



República Bolivariana de Venezuela  
Universidad Nacional Experimental Politécnica  
"Antonio José de Sucre"  
Vice-Rectorado Puerto Ordaz  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Cátedra: Ingeniería de Métodos



## ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, TOMI C.A

### **PROFESOR**

MSC. ING. TURMERO IVÁN

### **INTEGRANTES:**

CENTENO ROSIEL.  
DOMÍNGUEZ JULIÁN.  
LEZAMA JESÚS.  
MUÑOZ VICTORIA.  
PEREIRA ALEXIS.

CIUDAD GUAYANA, MARZO DE 2013



**ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, TOMI C.A.**

**U  
N  
E  
X  
P  
O**



República Bolivariana de Venezuela  
Universidad Nacional Experimental Politécnica  
"Antonio José de Sucre"  
Vice-Rectorado Puerto Ordaz  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Cátedra: Ingeniería de Métodos



## ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, TOMI C.A.

Proyecto Final de Curso presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vice-Rectorado Puerto Ordaz como requisito parcial para aprobar la Cátedra de **INGENIERÍA DE MÉTODOS**.

---

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

**Asesor Académico**

**CIUDAD GUAYANA, MARZO DE 2013**

**“ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, TOMI C.A.”**

Págs. 157

Proyecto Final de Cátedra: **INGENIERÍA DE MÉTODOS**

Universidad Nacional Experimental Politécnica “*Antonio José de Sucre*”. Vice-Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

**UNEXPO**

**Asesor Académico:** MSc. Ing. Iván J. Turmero A.

Ciudad Guayana, Marzo de 2.013

Capítulos: I. El Problema. II. Generalidades de la Empresa. III. Marco Teórico. IV. Marco Metodológico. V. Situación Actual. VI. Situación Propuesta. VII. Estudio de Tiempo. Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografía. Apéndices. Anexos.



República Bolivariana de Venezuela  
Universidad Nacional Experimental Politécnica  
"Antonio José de Sucre"  
Vice-Rectorado Puerto Ordaz  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Cátedra: Ingeniería de Métodos



### **ACTA DE APROBACIÓN**

Quien suscribe, **MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros**, Profesor Titular de la Cátedra **INGENIERÍA DE MÉTODOS**, adscrito al Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Vice-Rectorado Puerto Ordaz y designado para evaluar el Proyecto Final, titulado: **"ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, TOMI C.A."**, considero que este cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto lo declaro **APROBADO**.

En Ciudad Guayana a los 20 días del mes de Marzo de dos mil trece.

---

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros  
**Asesor Académico**

## **DEDICATORIA**

A Dios, mi señor por darme esta vida, protegerme y siempre mantenerme con muchas ganas de seguir adelante.

De igual manera se lo dedicamos a "TOMI C.A.", por el apoyo brindado, el cual hizo posible el desarrollo de esta investigación.

También dedicamos a nuestro director de proyecto Ing. Iván Turmero, quien nos dio su sabiduría para la elaboración total de nuestro proyecto, siendo así, posible el desarrollo total y satisfactorio de este.

## AGRADECIMIENTOS

Primordialmente agradecemos a la institución puesto que nos brindó conocimientos que nos ayudó para el desarrollo de nuestro proyecto y la elaboración final de este.

Al Profesor Ing. Iván Turmero que nos brindó su sabiduría en varios campos del conocimiento ayudándonos así en varios aspectos que requerimos para el desarrollo de nuestro propósito.

A María Belisario por brindarnos ese apoyo incondicional, y sus amplios conocimientos metodológicos durante la elaboración del proyecto, también damos gracias a nuestros compañeros de clase que de varias maneras siempre estuvieron acompañándonos y ayudándonos en los momentos que requeríamos ayuda, por compartir conocimientos con nosotros, por compartir vivencias con nosotros y darnos sentimientos de alegría, amor, cariño que nos dejaron muchas enseñanzas y experiencias.



República Bolivariana de Venezuela  
Universidad Nacional Experimental Politécnica  
"Antonio José de Sucre"  
Vice-Rectorado Puerto Ordaz  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Cátedra: Ingeniería de Métodos



**Autores:** CENTENO ROSIEL, DOMÍNGUEZ JULIÁN, LEZAMA JESÚS,  
MUÑOZ VICTORIA, PEREIRA ALEXIS.

**Asesor Académico:** MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

**Fecha:** Marzo 2013

### RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito principal la evaluación y mejora del proceso productivo de la METAL MECANICA TOMI C.A. basándonos en la implementación de un conjunto de técnicas que conforma la ingeniería de métodos. Este informe representa un estudio de tipo no experimental y se apoya en una investigación de campo, aplicada y evaluativa, haciendo uso de la técnica de observación directa, puesto que, se abordó la descripción y análisis de la situación actual, pudiendo así realizar una toma de datos, las cuales después de ser analizadas preliminarmente y evaluadas nos permitirán realizar un análisis de datos los cuales nos arrojarán una serie de conclusiones y recomendación de las acciones requeridas que se deben aplicar para la incorporación de mejoras en la calidad de la gestión. Como se mencionó anteriormente la recolección de los datos para el diagnóstico inicial se basó en la observación directa, la aplicación de entrevistas no estructuradas a todo el personal inherente, así como la consulta en diversas fuentes de información. Posteriormente se procedió a la caracterización del proceso para determinar las fases claves del mismo, elaborándose de diagramas de flujo recorrido y layout del proceso en cuestión. Seguidamente, se procedió a la formulación del marco teórico; los objetivos generales y específicos; fallas o deficiencias del proceso; y un conjunto de recomendaciones con las posibles soluciones de las fallas presentes en el proceso. En general, se aplicó satisfactoriamente la metodología seleccionada y se interrelacionaron adecuadamente cada uno de los elementos con el fin de incrementar la eficiencia del proceso, mejorar la distribución planimétrica, reubicar los almacenes, reducir las demoras, reducir los desperdicios y contener dichos desperdicios en una área, en contenedores adecuados, previamente seleccionados.

**PALABRAS CLAVES:** ESTUDIO NO EXPERIMENTAL, OBSERVACIÓN DIRECTA, TOMA DE DATOS, ANÁLISIS PRELIMINAR DE DATOS, EVALUACIÓN DE DATOS, ANÁLISIS DE RESULTADOS, CONCLUIR, RECOMENDAR.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Resumen	viii
Índice General	ix

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	4
GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	4
1.1. NOMBRE .....	4
1.2. UBICACIÓN .....	4
1.3. RESEÑA HISTÓRICA .....	4
1.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN .....	4
1.5. LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.....	5
1.6. CONTROL DE CALIDAD .....	5
1.7. PRODUCTOS .....	5
1.8. RECURSO HUMANO .....	6
1.9. CAPACIDAD INSTALADA .....	6
<b>CAPITULO II</b> .....	7
EL PROBLEMA .....	7
2.1. ANTECEDENTES .....	7
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
2.3. JUSTIFICACIÓN .....	9
2.4. LIMITACIONES .....	9
2.5. OBJETIVOS .....	9

<b>CAPÍTULO III</b> .....	11
MARCO TEÓRICO .....	11
3.1. INGENIERÍA INDUSTRIAL .....	11
3.2. APLICACIONES DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL .....	11
3.3. LIMITACIONES .....	12
3.4. INGENIERÍA DE MÉTODOS .....	12
3.5. DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIÓN .....	15
3.6. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO .....	20
3.7. DIAGRAMA DE FLUJO DE RECORRIDO .....	21
3.8 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT) .....	22
3.9. LA TÉCNICA DEL INTERROGATORIO .....	33
3.10. ANÁLISIS OPERACIONAL .....	34
3.11. ENFOQUES PRIMARIOS .....	35
3.12. ESTUDIO DE TIEMPO .....	41
3.13. REQUISITOS DEL ESTUDIO DE TIEMPO .....	41
3.14. MEDICIÓN DE TRABAJO .....	43
3.15. REGISTRO DE INFORMACIÓN .....	43
3.16. TIEMPO ESTÁNDAR (TE) .....	43
3.17. MÉTODO DE RANGO DE ACEPTACIÓN .....	44
3.18. MÉTODO GENERAL ELÉCTRICO .....	45
3.19. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	45
3.20. PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR .....	46
3.21. MANEJO Y ESTUDIO CORRECTO DEL CRONÓMETRO .....	48
3.22. HERRAMIENTAS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONÓMETRO .....	51
3.23. ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETROS .....	52
3.24. CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD .....	54
3.25. SISTEMA WESTINGHOUSE .....	54
3.26. TIEMPO NORMAL .....	56
3.27. TOLERANCIAS .....	57
3.28. PROPÓSITO DE LAS TOLERANCIAS .....	57
3.29. NECESIDADES PERSONALES .....	58
3.30. FATIGA .....	58
3.31. MÉTODO SISTEMÁTICO .....	58
3.32. MÉTODO SISTEMÁTICO PARA ASIGNAR TOLERANCIAS POR FATIGA .....	59
3.33. NORMALIZACIÓN DE TOLERANCIAS .....	59

<b>CAPITULO IV</b> .....	61
DISEÑO METODOLÓGICO .....	61
4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	61
4.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN. ....	62
4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	62
4.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	63
4.5. RECURSOS.....	65
4.6. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO. ....	65
 <b>CAPITULO V</b> .....	 67
SITUACIÓN ACTUAL .....	67
5.1. SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SEGUIMIENTO DEL ESTUDIO	67
5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	67
5.3. DIAGRAMA DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE UN EJE	
ESCALONADO EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A .....	68
5.4. PLANO DE INSTALACIONES EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A.....	69
5.5. DIAGRAMA DE FLUJO O RECORRIDO DE LA ELABORACIÓN	
DE UN EJE ESCALONADO EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A.....	69
5.6. ANÁLISIS DETALLADO.....	69
5.7. TÉCNICA DEL INTERROGATORIO .....	71
5.8. PREGUNTAS DE LA OIT.....	74
5.9. ANÁLISIS OPERACIONAL DEL PROCESO .....	85
5.10. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD A ESTUDIAR .....	87
 <b>CAPITULO VI</b> .....	 89
SITUACIÓN PROPUESTA .....	89
5.1. REPRESENTACIÓN DEL MÉTODO ACTUAL DE TRABAJO.....	89
5.2. DESARROLLO DE UN NUEVO MÉTODO .....	90
5.3. DIAGRAMA DE PROCESO PROPUESTO DE LA ELABORACIÓN	
DE UN EJE ESCALONADO EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A.....	95
5.4. PLANO PROPUESTO DE LA REUBICACIÓN DE INSTALACIONES	
EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A. ....	95
5.5. DIAGRAMA DE FLUJO O RECORRIDO PROPUESTO DE LA	
ELABORACIÓN DE UN EJE ESCALONADO EN LA METALMECÁNICA	
TOMI C.A. ....	95
5.6. ANÁLISIS DETALLADO.....	95
 <b>CAPÍTULO VII</b> .....	 99
ESTUDIO DE TIEMPO .....	99
6.1. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR .....	99
6.2. CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR .....	99

6.3. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO .....	100
6.4. CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR .....	107
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>108</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>111</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>113</b>
<b>INFOGRAFÍA .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>115</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>126</b>



## INTRODUCCIÓN

Con el fin de iniciarse en el mercado en agosto del año 1973 empieza lo que hoy se conoce con el nombre de TOMI. C.A, una Metalmecánica que se dedica a Satisfacer el área de Fabricación a Diseño y Servicio de Reparación y/o Mantenimiento de Piezas Metalmecánicas del Sector Siderúrgico y del Aluminio de la Región. Cuenta con más de 30 años de Reconocida Experiencia, Tecnología y Equipos de Vanguardia, permitiendo Satisfacer los Requerimientos del Sector Siderúrgico y del Aluminio.

Sin embargo, debido al constante y acelerado crecimiento de la empresa, en la actualidad presenta una serie de problemáticas en cuanto a la ubicación de la materia prima y los productos terminados. Estos se encuentran desorganizados por toda el área de producción, demorando así el proceso de producción y congestionando la línea de producción por distribución ineficiente de los espacios físicos, etc. Además 16 máquinas del área de producción se encuentran fuera de servicio.

La Ingeniería de Métodos es una Herramienta muy importante que puede servir de aplicación para Realizar Estudios a fondo de los Procesos que se llevan a cabo en las Empresas, con la finalidad de Identificar posibles causas que generen las fallas en los mismos y de esta manera Proponer un nuevo Método Propuesto de Trabajo, para así Incrementar la Productividad y Aprovechar el máximo de los Recursos que posee la Empresa.

El Estudio de Movimientos es una Técnica que consiste en el estudio de los movimientos del cuerpo humano que son utilizados para Ejecutar una Operación o trabajo determinado, con el objetivo de ser Evaluado, Identificando los Productivos e Improductivos. De forma tal que una vez analizada se puedan Reducir, Combinar, Simplificar, y en el mejor de los casos Eliminar, para luego Establecer una mejor Secuencia o Sucesión de Movimientos más favorables que permita lograr la Eficiencia Máxima.

