



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE  
FABRICACIÓN DE SUELAS DE POLIURETANO**

**Edna Lissette García Miranda**

Asesorado por el Ing. M. A. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, julio de 2009



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE  
FABRICACIÓN DE SUELAS DE POLIURETANO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**EDNA LISSETTE GARCÍA MIRANDA**

ASESORADO POR EL ING. M. A. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2009



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
EXAMINADORA	Ing. Aldo Estuardo García Morales
EXAMINADORA	Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas



**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE  
FABRICACIÓN DE SUELAS DE POLIURETANO,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 6 de octubre del 2008.

Edna Lisette García Miranda



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 09 de julio de 2009.  
Ref.EPS.DOC.831.07.09.

Ingeniera  
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Edna Lissette García Miranda**, Carné No. **200113037** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE SUELAS DE POLIURETANO"**.

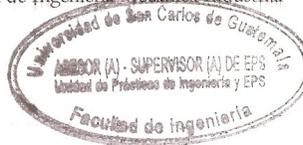
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todas"*

  
Ing. Juan Humberto Batten Esquivel  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHBE/ra

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 09 de julio de 2009.  
Ref.EPS.D.373.07.09.

Ingeniero  
José Francisco Gómez Rivera  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Gómez Rivera.

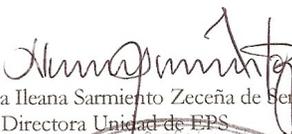
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "**PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE SUELAS DE POLIURETANO**" que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Edna Lissette García Miranda** quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



---

Edificio de E.P.S., Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad Universitaria zona 12, teléfono directo: 2442-3509

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado  
"PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL  
PROCESO DE FABRICACIÓN DE SUELAS DE  
POLIURETANO", presentado por la estudiante universitaria Edna  
Lissette García Miranda, apruebo el presente trabajo y recomiendo la  
autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAR A TODOS

Una firma manuscrita en tinta que parece decir "José Francisco Gómez Rivera".

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

*José Francisco Gómez Rivera*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Colegiado No. 1665

Guatemala, junio de 2009.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE SUELAS DE POLIURETANO**, presentado por la estudiante universitaria **Edna Lissette García Miranda**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
**DIRECTOR**  
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2009.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.246-09

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE SUELAS DE POLIURETANO**, presentado por la estudiante universitaria **Edna Lisette García Miranda**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, julio de 2009.

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- DIOS:** Por su infinita gracia, sus ricas bendiciones en mi vida, por darme sabiduría, fortaleza y por su abundante amor. Todo logro en mi vida es para su honra.
- MIS PADRES:** Bonifacio García González y María Antonia Miranda. Por su comprensión, esfuerzo, dedicación y confianza, porque juntos se volvieron uno solo, me dieron su infinito amor y dedicaron su vida a mi triunfo, el triunfo de culminar mis estudios profesionales. Los quiero mucho.
- MI HERMANO** William Eduardo García.  
Gracias por brindarme tu cariño y tus palabras de apoyo y comprensión, como hermano y amigo.
- MIS SOBRINOS** Con mucho cariño les digo que ocupan un lugar especial en mi corazón. Y a ti Eduardito, por ser el primero en llenar de alegría nuestra familia. Que Dios los bendiga y crezcan en un marco de amor y prosperidad.

**MIS ABUELITAS**

Blanca Elena León Puente †

Consepción García Villatoro.

Muchas gracias por su cariño y consejos.

**MIS TÍOS**

Con mucho cariño y respeto. En especial a mi tía Martha, Mabel, Flor, María Elena, Víctor y Noel. Gracias por su servicio, solidaridad y por quererme y estar conmigo siempre.

**MI NOVIO:**

Alexis Manfredo Cruz Gómez.

Por tu amor, tiempo, orientación y apoyo moral en el momento justo. Gracias por estar a mi lado no solo en los momentos alegres sino también en los tristes y en los difíciles.

**MIS AMIGOS**

Les doy gracias a todos los amigos que logre hacer durante mis años de estudio, por el apoyo que me brindaron, por todas esas experiencias que compartimos juntos. Son inolvidables. Pues han creado un lazo fuerte de amistad que hoy tenemos, gracias por estar en todo momento conmigo. En especial a Glendis, Manuela, Archer, Rocio, Jorge Mario, Izabel, Paola y Celis.

**MI ASESOR**

Ing. Jaime Batten.

Por los conocimientos transmitidos y por su valiosa colaboración para el desarrollo de este trabajo de graduación.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser fuente de conocimiento y por permitirme hacer realidad este sueño.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por la formación profesional que me brindó.
<b>Tecnicalsa</b>	Por permitirme realizar en sus instalaciones, mi trabajo de graduación.
<b>Cada una de las personas que hicieron posible este trabajo de graduación</b>	Por sus aportes, conocimientos, consejos, ayuda y comprensión. Muchas gracias.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	XI
<b>GLOSARIO</b>	XIII
<b>RESUMEN</b>	XV
<b>OBJETIVOS</b>	XVII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XIX

### **1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA**

1.1.	Descripción de la empresa	1
1.1.1	Visión	1
1.1.2	Misión	1
1.1.3	Valores	2
1.1.4	Organización	3
1.1.5	Ubicación	4
1.1.6	Reseña histórica	4

### **2. MARCO TEÓRICO**

2.1	Estudio de tiempos	5
2.1.1	Por qué se realiza un estudio de tiempos	5
2.2	Tipos de estudio de tiempo que existen	7
2.2.1	Estudio de tiempo	7
2.2.2	Tiempos predeterminados	8
2.2.3	Tiempos históricos	9

2.2.4	Muestreo de trabajo	11
2.3	Tiempo estándar	13
2.4	Elementos de un estudio de tiempo	14
2.4.1	Selección del operario	14
2.4.2	Definición de un operario normal	15
2.4.3	Calificación de la actuación del operario	15
2.4.3.1	Métodos de calificación	16
2.4.4	Márgenes o tolerancias	20
2.5	Métodos para la toma de tiempos	21
2.6	Estudio de movimientos	22
2.7	Principios de economía de movimientos	23
2.8	Calificación del desempeño	23
2.9	Diseño del lugar de trabajo	24
2.10	Diagrama de operaciones	24
2.11	Diagrama de flujo	25
2.12	Diagrama de recorrido	26
2.13	Balance de líneas	26

### **3. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA UNA FABRICACIÓN DE SUELAS**

3.1	Tipo de producción	29
3.2	Estudio de tiempo actual	30
3.3	Diagnóstico de la situación actual	33
3.3.1	Análisis FODA	33
3.3.2	Diagrama de causa-efecto de la productividad en la fabricación de suelas	36
3.3.2.1	Descripción del diagrama de causa-efecto	37

3.4	Identificación de factores que afectan la productividad	40
3.4.1	Factores del diseño de suelas	40
3.4.2	Factores de normas de trabajo	44
3.4.3	Factores de recursos de trabajo	47
3.4.4	Factores de producción	48
3.4.5	Factores de administración	51
3.5	Medición de la productividad	52
3.6	Descripción del diagrama de operaciones del proceso.	53
3.6.1	Diagrama de operaciones del proceso.	54
3.7	Descripción de diagrama flujo del proceso	56
3.7.1	Diagrama de flujo del proceso	57
3.8	Descripción del diagrama de distribución de planta	59
3.8.1	Diagrama de distribución de planta	60
3.9	Balance de líneas de la fabricación de suelas	61
3.9.1	Eficiencia	64
3.9.2	Punto crítico del proceso	64
3.10	Justificación del proyecto	64

#### **4. PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE SUELAS**

4.1	Estudio de tiempos propuesto	67
4.2	Descripción del diagrama de operaciones propuesto	70
4.2.1	Diagrama de operaciones del proceso propuesto	71
4.3	Descripción del diagrama de flujo del proceso propuesto	73
4.3.1	Diagrama de flujo del proceso propuesto.	74
4.4	Balance de líneas propuesto	76
4.4.1	Eficiencia	80

4.4.2	Punto crítico del proceso	80
4.5	Ajustes a los factores que intervienen en la productividad	80
4.5.1	Ajustes para los factores de diseño de suelas	81
4.5.2	Ajustes para los factores de normas de trabajo	83
4.5.3	Ajustes para los factores de recursos de trabajo	84
4.5.4	Ajustes para los factores de producción	86
4.5.5	Ajustes para los factores de administración	90
4.6	Medición de productividad	90

## **5. IMPLEMENTACIÓN DEL REDISEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE SUELAS**

5.1	Comprobación de balance de líneas ajustadas y actividades a realizar	91
5.1.1	Recolección de datos	91
5.1.1.1	Factores de diseño de suelas	91
5.1.1.2	Factores de normas de trabajo	91
5.1.1.3	Factores de recursos de trabajo	92
5.1.1.4	Factores de producción	92
5.1.1.5	Factores de administración	93
5.1.2	Formulación de encuesta	94
5.1.3	Trabajo de campo	94
5.1.4	Análisis estadístico	94

## **6. SEGUIMIENTO DEL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**

6.1	Actualización de ajustes a balance de líneas	105
6.1.1	Diagnóstico semestral del sistema productivo	105

6.1.2	Análisis de factores nuevos o similares que interrumpen directamente el flujo del proceso	104
6.1.3	Mejora continua de factores analizados	106
6.2	Evaluación de resultados	109

<b>CONCLUSIONES</b>	111
<b>RECOMENDACIONES</b>	113
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	115
<b>APÉNDICE</b>	117



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Estructura organizacional de la empresa	3
2	Mapa de ubicación de TECNICALSA	4
3	Símbolos del diagrama de operaciones	25
4	Símbolos utilizados en el diagrama de flujo	26
5	Diagrama de causa-efecto	36
6	Diagrama de operaciones del proceso	54
7	Continuación de diagrama de operaciones del proceso	55
8	Diagrama de flujo del proceso	57
9	Continuación de diagrama de flujo del proceso	58
10	Diagrama de distribución de planta	60
11	Diagrama de operaciones del proceso propuesto	71
12	Diagrama de de flujo del proceso propuesto	74
13	Continuación de diagrama de de flujo del proceso propuesto	75
14	Gráfica de pregunta 1	95
15	Gráfica de pregunta 2	96
16	Gráfica de pregunta 3	97
17	Gráfica de pregunta 4	98
18	Gráfica de pregunta 5	99
19	Gráfica de pregunta 8	100
20	Gráfica de pregunta 9	101

21	Gráfica de pregunta 10	102
22	Gráfica de pregunta 12	103
23	Gráfica de pregunta 13	103
24	Gráfica de pregunta 14	104

## TABLAS

I	Toma de tiempos actual	31
II	Estudio de tiempos actual	32
III	Diagnóstico de la empresa TECNICALSA	34
IV	Identificación de factores del diseño de suelas	41
V	Identificación de factores de normas de trabajo	44
VI	Identificación de factores de recursos humanos	47
VII	Identificación de factores de producción	48
VIII	Identificación de factores de administración	51
IX	Balance de líneas	63
X	Método continuo de lectura de reloj	68
XI	Continuación de método continuo de lectura de reloj	68
XII	Toma de tiempos cronometrados	69
XIII	Balance de líneas propuesto	79
XIV	Capacitación de operarios nuevos	87
XV	Diagnóstico del sistema productivo	106



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>°Calidad</b>	Grados centígrados
<b>°F</b>	Grados fahrenheit
<b>PU</b>	Poliuretano
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Ft</b>	Pies lineales
<b>mts</b>	Metros lineales
<b>mín.</b>	Minutos
<b>Pp</b>	Polipropileno
<b>TD</b>	Tiempo disponible
<b>TP</b>	Tiempo de producción
<b>Tc</b>	Tiempo cronometrado
<b>Tn</b>	Tiempo normal
<b>Ts</b>	Tiempo estándar
<b>Tmáx</b>	Tiempo máximo
<b>NOS</b>	Número total de operarios
<b>NOE</b>	Número total de operarios por estación
<b>O+Las</b>	Operario más lento
<b>RLH</b>	Ritmo de línea por hora



## **GLOSARIO**

<b>Automatización</b>	Mecanización aumentada para la producción de artículos y servicios.
<b>Colocación</b>	Un elemento del trabajo que consiste en colocar un objeto de tal manera que sea orientado correctamente en un lugar específico.
<b>Desensamblar</b>	La división básica del trabajo que se efectúa cuando dos partes correspondiente son separadas.
<b>Diagrama de recorrido</b>	Presentación pictórica de la distribución de un proceso mostrando la localización de todas las actividades que aparecen en el diagrama de proceso de flujo y las distintas trayectorias por el trabajo.
<b>Medición de trabajo</b>	Análisis cuantitativo en términos de tiempo, de la actividad de hombres, máquinas o cualquier condición observable de operación.



## RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado en la empresa TECNICALSA, el cual se enfocará específicamente en el área de producción de suelas y tacones. La realización de este trabajo de graduación brindará información importante sobre la situación de la producción en que se encuentra la empresa, lo cual se desarrollará por medio de diagramas de operaciones, flujo, recorrido, causa-efecto y balance de líneas. Se analizarán las mejoras que se pueden implementar logrando así una mejor productividad.

La realización de un diagrama de operaciones constituye una valiosa herramienta en el área de producción. Además, se presentará una descripción teórica de fundamentos de apoyo en el desarrollo de este proyecto.

El rediseño de la productividad del proceso de fabricación de suelas y el mejoramiento de tiempos en producción es de suma importancia para la industria, ya que muchas de las actividades como planificación de producción, diseño de nuevos productos es basado en estos parámetros.

También se desarrollará el mejoramiento de la problemática de producción existente, tratando de llevar un control interno adecuado que permita la maximización de la eficiencia. Otorgando así todos los lineamientos y sugerencias necesarias para poder llevar a cabo la implementación exitosa de este proyecto. Y seguidamente se darán los lineamientos de lo que la empresa debe hacer para darle seguimiento adecuado al proyecto.



## **OBJETIVOS**

### **General:**

Rediseñar los procesos para medir la productividad de la fabricación de suelas de poliuretano.

### **Específicos:**

1. Desarrollar diagramas de operaciones y de flujo del proceso y estudio de tiempos.
2. Describir el proceso de fabricación de suelas en que se encuentra actualmente TECNICALSA.
3. Realizar un análisis del estudio de tiempos en el área de producción de suelas de poliuretano.
4. Analizar la situación actual de la empresa en el área de producción de suelas de poliuretano.
5. Identificar y analizar los factores que afectan la productividad.
6. Identificar actividades preventivas que lleven a cabo la obtención de una mejor eficiencia.
7. Medir productividad y evaluar los indicadores de la misma.



## INTRODUCCIÓN

Al desarrollar este proyecto se analizarán las mejoras que se pueden implementar logrando así una mejor productividad.

La realización de un diagrama de operaciones, flujo y recorrido que constituyen una valiosa herramienta en el área de producción, pues trae como beneficio eliminación de duplicación de operaciones, mantener el flujo dentro del proceso y eliminar distancias innecesarias durante el proceso.

El capítulo uno describe la información general de la empresa, visión, misión, valores, la estructura organizacional, ubicación y reseña histórica.

El capítulo dos presentará una descripción teórica de los fundamentos de apoyo en el desarrollo de este proyecto.

El capítulo tres evalúa la situación actual de la empresa por medio de técnicas específicas para la determinación del diagnóstico situacional como análisis FODA y diagrama de causa-efecto, para la realización de la propuesta de rediseño de la productividad en el proceso de fabricación de suelas.

El capítulo cuatro desarrollará el mejoramiento de la problemática de producción existente, tratando de llevar un control interno adecuado que permita la maximización de la eficiencia. Los procedimientos en producción basados en tiempos y movimientos son de suma importancia ya que por medio de estos se facilita la labor del control interno y evaluando así los factores que afectan la productividad.

El capítulo cinco otorga sugerencias necesarias para poder llevar a cabo la implementación exitosa de este proyecto, así como comprobación de balance de líneas actividades a realizar, formulación de encuesta y análisis estadístico.

Luego el capítulo seis se darán los lineamientos para que la empresa realice un seguimiento al proyecto, realizando así actualizaciones de ajustes al balance de líneas y diagnosticando periódicamente el sistema productivo, analizando los factores nuevos o similares que interrumpen el flujo del proceso, llevando así una mejora continua de los factores analizados y evaluando así los resultados.

## **1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA**

### **1.1 Descripción de la empresa**

TECNICALSA se dedica a la fabricación, venta y exportación de suelas de poliuretano, PVC y TR, tacones y cuñas en sus diferentes presentaciones, tales como suelas para calzado de hombre, mujer, niño y niña. En sus categorías de vestir y casual, utilizando la más alta tecnología disponible en el mercado. Además se destaca la constante introducción de nueva matricería (troqueles) para dar lugar a la innovación permanente en diseño y moda de las suelas. TECNICALSA es una empresa privada y de tipo industrial la cual cuenta con un total de 96 personas.

#### **1.1.1 Visión**

*“Ser una empresa sólida, rentable y reconocida internacionalmente, de excelente imagen por brindar calidad en nuestros procesos y productos para satisfacer a nuestros clientes”.*

#### **1.1.2 Misión**

*“Somos una empresa dedicada a La fabricación y comercialización de suelas para calzado de dama, caballero y niños con la mejor calidad y al mejor precio, diversificando los diseños que se adapten a las necesidades de los clientes”*

### 1.1.3 Valores

**Eficiencia:** trabajar para lograr los fines con la menor cantidad de recursos, reconociendo la satisfacción de las metas que se logran.

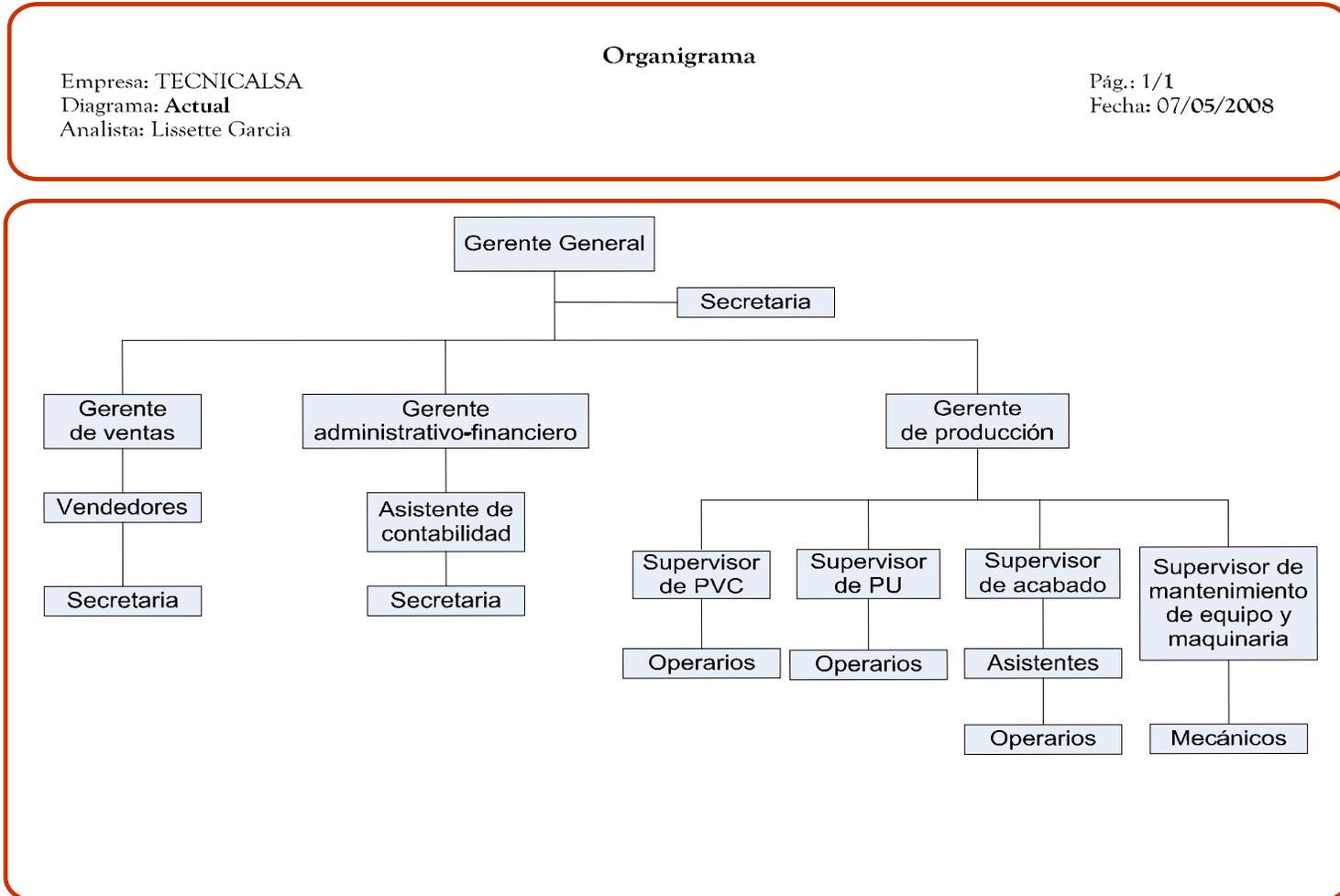
**Servicio:** caracterizados por el trato personalizado, la agilidad de respuesta y un riguroso respeto por las condiciones y los tiempos de entrega.

**Liderazgo:** ser reconocida como una empresa líder en tecnología, dentro de la industria de la fabricación de suelas en Guatemala, que permita ofrecer la mejor calidad de los productos.

### 1.1.4 Organización

La empresa TECNICALSA tiene una estructura organizacional de tipo horizontal por funciones.

