿Qué es calidad para usted?
- 

**Tema: Productos y Procesos**

1. Tiene documentado de alguna manera su proceso y actividad  
 Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
2. ¿Los materiales de desecho o subproductos son aprovechados?  
 Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cómo? \_\_\_\_\_
3. ¿Cuáles son sus criterios para establecer las mejoras para el producto?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
4. ¿El proceso de producción es suministrado con la materia prima necesaria?  
 Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 Siempre que la necesita  
 Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
5. ¿Cuáles son los productos que más produce?
-



**Tema: Actividad Productora**

1. *¿Está documentado el proceso, flujo de materiales y recorrido?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2. *¿Los resultados de producción son óptimos debido a la supervisión o a su propia responsabilidad?*

Supervisión \_\_\_\_\_ propia responsabilidad \_\_\_\_\_ Ambas \_\_\_\_\_

3. *¿Conoce las causas de los desperdicios?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Cuáles \_\_\_\_\_

4. *¿Cuáles causas de desperdicios y rechazos fueron eliminadas durante los últimos 6 meses?*

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. *¿Hay trabajos de investigación y desarrollo?*

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

## BIBLIOGRAFIA

1. Baca Urbina Gabriel  
*"Introducción a la Ingeniería"*  
Ed. McGraw -Hill  
México 1999
2. Baldó Lacomba Marc  
*"La Revolución Industrial"*  
Ed. Síntesis, S.A.  
España, 1985
3. Dra. Baena Guillermina y Montero Sergio  
*"Tesis en 30 días: Lineamientos Prácticos y científicos"*  
Editores Mexicanos Unidos  
Marzo, 1998
4. Castanyer Figueras Francesc  
*"Cómo mejorar la Productividad en el taller"*  
Ed. Marcombo Boixareu Editores  
Serie Productiva
5. Escudero Antonio.  
*"La Revolución Industrial"*  
Red Editorial Iberoamericana, S.A.  
Primera Edición, México, 1990
6. García Ruiz José Luis, Casado Alonso Hilario, et al  
*"Historia de la Empresa Mundial y de España"*  
Editorial Síntesis, S.A.  
Serie: Historia Económica  
España 1987