Los Diagramas son representaciones que permiten Presentar cualquier tipo de información, logrando presentar detalles de cualquier proceso y que sea entendida por cualquier persona. Los Diagramas son instrumentos que se utilizan para facilitar la tarea de Observar, Analizar y Desarrollar los Métodos empleados



para Ejecutar Actividades, estos permiten abordarlas de forma ordenada y metódica.

Se ha tomado como Objeto de Estudio a la Metalmecánica TOMI C.A, con la finalidad de Observar el Proceso de Fabricación de un Eje Escalonado de este modo Estudiarlo y Optimizarlo para Mejorar el Rendimiento del Proceso utilizando como herramienta la Ingeniería de Métodos.

La Organización internacional del trabajo (OIT), sugiere una serie de preguntas de interrogatorio previsto en el estudio de métodos las cuales deben hacerse sistemáticamente cada vez que se empieza un estudio porque son la condición básica de un buen resultado.

En las técnicas de interrogatorio encontraremos preguntas formuladas como: Propósito, Lugar, Sucesión, Persona y Medios. Estas serán ampliadas en el desarrollo de esta investigación.

El análisis operacional es un procedimiento sistemático utilizado para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento, permitiendo así incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios sin perjudicar la calidad. Es aplicable a todas las actividades de fabricación, administración de empresas y servicios.

La problemática de desorganización de la materia prima y productos terminados de la empresa metalmecánica TOMI, C.A, se ha tomado como objeto de estudio, con la finalidad de proponer cambios en la distribución y almacenaje que puedan mejorar el rendimiento del proceso y diseñar un nuevo método propuesto de trabajo utilizando como herramienta la ingeniería de métodos.

Así mismo, se realizará un estudio de métodos con el propósito de optimizar el nuevo método de proceso propuesto en el cual se reduzcan las demoras evitables, eliminen movimientos innecesarios, tenga linealidad de procesos, se maximice el aprovechamiento de los recursos, etc.

Se puede afirmar que en toda empresa el análisis sistemático del estudio del trabajo, permite la obtención de estándares que se utilizan para mejorar los aspectos relacionados con labores operativas y gerenciales de la producción.

Uno de los resultados que se logra con el estudio del trabajo (por medio de la medición de trabajo) es la definición de los tiempos estándar, que se refiere al tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea manual definida, efectuado según una norma de ejecución preestablecida, así como también la definición del muestreo de trabajo el cual tiene por objetivo establecer



el porcentaje que con respecto al período total de tiempo se dedica a ciertas actividades, con el propósito fundamental de identificar las demoras que afectaban a los trabajos.

Los tiempos estándares constituyen información altamente confiable para estimar la duración de prácticamente cualquier trabajo, tanto a nivel operacional industrial como a labores de oficina. Las aplicaciones son extensas y pueden ir desde la planificación de la producción, comparación de métodos alternativos, hasta la determinación de jornadas de trabajo y aplicación de sistemas de incentivos.

Es necesaria la formulación de una serie de preguntas claves en forma de interrogatorio a los operarios y demás personas que participan en las distintas actividades, para poder obtener información clave que ayude a develar problemas. De pues de esto es importante tomar el tiempo de todas las actividades de trabajo, incluyendo los descansos, almuerzos, demoras, tiempo de preparación de la máquina, así como también, la calificación del trabajo del operario, ya sea, con el método Westinghouse, de calificación sintética, de calificación objetiva. De calificación por velocidad o de calificación modificado. Para este trabajo se aplicara el método Westinghouse, debido, a su facilidad de uso y eficiencia.

La Operación de Corte de Barras de Acero en la metalmecánica TOMI C.A se ha tomado como objeto de estudio, con la finalidad de obtener el Tiempo Estándar para dicha Operación, así Evaluar y Obtener Mejoras en la Operación seleccionada.



## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

#### **1.1. NOMBRE**

TOMI, C.A.

#### **1.2. UBICACIÓN**

TOMI, C.A, se encuentra ubicada en:

Avenida Paseo Caroní, cruce con calle Güere, Zona Industrial Unare II, Puerto Ordaz, Estado Bolívar. Tel/fax: (0286)9510111/3585/2836.

#### **1.3. RESEÑA HISTÓRICA**

TOMI, C.A, fue fundada por la iniciativa de la Familia Spitaleri, el 14 de Agosto de 1973, bajo la premisa de satisfacer en el área de Fabricación a Diseño y Servicio de Reparación y/o Mantenimiento de Piezas Metalmeccánicas del Sector Siderúrgico y del Aluminio de la Región.

Hoy, Tiene sede legal y establecimiento de producción en el Área Industrial Unare II, Puerto Ordaz, Estado Bolívar. Cuenta entre sus activos, con más de 30 años de reconocida experiencia, tecnología y equipos de vanguardia que unidos a su vocación de servicio y asistencia integral al cliente, permite continuar satisfaciendo los requerimientos del sector siderúrgico y del Aluminio, además de los Sectores: Petrolero, Naval, Alimenticio y de pequeñas y medianas Industrias de los diferentes mercados nacionales.

#### **1.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

La empresa TOMI C.A. presta su servicio en la fabricación y/o recuperación de piezas a diseño, metal mecánicas.



## 1.5. LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

Presidente, gerente de proceso, administración, planificación, control de calidad almacenista, obreros.

## 1.6. CONTROL DE CALIDAD

Para establecer nuestro Norte como entorno de apoyo a la Producción Industrial y Servicios de alta calidad, hemos realizado un mejoramiento constante de todos nuestros procesos de conformidad con todas las Normas Internacionales ISO-9002; unido además a una estrecha y sólida relación con Nuestros proveedores y clientes, garantizando así la calidad, precio y oportunidad idónea de nuestro servicio.

Actualmente, TOMI, C.A, cuenta con un *Departamento de Control de Calidad*, dotado con equipos e instrumentos de las más alta confiabilidad y precisión, así como también, de un personal capacitado para garantizar la calidad de nuestros productos.

## 1.7. PRODUCTOS

Dentro de la amplia gama de productos que se han fabricado y/o recuperado en TOMI, C.A, podemos destacar lo siguiente:

- **Mecanizado:** Ejes, Bocinas, Bridas, Arandelas, Pasadores, Chumaceras, Ruedas, Poleas, Placas De Desgaste, Anillos Partidos, Tensores, Coronas Dentadas, Tornillos, Tuercas, Cuñas, Bujes, Tapas, Espaciadores, Espárragos, Cuerpos de Válvulas, Chavetas, Guías, Rieles, Lanzas de Inyección, Rompe Costras, Bielas, Grapas, Anillos de Retención, Tapas de Visita y otros.
- **Carpintería Metalmecánica:** Ganchos Jota, Tanques, Caballetes, Formaletas, Tolvas, Volantes, Carros Porta Ánodos, Tapas de Aluminio, Cabinas para Grúa, Trompo para Procesamiento de Alimentos, Barras Colectoras y otros,
- **Recuperación:** Anillos y Tapas de Crisoles, Rodillos de Disco, Cilindros de Trabajo, Rodillos, Cuerpos de válvulas, Cabezal de Rotor de Turbinas,



Rodillos de Laminación, Sierras Cintas, Vigas Estructurales de Buques, Bridas, Tapas y otros.

Las Materias Primas utilizadas en la fabricación de piezas son: Aceros al Carbono, Bronce, Latón, Aceros Inoxidables, Teflón, Fundiciones y otros.

## **1.8. RECURSO HUMANO**

TOMI, C.A, cuenta con un importante equipo de trabajo, altamente capacitado, en el cual se pueden destacar: Ingenieros, Licenciados, Técnicos superiores, Técnicos Medios, Pasantes, Secretarias y Obreros Calificados; quienes constituyen nuestro principal recurso y garantizan la calidad y excelencia de nuestros productos.

## **1.9. CAPACIDAD INSTALADA**

TOMI, C.A, cuenta con una amplia gama de Equipos, Máquinas y Tecnología de Vanguardia, lo cual ha permitido posicionarnos como empresa líder en el Sector Metalmeccánico de la región. Dentro de los cuales se pueden mencionar:

- Máquinas-Herramientas
- Carpintería Metálica

A continuación se muestra el listado de los equipos que se encuentra en la empresa en TOMI, C.A (Ver Apéndice 1).



## **CAPITULO II**

### **EL PROBLEMA**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

La empresa al cotizar y luego de ser seleccionada por el contratante, en este caso para la fabricación de un Eje Escalonado, en una licitación. Ejecuta la elaboración de una Orden de Compra, seguida de una Orden de Trabajo. Dichos documentos incluyendo la Cotización, son enviados en una carpeta al respectivo Dueño de la Empresa 'TOMI C.A.', al departamento de Control de Calidad, y por último al departamento Producción.

Luego en el departamento de Producción, se leen las especificaciones de la pieza a diseñar, se realiza la compra de la materia prima, (acero y/o aluminio), dicha MP es requerida a 1 de 2 empresas (SUMINDU y FERRUM) de la zona, que trabajan en la compra de acero y aluminio al Exterior, con especificaciones Técnicas y propiedades Mecánicas especiales

#### **2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Dentro de la observación que se hizo a la Metalmecánica TOMI C.A, se encontró varias fallas y carencias, c/u con distintos niveles de prioridad, a continuación se describe las principales:

El problema principal es visible, la empresa tiene dificultades en la ubicación de la materia prima y los productos terminados, esto porque no se cuenta con las dimensiones correctas para las respectivas áreas dentro de las instalaciones de la empresa, demorando así el proceso productivo de la compañía.

Como el área de almacén de materia prima no cuenta con el espacio necesario para albergar los materiales, estos obstruyen la mayor parte del área de producción, lo cual genera demora para el proceso productivo, ya que en vez de clasificar y organizar la materia prima en su respectiva área la distribuyen por la entrada principal.



Los productos terminados no cuentan con anaqueles en el área de almacén, lo que genera desorden en el área de producción. La materia prima se mezcla generalmente con los productos terminados, los cuales están ubicados en cualquier parte del área de fabricación, incluso sobre las maquinas lo que ocasiona que los operarios tengan que buscar entre este desorden lo que necesitan, ya sea materia prima, herramientas o productos terminados.

Las anteriores situaciones descritas dan a demostrar la falta de un estudio de métodos, por ejemplo el Análisis Operacional, pues su ejecución no fue planificada de forma que sus resultados fueran los más óptimos que se pudiera lograr.

Esta investigación permite identificar cuáles son los aspectos improductivos que afectan la realización de las operaciones en cuanto a la ubicación de la materia prima y los productos terminados. Además con las observaciones obtenidas en el estudio se pretende plantear un nuevo método de trabajo para corregir las fallas y por último, establecer el impacto de las condiciones del ambiente de trabajo y su eventualidad en la eficiencia del trabajo a fin de mejorar el servicio brindado.

La propuesta en conjunto con la empresa TOMI C.A. es la de delimitar nuevas áreas de almacenamiento de materia prima, producto terminado y control de calidad principalmente, además mejorar la organización del espacio físico de dicha empresa, con el fin de dar linealidad al proceso.

Además, En la Actualidad la Metalmecánica TOMI C.A no ha Determinado los Estándares de Tiempo para la Fabricación de sus Piezas. Esta Medición es Necesaria para que los Dueños de dicha Empresa puedan Pronosticar Satisfactoriamente el Tiempo de Ejecución de la Operación de Corte de Barras de Acero en la Sierra Automática. El Desconocimiento de los Estándares Retrasa el Óptimo Funcionamiento de la Empresa.

Debido a la falta de Estándares de Tiempo Surge la Necesidad de Determinar el Tiempo de Ejecución del Operario al Momento de Realizar la Operación del Corte de Barras de Acero en la Sierra Automática.

En la Metalmecánica TOMI C.A no se tiene Determinado el Porcentaje de Tolerancias para los operarios en las distintas Operaciones que realizan, lo que ha traído como consecuencia la Falta de un Desempeño Efectivo de las actividades que realizan. Por tal motivo se Observó la Necesidad de Determinar el Porcentaje



de Tolerancia de los Operarios al momento de Realizar la Operación Corte de Barras de Acero en la Sierra Automática.

Es importante Destacar que no se contó con Información Previa para Determinar el Tiempo Estándar de la Operación seleccionada, ya que, como se mencionó anteriormente la Empresa no cuenta con Estudios de Tiempo.

## **2.3. JUSTIFICACIÓN**

El estudio a realizar se hará en la empresa TOMI C.A. con el objetivo de aportar e implantar una metodología experimental mejorada que permita alcanzar un mejor aprovechamiento del espacio, almacén de materia prima, producto terminado y control de calidad. Así mejor la Calidad y Rapidez del Proceso de Fabricación de un Eje Escalonado.

Además se hará con el Objetivo de aportar información de Estandarización de Tiempos en la Operación de Corte de Barras de Acero en la Sierra Automática, la cual permita aprovechar al máximo las Habilidades del Operario sin Causarle Fatiga o Agotamiento, de esta forma Lograr el mismo Resultado pero con Menor Costo de Producción.