**Figura 1. Estructura organizacional de la empresa**

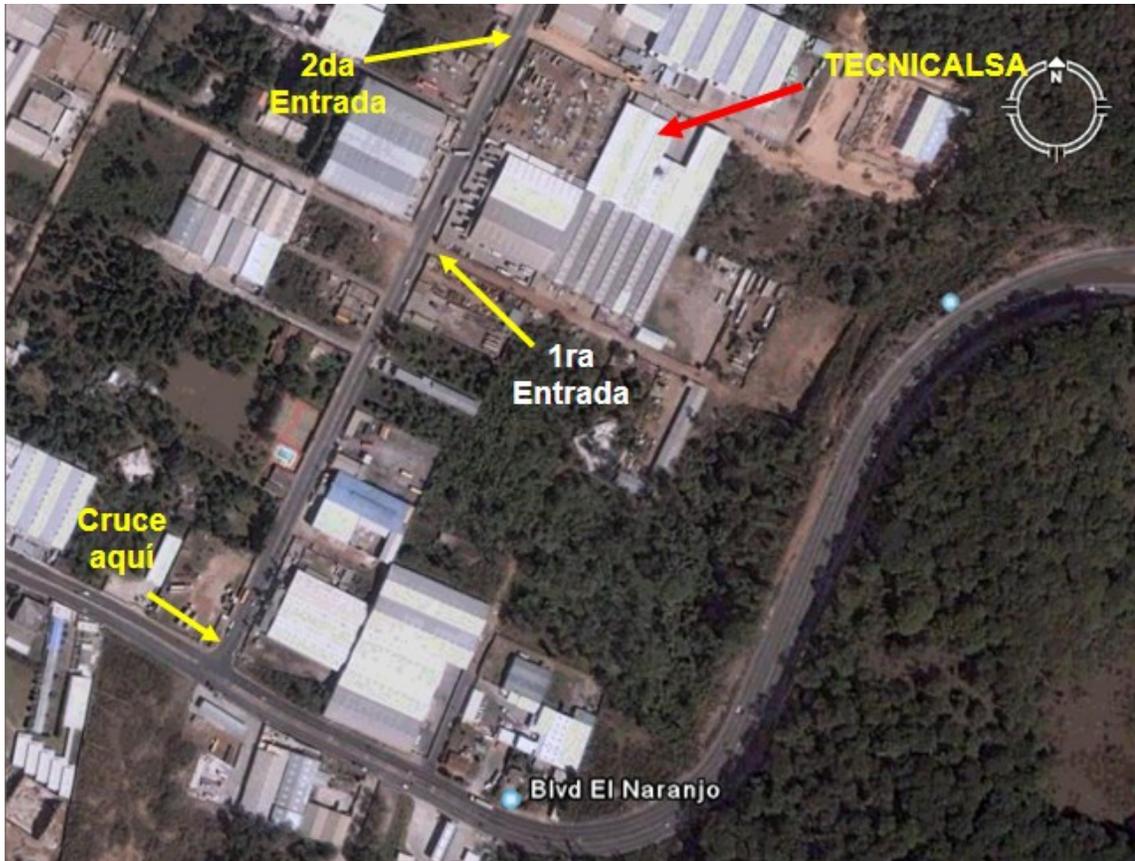


Fuente: elaboración propia

### 1.1.5 Ubicación

La dirección de la empresa TECNICALSA es 10ª Calle 27-68, Zona 4 de Mixco. El Naranjo

**Figura 2 Mapa de ubicación de TECNICALSA**



Fuente: Elaboración Propia

### 1.1.6 Reseña histórica

La empresa TECNICALSA se dedica desde 1991 a la fabricación y comercialización de suelas, tacones y cuñas en sus diferentes presentaciones, tales como suelas para calzado de hombre, mujer, niño y niña. En sus categorías de vestir y casual, utilizando la más alta tecnología disponible en el mercado. Además se destaca la constante introducción de nueva matricería (troqueles) para dar lugar a la innovación permanente en diseño y moda.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para determinar el tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo una actividad, tomando en cuenta las demoras personales, fatiga y retrasos que se puedan presentar al realizar dicha actividad. El estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo.

#### **2.1.1 ¿Por qué se realiza un estudio de tiempos?**

La medición del trabajo se puede utilizar para diferentes propósitos, entre los que se encuentran:

##### **a) Evaluar el comportamiento del trabajador**

Esto se lleva a cabo comparando la producción real durante un período dado de tiempo con la producción estándar determinada por la medición del trabajo.

##### **b) Planear las necesidades de la fuerza de trabajo**

Para cualquier nivel dado de producción futura, se puede utilizar la medición del trabajo para determinar que tanta mano de obra se requiere.

##### **c) Determinar la capacidad disponible**

Para un nivel dado de fuerza de trabajo y disponibilidad de equipo, se pueden utilizar los estándares de tiempo para proyectar la capacidad disponible.

#### **d) Determinar el costo o el precio de un producto**

Los estándares de mano de obra, obtenidos mediante el estudio de tiempos, son uno de los ingredientes de un sistema de costeo o de cálculo de precio.

#### **e) Comparación de métodos de trabajo**

Cuando se consideran diferentes métodos para un trabajo, la medición del trabajo puede proporcionar la base para la comparación de la economía de los métodos. Esta es la esencia de la administración científica, idear el mejor método con base en estudios rigurosos de tiempo y movimiento.

#### **f) Facilitar los diagramas de operaciones**

Uno de los datos de salida para todos los diagramas de sistemas es el tiempo estimado para las actividades de trabajo. Este dato es derivado de la medición del trabajo.

#### **g) Establecer incentivos salariales**

Bajo incentivos salariales, los trabajadores reciben más paga por más producción. Dado que existen diferentes usos de la medición del trabajo, la administración debe decidir cuáles de ellos seleccionar. Si la medición del trabajo se utiliza para incentivos salariales, uno de los métodos más exactos, como el cronómetro, se debe utilizar y entonces lo estándar se debe actualizar con frecuencia. Si la medición del trabajo se utiliza para estimar la

capacidad o planear las necesidades de la fuerza de trabajo, no se requiere demasiada exactitud en cada estimación individual de tiempo y por lo tanto se pueden utilizar otros métodos para la medición del trabajo.

El propósito de la medición del trabajo es, después de todo, contribuir a un mejoramiento del comportamiento global de la organización.

## **2.2 Tipos de estudio de tiempos**

A continuación se presentará las herramientas que se deben utilizar en un estudio de tiempos, además se muestran los tres medios para determinar dichos estándares: tiempo predeterminado, tiempo histórico y muestreo de trabajo.

### **2.2.1 Estudio del tiempo**

Este método utiliza un cronómetro o algún otro dispositivo de tiempo para determinar el tiempo requerido para finalizar tareas determinadas. Suponiendo que se establece un estándar, el trabajador debe ser capacitado y debe utilizar el método prescrito mientras el estudio se está llevando a cabo.

Para realizar un estudio de tiempos, se debe:

- a. Descomponer el trabajo en elementos
- b. Desarrollar un método para cada elemento
- c. Seleccionar y capacitar al (los) trabajador (es)
- d. Muestrear el trabajo
- e. Establecer el estándar.

A pesar de sus limitaciones, el estudio del tiempo es un método razonablemente exacto de medición del trabajo. La desventaja principal del

estudio del tiempo será su efecto psicológico sobre los trabajadores. Algunos trabajadores objetan tener un reloj encima de ellos mientras trabajan. Como resultado, se hacen lentos, cambian métodos o utilizan otros medios para manipular lo estándar.

### **2.2.2 Tiempo predeterminado**

Es un tiempo que proviene de un banco de datos de las operaciones observadas durante un proceso para cada uno de los movimientos básicos de dicha operación, por medio de la utilización de un cronómetro o película, esta información ayuda a establecer un tiempo estándar para cualquier proceso que involucre los movimientos básicos.

Se han desarrollado varios sistemas de tiempo predeterminados, los más comunes: el factor del trabajo, el estudio del tiempo de movimiento básico y los métodos de medición de tiempo.

El procedimiento utilizado para establecer un estándar a partir de datos predeterminados de tiempo es como sigue: Primero, cada elemento del trabajo se descompone en sus movimientos básicos. En seguida, cada movimiento básico se califica de acuerdo con su grado de dificultad. Alcanzar un objeto en una posición variable, por ejemplo, es más difícil y toma más tiempo que alcanzar el objeto en una posición fija.

Una vez determinado el tiempo requerido para cada movimiento básico a partir de las tablas de tiempos predeterminados, se agregan los tiempos básicos del movimiento para dar el tiempo normal total. Se aplica entonces un factor de tolerancia para obtener el tiempo estándar.

Algunos ingenieros industriales que han utilizado tiempos predeterminados, encuentran que son más exactos que los tiempos de los cronómetros. La mejoría de la exactitud se atribuye al número grande de ciclos utilizado para elaborar las tablas iniciales de tiempos predeterminados.

Sin embargo, se han tenido algunas dificultades al utilizar los métodos de tiempos predeterminados. Diferentes analistas desarrollarán distintos movimientos básicos que asignarán diferentes grados de dificultad a cada uno. Esto resulta en algunas variaciones en lo estándar para el mismo trabajo.

Entre las mayores ventajas de los sistemas de tiempos predeterminados se encuentra el hecho que no requieren del ritmo o del uso de cronómetros, y que con frecuencia estos sistemas son los menos caros.

Existen, sin embargo, algunos trabajos que no entran en el marco de referencia de los sistemas de tiempos predeterminados. Ejemplos de ello son los trabajos que en naturaleza no son altamente rutinarios. Los estándares para estos trabajos se debe establecer mediante cronómetros.

Es también práctica común en las compañías que utilizan los sistemas de tiempo predeterminado verificar ocasionalmente algunos estándares predeterminados con un cronómetro.

### **2.2.3 Tiempos históricos**

El uso de los datos históricos es tal vez uno de los enfoques más pasados por alto para la medición del trabajo. Esto se debe a que los métodos no se controlan con datos históricos y por lo tanto sería imposible establecer un

estándar en el sentido usual de la palabra. Pero con datos históricos se puede tomar un enfoque diferente para la medición del trabajo.

Para medir el trabajo sobre la base de datos históricos, cada empleado o el supervisor registran el tiempo requerido para terminar cada trabajo. Por ejemplo, si el trabajo es perforar un cierto tipo de agujero en cien piezas, se registrará el tiempo por pieza. Posteriormente, si el trabajo se realiza otra vez, se registrará también el tiempo por pieza y se compara con los datos anteriores. En esta forma, es posible mantener en control continuo el tiempo requerido por unidad de trabajo y controlar también las desviaciones del promedio histórico.

Para algunos procesos es preferible utilizar los datos históricos debido a que la operación es similar a la anterior. Este enfoque puede ser efectivo cuando se acopla con un plan de incentivo salarial, donde el objetivo es hacer mejoras continuas.

Los datos históricos también se pueden utilizar para desarrollar estimaciones de tiempo para trabajos complicados. Supóngase, por ejemplo, que se ha registrado en el pasado el tiempo que un trabajador en una lavandería tarda en planchar un canasto de ropa. Sin embargo, el canasto nunca contiene los mismos tipos y cantidades de ropa. En este caso se puede desarrollar una fórmula de regresión que relacione el tiempo que toma planchar la ropa con el número de camisas, etc.

Los coeficientes de la ecuación de regresión proporcionarán las estimaciones del tiempo por camisa, el tiempo por vestido, etc. Estos tiempos unitarios se pueden utilizar para costear, programar o alguna otra necesidad de

planeación. La ecuación de regresión podría también utilizarse para predecir la cantidad de tiempo que deberá tomar el planchado de cualquier canasto de ropa. Para propósitos de control, el tiempo pronosticado puede entonces compararse con el tiempo real.

#### **2.2.4 Muestreo del trabajo**

Un estudio del muestreo del trabajo se puede definir como una serie aleatoria de observaciones del trabajo, utilizada para determinar las actividades de un grupo o individuo. Para convertir el porcentaje de actividad observada en horas o minutos, se debe registrar también o conocerse la cantidad total de tiempo trabajado.

Nótese que el muestreo del trabajo, como las estimaciones de tiempo histórico, no controlan el método. Además, no se controla la capacitación del trabajador, de tal manera que los estándares no se pueden establecer por muestreo del trabajo.

El muestreo del trabajo, sin embargo, se puede utilizar para un gran número de otros propósitos. Algunos de los usos más comunes son los siguientes:

- a. Para evaluar el tiempo de productividad e improductividad como una ayuda para establecer tolerancias
- b. Para determinar el contenido del trabajo, como parte del análisis del trabajo
- c. Para ayudar a los gerentes y trabajadores a hacer un mejor uso de sus tiempos

- d. Para estimar las necesidades gerenciales, necesidades de equipo o el costo de varias actividades

Uno de los requerimientos del muestreo del trabajo es un tamaño de muestra bastante grande. Dado que se están estimando porcentajes, el tamaño de la muestra es una función de la exactitud y el grado de confianza requeridos. Esta relación se puede expresar por la siguiente fórmula, con base en la aproximación normal a la distribución binomial:

$$E = Z \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Donde: E = porcentaje de error  $\pm$   
Z = coeficiente de confianza  
p = proporción que está estimada  
n = tamaño de la muestra

Antes de obtener el número grande de muestras requerido en el muestreo del trabajo, es importante aleatorizar las observaciones en forma apropiada.

Esto se debe realizar mecánicamente, mediante el uso de número aleatorios, para evitar tendencia. El observador también debe estar capacitado para registrar cuidadosamente cada actividad de interés. Bajo estas condiciones, se obtendrán estimaciones confiables del muestreo del trabajo.

El muestreo del trabajo comúnmente se utiliza para estudios de mano de obra indirecta o estudios de grupos de trabajadores. Cuando el trabajo es repetitivo y está bien definido, los estándares de tiempo, tiempos predeterminados o datos estándar, es con frecuencia el método más apropiado.

### **2.3 Tiempos estándar**

El uso de tiempos estándar también involucra el concepto de banco de datos, pero los datos comprenden clases más grandes de movimiento que los tiempos predeterminados. Por ejemplo, un sistema de tiempos estándar puede contener datos sobre el tiempo requerido para perforar agujeros de varios tamaños en ciertos materiales. Cuando se requiere un estándar para una operación de perforación, los tiempos estándar se utilizan para estimar el tiempo requerido.

Con tiempos estándar no es necesario medir cada tipo diferente de trabajo de perforación; se incluyen únicamente un conjunto estándar de operaciones de perforación en el banco de datos y se proporcionan fórmulas o gráficas para realizar aproximaciones de otras condiciones.

Los tiempos estándar se derivan ya sea de datos de cronómetro o de datos predeterminados de tiempo. El uso es bastante popular para la medición de la mano de obra directa. Son útiles cuando existe un gran número de operaciones repetitivas que son bastante similares.

Los tiempos estándar tienen algunas de las mismas ventajas que los datos predeterminados de tiempo. No requieren de un cronómetro; los datos se pueden utilizar para estudiar nuevas operaciones; y la exactitud se puede asegurar mediante el uso continuo y el refinamiento de los datos.

## **2.4 Elementos de un estudio de tiempos**

A continuación se presentaran los elementos de un estudio de tiempos los cuales son: selección del operario, definición de un operario normal, calificación de la actuación del operario, métodos de calificación.

### **2.4.1 Selección del operario**

Si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se va a establecer lo estándar, varias consideraciones deberán ser tomadas en cuenta en la selección del operario que se usará para el estudio. En general, el operario de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado.

El operario normalmente realizará el trabajo consistente y sistemáticamente. Su ritmo estará en el intervalo aproximado de lo normal, facilitando así al analista de tiempos aplicar un factor de actuación correcto. Por supuesto, el operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica, y tener confianza en los métodos de referencia así como en el propio analista.

Algunas veces el analista no tendrá oportunidad de escoger a quién estudiar cuando la operación es ejecutada por un solo trabajador. En tales casos el analista debe ser muy cuidadoso al establecer su calificación de actuación, pues el operario puede estar actuando en uno u otro de los extremos de la escala.

En trabajos en que participa un sólo operario, es muy importante que el método empleado sea el correcto y que el analista aborde al operario con mucho tacto.

#### **2.4.2 Definición de un operario normal**

Se define como un obrero preparado, altamente calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo no muy alto ni muy bajo sino uno representativo del promedio. El trabajador normal sólo existe en la mente del analista de tiempos, y el concepto será el resultado de un exigente entrenamiento y una amplia experiencia en la medición de una gran variedad de trabajos

#### **2.4.3 Calificación de la actuación del operario**

Antes que el observador abandone la estación de trabajo, tiene que dar una calificación justa de la actuación del operario. Es costumbre aplicar una calificación a todo el estudio cuando se trata de ciclos cortos de trabajo repetitivo. Sin embargo, cuando los elementos son largos y comprenden movimientos manuales diversos, es más práctico evaluar la ejecución de cada elemento tal como ocurre durante el estudio.

En el sistema de calificación de la actuación, o nivelación, el analista evalúa la eficiencia del operador en términos de su concepto de operario normal que ejecuta el mismo elemento. A esta efectividad o eficiencia se la expresa en forma decimal o en por ciento y se asigna al elemento observado.

El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal.

#### **2.4.3.1 Métodos de calificación**

a. Sistema Westinghouse: en este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son: habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia. La habilidad se define como pericia en seguir un método dado. La habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. Según este sistema, existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable.

Tales grados son: deficiente (-22% a -16%), aceptable (-10% a -5%), regular (0%), buena (3% a 6%), excelente (8% a 11%) y extrema u óptima (13% a 15%). El observador debe evaluar y asignar una de estas seis categorías a la habilidad o destreza manifestada por un operario. La calificación de la habilidad se traduce luego a su valor en porcentaje equivalente. El esfuerzo o desempeño se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia.

Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador debe tener cuidado de calificar sólo el empeño demostrado en realidad. En lo que toca a la calificación del esfuerzo pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez aceptable: deficiente o bajo (-17% a -12%), aceptable (-8% a -4%), regular (0%), bueno (2% a 5%), excelente (8% a 10%) y excesivo (12% y 13%). Las condiciones son aquellas que afectan al operario y no a la operación.

En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido.

Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación. Se han enumerado seis clases generales de condiciones que son: ideales (6%), excelentes (4%), buenas (2%), regulares (0%), aceptables (-3%) y deficientes (-7%).

La consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a muchas variables como: dureza del material, afilado de la herramienta de corte, habilidad y empeño o esfuerzo del operario, presencia de elementos extraños.

Los elementos mecánicos, tendrán una consistencia de valores casi perfecta, pero tales elementos no se califican. Hay seis clases de consistencia: perfecta (4%), excelente (3%), buena (1%), regular (0%), aceptable (-2%) y deficiente (-4%). Una vez que se han asignado la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia de la operación, y se han establecido sus valores numéricos, el factor de actuación se determina combinando algebraicamente los cuatro valores y agregando su suma a la unidad.

Debe advertirse que el factor de actuación se aplica sólo a los elementos de esfuerzo, ejecutados manualmente, todos los elementos controlados por

máquinas se califican con 1.00. El método *Westinghouse* para calificar la actuación está adaptado a la nivelación de todo el estudio, más que a la evaluación elemental.

a. Calificación sintética: este método de calificación no descansa en el criterio o juicio del analista de estudio actuación para elementos de esfuerzo representativos del ciclo de trabajo por la comparación de los tiempos reales elementales observados con los desarrollados por medio de los datos de movimientos fundamentales, por lo tanto el factor de actuación puede expresarse como:

$$P = \frac{Ft}{O}$$

Donde:

P = Factor de actuación o nivelación

Ft =Tiempo de movimiento fundamental

O= Tiempo elemental medio observado para los elementos utilizados en Ft.

Por consiguiente, el factor así determinado se aplicaría entonces al resto de los elementos controlados manualmente y comprendidos por el estudio. Es esencial que se emplee más de un elemento al establecer un factor de calificación sintética, pues la investigación ha probado que la actuación del operario variará significativamente de elemento a elemento, especialmente en trabajos complejos.

b. Calificación por velocidad: es un método de evaluación de la actuación en el que sólo se considera la rapidez de realización del trabajo (por unidad de tiempo). En este método, el observador mide la efectividad del operario en comparación con el concepto de un operario normal que lleva a

cabo el mismo trabajo, y luego asigna un porcentaje para indicar la relación o razón de la actuación observada a la actuación normal.

Al calificar por velocidad, 100% generalmente se considera normal. De manera que una calificación de 110% indicaría que el operario actúa a una velocidad 10% mayor que la normal, y una calificación de 90% significaría que actúa con una velocidad de 90% de la normal.

c. Calificación objetiva: en este método se establece una asignación de trabajo con la que se comparan, en cuanto a marcha se refiere, todos los demás trabajos. Después, se asigna al trabajo un factor secundario para tener en cuenta su dificultad relativa.

Los factores que influyen en el ajuste de dificultades son:

- \* extensión o parte del cuerpo que se emplea
- \* pedales
- \* bimanualidad
- \* coordinación ojo-mano
- \* requisitos sensoriales o de manipulación
- \* peso que se maneja o resistencia que hay que vencer.

Según este método el tiempo normal puede expresarse como:

$$T_n = (P2)(S)(O)$$

Donde:

T<sub>n</sub> = Tiempo normal establecido calculado

P2 = Factor de calificación por velocidad

S = Factor de ajuste por dificultades del trabajo

O = Tiempo elemental medio observado

#### **2.4.4 Márgenes o tolerancias**

##### **¿En qué consisten los márgenes o tolerancias?**

En la adición de un tiempo que considere las numerosas interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo. En general, las tolerancias se aplican para cubrir tres amplias áreas, que son las demoras personales, la fatiga y los retrasos inevitables.

Las tolerancias se aplican a tres categorías del estudio, que son:

1) tolerancias aplicables al tiempo total de ciclo, se expresan como un porcentaje del tiempo del ciclo, e incluyen retrasos como los de satisfacción de necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo y lubricación del equipo y maquinaria

2) tolerancias aplicables sólo al tiempo de empleo de la máquina, comprenden el tiempo para el cuidado de las herramientas y variaciones de la potencia

3) tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo, son las fatigas y ciertas demoras inevitables.

##### **¿Por qué se proporcionan?**

El propósito fundamental de las tolerancias es agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permite al operario de tipo medio cumplir con el estándar cuando trabaja a ritmo normal. Además, sería imposible que un operario mantuviese el mismo ritmo en cada minuto de trabajo del día. Se acostumbra expresar la tolerancia total como un multiplicador (factor de tolerancia), de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se pueda ajustar fácilmente al tiempo de margen. Se debe

recordar que el porcentaje se calcula generalmente con base en una jornada de trabajo ya que el tiempo de producción no se conoce.

## **2.5 Métodos para la toma de tiempos**

**a. Método de regreso a cero.** En esta técnica, el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero. Tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continua.

Los estudios en que predominan elementos largos, se adaptan mejor al método de regreso a cero, mientras que estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lectura continua, los valores elementales de tiempo transcurrido son leídos directamente, evitándose hacer trabajo de oficina para efectuar las restas sucesivas. Además, los elementos ejecutados fuera de orden por el operario, pueden registrarse fácilmente sin recurrir a anotaciones especiales.

Las desventajas que posee éste método son: se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla, por lo tanto, se introduce un error acumulativo en el estudio, es difícil tomar el tiempo de elementos cortos, no siempre se obtiene un registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta los retrasos y los elementos extraños; no se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

**b. Método continuo.** En esta técnica se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio y se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. Esta técnica para registrar valores elementales de tiempo es recomendable por varios motivos, el más significativo es la de que este tipo de estudio presenta un registro completo de todo el período de observación y, por tanto, resulta del agrado del operario y sus representantes.

El trabajador puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio, y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en cuenta. El método de lecturas continuas se adapta mejor también para registrar elementos muy cortos. Esta técnica necesita más trabajo de oficina para evaluar el estudio.

## **2.6 Estudio de movimientos**

El estudio visual de movimientos se utiliza para analizar un método determinado y ayudar al desarrollo de un centro de trabajo eficiente. El estudio de movimiento es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo humano al ejecutar un trabajo. Su objetivo es eliminar o reducir los movimientos ineficientes, facilitando y acelerando los eficientes, llevando a cabo un aumento en el índice de producción.

Los movimientos fundamentales llamados Therblig se clasifican en 17, siendo estos:

- |                 |             |
|-----------------|-------------|
| 1. Buscar       | 4. Alcanzar |
| 2. Seleccionar  | 5. Mover    |
| 3. Tomar o asir | 6. Sostener |

- |                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| 7. Soltar                 | 13. Usar              |
| 8. Colocar en posición    | 14. Demora evitable   |
| 9. Precolocar en posición | 15. Demora inevitable |
| 10. Inspeccionar          | 16. Planear           |
| 11. Ensamblar             | 17. Descansar         |
| 12. Desensamblar          |                       |

De estos 17 movimientos fundamentales (Therblig) 9 se consideran ineficientes, de manera que en un estudio se deben de eliminar, estos son: buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar, planear, retraso inevitable, retraso evitable, descansar y sostener.