## **2.4. LIMITACIONES**

Durante la Búsqueda de Información para Realizar este Estudio no se Presentó ningún tipo de Limitaciones, debido a que el Gerente de Control de Calidad que Labora en la Metalmecánica TOMI C.A Colaboró con la Información Requerida para la elaboración de este estudio.

## **2.5. OBJETIVOS**

### **2.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar seguimiento al proceso de elaboración de un eje escalonado, y así describir el proceso de producción de la Metalmecánica TOMI C.A. para aplicar el Análisis Operacional y Proponer un Método Eficiente de Trabajo, logrando mejorar el Proceso productivo y así aplicar el Estudio de Tiempos y Determinar el Tiempo Estándar del Proceso de Corte de Barras de Acero en la Sierra Automática de la Metalmecánica TOMI C.A..



## **2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 2.5.2.1.** Definir a quien se le realizara el seguimiento.
- 2.5.2.2.** Describir el método de trabajo actual del Proceso de Elaboración de un Eje Escalonado.
- 2.5.2.3.** Elaborar el Diagrama de Proceso de Elaboración de un Eje Escalonado.
- 2.5.2.4.** Elaborar el Diagrama de Flujo o Recorrido de Elaboración de un Eje Escalonado.
- 2.5.2.5.** Realizar un análisis general de las fallas encontradas
- 2.5.2.6.** Evaluar de forma crítica la ejecución del método actual de trabajo.  
Aplicar el Método del Interrogatorio.
- 2.5.2.7.** Aplicar las preguntas de la OIT.
- 2.5.2.8.** Realizar el análisis operacional a la Metalmecánica TOMI C.A.
- 2.5.2.9.** Describir el nuevo método propuesto de trabajo.
- 2.5.2.10.** Realizar el Diagrama de Proceso que contenga las mejoras propuestas.
- 2.5.2.11.** Realizar el Diagrama de Flujo o Recorrido que contenga las mejoras propuestas.
- 2.5.2.12.** Realizar un Análisis detallado del estudio de tiempos.
- 2.5.2.13.** Determinar el Tamaño de la Muestra tomada en la metalmecánica TOMI C.A.
- 2.5.2.14.** Manejar el Cronómetro.
- 2.5.2.15.** Leer rápidamente los Tiempos de los Elementos pertenecientes a la Operación de Corte de Barras de Acero.
- 2.5.2.16.** Calcular los Tiempos Seleccionados y vaciarlos en el Formato de Registro de Tiempos.
- 2.5.2.17.** Determinar, a través del Cronometraje, el Tiempo Promedio Seleccionado.
- 2.5.2.18.** Determinar la Calificación de Velocidad de ejecución de la Operación de Corte de Barras de Acero.
- 2.5.2.19.** Determinar las Tolerancias en la ejecución de la Operación de Corte de Barras de Acero en la metalmecánica TOMI C.A.
- 2.5.2.20.** Determinar el Tiempo Estándar de la Operación de Corte de Barras de Acero en la metalmecánica TOMI C.A.



## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Es una rama de la ingeniería que se ocupa del desarrollo, mejora, implantación y evaluación de sistemas integrados de gente, dinero, conocimientos, información, equipamiento, energía, materiales y procesos. También trata con el diseño de nuevos prototipos para ahorrar dinero y hacerlos mejores. La ingeniería industrial está construida sobre los principios y métodos del análisis y síntesis de la ingeniería y el diseño para especificar, predecir y evaluar los resultados obtenidos de tales sistemas. En la manufactura esbelta, los ingenieros industriales trabajan para eliminar desperdicios de todos los recursos.

La ingeniería industrial está estrechamente identificada también con la gestión de operaciones, ingeniería de sistemas o ingeniería de manufactura, una distinción que parece depender del punto de vista o motivos de quien la use.

#### **3.2. APLICACIONES DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

La ingeniería industrial, se interesa en incrementar la eficiencia de los procesos y en disminuir los costos de lo que se produce u ofrece. Pero, para ello el ingeniero industrial posee una serie de aplicaciones para la realización de su objetivo fundamental antes descrito:

- Estudios de Movimientos y Tiempos
- Higiene y Seguridad Industrial
- Control de Calidad
- Control de Inventario
- Distribución de Plantas y Manejo de Materiales
- Ubicación de Plantas Industriales
- Investigación de Operaciones



### **3.3. LIMITACIONES**

Tal vez la única limitación del ingeniero industrial es que en muchos de los casos, su labor no influye directamente en el proceso productivo. Es un ente con una óptica externa que busca mejorar el desarrollo de un proceso, entendiendo este desarrollo como "Más barato, Más rápido y Mejor"; que sea diseñado o ejecutado por mecánicos, metalúrgicos, agricultores, ganaderos, arquitectos, constructores, etc.

Al igual que los economistas, abogados o administradores que su labor se ejerce indirectamente al proceso, pero que por ejemplo, el economista estudia como ese proceso productivo, permita obtener beneficios mediante la demanda y la oferta, o los administradores, la utilización óptima de recursos, humanos o materiales, el ingeniero industrial, permite el mejoramiento de ese proceso en cuestión de una manera netamente industrial.

### **3.4. INGENIERÍA DE MÉTODOS**

Los términos análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad.

En 1932, el término "Ingeniería de Métodos" fue desarrollado y utilizado por H.B.Maynard\* y sus asociados, quedando definido con las siguientes palabras:

"Es la técnica que somete cada operación de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis en orden a eliminar toda operación innecesaria y en orden a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria; abarca la normalización del equipo, métodos y condiciones de trabajo; entrena al operario a seguir el método normalizado; realizado todo lo precedente (y no antes), determina por medio de mediciones muy precisas, el número de horas tipo en las cuales un operario, trabajando con actividad normal, puede realizar el trabajo; por ultimo (aunque no necesariamente), establece en general un plan para compensación del trabajo, que estimule al operario a obtener o sobrepasar la actividad normal"

Desde este momento, el desarrollo de las técnicas de la Ingeniería de Métodos y simplificación del trabajo progresó rápidamente. Hoy en día la Ingeniería de Métodos implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de



un producto. Inicialmente, el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto. En segundo lugar, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto. Cuanto más completo sea el estudio de los métodos efectuado durante las etapas de planeación, tanto menor será la necesidad de estudios de métodos adicionales durante la vida del producto.

La Ingeniería de Métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica. Principalmente porque debido a la ingeniería de métodos, el mejoramiento de la productividad es un procedimiento sin fin.

Para desarrollar un centro de trabajo, el ingeniero de métodos debe seguir un procedimiento sistemático, el que comprenderá las siguientes operaciones:

- Obtención de los hechos: Reunir todos los hechos importantes en relación al producto.
- Presentación de los hechos: Toda la información se registra en orden para su estudio.
- Efectuar un análisis: Para decidir cuál alternativa produce el mejor servicio o producto.
- Desarrollo del método ideal: Seleccionar el mejor procedimiento para cada operación.
- Presentación del método: A los responsables de su operación y mantenimiento.
- Implantación del método: Considerando todos los detalles del centro de trabajo.
- Desarrollo de un análisis de trabajo: Para asegurar que los operadores están adecuadamente capacitados, seleccionados y estimulados.
- Establecimiento de estándares de tiempo: Estos deben ser justos y equitativos.
- Seguimiento del método: Hacer una revisión o examen del método implantado a intervalos regulares.

### **3.4.1. PROPÓSITOS**

- Evaluar el comportamiento del trabajador: Esto se lleva a cabo comparando la producción real durante un periodo de tiempo dado con la producción estándar determinada por la medición del trabajo.



- 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.
- Determinar la capacidad disponible: Para un nivel dado de fuerza de trabajo y disponibilidad de equipo, se pueden utilizar los estándares de medición del trabajo para proyectar la capacidad disponible.
- Determinar el costo o el precio de un producto: Los estándares de mano de obra obtenidos mediante la medición del trabajo, son uno de los ingredientes de un sistema de cálculo de precio. En la mayoría de las organizaciones, el cálculo exitoso del precio es crucial para la sobrevivencia del negocio.
- 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.
- 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.
- Establecer incentivos salariales: Bajo incentivos salariales, los trabajadores reciben más paga por más producción. Para reforzar estos planes de incentivos se usa un estándar de tiempo que define al 100% la producción.

Por lo tanto, el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento de las utilidades de la empresa, analizando:

- Las materias, materiales, herramientas, productos de consumo.
- El espacio, superficies cubiertas, depósitos, almacenes, instalaciones
- El tiempo de ejecución y preparación.
- La energía tanto humana como física mediante una utilización racional de todos los medios disponibles.

La ingeniería de Métodos se divide en dos ramas fundamentales:

- Estudio de movimientos.



- Estudio de tiempo.

### **3.4.2. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS**

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

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

El estudio de movimientos, en su acepción más amplia, entraña dos grados de refinamiento con extensas aplicaciones industriales. Tales son el estudio visual de los movimientos y el estudio de micromovimientos.

El estudio visual de movimientos se aplica con mucha mayor amplitud, porque la actividad que se estudia no necesita ser de tanta importancia para justificar económicamente su empleo. Este tipo de estudio comprende la observación cuidadosa de la operación y la elaboración de un diagrama de proceso del operario, con el consiguiente análisis del diagrama considerando las leyes de la economía de movimientos.

### **3.5. DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIÓN**

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza que se utilizan en los procesos de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. La grafica describe la entrada de todos los componentes y sub-ensambles al ensamble principal.



Dicho diagrama, ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. Las siguientes definiciones en la tabla 1 y 2, cubren el significado de estas clasificaciones en la mayoría de las condiciones encontradas en los trabajos de diagramado de procesos.

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en qué áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento. El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto.

Existen dos tipos de diagramas de procesos:

- Técnicos.
- Organizacionales.

Los técnicos son aquellos en donde se definen las etapas de un proceso de producción, se definen paso a paso cada una de las etapas del proceso, desde la toma de requerimientos, revisión tecnológica, generación de casos de uso, diseño de diagramas de proceso a nivel macro, diagramas de estados, modelo entidad



relación, diagrama de navegación, hasta realizar la confrontación de requerimientos con el diseño inicial, para luego diseñar etapas o procedimientos adecuados.

Se afirma que un producto de calidad solo se puede conseguir cuando se dispone de procesos capaces y estables en el tiempo. El control resulta fundamental.

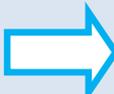
El Organizacional es aquel que tiene que ver con la planeación de recurso humano y elementos organizacionales. Los pasos al desarrollar una hoja de proceso son:

1. Hacer la hoja respectiva, cuyo encabezado tendrá datos de identificación del proceso.
2. El cuerpo consta de 5 columnas para los símbolos anteriores, 1 para la descripción breve del trámite, 2 para las distancias de los transportes y minutos de demora y 1 para observaciones.
3. Se anota la descripción de los pasos del proceso y se marcan puntos en las columnas de los símbolos correspondientes, uniéndolos con una línea.
4. Se obtienen los totales, una vez terminada la descripción del proceso las operaciones, transportes, inspecciones, demoras, así como el tiempo perdido en el almacenamiento.
5. Los totales indican el tipo de acción que conviene tomar para un análisis más profundo y cambiar aquellos aspectos que nos pueden afectar en un tiempo determinado.

Tabla 1: Simbología universal para la elaboración de un diagrama de operaciones.

Actividad / Definición	Símbolo
Operación.- Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando se está dando o recibiendo información o se está planeando algo.	

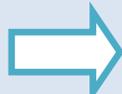


Transporte .-Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección	
Inspección.- Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.	
Demora.-Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado.	
Almacenaje.- Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.	
Actividad combinada.- Cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.	

Fuente: Métodos Estándares y Diseño del Trabajo, 11va Edición, Niebel Freivalds.

Hay ocasiones en que el paso o evento no puede ser fácilmente clasificado en una de dichas actividades, la siguiente lista ayuda mucho a determinar su clasificación en las actividades adecuadas (tabla 3).

Tabla 2: Otra clasificación de acciones que tienen lugar durante un proceso dado.

Actividad	Símbolo	Resultado predominante
Operación		Se produce o efectúa algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve.



Inspección		Se verifica calidad o cantidad.
Demora		Se interfiere o retrasa el paso siguiente
Almacenaje		Se guarda o protege

Fuente: Métodos Estándares y Diseño del Trabajo, 11va Edición, Niebel Freivalds.

Antes de comenzar la construcción del diagrama de proceso de la operación, el analista debe identificar el diagrama con un título “Diagrama de proceso de la operación” y otra información como el número de partes, número de dibujos, número de procesos, método actual y propuesto, nombre y fecha de la persona que hace el diagrama de proceso. La información adicional debe incluir el número de diagrama, planta, edificio y departamento.

Las líneas verticales indican el flujo general del proceso al realizar el trabajo, las horizontales que llegan a las líneas de flujo verticales indican los materiales, ya sean comprados o trabajados durante el proceso. Las partes se muestran al entrar a una línea vertical para el ensamble o al salir de una línea vertical para el desarmado. Los materiales que se desarmar o se extraen se representan por una línea de materiales horizontal dibujada a la derecha de la línea de flujo vertical, mientras que los ensambles se muestran con una línea horizontal dibujada a la izquierda de la línea vertical (Ver Apéndice 2)

El diagrama de proceso de la operación también es útil al promover y explicar el método propuesto. Como proporciona mucha información clara permite una comparación ideal entre dos soluciones posibles. Esta técnica es importante:

- Identificar todas las operaciones, inspecciones, materiales, movimiento, almacenamiento y retrasos al hacer una parte o completar un proceso.
- Muestra todos los eventos en la secuencia correcta.
- Muestra en forma clara la relación entre las partes y la complejidad de la fabricación.
- Distingue entre las partes producidas y compradas.
- Proporciona información sobre el número de empleados utilizados y el tiempo requerido para realizar cada operación e inspección.



### 3.6. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.

El diagrama de flujo de proceso contiene muchos más detalles que el diagrama de proceso de operación. Por lo tanto, es común que no se aplique al ensamble completo. Se usa, en principio, para cada componente de un ensamble o de un sistema para obtener el máximo ahorro en la manufactura o en un procedimiento aplicable a una componente o secuencia de trabajo específico. El diagrama de flujo de proceso es valioso en especial al registrar costos ocultos no productivos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez detectados estos periodos no productivos, el analista puede tomar medidas para minimizarlas y, por ende, sus costos.

Además de registrar las operaciones e inspecciones, estos diagramas muestran todos los movimientos y almacenamientos de un artículo en su paso por la planta. Entonces, los diagramas de flujo del proceso requieren símbolos adicionales a los usados en el diagrama de proceso de la operación. Una pequeña flecha significa un transporte, que se puede definir como mover un objeto de un lugar a otro, excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una D mayúscula indica demora (delay) que ocurre cuando no se permite el procesamiento inmediato de una parte en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero sobre un vértice significa un almacenamiento, que sucede cuando una parte se detiene protegida contra el movimiento no deseado. Estos cinco símbolos constituyen el conjunto estándar de símbolos del diagrama de proceso. El diagrama de flujo del proceso de uso común son de dos tipos: de producto o material y operativo o de persona. El diagrama de producto proporciona detalles de los eventos que ocurren sobre un producto o material, y el diagrama operativo da los detalles de cómo realiza una persona una secuencia de operaciones (Ver Apéndice 3).

Lo mismos que el diagrama de proceso de la operación, este diagrama se identifica con un título, "Diagrama de Flujo de Proceso", y se acompaña de la información que incluye número de partes, sus dibujos, descripción del proceso, método actual y propuesto, y el nombre de la persona que lo realiza. Otro dato, como planta, edificio o departamento, número de diagrama, cantidad y costo pueden ser valiosos para identificar por completo el trabajo que se refiere el diagrama.

Todos los tiempos de demora y almacenamiento deben incluirse en el diagrama. Pero no es suficiente con solo indicar que acurren. Cuanto más tiempo



pase una parte en almacén o se demore, más grande será el costo que acumule y mayor será la espera del cliente para su entrega. Por lo tanto, es importante, saber cuánto tiempo pasa una parte en una demora o almacenamiento. El método más económico para determinar la duración de las demoras es marcar varias partes con gris indicando la hora exacta en que se almacenaron o se detuvieron. Después, se verifica esa sección periódicamente para ver el momento en que esas partes regresan a producción.

El diagrama de flujo de proceso, igual que el diagrama de proceso de la operación, no es un fin, es solo un medio para conseguir un fin. Esta técnica facilita la eliminación o reducción de costos ocultos de una componente. Debido a que muestra con claridad los transportes, demoras y almacenamientos, la información que proporciona puede conducir a una reducción tanto en cantidad como en duración de estos elementos. Además, al registrar las distancias, el diagrama tiene un gran valor para el mejoramiento de la distribución de la planta.

### **3.7. DIAGRAMA DE FLUJO DE RECORRIDO.**

La construcción del diagrama de flujo o diagrama de recorrido es sumamente fácil e interesante. Se trata unir con una línea todos los puntos en donde se efectúa una operación, un almacenaje, una inspección o alguna demora, de acuerdo con el orden natural del proceso.

Esta línea representa la trayectoria usual que siguen los materiales o el operario que los procesa, a través de la planta o taller en donde se lleva a cabo.

Una vez que se ha terminado el diagrama de flujo se puede observar el transporte de un objeto, el camino de algún hombre, durante el proceso; este transporte, aún en lugares pequeños, llega a ser algunas veces de muchos kilómetros por día que calculados anualmente representan una pérdida considerable en tiempo, energía y dinero.

Cuando se sospecha que se tiene un número bastante grande de transportes, almacenamientos y demoras en un proceso, es necesario realizar un diagrama de proceso de recorrido con el fin de visualizar y reducir el número de ellos, y con esto disminuir los costos.



### **3.8 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT)**

Es un organismo especializado de las Naciones Unidas que se ocupa de los asuntos relativos al trabajo y las relaciones laborales. Fue fundada el 11 de abril de 1919, en el marco de las negociaciones del Tratado de Versalles. Su Constitución, sancionada en 1919, se complementa con la Declaración de Filadelfia de 1944. La OIT tiene un gobierno tripartito, integrado por los representantes de los gobiernos, de los sindicatos y de los empleadores. Su órgano supremo es la Conferencia Internacional, que se reúne anualmente en junio. Su órgano de administración es el Consejo de Administración que se reúne cuatrimestralmente. Cada cinco años El Consejo de Administración elige al Director General, encargado de dirigir la Oficina Internacional del Trabajo e implementar las acciones en el terreno. En 2003 fue reelegido para el cargo el chileno Juan Somavía. La sede central se encuentra en Ginebra, Suiza. En 1969 la OIT recibió el Premio Nobel de la Paz. Está integrado por 180 estados nacionales (2007).

La Organización Internacional del Trabajo fue fundada en 1919 en el marco de las negociaciones que se abrieron en la Conferencia de la Paz realizada primero en París y luego en Versalles al finalizar la Primera Guerra Mundial.

Las negociaciones tuvieron la particularidad de ser realizadas entre los gobiernos, los sindicatos y las organizaciones de empleadores, quienes tomaron como base la Asociación Internacional para la Protección Legal de los Trabajadores que había sido fundada en Basilea en 1901 para establecer la Constitución de la Organización Internacional del Trabajo, adoptada por la Conferencia de Paz de París e incluida en la sección XIII del Tratado de Versalles.

La Organización Internacional del Trabajo se organizó desde un principio con un gobierno tripartito, único en su género, integrado por representantes de los gobiernos, los trabajadores y los empleadores y eligió como primer Director General al francés Albert Thomas.

#### **3.8.1. PREGUNTAS QUE SUGIERE LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO**

Existe una lista indicativa de preguntas utilizables al aplicar el interrogativo previsto en el estudio de métodos que sugiere la Organización Internacional del Trabajo. Están agrupadas bajo los siguientes epígrafes:



- a) Operaciones.
- b) Modelo.
- c) Condiciones exigidas por la inspección.
- d) Manipulación de materiales.
- e) Análisis del proceso.
- f) Materiales.
- g) Organización del trabajo.
- h) Herramientas y equipo.
- i) Condiciones de trabajo.
- j) Enriquecimiento de la tarea de cada puesto.

Las preguntas correspondientes a los aspectos antes nombrados se darán a continuación:

#### **a) Operaciones**

- ¿Qué propósito tiene la operación?
- ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella? En caso afirmativo, ¿a qué se debe que sea necesario?
- ¿Es necesaria la operación porque la anterior no se ejecutó debidamente?
- ¿Se previó originalmente para rectificar algo que ya se rectificó de otra manera?
- Si se efectúa para mejorar el aspecto exterior del producto, ¿el costo suplementario que representa mejora las posibilidades de venta?
- ¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?
- ¿No podría el proveedor de material efectuarla en forma más económica?
- ¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?; ¿O se implantó para atender a las exigencias de uno o dos clientes nada más?
- ¿Hay alguna operación posterior que elimine la necesidad de efectuar la que se estudia ahora?
- ¿La operación se efectúa por la fuerza de la costumbre?
- ¿Se implantó para reducir el costo de una operación anterior?; ¿o de una operación posterior?
- ¿Fue añadida por el departamento de ventas como suplemento fuera de serie?
- ¿Puede comprarse la pieza a menor costo?



- Si se añadiera una operación, ¿se facilitaría la ejecución de otras?
- ¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo resultado?
- Si la operación se implantó para rectificar una dificultad que surge posteriormente, ¿es posible que la operación sea más costosa que la dificultad?
- ¿No cambiaron las circunstancias desde que se añadió la operación al proceso?
- ¿Podría combinarse la operación con una operación anterior o posterior?

## **b) Modelo**

- ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación?
- ¿Permite el modelo de la pieza seguir una buena práctica de fabricación?
- ¿Pueden obtenerse resultados equivalentes cambiando el modelo de modo que se reduzcan los costos?
- ¿No puede utilizarse una pieza de serie en vez de ésta?
- ¿Cambiando el modelo se facilitaría la venta?; ¿se amplía el mercado?
- ¿No podría convertirse una pieza de serie para reemplazar a ésta?
- ¿Puede mejorarse el aspecto del artículo sin perjuicio para su utilidad?
- ¿El costo suplementario que supondría mejorar el aspecto y la utilidad del producto que daría compensado por un mayor volumen de negocios?
- ¿El aspecto y la utilidad del producto son los mejores que se puedan presentar en plaza por el mismo precio?
- ¿Se utilizó el análisis del valor?

## **c) Condiciones exigidas por la inspección**

- ¿Qué condiciones de inspección debe llenar esta operación?
- ¿Todos los interesados conocen esas condiciones?
- ¿Qué condiciones se exigen en las operaciones anteriores y posteriores?
- Si se modifican las condiciones exigidas a esta operación, ¿será más fácil de efectuar?
- Si se modifican las condiciones exigidas a la operación anterior ¿Ésta será más fácil de efectuar?



- ¿Son realmente necesarias las normas de tolerancia, variación, acabado y demás?
- ¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar innecesariamente los costos?
- ¿Se reducirían apreciablemente los costos si se rebajaran las normas?
- ¿Existe alguna forma de dar al producto acabado una calidad superior a la actual?
- ¿Las normas aplicadas a este producto (u operación) son superiores, inferiores o iguales a las de productos (u operaciones) similares?
- ¿Puede mejorarse la calidad empleando nuevos procesos?
- ¿Se necesitan las mismas normas para todos los clientes?
- Si se cambiaran las normas y las condiciones de inspección, ¿aumentarían o disminuiría las mermas, desperdicios y gastos de la operación, del taller o del sector?
- ¿Las tolerancias aplicadas en la práctica son las mismas que las indicadas en el plano?
- ¿Concuerdan todos los interesados en lo que es la calidad aceptable?
- ¿Cuáles son las principales causas de que se rechace esta pieza?
- ¿La norma de calidad está precisamente definida o es cuestión de apreciación personal?
- 

#### **d) Manipulación de materiales**

- ¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?
- En caso contrario, ¿podrían encargarse de la manipulación los operarios de máquinas para que el cambio de ocupación les sirva de distracción?
- ¿Deberían utilizarse carretillas de mano, eléctricas o elevadoras de horquilla?
- ¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular el material con facilidad y sin daños?
- ¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?
- ¿Se justifica un transportador? Y en caso afirmativo, ¿qué tipo sería más apropiado para el uso previsto?
- ¿Es posible aproximar entre ellos los puntos donde se efectúan las sucesivas fases de la operación y resolver el problema de la manipulación aprovechando la fuerza de gravedad?



- ¿Se puede empujar el material de un operario a otro a lo largo del banco?
- ¿Se puede despachar el material desde un punto central con un transportador?
- ¿El tamaño del recipiente o contenedor corresponde a la cantidad de material que se va a trasladar?
- ¿Puede el material llevarse hasta un punto central de inspección con un transportador?
- ¿Podría el operario inspeccionar su propio trabajo?
- ¿Puede idearse un recipiente que permita alcanzar el material más fácilmente?
- ¿Podría colocarse un recipiente en el puesto de trabajo sin quitar el material?
- ¿Podría utilizarse con provecho un chigre eléctrico o neumático o cualquier otro dispositivo para izar?
- Si se utiliza una grúa de puente. ¿Funciona con rapidez y precisión?
- ¿Puede utilizarse un tractor con remolque? ¿Podría reemplazarse el transportador por ese tractor o por un ferrocarril de empresa industrial?
- ¿Se podría aprovechar la fuerza de gravedad empezando la primera operación a un nivel más alto?
- ¿Se podrían usar canaletas para recoger el material y hacerlo bajar hasta unos contenedores?
- ¿Se resolvería más fácilmente el problema del curso y manipulación de los materiales trazando un cursograma analítico?
- ¿Está el almacén en un lugar cómodo?
- ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares céntricos?
- ¿Pueden utilizarse transportadores de un piso a otro?
- ¿Se podrían utilizar en los puestos de trabajo recipientes de materiales portátiles cuya altura llegue a la cintura?
- ¿Es fácil despachar las piezas a medida que se acaban?
- ¿Se evitaría con una placa giratoria la necesidad de desplazarse?
- ¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
- ¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
- ¿Se podría evitar la necesidad de pesar las piezas si se utilizaran recipientes estandarizados?