## **2.7 Principios de economía de movimientos**

La capacidad humana para la realización de tareas depende del tipo de fuerza, el músculo que se utiliza en la realización de la tarea y la postura de la persona al realizar dicha tarea. Por eso se debe diseñar el trabajo de acuerdo con las capacidades físicas del individuo para lograr un mejor rendimiento en la realización del trabajo.

## **2.8 Calificación del desempeño**

El desempeño del operario es un factor muy importante en el estudio de tiempos y movimientos, ya que este sirve para ajustar los tiempos normales de las tareas. Para calificar el desempeño del operario, se deben evaluar con cuidado factores como la velocidad, destreza, movimientos falsos, ritmo, coordinación, efectividad y otros según el tipo de tarea.

## 2.9 Diseño del lugar de trabajo

Con el diseño del lugar de trabajo, se busca que el entorno, las herramientas y el equipo de trabajo se ajusten al trabajador y de esta forma contribuyan a una mayor producción y eficiencia, así como a la disminución de lesiones ocasionadas por herramientas y equipo. El lugar de trabajo debe diseñarse de modo que sea ajustable a una variedad amplia de individuos.

## 2.10 Diagrama de operaciones

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de las operaciones e inspecciones que se realizan en las líneas de producción, así como las entradas de materia prima y materiales que se utilizan en el proceso de fabricación de los productos.

Al construir el diagrama de operaciones se utilizan 3 símbolos: un círculo que representa una operación, un cuadrado que representa una inspección y un círculo dentro de un cuadrado, el cual representa una inspección que se realiza junto con una operación. La figura 3 muestra una descripción de los símbolos utilizados en el diagrama de operaciones.

**Figura 3. Símbolos del diagrama de operaciones**

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Operación	Transformación de la materia prima
	Inspección	Revisión de calidad de la pieza trabajada
	Inspección y operación	Realizar una operación y revisar la calidad

Fuente: Benjamín, Niebel, Ingeniería Industrial

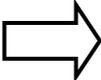
## 2.11 Diagrama de flujo

El diagrama de flujo muestra la secuencia cronológica de las actividades que se realizan en el proceso de producción, pero de forma más detallada que en el diagrama de operaciones. El diagrama de flujo se utiliza para registrar costos ocultos no productivos, tales como distancias recorridas, demoras y almacenamientos temporales, que al ser detectados pueden analizarse para tomar medidas y minimizarlos.

El diagrama de flujo además de registrar las operaciones e inspecciones, muestra las siguientes actividades: transporte, representado con una flecha; almacenamiento, el cual se representa con un triángulo equilátero sobre uno de sus vértices; y demora, la cual se representa con una letra D mayúscula.

A continuación se describen los símbolos utilizados en el diagrama de flujo (figura 4).

**Figura 4. Símbolos utilizados en el diagrama de flujo**

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Operación	Transformar la materia prima
	Inspección	Revisar la calidad de la pieza trabajada
	Inspección y operación	Realizar una operación y revisar la calidad
	Transporte	Trasladar un material de un lugar a otro

▽	Almacenamiento	Almacenar el producto o materia prima
D	Demora	Material en espera de ser procesado

Fuente: Benjamín, Niebel, Ingeniería Industrial

### 2.12 Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de la planta, en la que se muestra la localización de las actividades del diagrama de flujo. El diagrama de recorrido se construye colocando líneas de flujo al plano de distribución de la planta. Las líneas indican el movimiento del material de una actividad a otra. La dirección del flujo se debe indicar con pequeñas flechas sobre las líneas de flujo.

El diagrama de recorrido es una herramienta muy útil, ya que permite visualizar mejor las distancias entre cada una de las operaciones y la forma en que estas se encuentran distribuidas en la planta.

### 2.13 Balance de líneas

Consiste en la asignación de operarios a una línea de producción considerando un ritmo de producción determinado. En este análisis se determina cuantos empleados se asignaran a cada puesto de trabajo para disminuir técnicamente el tiempo de ocio total de todos los operarios. O sea que analizan los “cuellos de botella”, o puntos del proceso donde la operación es más lenta y por consiguiente retrasa a las demás operaciones del proceso productivo.

Quizá el caso mas elemental de balanceo de líneas y no de los que se encuentran con mayor frecuencia, es aquel en que varios operarios, que trabajan en línea y ejecutan cada unidad. En tal circunstancia consecutivas, trabajan como una producción dependerán del operario mas lento (cuello de botella). Tomando en cuenta las características siguientes:

Todos lo operarios son independientes en una producción en línea.

Se tienen tiempos estándares para cada operario

Todo gira alrededor del operario más lento o cuello de botella

El tiempo normal: se determina en la fórmula siguiente:

Donde:  $T_n$ : Tiempo normal

$T_c$ : Tiempo cronometrado promedio

$F_c$ : Factor de calificación de la actuación del operario.

$$T_n = \overline{T_c} \times F_c$$

Antes que el analista abandone la estación de trabajo, tiene que haber dado una calificación justa al operario del operario observado. Método de calificación de la velocidad. Este método consiste en medir la velocidad del operario observado, en comparación del concepto del OPERARIO NORMAL, que lleva a cabo el mismo trabajo y luego asigna un porcentaje (FC), para indicar la relación del operario observando a la del Operario Normal, es decir:

$$FC = \frac{\text{Velocidad observada}}{\text{Velocidad normal}}$$

Por lo tanto, si

$FC=100\%$  indicaría que el operario observado tiene una velocidad normal de trabajo.

FC=110% indicaría que el operario observado actuó a una velocidad 10% mayor que la normal.

FC=90% indicaría que el operario observado actuó a una velocidad del 10% más lenta que la normal.

El tiempo estándar se obtiene de la fórmula

Donde: TE = Tiempo estándar

TN = Tiempo normal

%Tol = Porcentaje de tolerancia.

$$Te = Tn + \%Tol$$

Los factores que determinan el porcentaje de tolerancia son:

- a) Retrasos personales
- b) Fatiga de operario
- c) Retraso inevitable
- d) Interferencia de maquinas ( esperar máquinas ocupadas)

### **3. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA UNA FÁBRICA DE SUELAS**

#### **3.1 Tipo de producción**

El tipo de producción utilizado es intermitente y se desarrolla en unidades productivas de reducido tamaño.

Debido a que en programación se reciben los pedidos este proporciona a la planta lo que debe producir, estas son generalmente de variada índole y se complementan con los recursos disponibles, que a veces resultan insuficientes y otras veces quedan en gran medida ociosos. Suele suceder que ciertas estaciones se hallen abarrotadas y otras con muy poca labor.

Cada pedido requiere una programación individual y soluciones puntuales a los problemas.

Las características más destacadas de la producción intermitente son:

- Muchas órdenes de producción derivadas de los pedidos de los clientes.
- Gran diversidad de productos.
- Dificultades para pronosticar o anticipar la demanda.
- Necesidad de programar cada caso en particular.
- Bajo volumen de producción por producto.
- Emisión de órdenes específicas para cada pedido

### **3.2 Estudio de tiempos actual**

Actualmente el estudio de tiempos que se realiza utilizando un cronometro y anotando el tiempo por operación, luego realizando un promedio de los tiempos y proyectándolo diariamente. Pero no se esta agregando un factor de calificación o desempeño del operario, tampoco se toma en cuenta las idas al baño, la refacción ni el almuerzo.

Esto afecta mucho en el resultado que da la toma de tiempos y no es exacta pues se esta tomando incorrectamente. Y el dato obtenido no será confiable. Además de tener muchas variaciones debido a que las personas no trabajan con el mismo rendimiento por la mañana que por la tarde y menos cuando se trabajan horas extras. Porque el cuerpo se encuentra ya agotado a no ser que los operarios tuvieran una motivación por parte de los mandos medios.

Como podría ser un incentivo por llegar a la meta o un bono extra por rebasar la meta. Pero para implementar un incentivo o un bono se debe tener los tiempos estándares y tienen que ser confiables. Tomando en cuenta las consideraciones del caso. Además establecer metas alcanzables que requieran de un esfuerzo por parte del operario pero tampoco extralimitándose, colocando un incentivo a alcázar.

A continuación se presenta un ejemplo en la Tabla I toma de tiempos actual la cual es elaborada por el supervisor de la línea, toman un número de muestra arbitrario para cada operación luego sacan el promedio para cada operación y finalizando con la suma de tiempos de todas las operaciones para determinado estilo.

**Tabla I Toma de tiempos actual**

<b>TOMA DE TIEMPOS</b>		
Línea:	<u>1</u>	
Fecha:	<u>04/07/2008</u>	
Modelo:	<u>Ur060508</u>	
		Tiempo en Min.
#	Operación	Tx
1	Programar máquina	0.006
2	Limpiar los moldes y aplicar desmoldante	1.189
3	Llenado de moldes	0.159
4	Tiempo de espera de secado de suela	0.104
5	Sacar e inspeccionar las suelas de los moldes	0.209
6	Desvirado	0.291
7	Lavar Suela	0.167
8	Pintar suela y colocar suela en horno	0.271
9	Sacar e inspeccionar la suelas del horno	0.483
10	Empaque	0.074
	Total	2.951

Fuente: elaboración propia

El total que se observa es la sumatoria del tiempo cronometrado, la cual es de 2.951 min.

Seguidamente se muestra técnicamente el estudio de tiempos de la situación actual tomando en cuenta la calificación observada, promedio, tiempo normal y el tiempo estándar.

**Tabla II Estudio de tiempos actual**

#	Operación	Recurso	Calificación	Tx	Tn	Ts
1	Programar máquina		75	0.006	0.004	0.005
2	Limpiar los moldes y Aplicar desmoldante	mangera de presión	65	1.189	0.773	0.866
3	Llenado de moldes	máquina de llenado	80	0.159	0.127	0.142
4	Tiempo de espera de secado de suela		80	0.104	0.083	0.093
5	Sacar e inspeccionar las suelas de los moldes	con una pinza	75	0.209	0.157	0.175
6	Desvirado	máquina de desvirar	80	0.291	0.233	0.261
7	Lavar Suela	máquina Lavadora	85	0.167	0.142	0.159
8	Pintar suela y colocar suela en horno	cabina de pintado	75	0.271	0.203	0.227
9	Sacar e inspeccionar la suelas del horno	horno secador	55	0.483	0.266	0.297
10	Empaque		90	0.074	0.066	0.074
	<b>Total</b>					<b>1.281</b>

Fuente: elaboración propia

Ejemplo:

Operación 1

Tiempo normal

$$T_n = \frac{\text{calificación} * T_x}{100}$$

$$T_{n_1} = \frac{75 * 0.006}{100} = 0.004$$

Tiempo estándar

$$T_s = \left( \frac{\text{calificación} * T_x}{100} \right) \times 1.12$$

$$T_{s_1} = \left( \frac{75 * 0.006}{100} \right) \times 1.12 = 0.005$$

Y así consecutivamente para cada operación.

### **3.3 Diagnóstico de la situación actual**

Se realizara un análisis para determinar las causas que afectan la productividad de la fabricación de suelas.

#### **3.3.1 Análisis FODA**

A través del análisis FODA se determinaron las fortalezas y oportunidades que posee la empresa TECNICALSA, además de las debilidades y amenazas que la afectan. La cuales se obtuvieron através de una entrevista verbal con el gerente administrativo.

**Tabla III Diagnóstico de la empresa TECNICALSA**

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sólida presencia en la ciudad de Guatemala como en el interior del país.</li> <li>* Empresa líder en su ramo</li> <li>* Se poseen los recursos necesarios para la implementación del proyecto</li> <li>* Cuenta con personal de mucha experiencia en los procesos productivos.</li> <li>* El proyecto tiene la aprobación de la Gerencia en planta.</li> <li>* La empresa tiene demanda en sus productos.</li> <li>* Cuenta con alta tecnología para cubrir la demanda</li> <li>* Posee buenas instalaciones lo cual permite un mejor ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Lograr cambios estructurales en los procesos y mayor eficiencia</li> <li>* Para incrementar el rendimiento de la producción, tales como indicadores de proceso, sistemas de gestión de calidad, mejora de equipo y productividad, etc.</li> <li>* Permite conocer la eficiencia real en términos de volumen de producto terminado proyectado.</li> <li>* Conocer las distintas actividades y operaciones de cada estación de trabajo, deficiencias y circunstancias en las cuales se llevan a cabo.</li> <li>* Expansión del mercado, ofreciendo productos de alta calidad, y rapidez de entrega.</li> <li>* Se trabaja con materiales que pueden ser reprocesables.</li> </ul>

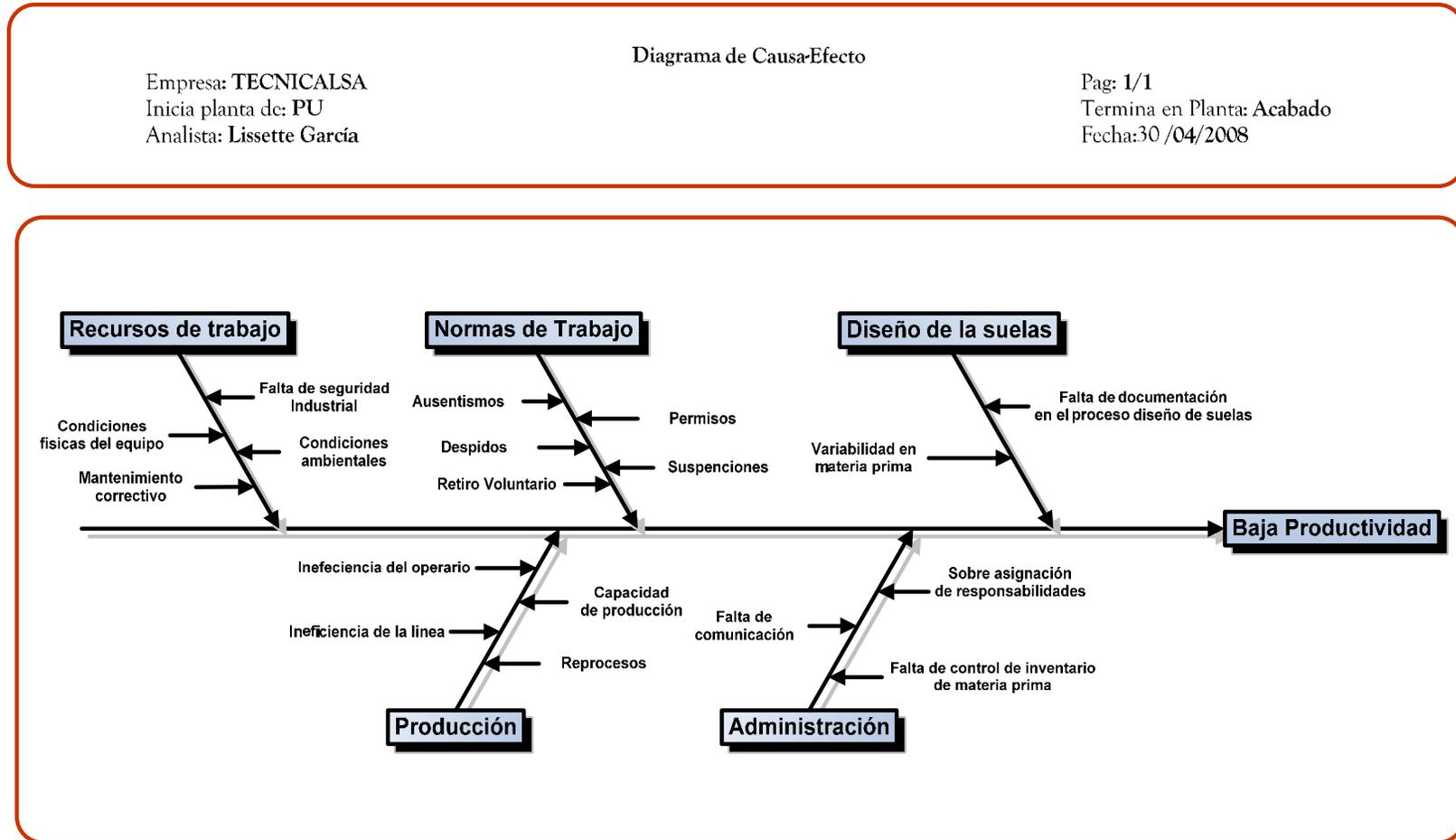
Fuente: elaboración propia

<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* No cuenta con un sistema de medición del desempeño, para cumplir con las demandas de los productos.</li> <li>* Realizan acciones correctivas en el área de acabado de suelas.</li> <li>* Falta de diagramas y control de tiempos en producción.</li> <li>* Necesidad de mejorar la eficiencia y productividad.</li> <li>* Falta de documentación en los procesos de los nuevos estilos.</li> </ul>	<p>La falta de diagramas y control de tiempos en producción ha desarrollado una diversidad de problemas en cuanto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* El cumplimiento de la demanda y esto repercute pérdidas económicas</li> <li>* La duplicación de funciones está ocasionando problemas con los tiempos de entrega.</li> <li>* Fuerte competencia de tipo nacional e internacional.</li> </ul>

**Fuente: elaboración propia**

### 3.3.2 Diagrama de causa-efecto de la productividad en la fabricación de suelas.

Figura 5 Diagrama de causa-efecto



Fuente: elaboración propia

### **3.3.2.1 Descripción del diagrama de causa-efecto de la productividad en la fabricación de suelas.**

Por medio del diagrama causa-efecto se ordena de forma muy concentrada todas las causas que pueden contribuir a un determinado efecto. Permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo; mostrando la relación de los diversos factores que pueden contribuir a un fenómeno determinado dentro de la fábrica.

En el diagrama de causa-efecto se muestran las causas primarias, las cuales se tomaron como factores que afectan la productividad de fabricación de suelas y son las siguientes: factor diseño de suelas, factor de normas de trabajo, factor de recursos de trabajo, factor de producción, factor de administración; cada una de éstas hacen necesario la propuesta de rediseño de productividad en el proceso de fabricación de suelas

Las causas secundarias del factor de diseño de suelas son:

- Falta de documentación en el proceso de diseño de suelas.
- Variabilidad en materia prima

La falta de documentación en el proceso de diseño de suelas tiene como efecto la pérdida de tiempo para encontrar las fórmulas que hacen ciertos efectos en las suelas, y debido a esto debe ser rediseñados los procesos cuando no se encuentran los pasos a seguir.

En cuanto a la variabilidad en materia prima para realizar los prototipos cabe destacar que los materiales que se están utilizando no contienen las mismas características debido a que son comprados por distintos proveedores.

Las causas secundarias del factor de normas de trabajo son:

- Permisos
- Suspensiones
- Ausentismos
- Despidos
- Retiros voluntarios

Debido esas causas el proceso tiende a detenerse y el flujo de la producción ya no es el mismo por consiguiente la productividad tiende a caer. Por ejemplo los despidos suelen darse por un mal reclutamiento de personal y los retiros voluntarios son por malas condiciones de trabajo.

Las causas secundarias del factor de recursos de trabajo son:

- Falta de seguridad industrial
- Condiciones ambientales
- Condiciones físicas del equipo de trabajo
- Mantenimiento correctivo

La falta de seguridad hace que los empleados disminuyan su rendimiento laboral. En cuanto a las condiciones ambientales: estas condiciones son importantes ya que se refieren al ruido, la ventilación y la iluminación dentro del área de trabajo provocan también una disminución en el ritmo de trabajo.

Mantenimiento correctivo a la maquinaria cabe mencionar que este tipo de mantenimiento dentro de la producción de suelas no debería de darse ya que detiene el flujo del proceso además de incurrir en costos de materiales que han sido perdidos por causa de un mal mantenimiento. Los mantenimientos deberían ser programados o sea que debería ser un mantenimiento preventivo

Las causas secundarias del factor de producción son:

- Ineficiencia del operario
- Ineficiencia de la línea
- Falta de capacidad de producción
- Reproceso

Ineficiencia del operario suele ser causa por un mal reclutamiento de personal y la ineficiencia de la línea suele darse por cuellos de botella que no han sido detectados a tiempo.

Falta de capacidad de producción es una causa provocada por el cambio de volumen de la demanda de productos en la línea y ésta se verá afectada si no posee los recursos necesarios para cubrir dicha demanda, además debe tomarse en cuenta la redistribución del proceso en función del rendimiento del operario.

Las causas secundarias del factor de administración son:

- Falta de comunicación
- Sobre asignación de responsabilidades
- Falta de control de inventario de materia prima

La falta de comunicación, causa mucha desorganización que no se esta ejecutando un trabajo adecuadamente y no se esta considerando lo que realmente se necesita hacer.

Sobre asignación de responsabilidades tiene como causa la ejecución de trabajos a medias, debido a que el tiempo no está siendo utilizado

eficientemente, que se esta pidiendo hacer trabajos que se escapan de las manos por la sobre asignación de responsabilidades.

Falta de control de inventario de materia prima, tiene como causa una desorganización dentro del área de diseño de suelas como el la producción, ya que no se esta contando con la existencia de material requerido para la demanda.

### **3.4 Identificación de factores que afectan la productividad**

Consiste en detectar las actividades principales que son parte de los factores que afectan la productividad los cuales son los siguientes:

- Factores de diseño de suelas
- Factores de normas de trabajo
- Factores de recursos humano
- Factores de producción
- Factores de administración

A continuación se describirá las actividades principales, las personas y funciones que abarca la responsabilidad de los encargados de cada actividad además de la fuente del costo.

**3.4.1 Factores del diseño de suelas:** determina las actividades del proceso del diseño de suelas. Además muestra las funciones que abarca cada puesto como documentar los procedimientos de manufactura para los modelos nuevos, el establecimiento de estándares de tiempo, etc. Pues de esta manera se obtendrá un registro de los modelos fabricados. Los cuales serán de gran ayuda para realizar modelos anteriores. Pues se estará llevando un historial.

**Tabla IV Identificación de factores del diseño**

ACTIVIDAD	PUESTO Y FUNCIÓN QUE ABARCA	FUENTE DEL COSTO
<b>a) Requerimientos del modelo</b>	Se refiere al modelo estipulado por el cliente. Entre los cuales se debe observar si es modelo nuevo o antiguo.	
Modelo nuevo	<p>Documentar los procedimientos de manufactura para este nuevo modelo.</p> <p>Establecer los estándares de tiempo para los modelos nuevos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ingeniero planta</li> <li>● Supervisores</li> <li>● Carpinteros y mecánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Costos ocultos</li> <li>● Muestras</li> <li>● Materiales para ayudas de trabajo</li> </ul>
Modelo antiguo	<p>Se tienen documentados los procedimientos de manufactura para ese modelo.</p> <p>Se cuenta con estándares establecidos para dar las órdenes de producción.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ingeniero de planta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos</li> </ul>
<b>b) Análisis del diseño del modelo a</b>	Se refiere al flujo del proceso de fabricación, además de tomar en cuenta que los procedimientos de manufactura	

<b>fabricar</b>	del diseño no sean complicados para la producción y tenga un buen flujo dentro del proceso.	
	<p>Costo de de la fabricación no sea elevado.</p> <p>Operaciones no complicadas del proceso.</p> <p>Buscar soluciones para facilitar los procesos en la fabricación de suelas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Diseñador</li> <li>● Ingeniero de planta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos</li> </ul>
Tiempos estándares	<p>Realizar un estudio de tiempos para cada estilo nuevo y establecer los estándares de tiempo de las operaciones que lo comprenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ingeniero de métodos o analista de tiempos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos</li> </ul>
Metas por operación	<p>Control de pares producidos.</p> <p>Lograr las metas establecidas a través del balance de líneas.</p> <p>Evaluar la eficiencia de las líneas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ingeniero de métodos</li> <li>● Producción</li> <li>● Mandos medios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Bonificación por incentivos</li> </ul>
<b>c) Recepción de materiales</b>	Se refiere al control de ingreso de los materiales y el inventario optimo dentro de la bodega de materia prima.	