- ¿Se eliminarían las operaciones con grúa empleando un montacargas hidráulico?
- ¿Podría el operario entregar las piezas que acaba al puesto de trabajo siguiente?
- ¿Los recipientes son uniformes para poderlos apilar y evitar que ocupen demasiado espacio en el sucio?
- ¿Se pueden comprar los materiales en tamaños más fáciles de manipular?
- ¿Se ahorrarían demoras si hubiera señales (luces, timbres, etc.) que avisaran cuando se necesite más material?
- ¿Se evitarían los agolpamientos con una mejor programación de las etapas?
- ¿Se evitarían las esperas de la grúa con una mejor planificación?
- ¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para reducir la manipulación y el transporte?

#### **e) Análisis del proceso**

- ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra? ¿No se puede eliminar?
- ¿Se podría descomponer la operación para añadir sus diversos elementos a otras operaciones?
- ¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?
- ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible? ¿O mejoraría si se le modificara el orden?
- ¿Podría efectuarse la misma operación en otro departamento para evitar los costos de manipulación?
- ¿No se da conveniente hacer un estudio conciso de la operación estableciendo su cursograma analítico?
- Si se modificara la operación, ¿qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?
- Si se puede utilizar otro método para producir la pieza, ¿se justificaría el trabajo y el despliegue de actividad que acarrearía el cambio?
- ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?
- ¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?
- Si hubiera giras de inspección, ¿se eliminarían los desperdicios, mermas y gastos injustificados?



- ¿Podrían fabricarse otras piezas similares utilizando el mismo método, las mismas herramientas y la misma forma de organización?

#### f) Materiales

- ¿El material que se utiliza es realmente adecuado?
- ¿No podría reemplazarse por otro más barato que igualmente sirviera?
- ¿No se podría utilizar un material más ligero?
- ¿El material se compra ya acondicionado para el uso?
- ¿Podría el abastecedor introducir reformas en la elaboración del material para mejorar su uso y disminuir los desperdicios?
- ¿El material es entregado suficientemente limpio?
- ¿Se compra en cantidades y dimensiones que lo hagan cundir al máximo y reduzcan la merma y los retazos y cabos inaprovechables?
- ¿Se saca el máximo partido posible del material al cortarlo?; ¿y al elaborado?
- ¿Son adecuados los demás materiales utilizados en la elaboración: aceites, agua, ácidos, pintura, aire comprimido, electricidad? ¿Se controla su uso y se trata de economizarlos?
- ¿Es razonable la proporción entre los costos de material y los de mano de obra?
- ¿No se podría modificar el método para eliminar el exceso de mermas y desperdicios?
- ¿Se reducida el número de materiales utilizados si se estandarizara la producción?
- ¿No se podría hacer la pieza con sobrantes de material o retazos inaprovechables?
- ¿Se podrían utilizar materiales nuevos: plástico, fibra prensada, etc.?
- ¿El proveedor de material lo somete a operaciones que no son necesarias para el proceso estudiado?
- ¿Se podrían utilizar materiales extraídos?
- Si el material fuera de una calidad más constante, ¿podría regularse mejor el proceso?
- ¿No se podría reemplazar la pieza de fundición por una pieza fabricada, para ahorrar en los costos de matrices y moldeado?
- ¿Sobra suficiente capacidad de producción para justificar esa fabricación adicional?
- ¿El material es entregado sin bordes filosos ni rebabas?
- ¿Se altera el material con el almacenamiento?



- ¿Se podrían evitar algunas de las dificultades que surgen en el taller si se inspeccionara más cuidadosamente el material cuando es entregado?
- ¿Se podrían reducir los costos y demoras de inspección efectuando la inspección por muestreo y clasificando a los proveedores según su fiabilidad?",
- ¿Se podría hacer la pieza de manera más económica con retazos de material de otra calidad?

#### **g) Organización del trabajo**

- ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?
- ¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario siempre tiene algo que hacer?
- ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?
- ¿Cómo se consiguen los materiales?
- ¿Cómo se entregan los planos y herramientas?
- ¿Hay control de la hora? En caso afirmativo, ¿cómo se verifican la hora de comienzo y de fin de la tarea?
- ¿Hay muchas posibilidades de retrasarse en la oficina de planos, el almacén de herramientas, el de materiales y en la teneduría de libros del taller?
- ¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?
- ¿Los materiales están bien situados?
- ¿Si la operación se efectúa constantemente? ¿Cuánto tiempo se pierde al principio y al final del turno en operaciones preliminares y puesta en orden?
- ¿Cómo se mide la cantidad de material acabado?
- ¿Existe un control preciso entre las piezas registradas y las pagadas?
- ¿Se podrían utilizar contadores automáticos?
- ¿Qué clase de anotaciones deben hacer los operarios para llenar las tarjetas de tiempo, los bonos de almacén y demás fichas?
- ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?
- ¿Cómo está organizada la entrega y mantenimiento de las herramientas?
- ¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?
- ¿Se hace conocer debidamente a los nuevos obreros los locales donde trabajarán y se les dan suficientes explicaciones?



- Cuando los trabajadores no alcanzan cierta norma de desempeño, ¿se averiguan las razones?
- ¿Se estimula a los trabajadores a presentar ideas?
- ¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?

#### **h) Disposición del lugar de trabajo**

- ¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?
- ¿Permite la disposición de la fábrica un mantenimiento eficaz?
- ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?
- ¿Permite la disposición de la fábrica realizar cómodamente el montaje?
- ¿Facilita la disposición de la fábrica las relaciones sociales entre los trabajadores?
- ¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?
- ¿Están las herramientas colocadas de manera que se puedan asir sin reflexión previa y sin la consiguiente demora?
- ¿Existen superficies adecuadas de trabajo para las operaciones secundarias, como la inspección y el desbarbado?
- ¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar las virutas y desechos?
- ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo, por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?
- ¿La luz existente corresponde a la tarea de que se trate?
- ¿Se ha previsto un lugar para el almacenamiento de herramientas y calibradores?
- ¿Existen armarios para que los operarios puedan guardar sus efectos personales?

#### **i) Herramientas y equipo**

- ¿Podría idearse una plantilla que sirviera para varias tareas?
- ¿Es suficiente el volumen de producción para justificar herramientas y dispositivos muy perfeccionados y especializados?
- ¿Podría utilizarse un dispositivo de alimentación o carga automática?
- ¿La plantilla no se podría hacer con material más liviano o ser de un modelo que lleve menos material y se maneje más fácilmente?
- ¿Existen otros dispositivos que puedan adaptarse para esta tarea?



- ¿El modelo de la plantilla es el más adecuado?
- ¿Disminuida la calidad si se empleara un herramental más barato?
- ¿Tiene la plantilla un modelo que favorezca al máximo la economía de movimientos?
- ¿La pieza puede ponerse y quitarse rápidamente de la plantilla?
- ¿Sería útil un mecanismo instantáneo mandado por leva para ajustar la plantilla, la grapa o la tuerca?
- ¿No se podrían instalar eyectores en el soporte para que la pieza se soltara automáticamente cuando se abriera el soporte?
- ¿Se suministran las mismas herramientas a todos los operarios?
- Si el trabajo tiene que ser exacto, ¿se dan a los operarios calibradores y demás instrumentos de medida adecuados?
- ¿El equipo de madera está en buen estado y los bancos no tienen astillas levantadas?
- ¿Se reducida la fatiga con un banco o pupitre especial que evitara la necesidad de encorvarse, doblarse y estirarse?
- ¿Es posible el montaje previo?
- ¿Puede utilizarse un herramental universal?
- ¿Puede reducirse el tiempo de montaje?
- ¿Las herramientas están en posiciones calculadas para el uso a fin de evitar la demora de la reflexión?
- ¿Cómo se reponen los materiales utilizados?
- ¿Sería posible y provechoso proporcionar al operario un chorro de aire accionado con la mano o con pedal?
- ¿Se podría utilizar plantillas?
- ¿Se podrían utilizar guías o chavetas de punta chata para sostener la pieza?
- ¿Qué hay que hacer para terminar la operación y guardar las herramientas y accesorios?

#### **j) Condiciones de trabajo**

- ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?
- ¿Se ha eliminado el resplandor de todo el lugar de trabajo?
- ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario ¿no se podrían utilizar ventiladores o estufas?
- ¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?
- ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?



- ¿Se pueden eliminar los vapores, el humo y el polvo con sistemas de evacuación?
- Si los pisos son de hormigón. ¿Se podrían poner enrejados de madera o esteras, para que fuera más agradable estar de pie en ellos?
- ¿Se puede proporcionar una silla?
- ¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos del trabajo?
- ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?
- ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?
- ¿Se enseñó al trabajador a evitar los accidentes?
- ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?
- ¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?
- ¿Con cuánta minucia se limpia el lugar de trabajo?
- ¿Hace en la fábrica demasiado frío en invierno o falta el aire en verano, sobre todo al principio de la primera jornada de la semana?
- ¿Están los procesos peligrosos adecuadamente protegidos?

#### **k) Enriquecimiento de la tarea de cada puesto**

- ¿Es la tarea aburrida o monótona?
- ¿Puede hacerse la operación más interesante?
- ¿Puede combinarse la operación con operaciones precedentes o posteriores a fin de ampliarla?
- ¿Cuál es el tiempo del ciclo?
- ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?
- ¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?
- ¿Puede el operario desbarbar su propio trabajo?
- ¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?
- ¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo a su manera?
- ¿Puede el operario hacer la pieza completa?
- ¿Es posible y deseable la rotación entre puestos de trabajo?
- ¿Se puede aplicar la distribución del trabajo organizada por grupos?
- ¿Es posible y deseable el horario flexible?
- ¿El ritmo de la operación está determinado por el de la máquina?
- ¿Se pueden prever existencias reguladoras para permitir variaciones en el ritmo de trabajo?
- ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?



### 3.9. LA TÉCNICA DEL INTERROGATORIO

Es un procedimiento que se utiliza para evaluar una serie de actividades. Es el medio para efectuar el examen crítico a través de sucesivas preguntas a las cuales se someten cada actividad del proceso de manera sistemática y progresiva con el objetivo de eliminar o descartar aquellas operaciones que por medio de ésta técnica se conocen como innecesarias.

Se tienen a su vez dos etapas:

#### ETAPA I (Descripción de los cinco elementos básicos)

¿Qué se logra?	(Propósito)
¿Dónde se hace?	(Lugar)
¿Cuándo se hace?	(Sucesión)
¿Quién lo hace?	(Persona)
¿Cómo se hace?	(Medios)

En esta primera etapa del interrogatorio se pone en tela de juicio, sistemáticamente y con respecto a cada actividad registrada, el propósito, lugar, sucesión, persona y medios de ejecución, y se le busca justificación a cada respuesta.

Combinando las dos preguntas preliminares y las dos preguntas de fondo de cada tema (propósito, persona, etc.) se llega a la lista completa de interrogaciones, es decir:

**Propósito:** ¿Qué se hace?, ¿Por qué se hace?, ¿Qué otra cosa podría hacerse?, ¿Que debería hacerse?

**Lugar:** ¿Dónde se hace?, ¿Por qué se hace allí?, ¿En que otro lugar podría hacerse?, ¿Dónde debería hacerse?

**Sucesión:** ¿Cuándo se hace?, ¿Por qué se hace entonces?, ¿Cuándo podría hacerse?, ¿Cuándo debería hacerse?



**Persona:** ¿Quién lo hace?, ¿Por qué lo hace esa persona?, ¿Qué otra persona podría hacerlo? ¿Quién debería hacerlo?

**Medios:** ¿Cómo se hace?, ¿Por qué se hace de ese modo?, ¿De qué otro modo podría hacerse?, ¿Cómo debería hacerse?

Estas preguntas, en ese orden deben hacerse sistemáticamente cada vez que se empieza un estudio de métodos, porque son la condición básica de un buen resultado.

## **ETAPA II (Preguntas de fondo)**

Estas preguntas prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible reemplazar por otro el lugar, la sucesión, la persona, el medio o todos. Investiga qué se hace y el por qué se hace según el “debe ser”.

En esta se busca la posibilidad de plantear una nueva forma de hacer el trabajo teniendo en cuenta las especificaciones de cada caso.

## **3.10. ANÁLISIS OPERACIONAL**

Es un procedimiento empleado por el Ingeniero de Métodos para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento. La Ingeniería de Métodos tiene por objeto idear métodos para incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios. El análisis operacional es en realidad una técnica para alcanzar la meta de la Ingeniería de Métodos.