	Evaluando la calidad	
Control de ingreso	Control del ingreso de los materiales, con sus respectivas especificaciones. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de bodega.</li> <li>• Encargado de Importación-exportación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sueldos y salarios</li> <li>• Compras y devoluciones de materiales de consumo.</li> </ul>
Control de existencias	Control y comprobación de calidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero de planta</li> <li>• Jefe de bodega</li> <li>• Encargado de compras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sueldos y salarios</li> <li>• Materiales de consumo y muestras</li> <li>• Pagos externos por composturas</li> </ul>
Revisión de las especificaciones del acabado de las suelas en relación a los suministros empleados	Control y comprobación de calidad. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspectores de calidad</li> <li>• Producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sueldos y salarios</li> <li>• Materiales de consumo por composturas</li> </ul>
<b>d) Requerimiento de equipo y maquinaria</b>	Solicitud de equipo y maquinaria necesaria para la fabricación y el acabado de las suelas en cada estación de trabajo.	
	Control y comprobación del proceso de manufactura <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisor</li> <li>• Mecánico</li> <li>• Ingeniero de línea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sueldos</li> </ul>
<b>d) Distribución de maquinaria</b>	Ubicación estratégica para el flujo del proceso evitando así los recorridos innecesarios.	

Lay-Out	<p>Mantener el flujo del proceso</p> <p>Adecuar la distribución de maquinaria considerando el proceso de fabricación para cada modelo de suela.</p> <p>Mantener en buen estado las instalaciones, maquinaria y el equipo utilizado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ingeniero de línea</li> <li>● Mecánico y personal de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Materiales y otros gastos relacionados</li> </ul>
---------	--	--

Fuente: elaboración propia

**3.4.2 Factores de normas de trabajo:** determina los lineamientos relacionados al proceso productividad además de evaluar el recurso humano con el que cuenta la empresa para encontrar las causas que ocasionan los despidos, las renunciaciones y las ausencias.

**Tabla V. Identificación de factores de normas de trabajo.**

ACTIVIDAD	PERSONA Y FUNCIÓN QUE ABARCA	FUENTE DEL COSTO
<b>a) Recurso humano</b>		
Permisos Personales	<p>Control de ausentismo</p> <p>Índices de rotación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ingenieros y supervisores</li> <li>● Recursos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Horas extras</li> <li>● Gastos de inversión</li> </ul>

Citas IGSS	Control de ausentismo Índice de rotación <ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción</li> <li>● Ingenieros y supervisores</li> <li>● Recursos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Horas extras</li> <li>● Gastos de inversión</li> </ul>
Asuetos Oficiales	Control de ausentismos Índice de rotación <ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción</li> <li>● Ingenieros y supervisores</li> <li>● Recursos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Horas extras</li> <li>● Gastos de inversión</li> </ul>
Asuetos de ley	Control de ausentismo Índices de rotación <ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción</li> <li>● Ingenieros y supervisores</li> <li>● Recursos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Horas extras</li> <li>● Gastos de inversión</li> </ul>
Enfermedades	Higiene industrial Control de ausentismo Índices de rotación <ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción</li> <li>● Ingenieros y supervisores</li> <li>● Recursos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Horas extras</li> <li>● Gastos de inversión</li> </ul>
Ausencias	Control de ausentismo Índices de rotación	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Horas extras</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción</li> <li>● Ingenieros y supervisores</li> <li>● Recursos humanos</li> </ul>	
Suspensión IGSS	<p>Control de ausentismo Índices de rotación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción</li> <li>● Ingenieros y supervisores</li> <li>● Recursos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Horas extras</li> </ul>
Retiro voluntario	<p>Índice de rotación Fallas internas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción</li> <li>● Ingenieros y supervisores</li> <li>● Recursos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Horas extras</li> </ul>
Retiro forzado	<p>Productividad Índices de rotación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción</li> <li>● Ingenieros y supervisores</li> <li>● Recursos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

**3.4.3 Factores de recursos humanos:** determina las herramientas relacionadas con el proceso productivo, para evitar atrasos por motivo de condiciones inadecuadas de trabajo y condiciones inseguras para el operario.

**Tabla VI. Identificación de factores de recursos humanos.**

ACTIVIDAD	PERSONA Y FUNCIÓN QUE ABARCA	FUENTE DEL COSTO
<b>a) Condiciones físicas de las instalaciones</b>		
	Mantener la seguridad industrial para el bienestar de los empleados y de la empresa. <ul style="list-style-type: none"> <li>● Personal de mantenimiento</li> <li>● Técnicos especialistas ingenieros y mecánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Pagos de servicios y otros gastos relacionados</li> </ul>
<b>b) Capacidad de maquinaria</b>		
Situación	Disponibilidad, clasificación, ubicación y estado actual de la maquinaria. Distribución de maquinaria. <ul style="list-style-type: none"> <li>● Mecánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos</li> <li>● Pérdidas y devaluación de maquinaria</li> </ul>

Clasificación categórica	Control y comprobación de maquinaria adecuada. Distribución de maquinaria. ● Ingenieros de planta	● Sueldos
<b>d) Capacidad de área</b>		
Flujo de proceso	Sistematizar recorrido del proceso. ● Analista de métodos ● Ingeniero de planta	● Sueldos

Fuente: elaboración propia

**3.4.4 Factores de producción:** garantizar el cumplimiento de la demanda de producción a tiempo. A través del análisis de producción que se este llevando y el análisis de balance de líneas, logrando así la eficiencia del operario y de la línea de producción y facilitando una mejor planeación de la producción para obtener un mejor flujo de la producción.

**Tabla VII. Identificación de factores de producción**

ACTIVIDAD	PERSONA Y FUNCIÓN QUE ABARCA	FUENTE DEL COSTO
a) Tamaño de la producción		
Normal	Satisfacer demanda Estabilidad	● Sueldos y salarios ● Materiales y

	Productividad <ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción</li> <li>● Mandos medios</li> <li>● Ingenieros</li> </ul>	productos de consumo
Variable	Satisfacer demanda Productividad Balance de líneas Distribución de maquinaria <ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción</li> <li>● Mandos medios</li> <li>● Ingenieros</li> <li>● Recursos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Materiales y productos de consumo</li> <li>● Tiempos extra</li> <li>● Gastos para captar personal</li> <li>● Alquiler de bodega y maquinaria</li> <li>● Costos de oportunidad</li> <li>● Liquidaciones</li> </ul>
<b>b) Capacidad de producción</b>		
Eficiencia del operario	Metas de producción Productividad Incentivo individual <ul style="list-style-type: none"> <li>● Personal de producción</li> <li>● Instructoras de métodos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> </ul>
Eficiencia del la sección		
	Metas de producción Productividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> </ul>

	<p>Incentivo por sección</p> <p>Personal de producción</p> <p>Supervisores e instructoras de métodos</p>	
<b>c) Planeación de la producción</b>		
	<p>Riesgos antes de iniciar producción</p> <p>Establecer prioridades de entrega de modelos</p> <p>Verificación de existencias</p> <p>Control de inventarios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ingeniero de planta y gerente de producción.</li> <li>● Bodega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

**3.4.5 Factores de administración:** involucra el asesoramiento de la jerarquía a nivel medio para la solución de problemas con el operario. Es necesario también que los mandos medios hagan cumplir los procedimientos y el ordenamiento de la fabricación de suelas para obtener un flujo continuo del proceso y cumpla con las normas de calidad. Para entregar los productos con los requerimientos solicitados por el cliente.

**Tabla VIII. Identificación de factores de administración**

ACTIVIDAD	PERSONA Y FUNCIÓN QUE ABARCA	FUENTE DEL COSTO
Reingeniería	<p>Estrategias de producción.</p> <p>Procedimientos adecuados para alcanzar objetivos.</p> <p>Ordenamiento y redistribución del proceso productivo de autoridad y de los recursos entre personal de la planta.</p> <p>Coordinación de sistemas productivos en conjunto. Control y comprobación de calidad</p> <p>Satisfacer demanda.</p> <p>Cumplimiento de programas de producción.</p> <p>Comprobación del proceso continuo y de normas de calidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción</li> <li>● Mandos medios como soporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sueldos y salarios</li> <li>● Materiales de consumo.</li> <li>● Bonificación por incentivos</li> <li>● Liquidaciones</li> <li>● Costos por composturas</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

### 3.5 Medición de la productividad

Actualmente la empresa no cuenta con un sistema de medición, pero para la elaboración del presente trabajo se tomó la productividad que en este momento se tiene.

Los datos son los siguientes: se obtuvo una producción de 2339 *pares/día* este dato pertenece a un promedio de la producción obtenida durante una semana la cual fue elaborada con 8 operarios en la línea, con una disponibilidad de 12 horas diarias.

La relación es la siguiente:

#### Productividad

$$P = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

$$P = \frac{2339 \text{ pares/día}}{8 \text{ operarios} * 12 \text{ horas}} = 24.36 \text{ pares/operario} \approx 24 \text{ pares/operario}$$

Nos da como resultado la tasa de producción que se tiene por operario.

### **3.6 Descripción de diagrama de operaciones del proceso**

La mayoría de las operaciones son automatizadas pero requieren de habilidad, precisión y experiencia para el manejo de las máquinas, ya que estas son de tipo industrial y se debe mantener una velocidad constante en todas las operaciones para evitar demoras y mantener el flujo de la producción.

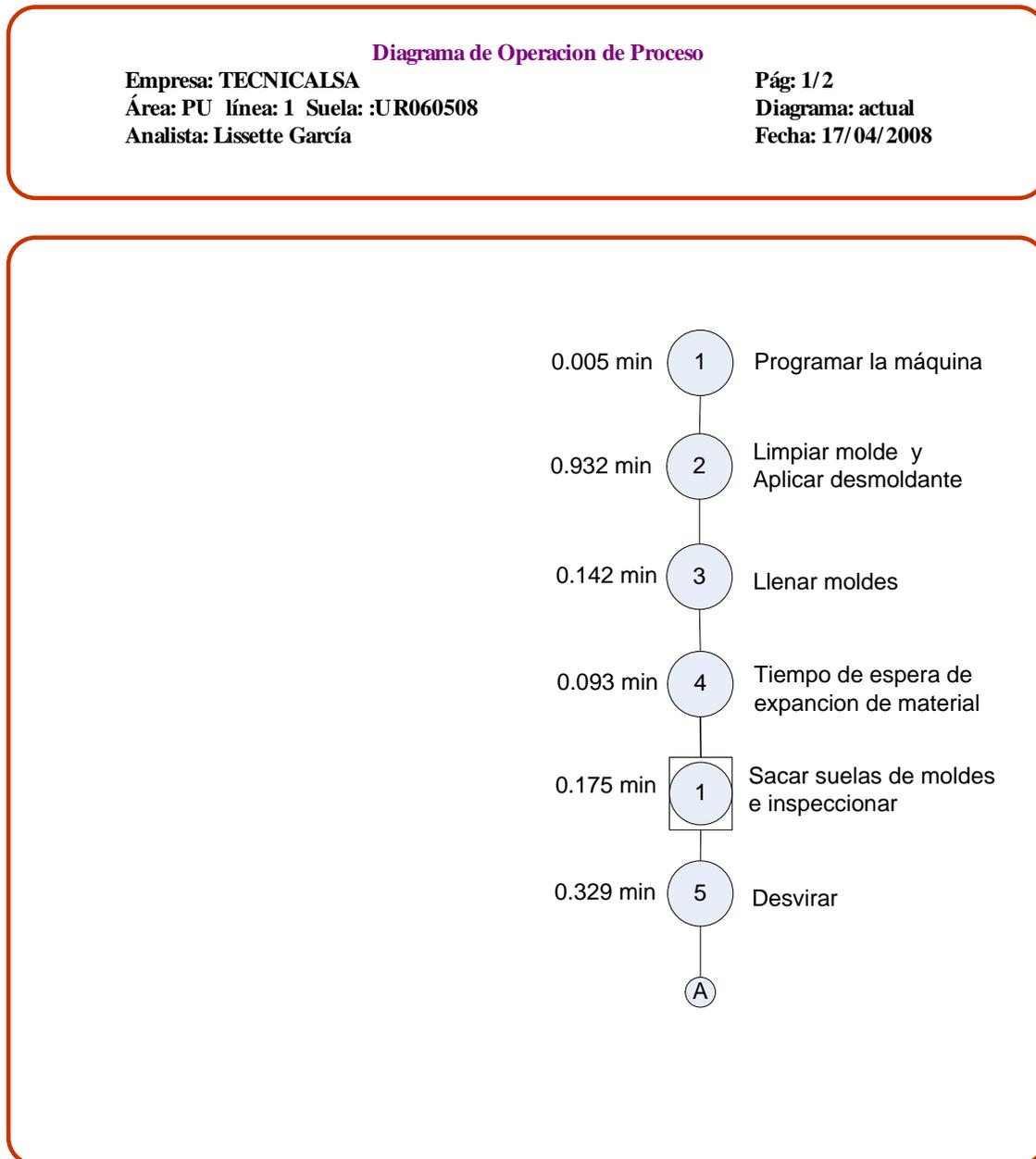
El proceso da inicio al programarse la máquina inyectora para inyectar los moldes (0.005min), luego de eso se debe limpiar los moldes aplicando un desmoldante (0.932min) que sirve para que el material no se pegue al molde. Luego de eso se inyecta el material con la máquina en cada molde (0.142min), y cuando el material esta inyectado hay un tiempo de expansión de material (0.093min). Cuando ha terminado el tiempo de expansión debe sacarse la suela del molde e inspeccionarla (0.175min).

Luego debe pasar por el proceso de desvirado (0.329) en el cual se elimina el exceso de material que queda en el borde de la suela. Cuando ya ha terminado ese proceso la suela es transportada a acabado.

En acabado se lava la suela (0.159min) para después transportarla a la línea indicada. Estando en la línea ya debe pintarse (0.211min) cuidadosamente la suela utilizando una cabina de pintado y estas pueden tener de 2 a 3 pistolas, y luego la introducen al horno de secado. Se saca la suela del horno y es inspecciona (0.288min), cuando ya es inspeccionada se empaca (0.460min). Seguidamente se transporta a la bodega de producto terminado.

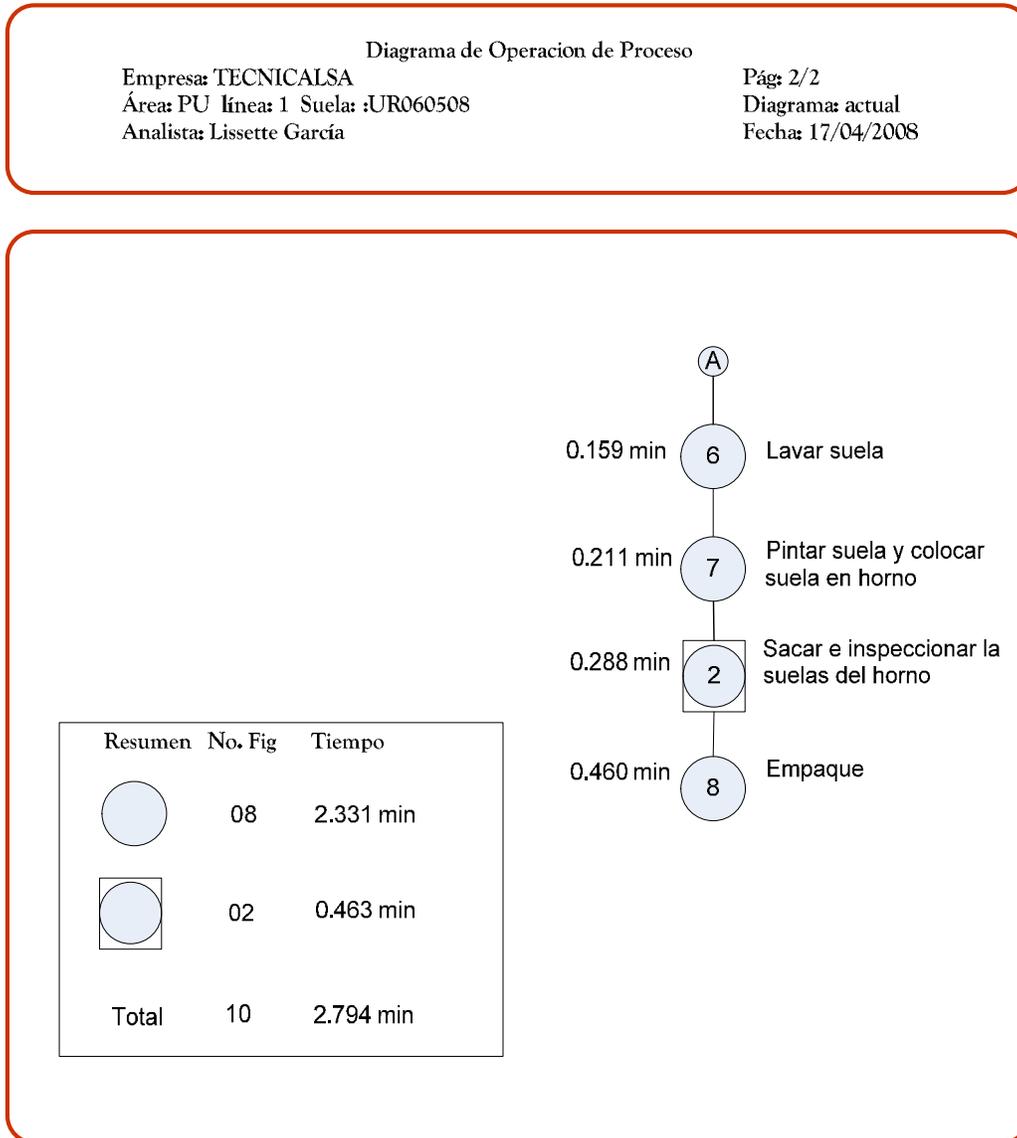
### 3.6.1 Diagrama de operaciones del proceso

Figura 6. Diagrama de operaciones del proceso



Fuente: elaboración propia

**Figura 7. Continuación de diagrama de operaciones del proceso.**



**Fuente:** elaboración propia

Análisis: El proceso tiene un número de 8 operaciones y un total de 2.3 min. Contando con 2 operaciones e inspecciones con un total de 0.5 min. y el tiempo total de duración de proceso completo es de 2.8 min.

En cuanto a la estructura y el tiempo en el proceso se deberá colocar al inicio del proceso la operación de limpiar moldes y aplicar desmoldante luego.

Seguidamente se colocará una operación combinada de inspección y operación que incluye programar máquina, llenado de moldes, sacar e inspeccionar las suelas de la máquina para así eliminar los tres ítems y minimizar el tiempo durante el proceso. Además en la operación 7 hacer una sola operación que incluya pintar suela, colocar suela en horno y esa misma persona estará empacando.

### **3.7 Descripción de diagrama de flujo del proceso**

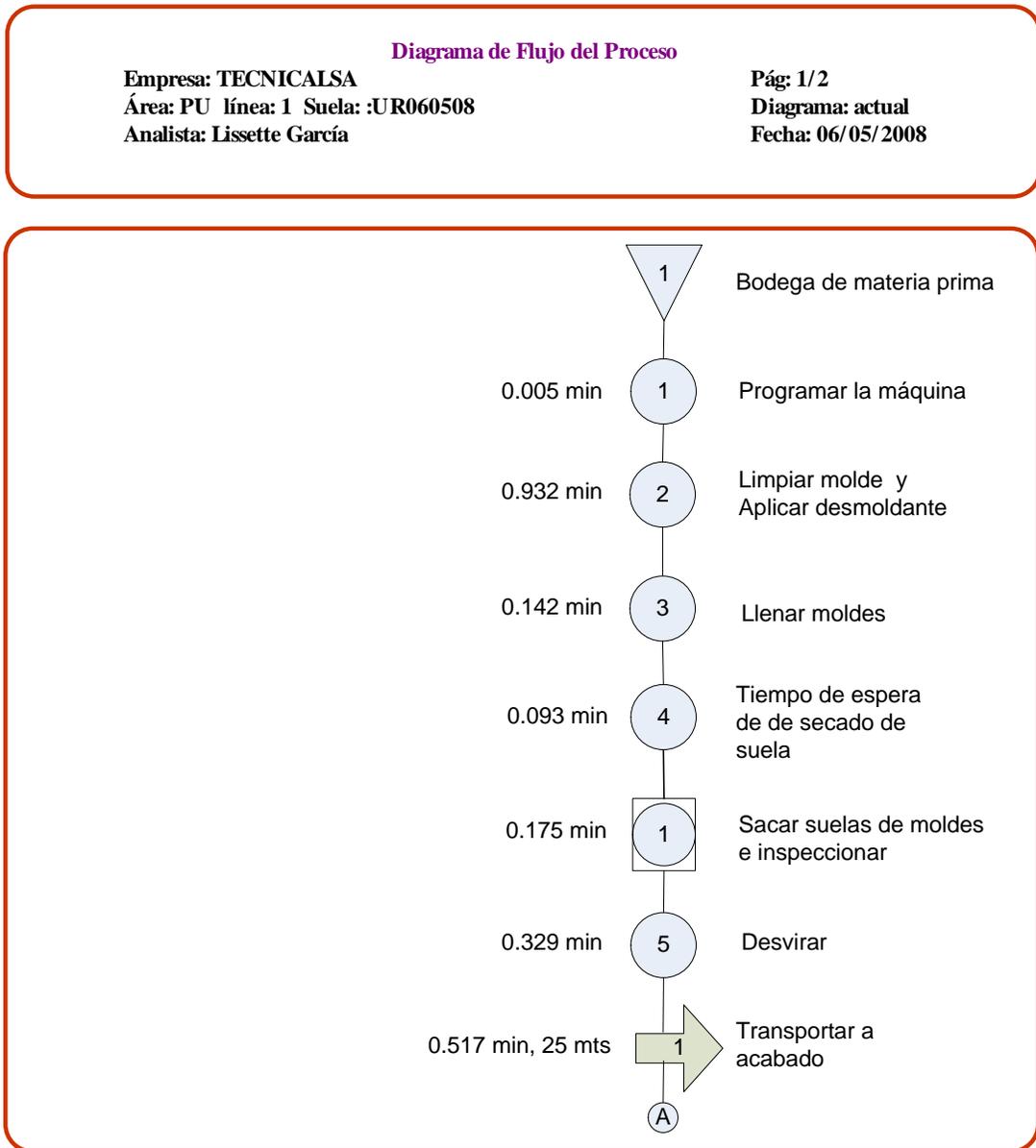
Al inicio del proceso debe programarse la máquina inyectora de los moldes de suelas (0.005min), luego de eso se debe limpiar los moldes aplicando un desmoldante (0.932min) que sirve para que el material no se pegue al molde. Luego de eso se inyecta el material en cada molde (0.142min), después se le da un tiempo de expansión de material (0.093min). Cuando ya está expandido debe sacarse la suela del molde e inspeccionarla (0.175min). Luego debe pasar por el proceso de desvirado (0.329 min.) en el cual se elimina el exceso de material que queda en el borde de la suela. Cuando ya ha desvirado se transportada a acabado (0.517min., 25mts).