El procedimiento esencial del análisis operacional es tan efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo con el mejoramiento de los existentes. Por medio de la formulación de preguntas acerca de todos los aspectos operacionales en una cierta estación de trabajo en otras estaciones dependientes de ésta y del diseño del producto, se podrá proyectar un centro de trabajo más eficiente.

Puesto que el mejoramiento de las operaciones existentes es un proceso continuo en la industria., se estudiará principalmente tal proceso, reconociendo, sin embargo, que los principios empleados son igualmente válidos e importantes en la planeación de nuevos centros de trabajo. El paso siguiente a la presentación



de los hechos en forma de un diagrama de operaciones o de curso de proceso es la investigación de los enfoques del análisis de la operación. Este es el momento en que se efectúa realmente el análisis y se concretan los aspectos o componentes del método que se va a proponer.

El análisis operacional ha adquirido mayor importancia a medida que se intensifica la competencia con el extranjero, y se elevan al mismo tiempo los costos de mano obra y materiales dicho análisis es un procedimiento que nunca puede considerarse completo, la experiencia ha demostrado que prácticamente todas las operaciones pueden mejorarse si se estudian suficientemente. Puesto que el procedimiento del análisis sistemático, es igualmente efectivo en industrias grandes y pequeñas, en la producción reducida y en la producción en masa, se puede concluir seguramente que el análisis de operación, es aplicable a todas las actividades de fabricación, administración de empresas y servicios del gobierno.

Si se utiliza correctamente, es de esperar que origine un método mejor para realizar el trabajo simplificando los procedimientos operacionales y el manejo de materiales y haciendo más efectivo el uso del equipo, aumentando así la producción y reduciendo el costo unitario; que permita conservar la calidad y reducir los efectos de falta de pericia laboral; y que despierte el entusiasmo de los obreros al mejorar sus condiciones de trabajo minimizando la fatiga y dándole la oportunidad de obtener mayores retribuciones.

### **3.10.1. OBJETIVOS**

**3.10.1.1.** Usar el análisis de la operación para mejorar métodos.

**3.10.1.2.** Aplicar las interrogantes: por qué, cómo, cuándo, dónde, quién, de tal forma que en base a esto nos permita poder identificar los procesos y métodos que podamos mejorar para, con el fin de mejorar métodos, procesos, tiempos.

### **3.11. ENFOQUES PRIMARIOS**

Existen diez enfoques principales que se emplean en el estudio de cada operación individual. Todos estos enfoques no serán aplicados a cada actividad del diagrama, pero generalmente más de una debe ser considerada.



El método de análisis recomendado, es tomar cada paso del método actual, analizarlo teniendo en mente un enfoque claro y específico hacia el mejoramiento, considerando todos los puntos claves del análisis. Luego se debe seguir el mismo procedimiento con todas las demás operaciones, inspecciones, traslados, etc. Una vez analizada cada operación se debe considerar el proceso en conjunto con vistas de realizar mejoras globales.

A continuación se definirán los enfoques primarios:

### **3.11.1. PROPÓSITO DE LA OPERACIÓN**

Es el más importante de los diez enfoques y consiste en justificar el objetivo, el para qué y el por qué, determinando así la finalidad de la tarea, el analista debe determinar si es posible eliminarla, combinarla, simplificarla, reducirla o mejorarla.

### **3.11.2. DISEÑO DE LA PARTE Y/O PIEZA**

Este enfoque consiste en revisar todo el diseño en buscas de mejoras posibles y no considerarlo como algo permanente sino cambiante. Para mejorar un diseño el analista debe tener presente las siguientes indicaciones para minimizar el costo de los diseños:

1. Reducir el número de partes, simplificando el diseño.
2. Reducir el número de operaciones y la magnitud de los recorridos en la fabricación uniendo mejor las partes y haciendo más fáciles el acabado a máquina y el ensamble.
3. Utilizar un mejor material.
4. Liberalizar las tolerancias y confiar en la exactitud de las operaciones claves en vez de series de límites estrechos.

La simplificación del diseño se puede aplicar tanto a un proceso como a un producto.

### **3.11.3. TOLERANCIAS Y/O ESPECIFICACIONES**

Las tolerancias y las especificaciones se refieren a la calidad del producto, lo cual no es más que la totalidad de los elementos y características de un producto o servicio que se juntan en su capacidad para satisfacer necesidades



específicas. Los diseñadores tienen una tendencia natural a establecer especificaciones más rigurosas de lo necesario cuando desarrollan un producto debido a dos razones:

- a) Una falta de apreciación de los elementos de costo
- b) La creencia de que es necesario especificar tolerancias y especificaciones más estrechas de lo realmente necesario para que los departamentos de fabricación se apeguen al intervalo de tolerancia requeridas.

En este caso se debe seleccionar el mejor método o técnica de inspección que implique control de calidad, menor tiempo y ahorro en costo.

#### **3.11.4. MATERIAL**

Los costos de material son una parte importante del costo total de cualquier trabajo. El tipo de material del que se elaboran las piezas se establecen por lo general de acuerdo con las características de la pieza y las condiciones que tenga que soportar al prestar servicio. Los presupuestos de diseño rara vez prevén una revisión periódica de los materiales, con esto la investigación de materiales durante la realización de un análisis puede traer importantes ahorros. El analista deberá considerar el tamaño la conveniencia y las condiciones de los materiales existentes, así como la posibilidad de sustituirlos.

#### **3.11.5. ANÁLISIS DEL PROCESO**

Consiste en el mejoramiento de los procesos de manufactura tomando en cuenta:

- a) Al cambio de una operación; considerando los posibles efectos perjudiciales sobre operaciones subsecuentes del proceso.
- b) Mecanización de las operaciones manuales; considerando el uso de herramientas y equipos de propósito especial y automático.
- c) Utilización de mejores máquinas y herramientas en las operaciones mecánicas; no solo para el trabajo manual sino también automatizado.
- d) Operación más eficiente de los dispositivos e instalaciones mecánicas.

#### **3.11.6. PREPARACIÓN Y HERRAMIENTA**



Las actividades de preparación son necesarias para el proceso, evitar perder tiempo por este concepto que se traduciría en costos significativos. Se debe considerar:

1. Mejorar la planificación y control de la producción.
2. Entregar instrumentos, instrucciones, materiales, etc., al inicio de la jornada de trabajo.
3. Programar trabajos similares en secuencia.
4. Entregar por duplicado herramientas de corte.
5. Implantar programas de trabajo para cada operación.
6. Las herramientas deben tener la calidad adecuada, se debe corresponder con la actividad que se realiza, uso correcto, para ello se recomienda:
7. Efectuar mayor número de operaciones de maquinado por cada operación.
8. Diseñar herramental que pueda utilizar la máquina a su máxima capacidad.
9. Utilizar la mayor capacidad de la máquina.
10. Introducir un herramental más eficiente.

### **3.11.7. CONDICIONES DE TRABAJO**

El analista de métodos debe aceptar como parte de su responsabilidad el que haya condiciones de trabajo ideales que permitirán elevar las marcas de seguridad, reducir el ausentismo y la impuntualidad, elevar la moral del trabajador, mejorar las relaciones públicas y además incrementar la producción.

Algunas consideraciones para lograr mejores condiciones de trabajo son:

1. Adaptar la iluminación según la naturaleza del trabajo.
2. Mejorar las condiciones climáticas hasta hacerlas óptimas (temperatura).
3. Control de ruidos y vibraciones.
4. Ventilación.
5. Promover orden, limpieza y buen cuidado.
6. Desecho de polvos, humos, gases y nieblas irritantes y dañinos.
7. Proporcionar equipo de protección personal adecuados.
8. Organizar y promover un buen programa de primeros auxilios



### **3.11.8. MANEJO DE MATERIALES**

El analista de métodos considera este enfoque como un sistema integrado; control de inventarios, políticas de compras, recepción, inspección, almacenamiento, control de tráfico, recolección y entrega, distribución de equipos e instalaciones en la fábrica o planta.

Los beneficios del manejo de materiales puede reducirse a:

1. Reducción de costos de manejo: Mano de obra, materiales y gastos generales.
2. Aumento de capacidad: Producción, almacenamiento, mejoramiento de la distribución del equipo.
3. Mejora en las condiciones de trabajo: Aumento en la seguridad, disminución de la fatiga, mayores comodidades al personal.
4. Mejor distribución: En el sistema de manejo, en las instalaciones de recorrido, almacenes.

### **3.11.9. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y EQUIPO**

El principal objetivo de la distribución efectiva del equipo en la planta es desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número de productos deseados, con la calidad también deseada y el menor costo posible.

Se debe considerar la ordenación física de los elementos del proceso tomando en cuenta:

1. El espacio necesario para mover el material.
2. Las áreas de almacenamiento.
3. Los trabajadores indirectos.
4. Los equipos y maquinarias de trabajo
5. El puesto de trabajo.
6. El personal de taller.
7. Las zonas de carga y descarga.
8. El espacio para transportes fijos.

### **3.11.10. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES**



El servicio de almacenamiento tiene la finalidad de guardar las herramientas, materiales, piezas y suministros hasta que se necesiten en el proceso de fabricación. Este objetivo puede enunciarse de forma más completa como la función de proteger las herramientas, materiales, piezas y suministros contra pérdidas debido a robo, uso no autorizado y deterioro causado por el clima, humedad, calor, manejo impropio y desuso.

Además, la función de almacenamiento cumple el fin adicional de facilitar un medio para recuento de materiales, control de su cantidad, calidad y tipo, en cuanto a la recepción de los materiales comprados y asegurar mediante el control de materiales que las cantidades requeridas de los mismos se encuentren a mano cuando se necesiten.

Probablemente, los mayores errores observados en los almacenamientos son la falta de espacio suficiente y la colocación de las zonas de almacenamiento temporal demasiado lejos de los puntos en que se utilizan los materiales. La cantidad de espacio que debe destinarse puede calcularse muy fácilmente si se conocen la cuantía de los pedidos y las cantidades máximas en existencia de cada artículo. Si la planta que se proyecta es nueva y no se dispone de datos, deben calcularse de manera estimada las cantidades de cada artículo que se almacenarán y su volumen, la suma de dichos volúmenes dará el volumen total de espacio necesario para el almacén; la superficie del suelo puede calcularse determinando la altura a que se apilará cada artículo o el número de bandejas o estantes que se utilizarán en sentido vertical.

### **3.11.11. ESPACIO PARA ALMACENAMIENTO**

El espacio requerido para almacenamiento puede ser para diferentes propósitos. El método de determinación de espacio necesita, sin embargo, ser el mismo para todo. Consiste principalmente en enumerar los diferentes artículos para ser almacenados y expresar sus características físicas en pies cuadrados o cúbicos para poder ser almacenados. A menudo, los cálculos son hechos con programas de computadoras, usando información de almacenamiento para otros propósitos.

Unos pocos cálculos serán necesarios para hacer una aproximación del espacio requerido para almacén en una planta.



### **3.11.12. FACTORES A CONSIDERAR EN SITUACIONES ORDINARIAS DE ALMACENAMIENTO**

1. Balanceo de líneas
2. El volumen de la producción
3. Espacio disponible
4. Altura disponible
5. Tamaño de la carga
6. La distancia desde el punto de uso
7. El método de manejo y el equipo
8. La tasa de producción
9. La producción del producto
10. Calidad del proceso
11. Requisitos ambientales
12. Tiempo de almacenamiento
13. Características de los materiales
14. Dirección de flujo
15. Costo de almacenamiento
16. Volumen de almacenamiento requerido

### **3.12. ESTUDIO DE TIEMPO**

Es una técnica de medición del trabajo que se emplea para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, para analizar los datos, con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea bajo normas establecidas. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, al estudio de métodos.

### **3.13. REQUISITOS DEL ESTUDIO DE TIEMPO**

Hay que dar cumplimiento a ciertos requisitos fundamentales antes de emprender el estudio de tiempos. Si se requiere el estándar para una nueva labor, o se necesita el estándar en un trabajo existente cuyo método se ha cambiado en todo o en parte, es preciso que el operario domine perfectamente la técnica de estudiar la operación. También es importante que el método que va a estudiarse se haya estandarizado en todos los puntos donde se va a utilizar. Los estándares de tiempo carecerán de valor y serán fuente constante de inconformidades, disgustos y conflictos internos, si no se estandarizan todos los detalles del método



y las condiciones de trabajo. El operario debe verificar que se está siguiendo el método correcto y procurar familiarizarse con todos los detalles de la operación.

Para lograr un buen estudio de tiempos, es necesario:

1. Seleccionar al trabajador promedio.
2. El trabajador seleccionado de ser un operador calificado que tenga la experiencia los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo, según la norma o método establecido.
3. Obtener y registrar toda la información pertinente acerca de la tarea del operario y de las condiciones de trabajo.
4. Registrar toda la información completa del método. Descomponiendo la tarea en elementos.
5. Medir con el instrumento adecuado.
6. Determinar la velocidad de trabajo, o sea, valorar o efectuar la calificación de actuación del trabajador (habilidad, esfuerzo, condiciones y la consistencia).
7. Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
8. Añadir los suplementos al tiempo básico para obtener el tiempo tipo.
9. Obtener el tiempo estándar en piezas por hora y/o en horas por piezas.