En acabado se lava la suela (0.159min) para después transportarla a la línea indicada (0.2min, 6mts) estando en la línea ya debe pintarse (0.211min) cuidadosamente la suela utilizando una cabina de pintado y estas pueden tener de 2 a 3 pistolas, y la introducen al horno de secado.

Se saca la suela del horno y es inspecciona (0.288min), cuando ya es inspeccionada se empaca (0.460min). Seguidamente se transporta a la bodega de producto terminado (1.28min, 68mts).

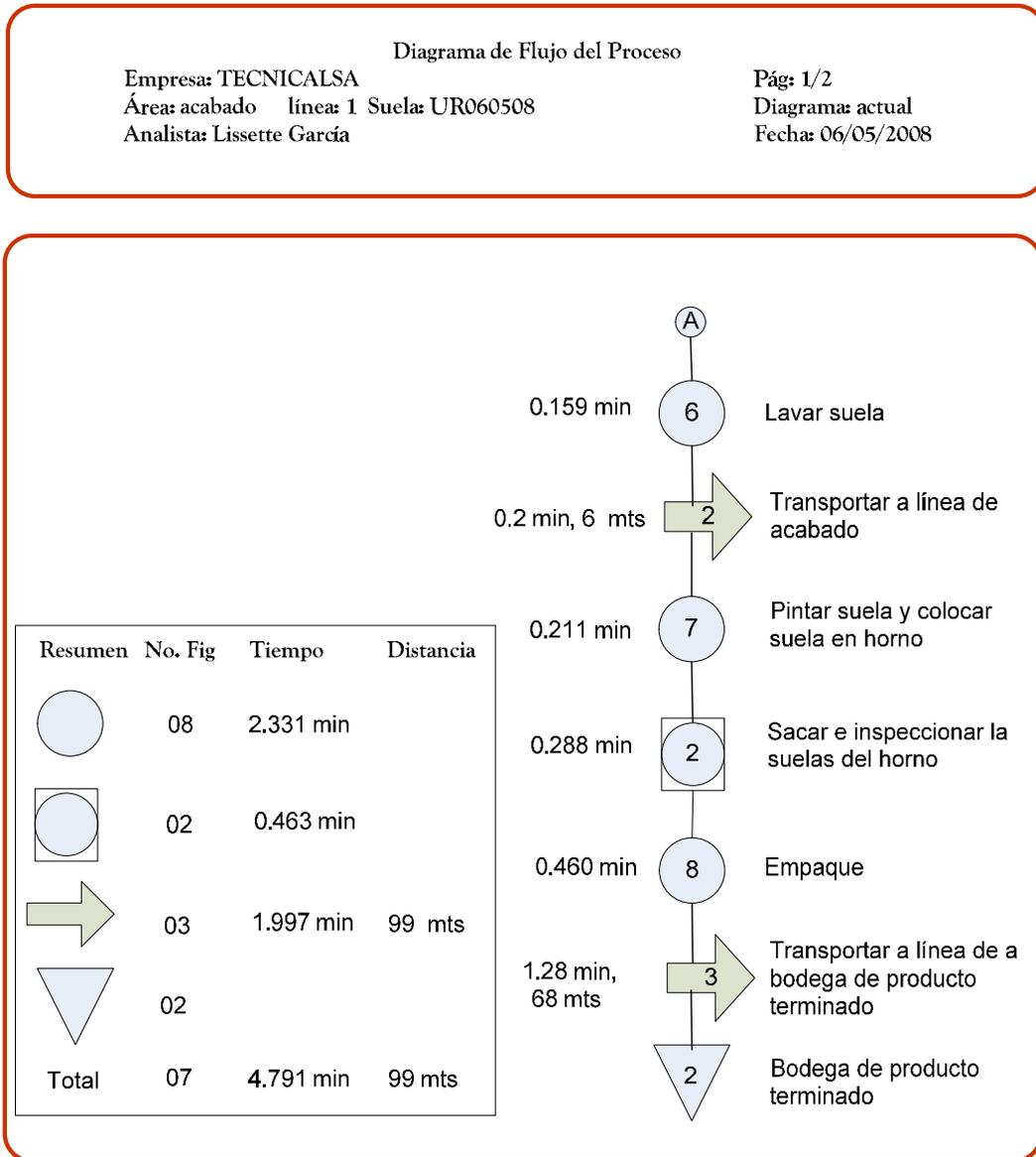
### 3.7.1 Diagrama de flujo del proceso

Figura 8. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: elaboración propia

**Figura 9. Continuación de diagrama de flujo del proceso**



**Fuente: elaboración propia**

El proceso tiene un número de 8 operaciones y un total de 2.3 min. Contando con 2 operaciones e inspecciones con un total de 0.5 min. Además tiene 3 transportes con un total de 2 min. y 99mts. Y el tiempo total de duración de proceso completo es de 2.8 min.

En cuanto a la estructura, el proceso se deberá colocar la operación de limpiar moldes y aplicar desmoldante después de BMP. Posteriormente se colocará una operación combinada de inspección y operación que incluye programar máquina, llenado de moldes, sacar e inspeccionar las suelas de la máquina para así eliminar los tres ítems y minimizar el tiempo durante el proceso. Además en la operación 7 hacer una sola operación que incluya pintar suela, colocar suela en horno y esa misma persona estará empacando.

### **3.8 Descripción del diagrama de distribución de planta**

La planta se divide en tres áreas que son:

**Área de PVC:** donde además de fabricar suelas de PVC se fabrican también suelas de Termoplástico TR, Polipropileno PP, ABS y durastar.

**Área de poliuretano:** donde se fabrican únicamente suelas de poliuretano y cuenta con máquinas fundidoras de PU y máquinas de llenado e inyectado de PU bicolor.

**Área de acabado:** esta área recibe todas las suelas para darles el último proceso que es de acabado desde el lavado de la suela hasta el empaque del producto

Además se cuenta con un área de materia prima y producto en reproceso, área de producto terminado y área de oficinas administrativas.

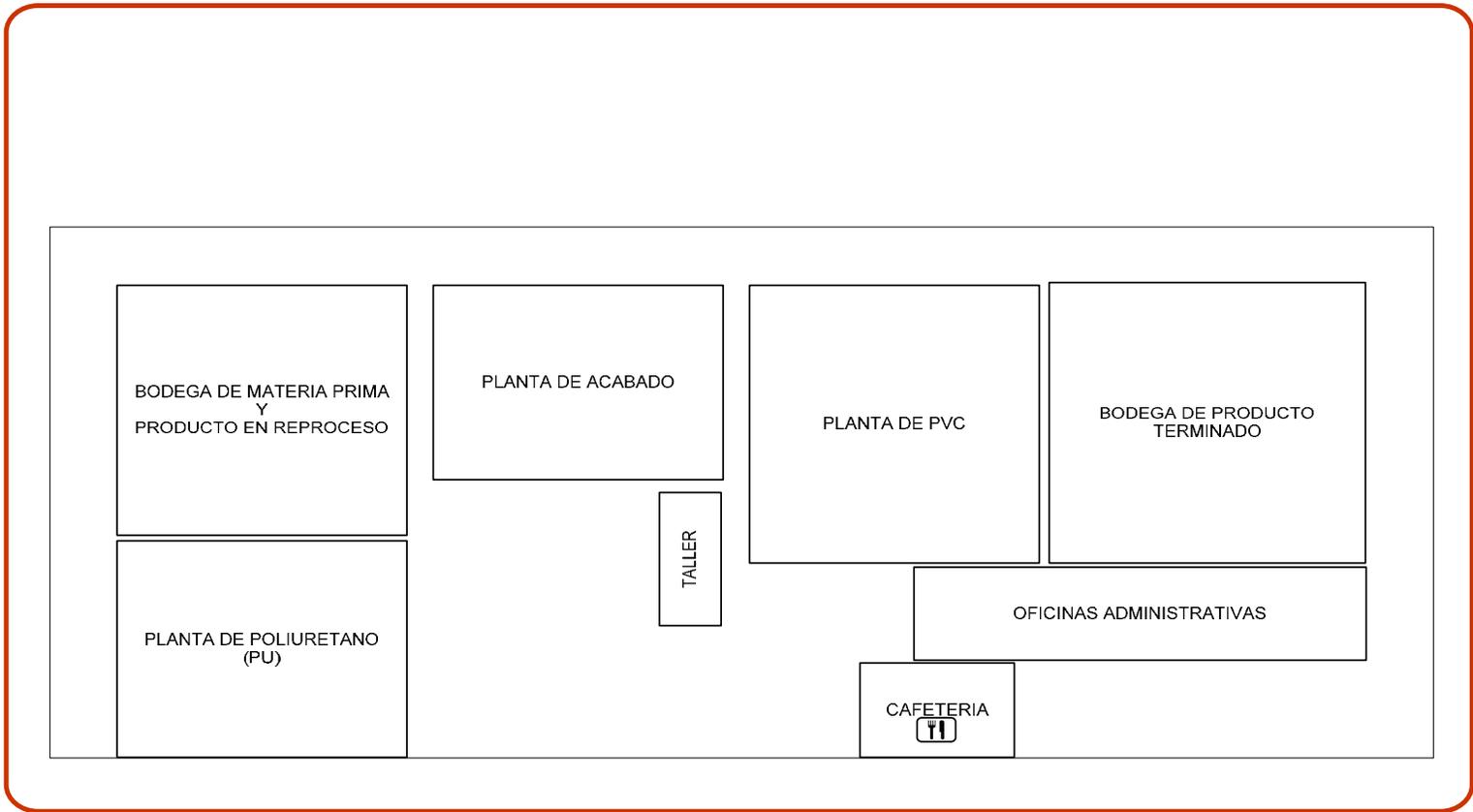
### 3.8.1 Diagrama de distribución de planta

Figura 10. Diagrama de distribución de planta

**Diagrama de distribución en planta**

Empresa: **TECNICALSA**  
Diagrama: **Actual**  
Analista: **Lisette García**

Pág.: 1/1  
Fecha: 17/04/2008



Fuente: elaboración propia

### 3.9 Balance de líneas de la fabricación de suelas

El balance de líneas se obtuvo partiendo del tiempo estándar que inicialmente se explicó (Ver Pág. 31). Y el tiempo total estándar es 1.745 min.

#### Tiempo máximo

El tiempo máximo es de 0.329 min. el cual pertenece a la operación de desvirado y el tiempo total máximo es

$$T_{\max*TL} = (T_{\max})(\text{Número} \cdot TL \cdot \text{operaciones})$$

$$T_{\max*TL} = 0.329 \times 10 = 3.290$$

#### Tasa de producción Tp

Tiempo disponible (Td)= número de horas laborales – (tiempo de almuerzo + tiempo de refacción y tiempo de idas al baño)

Tiempo disponible= 720 min. – (30 min. + 15 min.)

$$T_p = \frac{(\text{meta} \cdot \text{de} \cdot \text{producción})}{\text{tiempo} \cdot \text{disponible}}$$

$$T_p = \frac{900}{675} = 1.33$$

#### Eficiencia (E)

$$E = \frac{\sum T_s}{\sum T_{\max}}$$

$$E = \frac{1.745 \text{ min}}{3.290 \text{ min}} \times 100 = 53.026\% \cong 53\%$$

El resultado indica que en el proceso se están utilizando inadecuadamente los recursos, debido a que la eficiencia es muy baja. Y deberá observarse los factores que influyen.

### Número de operaciones por estación (NOE)

$$NOE_i = \frac{T_p}{E} \times T_{s_i}$$

Ejemplo:

$$NOE_2 = \frac{1.333}{0.5303} \times 0.289 = 0.726 \cong 1 \cdot \text{operario}$$

Y así consecutivamente para cada operación esto da a conocer el tiempo utilizado por el operario en este caso podría decirse que el operario tiene 75% de su tiempo utilizado en esa operación por lo que debería invertir el otro 25% en otra operación

Ese es el criterio utilizado para cada estación

### Operario más lento (O+L)

$$O + L_i = \frac{T_{s_i}}{NOE_i}$$

Ejemplo:

$$O + L_2 = \frac{0.289}{1} = 0.289$$

Se debe realizar para cada operación luego analizar cual es el operario más lento en este caso fue el de la operación número 2 de limpiar los moldes y aplicar desmoldante.

### Ritmo de línea por hora RLH

$$RLH = \text{Número} \cdot O + L / T_s$$

$$RLH = 1 / 0.289 * 60 = 208 \text{ pares/hora}$$

$$RLD = 208 \times 11.25 = 2339 \text{ pares/día}$$

**Tabla IX. Balance de líneas**

Fecha: **05/06/2008**

máx. de Ts= **0.329**

**BALANCE DE LÍNEAS DE PROCESO COMPLETO PARA  
LA PRODUCCIÓN DE SUELAS**

Modelo: **UR060508**

**INGRESO**

**Pares**

Estación	Operación	Recurso	Ts	Tmax	# Op/Est	NOE	Op+lento
1	Programar máquina	0	0.005	0.329	0.25	0.012	0.019
2	Limpiar los moldes y Aplicar desmoldante	mangera de presión	0.289	0.329	1.00	0.726	0.289
3	Llenado de moldes	máquina de llenado	0.142	0.329	0.50	0.358	0.284
4	Tiempo de espera de secado de suela	0	0.046	0.329	1.00	0.117	0.046
5	Sacar e inspeccionar las suelas de los moldes	con una pinza	0.175	0.329	0.25	0.441	0.701
6	Desvirado	máquina de desvirar	0.329	0.329	1.00	0.827	0.329
7	Lavar Suela	Máquina Lavadora	0.159	0.329	1.00	0.401	0.159
8	Pintar suela y colocar suela en horno	cabina de pintado	0.227	0.329	1.00	0.571	0.227
9	Sacar e inspeccionar la suelas del horno	Horno secador	0.297	0.329	1.00	0.748	0.297
10	Empaque	0	0.074	0.329	1.00	0.187	0.074
	<b>Total</b>		<b>1.745</b>	<b>3.290</b>	<b>8.000</b>		

**Fuente: elaboración propia**

### **3.9.1 Eficiencia**

La eficiencia que se ha obtenido es de toda la línea que produce suelas de poliuretano estilo UR060508 la eficiencia actual de es de 53% dato obtenido del balance de líneas actual (Ver pág. 61).

### **3.9.2 Punto crítico del proceso**

El punto donde se encuentra el cuello de botella es la operación de desvirado debido a que hay tres módulos productores de suelas, el cual cuenta con 3 personas las cuales tienen la capacidad de producir 2000 pares/operario haciendo un total de 6000 pares, mientras que en el área de inyección de suelas se está fabricando aproximadamente 7500 pares de suelas y para lograr cumplir con esa meta se necesita una persona más en el área de desvirado. De lo contrario no logra mantenerse bien el flujo de la línea.

### **3.10 Justificación del proyecto**

La elaboración de diagramas en el área de producción, control de tiempos en los procedimientos y balance de líneas; constituyen un mecanismo de información importante para el análisis de capacidad o bien en pronósticos de producción.

La falta de diagramas y control de tiempos en producción ha desarrollado una diversidad de problemas en cuanto al cumplimiento de la demanda y esto repercute pérdidas económicas, duplicación de funciones y ocasionando problemas con los tiempos de entrega.

El desarrollo de estos procedimientos es una etapa sumamente importante para lograr cambios positivos dentro de la empresa y para incrementar el rendimiento de la producción teniendo en cuenta la relación de cantidad y calidad en producción la cual se lograra a través de medición de productividad e indicadores de productividad. Pues son importantes dentro de la producción ya que con un perfeccionamiento de la productividad se logrará reducir los costos en operación identificando así los factores que la afectan y mejorando continuamente.

También se obtendrá conocimiento sobre las distintas actividades y operaciones de cada estación, deficiencias y circunstancias en las cuales se llevan a cabo, constituyen la base para la justificación de este proyecto, ya que conforman una plataforma para la mejora de operaciones de la fabricación de suelas en TECNICALSA.



## 4. PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE SUELAS

### 4.1 Estudio de tiempos propuesto

**Método continuo de lectura de reloj:** es aquel en que el reloj una vez que se arranca permanece funcionando durante todo el estudio, haciendo lecturas progresivamente y una vez que el estudio se haya concluido se detendrá. El tiempo para cada elemento se obtiene restando la lectura anterior de la lectura inmediata siguiente.

Ventajas:

1. Se emplea un solo reloj.
2. Los errores en las lecturas tienden a compensarse.
3. Permite demostrar exactamente al trabajador como se empleó el tiempo durante el estudio. De esta manera se evitan suspicacias y se puede demostrar la buena fé del estudio.
4. No se pierde tiempo en los retrocesos, lo que hace que las lecturas sean más exactas.

Desventajas:

1. Es menos flexible.
2. La lectura se hace no la manecilla en movimiento.
3. Se necesita más práctica para hacer correctamente las lecturas.
4. Se necesita mucho trabajo de gabinete, para efectuar las restas.

Para la elaboración de la toma de tiempos se utilizaron 20 muestras (Ver Tabla X se muestran 7) cronometrados para cada operación en los cuales se agregaron operaciones pequeñas que no se tomaban en cuenta pero al ser

acumuladas hace un aumento significativo por esa razón se muestran con el símbolo (+) en la Tabla X luego se promediaron **Tx**.

Tabla X Método continuo de lectura reloj

Línea: **1**  
 Fecha: **04/07/2008**  
 Modelo: **UR060508**  
 Analista: **Lisette García**

#	Operación	Recurso	Tc1	Tc2	Tc3	Tc4	Tc5	Tc6	Tc7
1	Programar máquina		0.006	0.011	0.017	0.023	0.029	0.035	0.041
2	Limpiar los moldes y aplicar desmoldante	Manguera de presión	0.351	0.770	1.136	1.480	5.947	6.298	6.718
3	Llenado de moldes	Máquina de llenado	0.154	0.573	0.939	1.283	5.750	6.101	6.521
4	Tiempo de espera de secado de suela		0.079	0.498	0.863	1.208	5.674	6.025	6.445
5	Sacar e inspeccionar las suelas de los moldes	Con una pinza	0.177	0.596	0.961	1.306	5.772	6.123	6.543
6	Desvirado	Máquina de desvirar	0.25	0.669	1.034	1.379	5.846	6.197	6.617
7	Lavar suela	Máquina Lavadora							
	(+) Ingreso de suela		0.007	0.02	0.028	0.038	0.048	0.058	0.068
	(+) lavado		0.128	0.14	0.148	0.158	0.168	0.178	0.188
	(+) Descarga		0.033	0.04	0.053	0.063	0.073	0.083	0.093
8	Pintar suela y colocar suela en horno	Cabina de pintado	0.283	0.48	0.767	1.067	1.267	1.567	1.883
9	Sacar e inspeccionar la suelas del horno	Horno secador	0.083	0.28	0.567	0.867	1.067	1.367	1.683
	(+) Tiempo de secado		0.4	0.6	0.883	1.167	1.45	1.733	2.017
10	Empaque		0.078	0.28	0.561	0.641	0.703	0.783	0.852

En la siguiente tabla se muestran las lecturas no acumuladas solo como referencia:

Tabla XI Continuación de método continuo de lectura reloj

#	Operación	Recurso	Tc1	Tc2	Tc3	Tc4	Tc5	Tc6	Tc7
1	Programar máquina		0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
2	Limpiar los moldes y aplicar desmoldante	Manguera de presión	0.351	0.345	0.339	0.333	0.327	0.321	0.315
3	Llenado de moldes	Máquina de llenado	0.154	0.148	0.142	0.136	0.130	0.124	0.118
4	Tiempo de espera de secado de suela		0.079	0.073	0.067	0.061	0.055	0.049	0.043
5	Sacar e inspeccionar las suelas de los moldes	Con una pinza	0.177	0.171	0.165	0.159	0.153	0.147	0.141
6	Desvirado	Máquina de desvirar	0.25	0.244	0.238	0.232	0.226	0.220	0.214
7	Lavar suela	Máquina Lavadora	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
	(+) Ingreso de suela		0.007	0.001	0.005	0.001	0.005	0.001	0.005
	(+) lavado		0.128	0.122	0.116	0.110	0.104	0.098	0.092
	(+) Descarga		0.033	0.027	0.021	0.015	0.009	0.003	0.003
8	Pintar suela y colocar suela en horno	Cabina de pintado	0.283	0.277	0.271	0.265	0.259	0.253	0.247
9	Sacar e inspeccionar la suelas del horno	Horno secador	0.083	0.077	0.071	0.065	0.059	0.053	0.047
	(+) Tiempo de secado		0.4	0.394	0.388	0.382	0.376	0.370	0.364
10	Empaque		0.078	0.072	0.066	0.060	0.054	0.048	0.042

Se observa un signo así “(+)” significa que esas lecturas se promediaron y se sumaron para formar una sola operación debido a que eran operaciones muy cortas pero eran necesarias, tal como se explicó en la Tabla X.

Seguidamente se muestra la Tabla XII Toma de tiempos cronometrados de los cuales ya es un promedio

**Tabla XII Toma de tiempos cronometrados**

<b>TOMA DE TIEMPOS POR OPERACIÓN</b>		
Línea: <u>1</u>		
Fecha: <u>04/07/2008</u>		
Modelo: <u>Ur060508</u>		
#	Operación	Tx
1	Programar máquina	0.006
2	Limpiar los moldes y aplicar desmoldante	1.189
3	Llenado de moldes	0.159
4	Tiempo de espera de secado de suela	0.104
5	Sacar e inspeccionar las suelas de los moldes	0.209
6	Desvirado	0.291
7	Lavar suela	0.167
	(+ Ingreso de suela	0.009
	(+ lavado	0.130
	(+ Descarga	0.029
8	Pintar suela y colocar suela en horno	0.271
9	Sacar e inspeccionar la suelas del horno	0.483
	(+ Tiempo de secado	0.400
10	Empaque	0.074
	<b>Total</b>	<b>2.951</b>

Fuente: elaboración propia

## **4.2 Descripción del diagrama de operaciones del proceso propuesto**

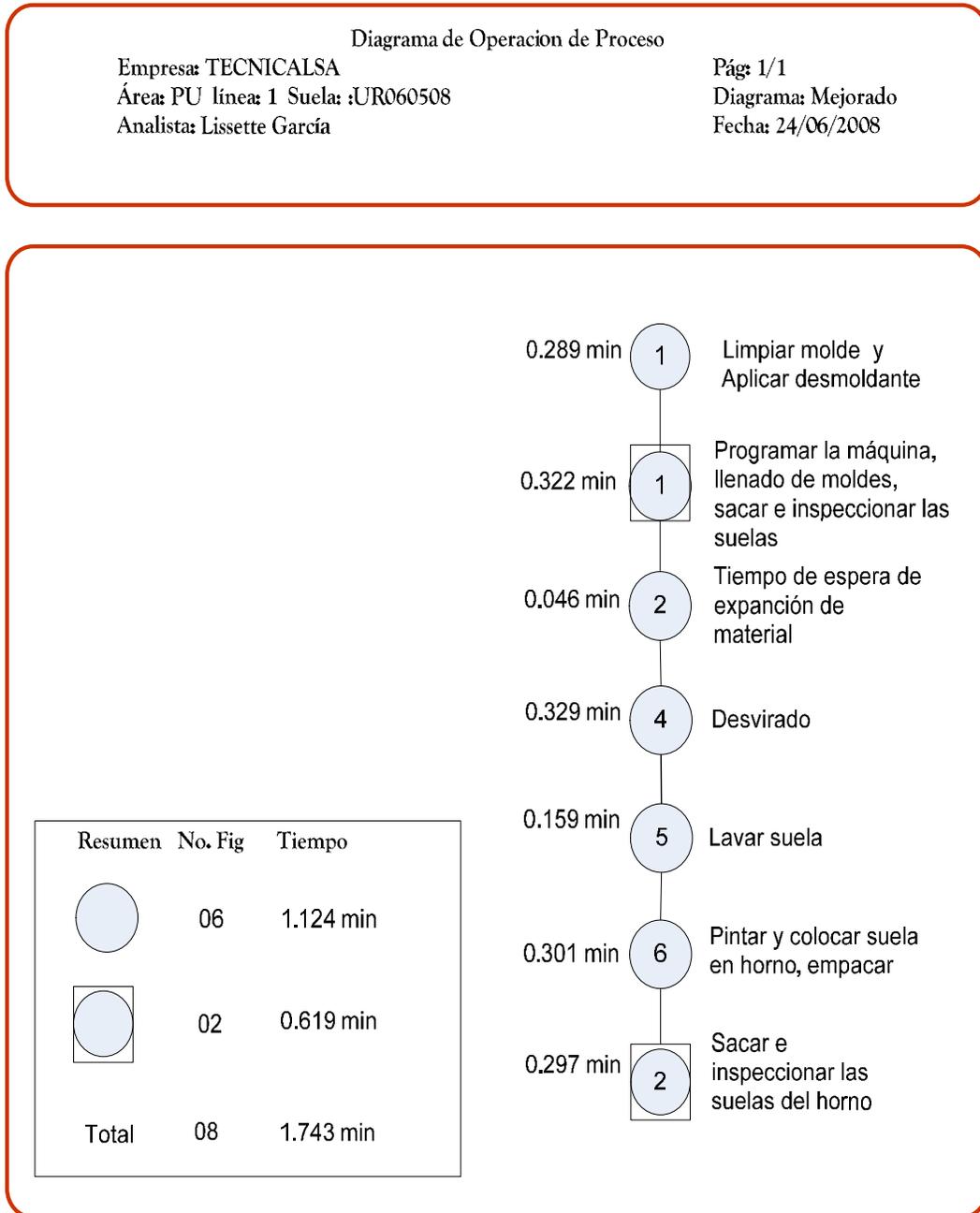
Inicialmente se programa la máquina, se llenan los moldes, se sacan las suelas y se inspeccionan las suelas (0.322 min.), luego deben de limpiarse los moldes y aplicarles un desmoldante (0.289 min.). Luego hay un tiempo de espera de secado de suela dentro de los moldes una temperatura de entre 55°C y 65°C

Después se sacan las suelas de los moldes y debe desvirarse (0.329 min.). Cuando ya la suela ha sido desvirada se debe lavar con percloretireno (0.159 min.) para quitarle la textura aceitosa del desmoldante a la suela y así la pintura pueda anclar mejor evitando así los descascaramientos.

Luego de lavar la suela se pinta y se coloca la suela en el horno para luego empacarla (0.301min.) y el tiempo de sacar la suela del horno e inspeccionarla es de (0.297).

#### 4.2.1 Diagrama de operaciones del proceso propuesto

**Figura 11. Diagrama de operaciones del proceso propuesto**



Fuente: elaboración propia

Análisis: el proceso tiene un número de 6 operaciones y un total de 1.12 min. Contando con 2 operaciones e inspecciones con un total de 0.62 min. y el tiempo total de duración de proceso completo es de 1.74 min.

Al realizar una comparación con el diagrama de operaciones del proceso actual se observa que el tiempo de las siguientes operaciones se mantuvo igual: Programar la máquina, llenado de moldes, sacar e inspeccionar las suelas (0.322 min.) pues se unieron las operaciones y se combinaron. Las otras operaciones que se mantuvieron con el mismo tiempo fueron desvirado (0.329 min.) y lavar suelas (0.159 min.).

Luego se tiene una reducción de 0.643 mín. en la operación 1 de limpiar molde y aplicar desmoldante (0.289 min.). La siguiente reducción fue de 0.047 min. en la operación 2 tiempo de espera de secado de suela (0.046 min.)

En la operación 6 se observó un pequeño aumento de 0.09 min. en la cual se combinaron dos operaciones y se transformó en pintar y colocar suelas en horno, empacar (0.301). Debido a que se solicitó realizar cuidadosamente el empaque de las suelas para dañarlas.

### **4.3 Descripción del diagrama de flujo del proceso propuesto**

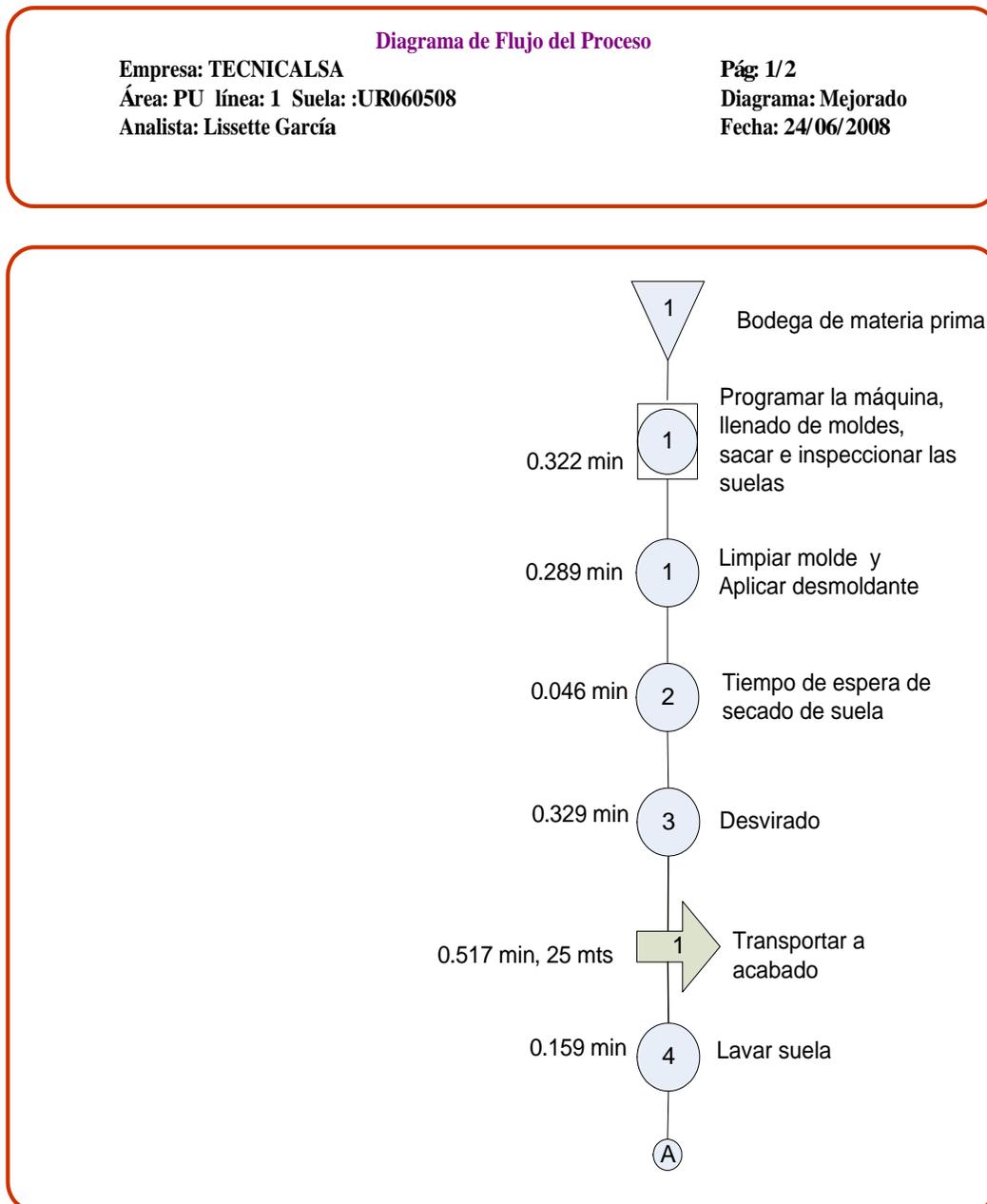
Inicialmente, se parte de la bodega de materia prima y luego programa la máquina, se llenan los moldes, se sacan las suelas y se inspeccionan las suelas (0.322 min.), luego deben de limpiarse los moldes y aplicarles un desmoldante (0.289 min.). Luego hay un tiempo de espera de secado de suela dentro de los moldes una temperatura de entre 55°C y 65°C.

Después se sacan las suelas de los moldes y debe desvirarse (0.329 min.) y se transporta a el área de acabado (0.517 min., 25mts.). Cuando ya la suela ha sido desvirada se debe lavar con percloretireno (0.159 min.) para quitarle la textura aceitosa del desmoldante a la suela y así la pintura pueda anclar mejor evitando así los descascaramientos.

Luego de lavar la suela se transporta a la línea de acabado (0.2 min., 6 mts.) para pintarla y colocarla suela en el horno para luego empacarla (0.301min.) y el tiempo de sacar la suela del horno e inspeccionarla es de (0.297min.). Cuando ya la suela esta empacada se transporta a bodega de producto terminado. (1.28 min., 68 mts.)

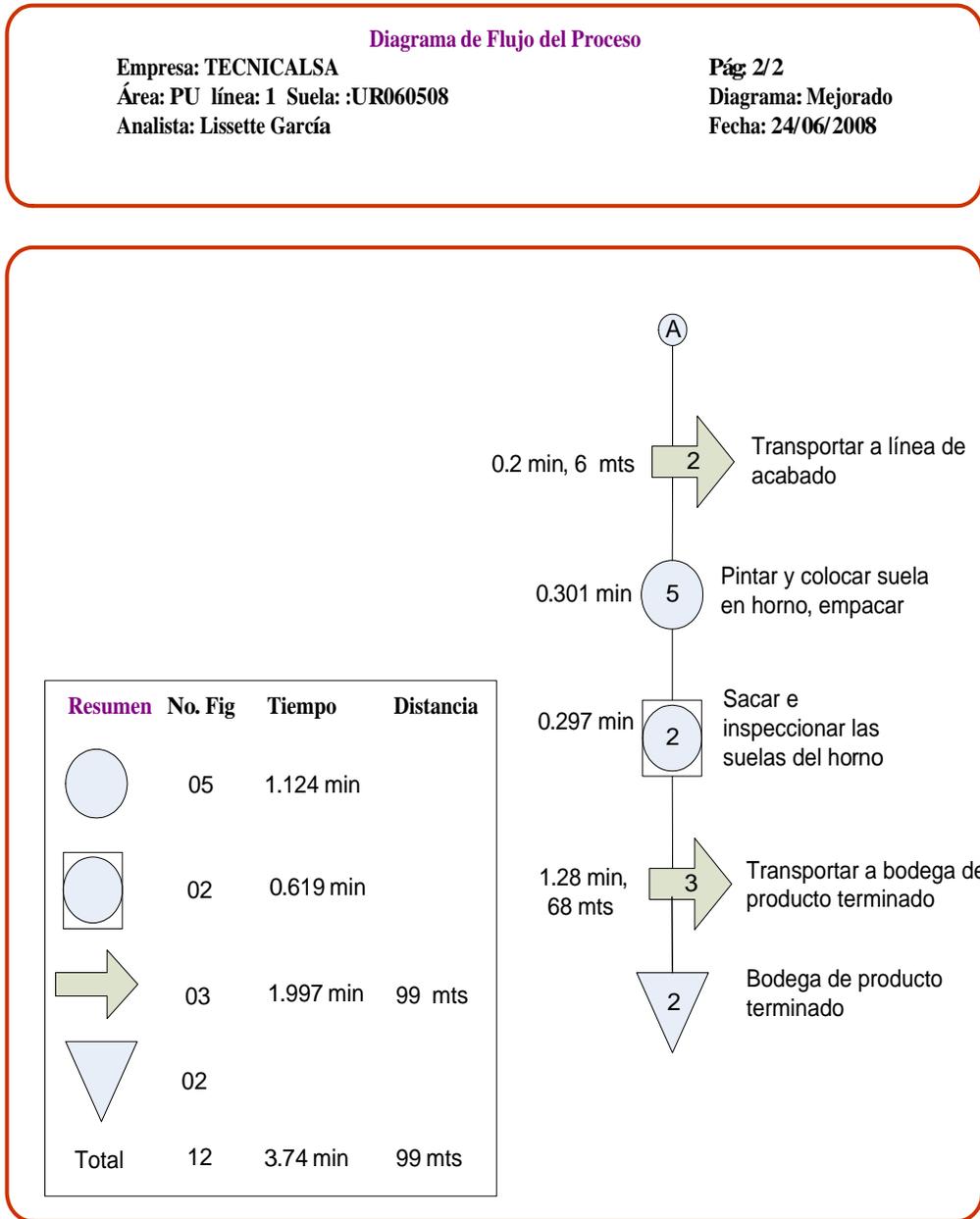
### 4.3.1 Diagrama de flujo de operaciones del proceso propuesto

Figura 12. Diagrama de flujo del proceso propuesto



Fuente: elaboración propia

**Figura 13. Continuación de diagrama de flujo del proceso propuesto**



**Fuente: elaboración propia**

Análisis: el proceso tiene un número de 5 operaciones y un total de 1.124 min. Contando con 2 operaciones e inspecciones con un total de 0.619 min. además tiene 3 transportes con un total de 2 min. y 99 mts. y el tiempo total de duración de proceso completo es de 3.74 min. Y la comparación es la

misma que el diagrama de operaciones propuesto con respecto a las operaciones y las operaciones combinadas.

#### 4.4 Balance de líneas propuesto

El balance de líneas se obtuvo partiendo del tiempo estándar que inicialmente se explicó (Ver pág. 67). Y el tiempo total estándar es 1.745 min.

##### Tiempo máximo

El tiempo máximo es de 0.329 min. el cual pertenece a la operación de desvirado y el tiempo total máximo es:

$$T_{\max*TL} = (T_{\max})(\text{Número} \cdot TL \cdot \text{operaciones})$$

$$T_{\max*TL} = 0.329 \times 10 = 3.290$$

##### Tasa de producción $T_p$

Tiempo disponible ( $T_d$ )= número de horas laborales – (tiempo de almuerzo + tiempo de refacción y tiempo de idas al baño)

$$\text{Tiempo disponible} = 720 \text{ min.} - (30 \text{ min.} + 15 \text{ min.})$$

$$T_p = \frac{(\text{meta} \cdot \text{de} \cdot \text{producción})}{\text{tiempo} \cdot \text{disponible}}$$

$$T_p = \frac{1500}{675} = 2.22$$

### **Eficiencia (E)**

$$E = \frac{\sum T_s}{\sum T_{\max}}$$

$$E = \frac{1.745 \text{ min}}{2.303 \text{ min}} \times 100 = 75.75\% \cong 76\%$$

Se puede observar una mejora en la eficiencia debido a que se obtuvo un 23% más. Lo cual indica que los cambios realizados en el ajuste de la línea están siendo reflejados de esta manera obteniendo mejor aprovechamiento de los recursos.

### **Número de operaciones por estación (NOE)**

$$NOE_i = \frac{T_p}{E} \times T_s$$

*Ejemplo:*

$$NOE_1 = \frac{2.222}{0.7575} \times 0.322 = 0.945 \cong 1 \cdot \text{operario}$$

Y así consecutivamente para cada operación esto da a conocer el tiempo utilizado por el operario en este caso podría decirse que el operario tiene 95% de su tiempo utilizado en esa operación, y el 5% restante se permite por cualquier inspección o retraso.

Ese es el criterio utilizado para cada estación

### **Operario más lento (O+L)**

$$O + L_i = \frac{T_{s_i}}{NOE_i}$$

*Ejemplo:*

$$O + L_2 = \frac{2.303}{1} = 2.303$$

Se debe realizar para cada operación luego analizar cual es el operario más lento en este caso fue el de la operación número 1 de programar máquina, llenado de moldes, sacar e inspeccionar las suelas de los moldes.

### Ritmo de línea por hora RLH

$$RLH = \frac{\text{Número} \cdot O + L}{T_s}$$

$$RLH = \frac{1}{2.303} * 60 = 186.22 \text{ pares/hora} \cong 186 \text{ pares/hora}$$

$$RLD = 186 \times 11.25 = 2095 \text{ pares/día}$$

Tabla XIII. Balance de líneas propuesto

BALANCE DE LÍNEAS DE PROCESO COMPLETO PARA LA PRODUCCIÓN DE SUELAS		Fecha: <u>05/06/2008</u>		máx. de Ts= 0.329		INGRESO	
		Modelo: <u>Ur060508</u>				Pares	
Estacion	Operación	Recurso	Ts	Tmax	# Op/Est	NOE	Op.lento
1	Programar máquina, llenado de moldes, sacar e inspeccionar las suelas de los moldes		0.322	0.329	1.00	0.945	0.322
2	Limpiar los moldes y Aplicar desmoldante	mangera de presion	0.289	0.329	1.00	0.847	0.289
3	Tiempo de espera de secado de suela		0.046	0.329	1.00	0.136	0.046
4	Desvirado	maquina de desvirar	0.329	0.329	1.00	0.965	0.329
5	Lavar Suela	Maquina Lavadora	0.159	0.329	1.00	0.468	0.159
6	Pintar suela y colocar suela en jorno, empacar	cabina de pintado	0.301	0.329	1.00	0.884	0.301
7	Sacar e inspeccionar la suelas del horno	Horno secador	0.297	0.329	1.00	0.872	0.297
	<b>Total</b>		<b>1.745</b>	<b>2.303</b>	<b>7.000</b>		

Fuente: elaboración propia

#### **4.4.1 Eficiencia**

La eficiencia obtenida de todo el proceso a través del balance de líneas mejorado es de 76%, la cual mejoró en un 23% al realizar los ajustes en el balance de líneas propuesto.

Los ajustes fueron reacomodar los operarios en cada estación dependiendo del porcentaje de tiempo que utilizarían por operación tal como se muestra en el cálculo de NOE al utilizar el criterio de porcentaje de tiempo según lo amerite la operación. Además del análisis de los factores que afectan la productividad (Ver pág. 40).

#### **4.4.2 Punto crítico del proceso**

El punto crítico que se está provocando es del área de acabado, el cual se da cuando la suela lleva el proceso de inmersión, debido a que es una secuencia de operaciones realizadas manualmente de una forma minuciosa por el cuidado que se debe tener al pitarlas y solo hay una persona para ese proceso la cual no es suficiente. Se necesita una persona más para equilibrar el trabajo y poderle dar una mejor fluidez al proceso. Para lo cual se utilizó esta la fórmula siguiente:

$$NOE_i = \frac{T_p}{E} \times T_s$$

Como se mostró en la pág. 77 para sacar el número total de operarios por estación. (NOS)

#### **4.5 Ajustes a los factores que intervienen en la productividad**

Se mencionaran los ajustes correspondientes a los factores que intervienen en la productividad

#### 4.5.1 Ajustes para los factores de diseño de suelas

Al establecer diagramas de operación del proceso de fabricación tales como la Figura 11, estándares de tiempo como la Tabla II y métodos apropiados a los modelos nuevos y antiguos de suelas que satisfagan los programas de producción en el ciclo de tiempo esperado, se deben tomar en cuenta los siguientes ajustes:

- a) **Ajuste núm. 01 evitar minimizar número de estaciones de trabajo:** el problema de la asignación de trabajo a una línea de producción puede ser también el de minimizar el número de estaciones de trabajo, asignar tareas o elementos de trabajo a las estaciones, dentro de las restricciones establecidas para minimizar el tiempo de ciclo. Tal como se realizó en el balance de líneas mejorado. El cual se explica en la comparación de los diagramas de operaciones del proceso pág. 72
  
- b) **Ajuste núm. 02 seleccionar el método adecuado para operaciones nuevas del proceso:** el ingeniero de métodos es el responsable de idear y preparar los centros de trabajo de acuerdo al área del proceso a fin de lograr una eficiente interrelación hombre-máquina, para luego determinar el tiempo requerido para cada actividad además se debe estudiar la retribución adecuada a los operarios como se muestra en el criterio del balance de líneas mejorado con respecto al número de operarios por estación (NOS).

- c) **Ajuste núm. 03 mejorar continuamente cada centro de trabajo:** teniendo definido todos los estándares de tiempo, métodos, procesos, herramientas, equipos y maquinaria, es necesario estudiar continuamente cada centro de trabajo para hallar una mejor forma de fabricar las suelas, cuanto más completo sea el estudio de los métodos efectuados menor será la necesidad de estudios durante el tiempo que exista el mismo modelo.
- d) **Ajuste núm. 04 asegurar el buen manejo de materiales:** El manejo de materiales incluye consideraciones tales como movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio (como lo muestra el diagrama de flujo del proceso mejorado figura 12) por lo que el eficaz manejo de materiales asegura que ningún proceso de producción y operación será afectado por la llegada oportuna del material ni demasiado anticipada o muy tardía en el lugar y en la cantidad correcta.

El analista debe advertir que una diferente sucesión o secuencia en el ensamble podría ocasionar resultados más favorables. El diseño de un producto generalmente dicta la secuencia del ensamble. Sin embargo, con frecuencia existen alternativas que no deben ser desestimadas. Las líneas de ensamble balanceadas no son solo costosas, sino que ayudan a mantener el buen ánimo del trabajador, puesto que en tales líneas existe poca diferencia en el contenido de trabajo de los diferentes operarios. Ver figura 14 y la elaboración de balance de líneas.

- e) **Ajuste núm. 05 aprovechar los recursos de equipos y maquinaria:** según sea el proceso que lleve la suela ver figura 9 para visualizar la distribución de la planta, utilizar como opciones de manufactura aquellas máquinas y/o equipo las cuales pueden adaptarse de acuerdo a la

necesidad en el momento de no contar con la clase de maquinaria indicada permitiendo así el buen funcionamiento del flujo de proceso.

#### **4.5.2 Ajustes para los factores de normas de trabajo**

Se mencionaran los ajustes correspondientes a los factores que intervienen en las normas de trabajo.

**a) Ajuste núm. 06 establecer una política estricta de permisos personales:** los permisos personales pueden ser regulados para reducir el ausentismo y el índice de rotación estableciendo parámetros que verifiquen:

- 1) La situación en que se encuentre la producción
- 2) La autorización del permiso pero sin goce de salario
- 3) Grado de prioridad del permiso de los solicitantes.
- 4) Grado de colaboración del solicitante.
- 5) Número determinado de permisos otorgados durante el día

**c) Ajuste núm. 07 reducir rotación de personal:** existen diferentes factores incidentes en el recurso humano sobre las normas de trabajo, algunos de ellos ajenos a su propia voluntad que probablemente no se solucionan, sin embargo aquellos que se pueden identificar de mayor índice negativo hacia la productividad, lograr contrarrestarlos a fin de reducir al máximo las debilidades por recursos humanos y así aprovechar dicho potencial ya que es este el de mayor importancia para la industria de calzado y muchas otras más. Tal como se reacomodaron las personas en cada estación de trabajo dentro del balance de líneas

para el modelo UR060508 ver figura 14 y la forma que se reestructuraron las estaciones de trabajo al realizar las mejoras. Pues se cuenta con personas que tienen la habilidad de laborar en diferentes operaciones.