El ingeniero Industrial (analista del estudio de tiempos) tiene que observar los métodos mientras hace el estudio de tiempos. La definición de estudio de tiempos postula que la tarea medida se realiza conforme a un método especificado.

Un estudio de tiempos no pretende fijar lo que tarda un hombre en realizar un trabajo, ni es tampoco un procedimiento para hacer caer al operario en el agotamiento físico; en definitiva de lo que se trata es de establecer un tiempo de ejecución para que cualquier operario que conozca su trabajo pueda hacerlo continuamente y con agrado.

La realización del estudio de tiempos es necesario para:

- Reducir los costos.
- Determinar y controlar con exactitud los costos de mano de obra.
- Establecer salarios con incentivos.
- Planificar.
- Establecer presupuestos.
- Comparar los métodos.
- Equilibrar cadenas de producción.



### 3.14. MEDICIÓN DE TRABAJO

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

### 3.15. REGISTRO DE INFORMACIÓN

1. Estudio a realizar.
2. Producto/servicio.
3. Proceso, método, instalación, equipo.
4. Operario.
5. Duración del estudio.
6. Condiciones físicas de trabajo.
7. Ejecución del estudio.

**Observación Directa**

#### **Elemento:**

1. Selección del operario.
2. Análisis de trabajo.
3. Descomposición del trabajo en elementos.
4. Registro de los valores elementales transcurridos.
5. Calificación de la actuación del operario.
6. Asignación de márgenes apropiados (tolerancias)
7. Ejecución del estudio.

### 3.16. TIEMPO ESTÁNDAR (TE)

Es la función de la cantidad de tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo, usando un método y equipos dados bajo ciertas condiciones de trabajo, ejecutado por un obrero que posea una cantidad de habilidad específica y



una aptitud promedio para el trabajo. Es el tiempo requerido para un operario de tipo medio plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estándar de tiempo.

- Función  $TE = TPS \times Cv + \sum \text{Tolerancias}$
- Método presente
- Operario promedio
- Ritmo normal

} Aptitud  
Actitud

**TPS:** tiempo promedio seleccionado

**Cv:** Calificación de velocidad.

Propósito del Tiempo Estándar

1. Base para el pago de incentivos.
2. Denominación común para la comparación de diversos métodos.
3. Medio para asegurar una distribución del espacio disponible.
4. Medio para determinar la capacidad de la planta.
5. Base para la compra de nuevo equipo.
6. Base para elaborar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
7. Mejoramiento del control de producción.
8. Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
9. Base para primas y bonificaciones.
10. Base para un control presupuestal.
11. Cumplimiento de las normas de calidad.
12. Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.
13. Mejoramiento de los servicios a los consumidores.
14. Elaboración de los planes de mantenimiento.

### 3.17. MÉTODO DE RANGO DE ACEPTACIÓN

Se especifica el intervalo de confianza (I) en función de la precisión del estimador (k), y la media de la muestra (x), este intervalo indica el error de muestreo, es decir, cuanto puede ser la desviación del valor estimado. En este caso, se fija la precisión  $k= 10\%$  y un coeficiente  $\text{©}= 90\%$  exigiéndose entonces que el 90% de los valores registrados se encuentren dentro del intervalo de confianza. Por tanto, las lecturas que no se encuentran dentro de este rango no se



consideran representativas, por lo que no se toman para el estudio. Es necesario establecer nuevos valores.

### 3.18. MÉTODO GENERAL ELÉCTRICO

Método desarrollado por un conjunto de investigadores que se dieron a la tarea de determinar en varias empresas del mismo ramo y en diferentes países el tiempo de duración de sus procesos, llegando a establecer una relación entre su duración y el número de observaciones a realizar, obviando el tratamiento estadístico necesario.

Tiempo del Ciclo (min)	Observaciones a Realizar
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
100	30
200	20
4000 a 5000	15
5000 a 1000	10
1000 a 2000	8
2000 a 4000	5

Tabla 1: Tabla de Observaciones.

Mientras más rápido sea el proceso la probabilidad de ocurrencia de errores es mayor a los cuales pudieran estar asociados a diferentes causas. También es importante que la actividad que se vaya a seleccionar para el estudio de tiempo deba tener cierto grado de repetividad.

### 3.19. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA

1. Definir el coeficiente de confianza  $c$ , el cual va a depender del conocimiento del proceso y manejo de la herramienta. Utilizando la tabla de  $t$  student, se interpola para hallar el valor de  $T_c$ .
2. Definir el intervalo de confianza  $I$ .



$$Lc = I = \bar{x} \pm \frac{Tc * s}{\sqrt{n}}$$

Se toma el  $I_m$

3. Determinar S:

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - (\sum T)^2 / n}{n-1}}$$

4. Determinación de  $I_m$ .

$$I_m = \frac{2 * Tc * S}{\sqrt{n}}$$

5. Comparar:

Siguiendo la siguiente condición:

$$\text{Si } \begin{cases} I_m \leq I = \text{acepta} \\ I_m > I = \text{Rechaza; se calcula nuevamente } n \end{cases}$$

Recalculo:

$$N = \frac{4 * T_c^2 * S^2}{I^2}$$

$$N = N - n$$

### 3.20. PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR

1. Seleccionar el trabajo que va a ser estudiados.
2. Registrar todos los datos necesarios.
3. Examinar los datos registrados y comprobar si son utilizados los mejores métodos y movimientos.
4. Medir la cantidad de trabajo, seleccionado la técnica de medición más adecuada para el caso.
5. Aplicar calificación y tolerancias en caso de utilizar cronometraje.
6. Definir las actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado.

#### PASOS

1. Cálculo de TPS:

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_i}{n}$$

2. Calcular Cv

$$Cv = 1 \pm C$$

3. Cálculo de TN



$$TN = TPS \times Cv$$

4. Análisis de tolerancias.
5. Factores de fatiga (Condiciones de trabajo).
  - Temperatura.
  - Condiciones Ambientales.
  - Humedad.
  - Nivel de Ruido.
  - Ilutación.
  - Duración del trabajo.
  - Repeticiones del ciclo.
  - Esfuerzo físico.
  - Esfuerzo mental o visual.
  - Posición de trabajo: Parado.

## CÁLCULO DE LA FATIGA

$$\text{Min. Fatiga} = \frac{\% \text{ concesión} * JT}{1 + \% \text{ concesión}}$$

1. Calculo de JET

$$JET = JT - \left( \sum \text{Tolerencias fijas} \right)$$

2. Normalizado

$$X = \frac{TN * (NP + Fatiga)}{JET - (NP + fatiga)}$$

3. Calculo de TE

$$TE = TPS * Cv + \sum \text{Tolerencias} \quad \text{O} \quad TE = TN + \sum \text{Tolerancias}$$

## TIPOS DE ELEMENTOS

- Repetitivos
- Casuales
- Constantes



- Variables
- Manuales
- Mecánicas
- Dominantes
- Extraños

### 3.21. MANEJO Y ESTUDIO CORRECTO DEL CRONÓMETRO

**Cronómetro:** Es un reloj de precisión que se utiliza para establecer los tiempos de ejecución de las tareas que se ejecutan en alguna actividad en especial.

Varios tipos de cronómetros están en uso actualmente. La mayoría de los cuales se encuentran dentro de la siguiente clasificación:

- A. Cronómetro decimal de minutos (De 0.01 min.).
- B. Cronómetro decimal de minutos (De 0.001 min.).
- C. Cronómetro decimal de horas (De 0.0001 de hora).
- D. Cronómetro electrónico o digital.

#### A. EL CRONÓMETRO DECIMAL DE MINUTOS (DE 0.01)

Tiene su carátula con 100 divisiones y cada una de ellas corresponde a 0.01 de minuto. Por lo tanto, una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto. El cuadrante pequeño del instrumento tiene 30 divisiones, correspondiendo cada una a un minuto. Por cada revolución de la manecilla mayor, la manecilla menor se desplazará una división, o sea, un minuto.

#### B. EL CRONÓMETRO DECIMAL DE MINUTOS (DE 0.001)

Es parecido al cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. En el primero cada división de la manecilla mayor corresponde a un milésimo de minuto. De este modo, la manecilla mayor o rápida tarda 0.10 min en dar una vuelta completa en la carátula, en vez de un minuto como en el cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. Se usa este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. En general, el cronómetro de 0.001 min no tiene corredera lateral de arranques sino que se pone en movimiento, se detiene y se vuelve a cero oprimiendo sucesivamente la corona.



Para arrancar este cronómetro se oprime la corona y ambas manecillas rápidas parten de cero simultáneamente. Al terminar el primer momento se oprime el botón lateral, lo cual detendrá únicamente la manecilla rápida inferior. El análisis de tiempos puede observar entonces el tiempo en que transcurrió el elemento sin tener la dificultad de leer una aguja o manecilla en movimiento. A continuación se oprime el botón lateral y la manecilla inferior se une a la superior, la cual ha seguido moviéndose ininterrumpidamente. Al finalizar el segundo elemento se vuelve a oprimir el botón lateral y se repite el procedimiento.

### **C. EL CRONÓMETRO DECIMAL DE HORA (DE 0.0001 DE HORA)**

Tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea 0.6 min. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 min. o sea 0.30 de hora. En el cronómetro decimal de horas las manecillas se ponen en movimiento, se detienen y se regresan a cero de la misma manera que en el cronómetro decimal de minuto de 0.01 min.

Es posible montar tres cronómetros en un tablero, ligados entre sí, de modo que el analista pueda durante el estudio, leer siempre un cronómetro cuyas manecillas estén detenidas y mantenga un registro acumulativo del tiempo total transcurrido. En primer lugar, al accionar la palanca se pone en movimiento el cronómetro 1 (primero de la izquierda), prepara el cronómetro 2, y arranca el 3. Al final del primer elemento, se desconecta un embrague que activa el cronómetro 3 y vuelve a accionar la palanca. Esto detiene el cronómetro 1, pone en marcha el 2 y el cronómetro 3 continúa en movimiento, ya que medirá el tiempo total como comprobación. El cronómetro 1 está ahora en espera de ser leído, en tanto que el siguiente elemento está siendo medido por el cronómetro 2.

Todos los cronómetros deben ser revisados periódicamente para verificar que no están proporcionando lecturas “fuera de tolerancia”. Para asegurar que haya una exactitud continua en las lecturas, es esencial que los cronómetros tengan un mantenimiento apropiado. Deben estar protegidos contra humedad, polvo y cambios bruscos de temperatura. Se les debe proporcionar limpieza y lubricación regulares (una vez por año es adecuado). Si tales aparatos no se emplean regularmente, se les debe dar cuerda y dejarlos marchar hasta que se les acabe una y otra vez.



Se dispone actualmente de cronómetros totalmente electrónicos y éstos proporcionan una resolución de un centésimo de segundo y una exactitud de  $\pm 0.002\%$ . Cuando el instrumento está en el modo de regreso rápido (snapback), pulsando el botón de lectura se registra el tiempo para el evento y automáticamente regresa a cero y comienza a acumular el tiempo para el siguiente, cuyo tiempo se exhibe apretando el botón de lectura al término del suceso.

Los cronómetros electrónicos operan con baterías recargables. Normalmente éstas deben ser recargadas después de 14 horas de servicio continuo. Los cronómetros electrónicos profesionales tienen integrados indicadores de funcionamiento de baterías, para evitar una interrupción inoportuna de un estudio debido a falla de esos elementos eléctricos.

#### **D. CRONÓMETROS ELECTRÓNICOS AUXILIADOS POR COMPUTADORA**

Este cronómetro permite la introducción de datos observados y los graba en lenguaje computarizado en una memoria de estado sólido. Las lecturas de tiempo transcurrido se graban automáticamente. Todos los datos de entradas y los datos de tiempo transcurrido pueden transmitirse directamente del cronómetro a una terminal de computadora a través de un cable de salida. La computadora prepara resúmenes impresos, eliminando la laboriosa tarea del cálculo manual común de tiempos elementales y permitidos y de estándares operativos.

La unidad de tiempo llamada segundo, es la sexagésima parte de un minuto. Esta unidad de medida va cayendo en desuso por ciertos inconvenientes que presenta el sistema sexagesimal. El minuto, la sexagésima parte de una hora, es más utilizado, pero dividido en 100 partes, cada una de estas partes es una centésima de minuto, y una hora, por tanto, son 6 000 centésimas de minuto.

Todos estos cronómetros tienen una pequeña esfera donde se totaliza el número de vueltas que da la saeta principal.

Para el Estudio de Tiempos se utilizan generalmente dos tipos de Cronómetro, los cuales son:

- **CRONÓMETRO ORDINARIO O CONTINUO (MODO ACUMULATIVO)**

El reloj muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento.