#### **4.5.3 Ajustes para los factores de recursos de trabajo**

Se mencionaran los ajustes correspondientes a los factores que intervienen de recursos de trabajo.

**a) Ajuste núm. 08 garantizar la seguridad e higiene industrial:** la experiencia demuestra que establecimientos fabriles que se mantienen en buenas condiciones de trabajo sobrepasan en producción a los que carecen de ellas, elevando las marcas de seguridad, reduciendo el ausentismo y la impuntualidad, a través de las mejoras del medio ambiente de trabajo elevando si la moral del trabajador y mejorando las relaciones públicas, además de incrementar las productividad.

**b) Ajuste núm. 09 establecer un programa adecuado de primeros auxilios:** el más adelantado programa de seguridad industrial no será capaz de eliminar por completo todos los accidentes y daños, por lo que es esencial un programa de primeros auxilios bien formados. Este medio comprenderá la instrucción y la difusión de normas, de manera que todos los trabajadores se den cuenta de los riesgos y peligros a que están expuestos si no evitan acatar instrucciones. Asimismo, se debe establecer un procedimiento completo a seguir en caso de accidente, con instrucciones adecuadas para todos los niveles de supervisión, así como contar con un botiquín de primeros auxilios bien equipado para atender a personas lesionadas o enfermas, hasta que se disponga de la atención médica necesaria.

**c) Ajuste núm. 10 garantizar un plan preventivo del equipo y maquinaria:** la experiencia dice que los costos incurridos de una falla mecánica en plena producción son demasiado altos comparado con un programa de mantenimiento preventivo y no correctivo, el cual garantiza la funcionalidad de los equipos, además de prolongar la vida útil del equipo o maquinaria, por lo que debe establecerse ya sea a través del equipo de mecánicos de la planta o bien coordinados con empresas externas que se dedican a esta faena.

**d) Ajuste núm. 11 actualizar los inventarios de repuestos y maquinaria en planta:** es necesario llevar documentada la existencia de la maquinaria disponible o no disponible dentro de la planta, la cantidad, clasificación y ubicación. Para identificar de inmediato las opciones con que se cuenta y definir si es necesario adquirir maquinaria por falta de existencia. Para evitar que la producción pare por falta de maquinaria en buen estado, asimismo contar con personal calificado para efectuar las reparación y dar seguimiento al inventario periódicamente.

**e) Ajuste núm. 12 reducir el riesgo industrial antes de operar:** para lograr que los productos sean uniformes y tengan un buen grado de calidad, se debe pensar en la calidad de la maquinaria, ya que el riesgo industrial por fabricar piezas defectuosas sean muy grandes, además del alto costo de mantenimiento que hacen en el mayor número de casos que la inversión inicial no compense los altos costos de operación, así como el valor de retorno que podría tener la maquinaria si esta fuera nueva.

**f) Ajuste núm. 13 clasificar adecuadamente la maquinaria según el proceso:** Existen ciertas características con que cuenta cada máquina para la fabricación de suelas y es importante determinar su clasificación eficazmente según sea la operación del proceso de acuerdo al grado de dificultad de la misma, dándole una mejor ubicación en las distribución de maquinaria, también se da el caso cuando el proceso requiere de una máquina determinada en ese preciso instante pero no se cuenta con ninguna, entonces se toma la decisión de hacer la operación con otros tipo de maquinaria que realice la misma operación que se necesita para la fabricación de la suela.

#### **4.5.4 Ajustes para los factores de producción**

Se mencionaran los ajustes correspondientes a los factores que intervienen en la producción

**a) Ajuste núm. 14 mejorar método:** mejorando el método en la operación más lenta se disminuirá el tiempo de ciclo del proceso. El cual se explica en la comparación de los diagramas de operaciones del proceso de fabricación de suelas pág. 72. Además se muestra como resultado el balance de líneas mejorado.

**b) Ajuste núm. 15 compartir elementos de trabajo:** dos o más operarios cuyo ciclo de trabajo comprende algún tiempo de inactividad puede compartir el trabajo de otra estación para el propósito de una línea más eficiente. Por ejemplo en la operación 5 del balance de líneas mejorado pág. 67 se observa que el número de operarios es (NOE) 0.468 pero no existe medio operario así que se entiende que un 50% del

tiempo del operario es necesario en esa operación por lo tanto tiene un 50% libre que puede utilizar en otra operación.

**c) Ajuste núm. 16 utilizar personal temporal:** cuando la operación más lenta limite la tasa de producción deseada, se debe incrementar la tasa de dicha operación utilizando los servicios de una tercera persona (empleada parte del tiempo) en esta estación de trabajo solo cuando la producción del modelo lo amerite según el resultado del balance de líneas en el caso del modelo UR060508 pues se tenía un cuello de botella en el área de desvirado pues se tenían 2 personas y se tuvo que contratar otra persona más para balancear el trabajo y continuar con el flujo del proceso.

**f) Ajuste núm. 17 contratar operarios con experiencia:** debido al incremento de producción y contando con los recursos de maquinaria y espacio físico, el recurso humano es insuficiente, por lo que se recomienda la opción de contratar operarios preferiblemente con experiencia, con el fin de balancear la línea de producción, estimando un porcentaje de eficiencia menor al acostumbrado en la sección.

**g) Ajuste núm. 18 aumentar la eficiencia del operario:** cuando se logra economizar tiempo de producción aumentando la eficiencia de los operadores, el ingeniero industrial logra ahorros significativos, además de incrementar la productividad de la empresa, para ello deben establecer incentivos (ya sea una remuneración por lograr metas de producción sería un buen incentivo) individuales que recompensen el esfuerzo realizado del operario durante la semana, quincena o mes haciéndolo efectivo.

**h) Ajuste núm. 20 capacitación de operarios nuevos:** preferiblemente se debería contratar a operarios con experiencia, sin embargo todo operario nuevo debe ser capacitado por las instructoras de métodos durante un período de tiempo no menor de 15 días, contando para ello con una programación específica.

**Tabla XIV. Capacitación de operarios nuevos**

Primeros	Capacitación	Contenido
5 días	Diaria	Método de la operación Técnica de la operación Practicante de la operación
10 días	Cada 2 días	Reforzamiento de método, técnica y práctica de la operación.
15 días	Cada 2 ½	Reforzamiento de método, técnica y práctica de la operación

Fuente: elaboración propia

**i) Ajuste núm. 21 capacitación de operarios con baja eficiencia:** ver Tabla VII la cual puede funcionar para antiguos operarios. Pues el tener operarios con baja eficiencia después que hayan dejado de ser operarios relativamente nuevos, limita la productividad, por lo que se recomienda elaborar un plan de capacitación en el cual después de la jornada de trabajo realice ejercicios en la máquina y logre adquirir habilidad en la operación, luego de un tiempo prudencial establecer eficiencias mínimas a efecto de ir presionando gradualmente.

**j) Ajuste núm. 22 capacitación de operarios-mecánicos:** el tiempo óseo o tiempo inactivo por problemas de máquina es considerablemente significativo en producción el cual se puede demostrar con realizando un diagrama de hombre-máquina cuando el modelo de suela lo amerite. Por lo que se debe capacitar al mismo operador para resolver los problemas de máquina por si mismo, tales como realizar pequeños ajustes o mantenimiento preventivo a la máquina. Por lo que se recomienda contar con un buen programa de capacitación por el mismo mecánico de la sección y si reducir el tiempo perdido mejorando nuestra productividad.

**k) Ajuste núm. 23 planear la producción:** la planeación en todos los factores administrativos es identificada como la más importante y efectivamente también lo es para el área de producción, debido a que es necesario planificar los programas de producción antes de su implementación del proceso y esto se logra: coordinando el orden de prioridad de entregas de producción conforme al programa, verificando la existencia de todos los elementos a utilizar en el proceso, programado inicios y entregas parciales, controlando inventarios y resolviendo los posibles problemas a enfrentar antes de implementar el proceso.

**l) Ajuste núm. 28 establecer círculos de calidad:** con el objetivo de mejorar área que se esté debilitando o que estén afectando directamente a las secciones de producción, se recomienda establecer círculos de calidad en donde se reúnan semanalmente el supervisor de la línea, el encargado de instrucción, mecánico y el auxiliar de ingeniería, con el fin de exponer cada quien su criterio de mayor problema, luego de analizarlo y discutirlo como el principal, aportar las posibles causas y soluciones del mismo.

#### 4.5.5 Ajustes para los factores de administración

**M) Ajuste núm. 29 abatir los obstáculos entre las áreas administrativas:** 9º. Punto de W. Edwards Deming, que tiene como objetivo lograr una eficiente interrelación hombre-máquina, velar que se cumplan las normas de trabajo, los estándares de tiempo ver Tabla II asegurar que el método prescrito sea puesto a cabalidad, todo ello a cargo de los mandos medios; supervisor de línea, inspector de calidad, instructor de métodos, mecánicos y auxiliares de ingeniería, a través de la reingeniería.

#### 4.6 Medición de productividad

A continuación se presenta una la medición de la productividad con el sistema mejorado.

Los datos son los siguientes: se obtuvo una producción de 2539 *pares/día* este dato pertenece a un promedio de la producción obtenida durante una semana la cual fue elaborada con 7 operarios en la línea, con una disponibilidad de 12 horas diarias.

La relación es la siguiente:

##### **Productividad**

$$P = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

$$P = \frac{2539 \text{ pares/día}}{7 \text{ operarios} * 12 \text{ horas}} = 30.22 \text{ pares/operario} \cong 30 \text{ pares/operario}$$

Análisis: Los datos muestran un aumento en la productividad basándose en el mejor manejo de los insumos. Los cual brinda mayor beneficio a menor costo.

## **5. IMPLEMENTACIÓN DEL REDISEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE SUELAS**

### **5.1 Comprobación de balance de líneas ajustadas y actividades a realizar a realizar**

A continuación se describirá la recolección de datos para cada factor que afecta la productividad de la fabricación de suelas

#### **5.1.1 Recolección de datos**

##### **5.1.1.1 Factores de diseño de suelas**

Involucra a:

- a) Procedimientos de manufactura de la elaboración de suelas.
- b) Estándares apropiados
- c) Métodos
- d) Actividades dentro del proceso
- e) Medición de tiempos PRE-determinados
- f) Control y comprobación de producción
- g) Eficiencia de las secciones
- h) Control del proceso
- i) Control y comprobación de calidad
- j) Control y comprobación del proceso de manufactura

##### **5.1.1.2 Factores de normas de trabajo.**

Involucra a:

- a) Control de ausentismo
- b) Índices de rotación

- c) Control de salud del personal y pruebas de embarazo.
- d) Higiene industrial
- e) Fallos internos
- f) Productividad

#### **5.1.1.3 Factores de recursos de trabajo**

Involucra a:

- a) Seguridad Industrial
- b) Disponibilidad, clasificación, ubicación y estado actual de la máquina.
- c) Distribución de maquinaria.
- d) Riesgos industriales
- e) Control y comprobación de maquinaria adecuada
- f) Mantenimiento preventivo
- g) Flujo de proceso
- h) Instalaciones técnicas
- i) Sistematizar recorrido del proceso.

#### **5.1.1.4 Factores de producción**

Involucra a:

- a) Satisfacer demanda
- b) Estabilidad
- c) Productividad
- d) Balance de líneas
- e) Distribución de maquinaria

- f) Metas de producción
- g) Riesgos antes de iniciar producción
- h) Establecer prioridades de entrega de modelos
- i) Verificación de existencias
- j) Control de inventarios
- k) Cumplimiento de metas y objetivos
- l) Estándares de calidad

#### **5.1.1.5 Factores de administración**

Involucra a:

- a) Estrategias de producción
- b) Procedimientos adecuados para alcanzar objetivos
- c) Comprobación del proceso continuo y de normas de calidad
- d) Ordenamiento y redistribución del proceso productivo de autoridad y de los recursos entre personal de la planta.
- e) Coordinación de sistemas productivos en conjunto.
- f) Control y comprobación de calidad
- g) Satisfacer demanda
- h) Cumplimiento de programas de producción
- i) Plan de incentivo
- j) Establecer estándares de desempeño

### **5.1.2 Formulación de encuesta (ver apéndice 1)**

Se realizó un trabajo de campo que consistió en la elaboración de una encuesta para contar con opinión del personal de la empresa y el cual se tomó como parte para la realización de los ajustes.

### **5.1.3 Trabajo de campo**

Para determinar cuales son los ajustes al balance de líneas más necesarios a proponer para reducir costos a través del rediseño de la productividad se hace necesario efectuar un estudio promedio de una encuesta dirigida hacia el nivel operativo de la fábrica de suelas, siendo el 10% de muestreo poblacional distribuido de la siguiente forma:

- a) Personas del área de inyección de suelas
- b) Personas del área de desvirado
- c) Personas del área de acabado
- d) Personas de empaque e inspección

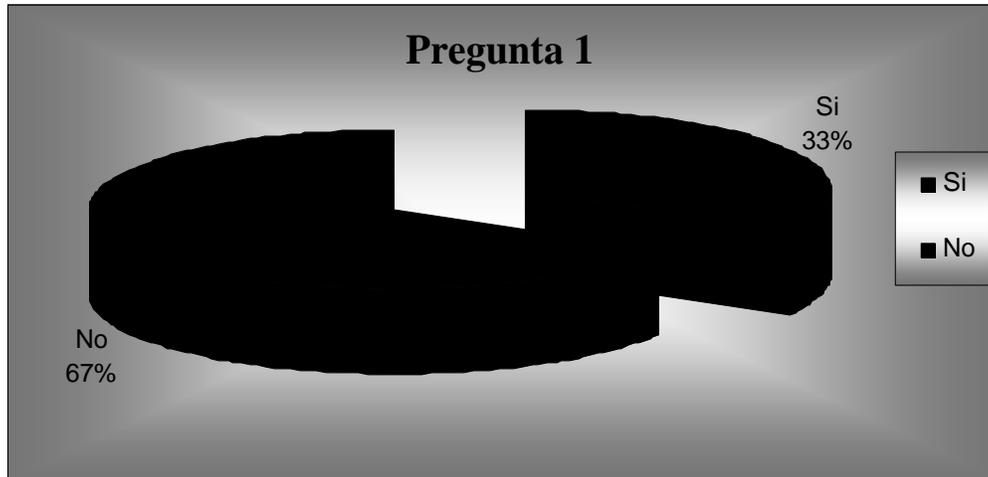
Para hacer un total de 40 personas encuestadas en toda la planta.

### **5.1.3 Análisis estadístico**

Tipo de análisis estadístico utilizado en base al trabajo de campo:

- a) Gráficos circular con efecto
- b) Gráficos columna agrupada con efecto 3D

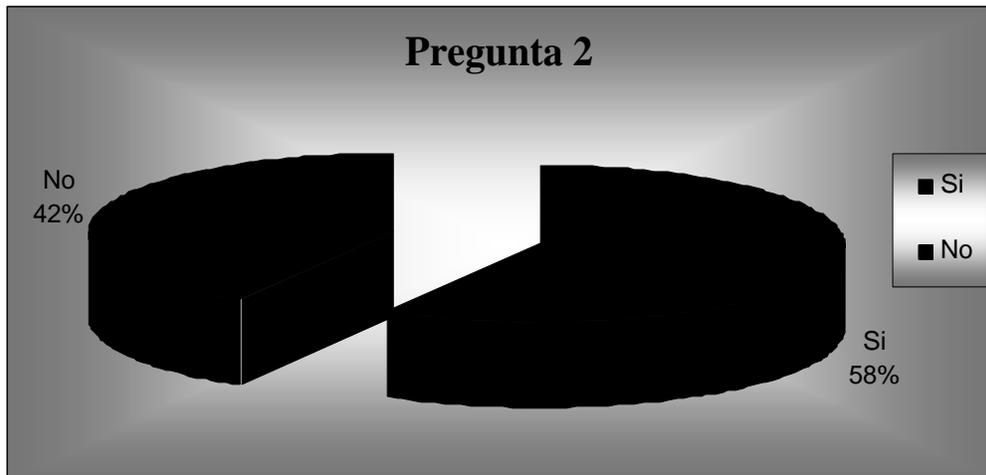
Figura 14 / Pregunta núm. 1



Fuente: elaboración con base al trabajo de campo

Como resultado se tiene que el 33% de los operarios piensa que deberían trasladar ciertas operaciones a otro operario. Pero un 67% piensa que no. Esto se debe a que anterior mente no se realizaba un balance de líneas y por lo tanto las responsabilidades no estaban adecuadamente distribuidas. En cuanto al detalle de las operaciones no se solicito en la pregunta que se realizo pues fue general pero se tomo en cuenta esta opinión cuando se realizo el análisis del balance de líneas.

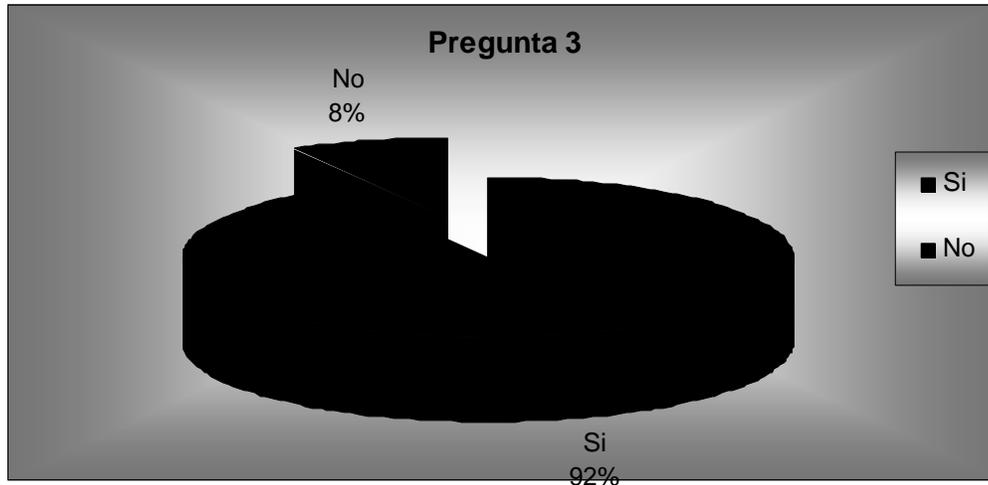
Figura 15 / Pregunta núm. 2



Fuente: elaboración con base al trabajo de campo

Como resultado se tiene que el 58% piensa que el método es el más apropiado pues el flujo del proceso en su estación se encuentra bien, pero un 42% los operarios piensan que no, pues debería mejorarse el método de trabajo ya que se sienten sobre cargados de trabajo.

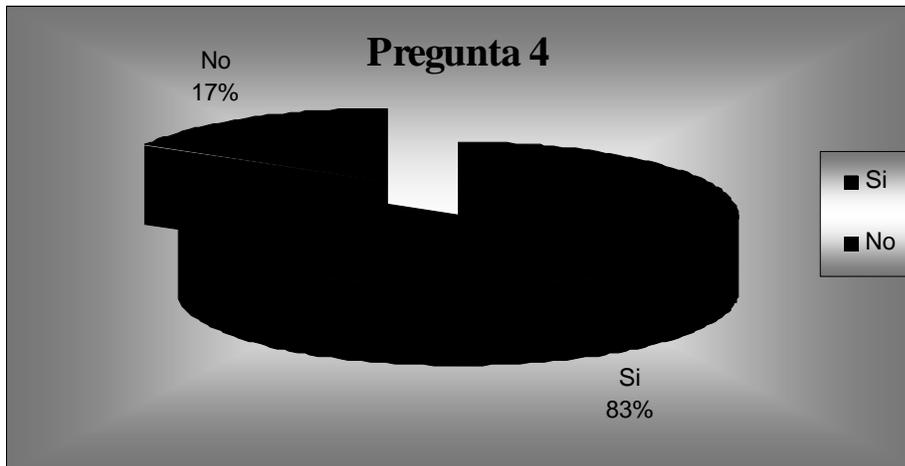
Figura 16 / Pregunta núm. 3



Fuente: elaboración con base al trabajo de campo

Los encuestados de la planta de poliuretano consideran que el 92% de las estaciones de trabajo podrían mejorarse en la operación en que actualmente se encuentran y un 8% consideran no cambiar la estación de trabajo.

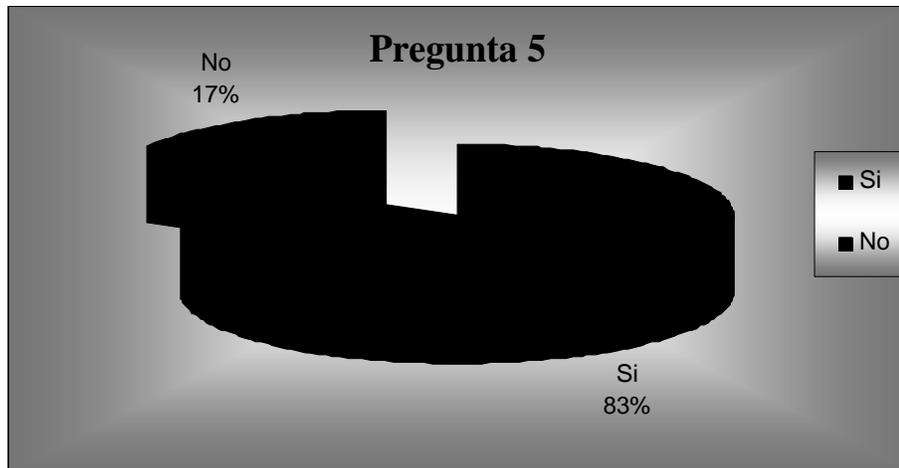
Figura 17 / Pregunta núm. 4



Fuente: elaboración con base al trabajo de campo

Logra mantener su meta de producción diaria durante la semana un 83% y 17% no logra mantener su meta de producción pues sucede que hay operaciones más complicadas dependiendo del estilo de suela pues el proceso cambia.

Figura 18 / Pregunta núm. 5



Fuente: elaboración con base al trabajo de campo

El trabajo de producción (material o piezas a procesar) que recibe 83% de los operarios, por el ayudante del supervisor lo recibe siempre a tiempo para no quedarse sin trabajo, pero un 17% de los operarios NO recibe a tiempo el trabajo de producción (material o piezas a procesar) debido a que los materiales no se encuentran en existencia o están en preparación si estos en caso fueran tintes.

#### Pregunta núm. 6

El promedio de los permisos personales es:

$$\bar{X} = 2 \text{ veces al año}$$

Fuente: Elaboración con base al trabajo de campo

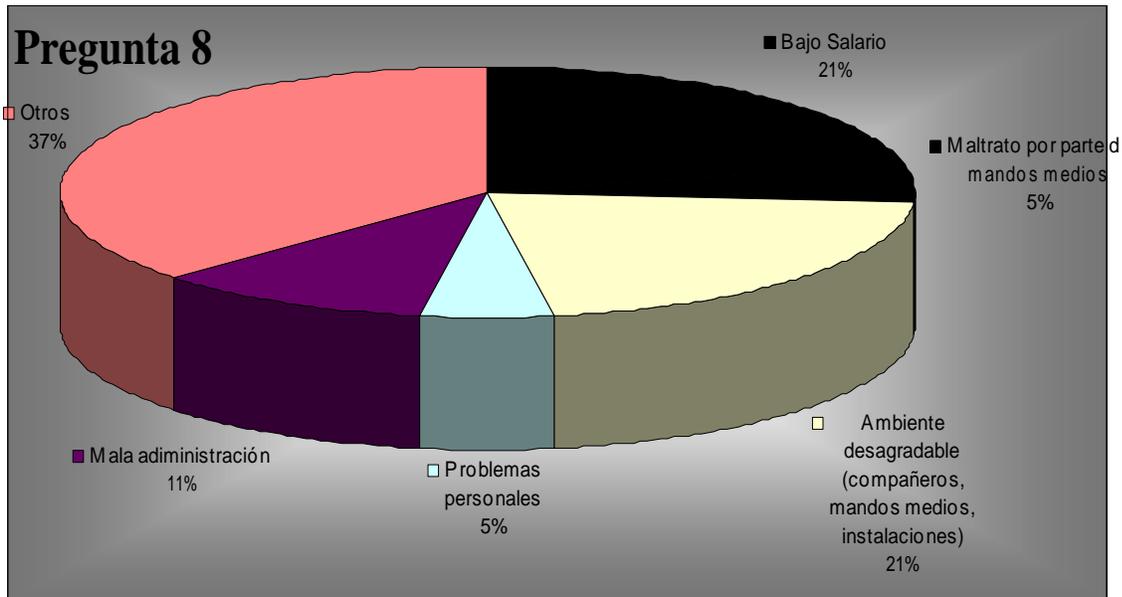
#### Pregunta núm. 7

El promedio de tiempo laborado por persona es de

$$\bar{X} = 1 \text{ año 3 meses}$$

Fuente: Elaboración con base al trabajo de campo

Figura 19 / Pregunta núm. 8

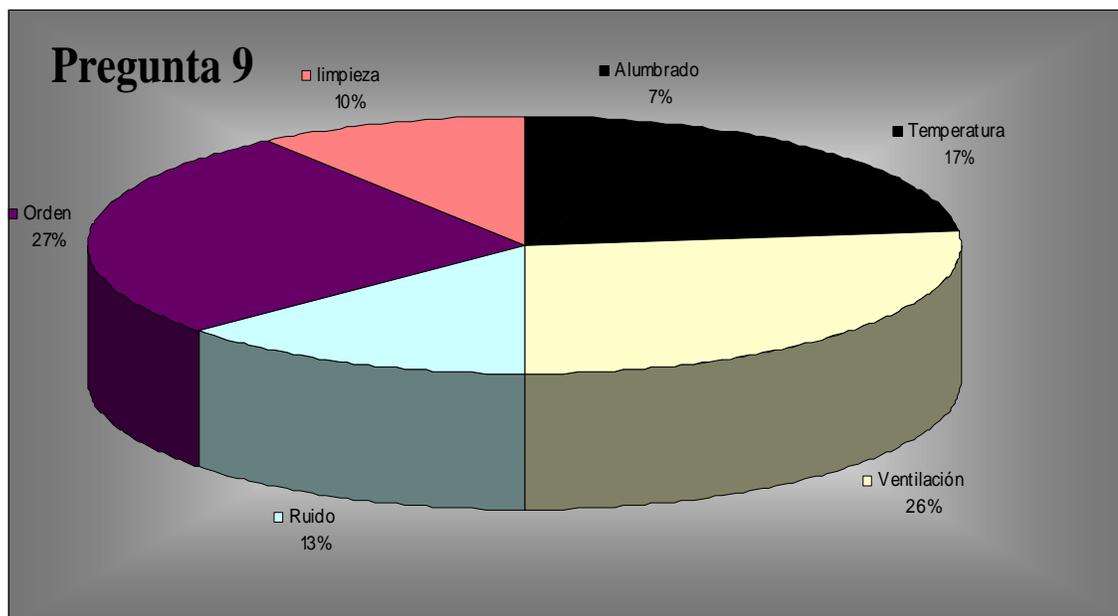


Fuente: elaboración con base al trabajo de campo

El factor que limita que mucha gente no se quede trabajando por mucho tiempo en una fábrica de manufactura, son los siguientes en orden ascendente. Los operarios opinaron lo siguiente:

- 21% Bajo salario
- 21% Ambiente desagradable (debido a compañeros, mandos medios, instalaciones)
- 11% Mala administración
- 05% Problemas personales
- 05% Maltrato por parte de mandos medios
- 37% por diferentes motivos

Figura 20 / Pregunta núm. 9



Fuente: elaboración con base al trabajo de campo

Consideran que para trabajar más a gusto se debería mejorar los siguientes factores y se enumera en forma ascendente

27% Orden

26% Ventilación

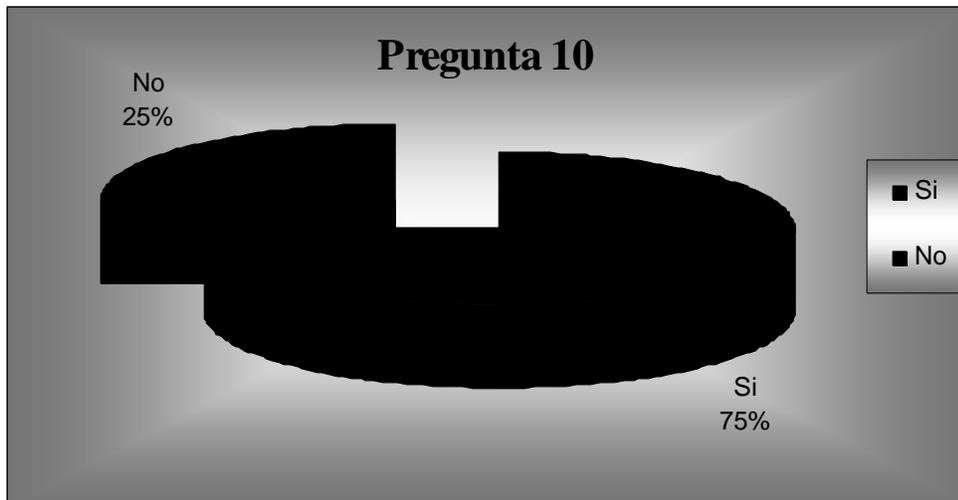
17% Temperatura

13% Ruido

10% Ruido

07% Alumbrado

Figura 21 / Pregunta núm. 10



Fuente: elaboración con base al trabajo de campo

Un 75% conoce las normas de seguridad que deben acatar todos los trabajadores para no correr los riesgos y peligros de accidentes a que están expuestos en la planta y un 25% no conoce las normas de seguridad.

Pregunta núm. 11

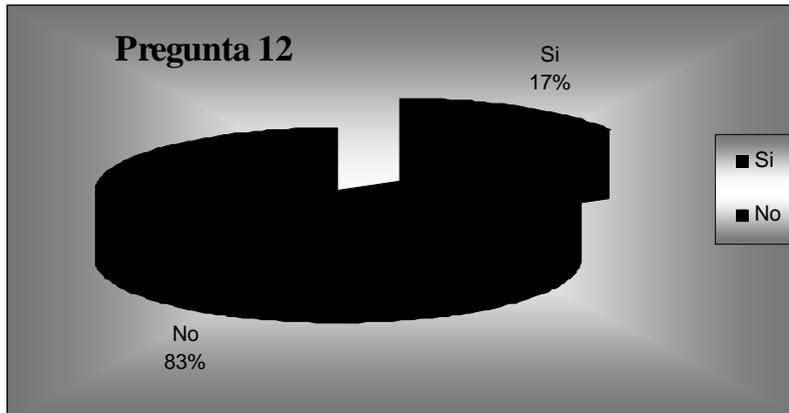
Tiempo promedio inactivo por la máquina es:

—

X= 21.25 minutos

Fuente: elaboración con base al trabajo de campo

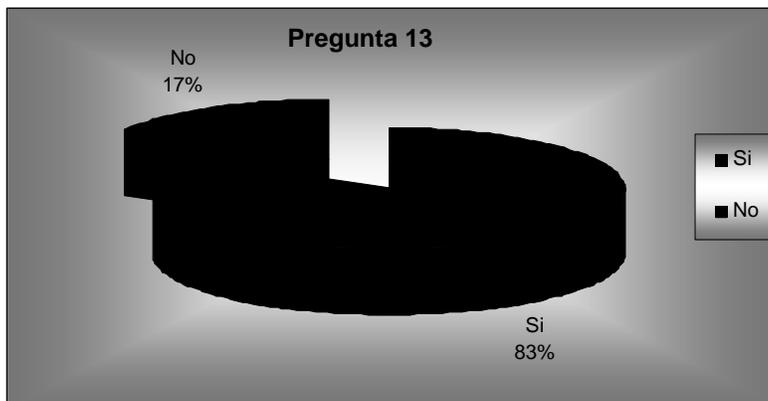
Figura 22 / Pregunta núm. 12



Fuente: elaboración con base al trabajo de campo

Un 83% dice que no ha ocurrido ninguna emergencia en su estación de trabajo que afecte la salud de ellos. Pero un 17% dice que a ocurrido una emergencia en su estación de trabajo. Esta pregunta fue realizada para evaluar las condiciones ambientales de trabajo.

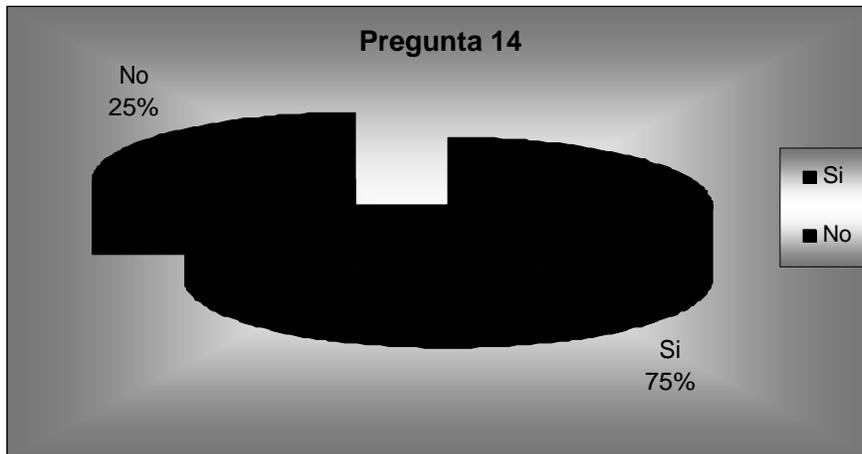
Figura 23 / Pregunta núm. 13



Fuente: elaboración con base al trabajo de campo

El 83% considera que se puede mejorar el método en la operación que actualmente desempeña para aumentar su eficiencia, pero un 17% considera que su estación se encuentra bien.

Figura 24 / Pregunta núm. 14



Fuente: elaboración con base al trabajo de campo

El 75% de los operarios se encuentran en la disposición de trabajar tiempo extraordinario, pero un 25% dice que no.

## **6. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA**

### **6.1 Actualización de ajustes a balance de líneas**

Se describirá el diagnóstico semestral del sistema productivo, el análisis de factores nuevos o similares que interrumpen directamente el flujo del proceso, las mejoras de factores analizados y la evaluación de resultados

#### **6.1.1 Diagnóstico semestral del sistema productivo.**

Teniendo como base el diagnóstico del sistema productivo para una fábrica de suelas (capítulo 3), se crea un formato (ver Tabla XV) que muestra los factores que inciden negativamente sobre el flujo del proceso, permitiendo identificar aquellos que han sufrido cambios o que han sido agregados o eliminados, esto a través de un estudio semestral en donde el ingeniero de planta o el analista de métodos manifieste si existe otro factor que incide negativamente en el flujo del proceso o si los ya existentes sufren modificaciones en:

- 1) Las actividades
- 2) Personas y/o funciones que abarca
- 3) Fuente de donde proviene dicho costo

**Tabla VIII. Diagnóstico del sistema productivo**

Factores incidentes	Actividad	Persona y/o función que abarca	Fuente de costo
Diseño			
Normas de Trabajo			
Recursos de Trabajo			
Producción			
Administración			
Otros			

Fuente: elaboración propia

El seguimiento inicial debe ocurrir aproximadamente un mes después de la implementación de los ajustes al balance de líneas en la planta, el seguimiento posterior se debe realizar 3 meses después de la implementación de los ajustes y un tercer seguimiento debe llevarse a cabo de 6 a 12 meses después de dicho desarrollo.

Esto beneficiará en gran manera al análisis de factores nuevos o similares que interrumpen directamente el flujo del proceso.

#### **6.1.2 Análisis de factores nuevos o similares que interrumpen directamente el flujo del proceso**

Identificado el formato del diagnóstico semestral del sistema productivo para todos los factores incidentes negativos del flujo del proceso, el analista debe repasar su reporte original (capítulo 4), para cerciorarse de que se siguen todos los aspectos del ajuste propuesto. A veces detectará que algunas partes del ajuste a implantarse que se han omitido y que el operario ha vuelto a sus

antiguos procedimientos. Cuando esto sucede al analista debe comunicarse inmediatamente con el supervisor de línea y determinar por que ha ocurrido el cambio no autorizado. Si no se ofrecen razones que justifiquen el haber regresado al sistema anterior, el analista debe insistir en que se siga el procedimiento completo. El tacto junto con la firmeza es esencial, y el analista necesitará poner en práctica su poder de convencimiento y manifestar su competencia técnica.

No solo se debe seguir el ajuste, sino que también conviene efectuar una revisión de la actuación del operario. Se debe llevar a cabo una comprobación de su eficiencia diaria y verificar que esta operando continuamente según una actuación mayor que el estándar, su actuación se debe evaluar con las curvas de aprendizaje típicas para la clase de trabajo. Si los operarios no realizan los progresos previstos, se deberá hacer un cuidadoso estudio, incluyendo una plática con el operario para descubrir que dificultades imprevistas puede haber encontrado.

Hay que revisar toda la disposición de equipo en la fábrica para asegurarse de que la circulación ideal de materiales y productos se esta llevando a cabo. Es conveniente que el departamento de ingeniería mantenga diagramas de flujo de procesos detallados para los diseños de suelas más importantes. Si se adquirió nuevo equipo junto con los ajuste, su capacidad puede ser controlada regularmente para asegurar la productividad y rendimiento previstos estén siendo realizados.

Asimismo, debe supervisarse la evaluación del trabajo después que el operario ha ejecutado los cambios de ajustes al balance de líneas por seis mese.

También deben ser supervisadas las tasas de ausentismo para obtener una medida adicional de la aceptación por parte de los operarios. Un sistema de seguimiento minucioso y regular puede concretar los beneficios esperados de los ajustes a los balances de líneas propuestos.

### **6.1.3 Mejora continua de factores analizados**

El seguimiento es uno de los nueve pasos sistemáticos correspondientes a la implantación de un programa de mejoramiento de métodos el cual se adapta para el mejoramiento de ajustes de balance de líneas como un método. Aunque el mejoramiento continuo es tan importante como cualquiera de los otros capítulos, es la etapa que se omite con más frecuencia. Existe una tendencia natural en un ingeniero de planta o analista a considerar terminado un programa de mejoramiento de ajustes al balance de líneas después que se desarrollo el número de operarios por estación de trabajo.

Sin embargo, la implantación de un ajuste al balance de líneas nunca se debe considerar completa. El seguimiento se realiza principalmente para estar seguro de que se siguen los procedimientos conforme a lo propuesto, que los ajustes al balance de líneas establecidas están siendo utilizados y que el nuevo procedimiento cuenta con el apoyo de los operarios, el personal de supervisión, instrucción, calidad, mecánicos y la dirección de la empresa. El seguimiento resultará generalmente en beneficios adicionales que van desde nuevas ideas y nuevos enfoques que estimularan eventualmente el deseo de emprender otra vez nuevos ajustes al balance de líneas.

Sin el seguimiento es fácil que los ajustes al balance de líneas propuesto se conviertan en los procedimientos originales. Se ha comprobado que el mejoramiento continuo revela que los ajustes realizados a los balances de líneas resultado de un estudio previo regresa gradualmente o se revierten al

sistema anterior debido a que los humanos son criaturas de hábitos y los operarios deben adquirir el hábito de emplear constantemente los ajustes a necesarios en el balance de líneas propuesto para que estos se conserven.

El seguimiento in-interrumpido es la única manera de estar seguro de que se prosigue con los nuevos ajustes y el tiempo suficiente para que todos aquellos relacionados con sus detalles, lleguen a estar completamente familiarizados con su práctica.

## **6.2 Evaluación de resultados**

Para llevar a cabo las evaluaciones de resultados se llevará un control periódico (cada vez que entren estilos nuevos a la planta de poliuretano) de los factores que han afectado a la productividad llevando una documentación histórica sobre los resultados anteriores que permita ayudar a los factores que han surgido analizando así la tendencia que tiene cada periodo del año. Además de un reporte diario de defectos ver apéndice 2 para encontrar fácilmente donde se originan los problemas.



## CONCLUSIONES

1. Al realizar el estudio de la productividad e identificar los factores que la afectan, se logró obtener un incremento en la productividad de 26 pares/operario a 30 pares/operario con mejor manejo de la mano de obra, ubicando a los operarios adecuadamente en cada estación de trabajo, distribuyendo equitativamente las operaciones, además se muestra un aumento en la eficiencia.
2. Al realizar este proyecto se determinó la problemática de producción existente, llevando un control interno adecuado que permitió la maximización de la eficiencia de un 53% a un 75% apoyándose además en un estudio de tiempos, para facilitar dicho control, identificación de factores que afectaban la productividad.
3. Se elaboraron diagramas de operación del proceso, diagramas de flujo de operaciones, diagramas de recorrido del proceso, en el área de producción, lo que da un mejor control de tiempos en los procedimientos y balance de líneas, para evitar cuello de botella, estimando la producción que se puede tener, para definir la velocidad de producción, determinando el número ideal de obreros a asignar a una línea de producción y tomando en cuenta que la tasa de producción dependerá del operario mas lento. Pues la falta de diagramas y control de tiempos en producción y la calidad de los mismos.



## RECOMENDACIONES

1. Realizar un diagnóstico semestral del sistema productivo para todos los factores incidentes negativos del flujo del proceso, para cerciorarse que se siguen todos los aspectos del ajuste propuesto. El ingeniero de la planta de poliuretano deberá comunicarse inmediatamente con el supervisor de línea y cuando encuentre algunas partes del ajuste a implantarse que se hayan omitido o que el operario ha vuelto a sus antiguos procedimientos esto se deberá notificar sea cual sea la operación dentro de la planta de poliuretano. Además deberá analizar por qué ha ocurrido el cambio no autorizado. Si no se ofrecen razones que justifiquen el haber regresado al sistema anterior, el ingeniero de la planta debe insistir en que se siga el procedimiento completo de las figuras 11 y 12. El tacto junto con la firmeza es esencial además necesitará poner en práctica su poder de convencimiento y manifestar su competencia técnica.
2. Llevar a cabo una comprobación de la eficiencia diaria y verificar que se está operando continuamente con una actuación no menor que el estándar, su actuación se debe evaluar con las curvas de aprendizaje típicas, las cuales se pueden obtener colocándole metas a alcanzar y determinar el tiempo en el cual las realiza dependiendo de la clase de operación que realice. Si los operarios no realizan los progresos previstos, se deberá hacer un cuidadoso estudio, incluyendo una plática con el operario para descubrir que dificultades imprevistas puede haber encontrado.
3. Realizar un estudio de los factores que afectan la productividad y elaborar un balance de líneas para cada estilo de suelas, pues cada estilo tiene sus características, operaciones y procesos diferentes, los cuales hacen que el flujo del proceso en línea cambie dependiendo del estilo que se este trabajando.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Allen, David. **Organízate con eficacia: máxima productividad personal sin estrés**, 2ª edición Argentina: Empresa Activa, 2006.
2. Forsyth, Patrick. **Formación y promoción del personal**. España: Gedisa, 2001.
3. Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad total y productividad** 2ª edición. México: McGraw-Hill, 2005.
4. Meyers, Fred E. **Estudio de tiempos y movimientos** 2ª edición. México: Pearson Educación, 2000.
5. Ramírez Cavassa, César. **Ergonomía y productividad** 2ª edición. México: Limusa, 2006.



## APÉNDICE

### Apéndice 1. ENCUESTA (Referencia de subíndice 5.1.2)

#### ENCUESTA

##### FACTORES DEL DISEÑO

1. ¿La operación que actualmente desarrolla puede agregarse a la operación que desarrolla otro operario o el operario de enfrente?

SÍ		NO	
----	--	----	--

2. ¿El método de la operación que actualmente desarrolla es según su criterio el más apropiado?

SÍ		NO	
----	--	----	--

3. ¿Considera usted que se podría mejorar la estación de trabajo en la operación en que actualmente se encuentra?

SÍ		NO	
----	--	----	--

4. ¿Logra mantener su meta de producción diaria durante toda la semana?

SÍ		NO	
----	--	----	--

5. ¿El trabajo de producción que usted recibe por el ayudante del supervisor lo recibe siempre a tiempo para no quedarse sin trabajo?

SÍ		NO	
----	--	----	--

## FACTORES DE NORMAS DE TRABAJO

6. ¿Con qué frecuencia pide usted permisos personales en su sección?

	Veces a la semana
	Veces en el mes
	Veces en año

7. ¿Cuánto tiempo lleva laborando para esta fábrica?

\_\_\_\_\_ año \_\_\_\_\_ meses \_\_\_\_\_ días

8. ¿Qué factor considera usted que limita que mucha gente no se quede trabajando por mucho tiempo en una fábrica de manufactura?  
(MARQUE CON UNA "X")

- Bajo salario \_\_\_\_\_
- Maltrato por parte de mandos  
medios \_\_\_\_\_
- Ambiente desagradable (compañeros,  
mandos medios, instalaciones) \_\_\_\_\_
- Problemas personales \_\_\_\_\_
- Mala administración (mal cálculo  
de pago, pago sin fondos) \_\_\_\_\_
- Otros \_\_\_\_\_

**FACTORES DE RECURSOS DE TRABAJO**

9. ¿Considera usted que para trabajar a gusto se debería mejorar los siguientes factores? (MARQUE CON UNA "X")

El alumbrado	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
La temperatura	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
La ventilación	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
El ruido	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
El orden	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
La limpieza	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

10. ¿Conoce usted las normas de seguridad que deben acatar todos los trabajadores para no correr los riesgos y peligros de accidentes a que están expuestos en la planta?

SÍ	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------

11. ¿Durante la semana cuantas veces tiene que parar en tiempo inactivo por problemas grandes de su máquina y por cuanto tiempo?

<input type="text"/>	Veces
----------------------	-------

Tiempo máximo	<input type="text"/>	horas
---------------	----------------------	-------

12. ¿Ha ocurrido alguna emergencia en su estación de trabajo que afecte su salud?. Si la respuesta es sí escriba sobre la línea qué tipo de emergencia fue. De lo contrario pase a la siguiente pregunta.

SÍ	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------

---



---

## FACTORES DE PRODUCCIÓN

13. ¿Considera usted que se puede mejorar el método en la operación que actualmente desempeña para aumentar su eficiencia?

SÍ		NO	
----	--	----	--

14. ¿Cuando le solicitan trabajar tiempo extraordinario, la mayor parte del tiempo usted se queda sin ningún inconveniente?

SÍ		NO	
----	--	----	--