## VENTAJAS

- ✓ Los elementos regulares y los extraños, pueden seguirse etapa por etapa, todo el tiempo puede ser tomado en consideración.
- ✓ Se puede comprobar la exactitud del cronometraje, es decir; que el tiempo transcurrido en el estudio debe ser igual al tiempo cronometrado para el último elemento del ciclo registrado.

**DESVENTAJA:** El gran número de restas que hay que hacer para determinar los tiempos de cada elemento, lo que prolonga muchísimo las últimas etapas del estudio.

## **CRONOMETRO VUELTA A CERO**

El reloj muestra el tiempo de cada elemento y automáticamente vuelve a cero para el inicio de cada elemento. Algunos relojes de representación numérica o digitales los construyen integrados en el tablero de apoyo, con dos pantallas: la de tiempo para cada evento (modo vuelta a cero) y la del tiempo total (modo acumulativo).

**VENTAJA:** Se obtiene directamente el tiempo empleado en ejecutar cada elemento. El analista puede comprobar la estabilidad o inestabilidad del operario en la ejecución de su trabajo.

## DESVENTAJAS

- ✓ Se pierde algún tiempo entre la reacción mental y el movimiento de los dedos al pulsar el botón que vuelve a cero las manecillas.
- ✓ No son registrados los elementos extraños que influyen en el ciclo de trabajo y por consiguiente no se hace más nada por eliminarlos.
- ✓ Es difícil tener en cuenta el tiempo total empleado en relación con el tiempo concedido.

## **3.22. HERRAMIENTAS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONÓMETRO**



Es deseable que el tiempo sea exacto, comprensible y verificable. Algunas de las herramientas esenciales necesarias para el analista de tiempo en la realización de un buen estudio de tiempo incluyen:

- Reloj para estudio de tiempo con pantalla digital (electrónico) o cronometro manual (mecánico).
- Tablero de apoyo con sujetador: para sujetar los formatos para el estudio de tiempo.
- Formato para el estudio de tiempos: repetitivo y no repetitivo, permiten apuntar los detalles escritos que deben incluirse en el estudio.
- Lápiz.
- Cinta métrica, regla o micrómetro, según sean las distancias involucradas y la precisión con que se necesiten medir.
- Calculadora o computadora personal (PC), para hacer los cálculos aritméticos que intervienen en el estudio de tiempos.

### **3.23. ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETROS**

Antes de realizar un estudio con cronómetro, se debe saber:

#### **IDENTIFICAR EL ESTUDIO**

- N° de estudio.
- N° de hojas.
- Nombre del tomador de Datos.
- Fecha del estudio.
- Quien aprueba el estudio.

#### **INFORMACIÓN QUE PERMITA IDENTIFICAR**

- El producto pieza.
- Nombre del producto.
- N° de pieza.
- N° de plano del producto.

#### **INFORMACIÓN PARA IDENTIFICAR**



- Nombre.
- Número.
- Categoría.

## **DURACIÓN DEL ESTUDIO**

- Inicio.
- Término.
- Duración o tiempo transcurrido.
- Dato Medido.
- Dato Estándar.

## **CONDICIONES DE TRABAJO**

- Croquis o plano del lugar de trabajo.
- Iluminación, ventilación, ruido, temperatura, etc.
- Espacios de trabajo, herramientas, etc.

## **DESCOMPONER LA TAREA EN ELEMENTOS**

Un Elemento es la parte delimitada de una tarea definida.

## **DEFINIR EL CICLO**

Es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Es posible determinar matemáticamente el número de ciclos que deberán ser estudiados como objeto de asegurar la existencia de una muestra confiable, y tal valor, moderado aplicando un buen criterio, dará al analista una útil guía para poder decidir la duración de la observación.

## **FORMATO**

Para la identificación de los elementos no existen un método prescrito lo único que debe garantizarse es que las actividades sean lo suficiente medibles considerando su inicio y fin. Debe especificarse entonces cada una de las actividades que abarca dicho elemento.



T = Tiempo de Duración de Elemento.  
L = Tiempo Acumulado.

### 3.24. CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

Es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio. No existe un método universal, el análisis debe ser lo más objetivo posible para poder definir el factor de calificación ©. Es el paso más importante del procedimiento de medición de trabajo se basa en la experiencia, adiestramiento y juicios del analista.

El sistema de calificación debe ser exacto, evaluar la influencia del juicio personal del analista, cuando exista variación en los estándares mayores que la tolerancia de + o – 5% se debe mejorar o sustituir. Debe ser simple, conciso, de fácil explicación y con punto de referencias bien establecida.

La calificación se realiza durante la observación de los tiempos elementales, el analista debe evaluar la velocidad, la destreza la carencia de falsos movimientos el ritmo, la coordinación y la efectividad deben ajustarse los resultados a la actuación normal. La calificación son los procedimientos que se utilizan para ajustar los valores de tiempo observados de forma tal que correspondan con los tiempos requeridos para que el operario normal ejecute una tarea.

### MÉTODOS

- Sistema Westinghouse (más utilizada).
- Sistema Westinghouse modificado.
- Calificación sintética.
- Calificación por velocidad.
- Calificación objetiva.

### 3.25. SISTEMA WESTINGHOUSE



Método que consiste en evaluar de manera cualitativa y cuantitativa 4 factores los cuales determinan la clase, la categoría y le porcentaje realizado así la sima algebraica que permite determinar el factor de actuación (c).

**Habilidad:** Pericia en seguir un método, se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes como coordinación natural y ritmo de trabajo, aumenta con el tiempo.

<b>+0.15</b>	<b>A1</b>	<b>Extrema</b>
<b>+0.13</b>	<b>A2</b>	<b>Extrema</b>
<b>+0.11</b>	<b>B1</b>	<b>Excelente</b>
<b>+0.08</b>	<b>B2</b>	<b>Excelente</b>
<b>+0.06</b>	<b>C1</b>	<b>Buena</b>
<b>+0.03</b>	<b>C2</b>	<b>Buena</b>
<b>0.00</b>	<b>D</b>	<b>Regular</b>
<b>-0.05</b>	<b>E1</b>	<b>Aceptable</b>
<b>-0.10</b>	<b>E2</b>	<b>Aceptable</b>
<b>-0.16</b>	<b>F1</b>	<b>Deficiente</b>
<b>-0.22</b>	<b>F2</b>	<b>Deficiente</b>

Tabla 2: Tabla de Habilidad del Sistema Westinghouse.

**Esfuerzo:** Demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia, rapidez con que se aplica la habilidad, está bajo el control del operario.

<b>+0.13</b>	<b>A1</b>	<b>Excesivo</b>
<b>+0.12</b>	<b>A2</b>	<b>Excesivo</b>
<b>+0.10</b>	<b>B1</b>	<b>Excelente</b>
<b>+0.08</b>	<b>B2</b>	<b>Excelente</b>
<b>+0.05</b>	<b>C1</b>	<b>Bueno</b>
<b>+0.02</b>	<b>C2</b>	<b>Bueno</b>
<b>0.00</b>	<b>D</b>	<b>Regular</b>
<b>-0.04</b>	<b>E1</b>	<b>Aceptable</b>
<b>-0.08</b>	<b>E2</b>	<b>Aceptable</b>
<b>-0.12</b>	<b>F1</b>	<b>Deficiente</b>
<b>-0.17</b>	<b>F2</b>	<b>Deficiente</b>

Tabla 3: Tabla de Esfuerzo del Sistema Westinghouse.



**Condiciones:** Aquellas que afectan al operario y no a la operación los elementos que incluyen son: ruido, temperatura, ventilación e iluminación.

+0.06	A	Ideales
+0.04	B	Excelentes
+0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
-0.03	E	Aceptables
-0.07	F	Deficientes

Tabla 4: Tabla de Condiciones del Sistema Westinghouse.

**Consistencia:** Se evalúa mientras se realiza el estudio, al final. Los valores elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia perfecta.

+0.04	A	Perfecta
+0.09	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Regular
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Deficiente

Tabla 5: tabla de Consistencia del Sistema Westinghouse.

### 3.26. TIEMPO NORMAL

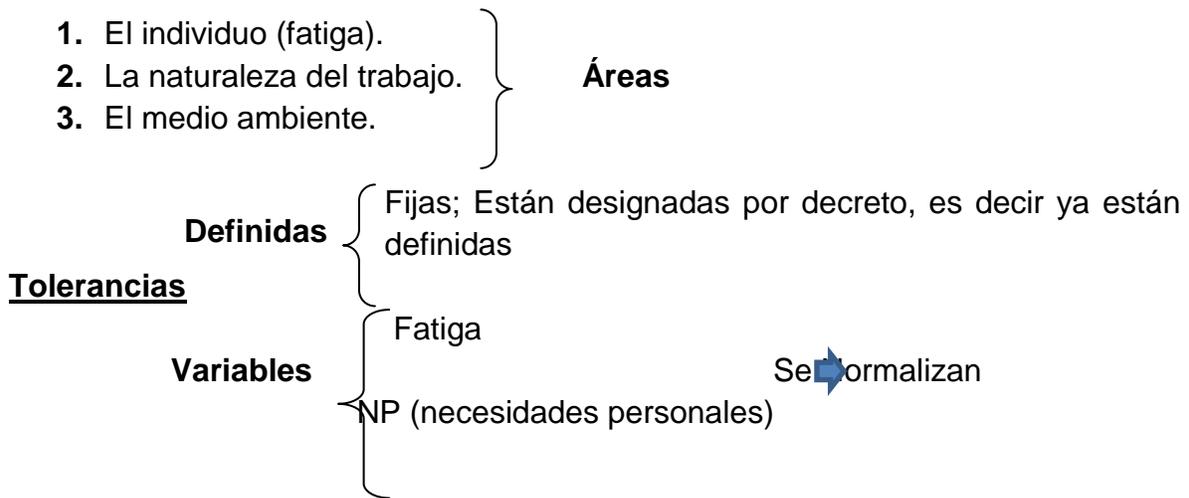
Tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando el trabajo con una velocidad estándar sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

$$TN = TPS \times Cv$$



### 3.27. TOLERANCIAS

Después de haber calculado el tiempo normal, es necesario hacer otros cálculos para llegar al verdadero o tiempo estándar, esto consiste en la adición de un suplemento o margen al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo.



### 3.28. PROPÓSITO DE LAS TOLERANCIAS

Agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario de tipo medio cumplir con el estándar a ritmo normal. Se expresa como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se pueda ajustar fácilmente al tiempo de margen.

Si las tolerancias son demasiadas altas los costos de producción de incrementa indebidamente y si los márgenes fueran bajos, resultara estándares muy estrechos que causaran difíciles relaciones laborales y el fracaso eventual del sistema.

Se debe asignar una tolerancia o margen al trabajador para que el estándar resultante sea justo y fácilmente mantenerle por la actuación del operario medio, a un ritmo normal y continuo.



## TIPOS

1. Almuerzo
2. Merienda
3. Necesidades personales
4. Retrasos evitables/inevitables
5. Adicionales / extras
6. Orden y limpieza
7. Tiempo total del ciclo
8. Fatiga

### 3.29. NECESIDADES PERSONALES

Incluye interrupciones en el trabajo, necesarias para el trabajador, como son: viajes periódicos al bebedero de agua o al baño.

### 3.30. FATIGA

Sentimiento de cansancio dado por el cambio fisiológico en el cuerpo humano, disminuyendo así la capacidad para trabajar tiene un componente físico y otro psicológico una combinación.

## FACTORES

- Condiciones de Trabajo.
- Estado General del Trabajador.
- Repetitividad del Trabajo.

### 3.31. MÉTODO SISTEMÁTICO

Consiste en determinar de manera objetiva la cantidad de tiempo que debe asignarse por concepto de tolerancia el cual consiste en evaluar un conjunto de factores de manera cualitativa y cuantitativa, por niveles sabiendo que de menor o mayor la criticidad del mismo aumenta, se realizara entonces la suma de los



puntos que luego son buscados en una tabla de concesiones en función de su límite y de la jornada de trabajo.

### 3.32. MÉTODO SISTEMÁTICO PARA ASIGNAR TOLERANCIAS POR FATIGA

Evaluar de forma objetiva y a través de la observación directa, el comportamiento de las actividades ejecutadas por el operario, mediante un conjunto de factores los cuales poseen una puntuación según el nivel (evaluación cuantitativa y cualitativa). La sumatoria total de esos valores determina el rango y la clase (%) a que pertenece, según la jornada de trabajo que aplique, para asignarle un porcentaje del tiempo total que permita contrarrestar la fatiga.

La tabla de concesiones está diseñada para trabajar únicamente para trabajar con 4 tipos de jornadas (8.5, 8.7, 7.5, 7 h/día).

Para el caso de JT diferentes debe reunirse a la siguiente fórmula:

$$\text{Min fatiga} = \frac{\% \text{ concesión} \times \text{JT}}{1 + \% \text{ concesión}}$$

JT → Continúa  
JT → Discontinua

A pesar de que los distintos tipos de tolerancias vienen expresadas en unidad de tiempo debe tener una unidad en común para que tanto la fija como las variables puedan ser sumadas.

Las tolerancias variables se refieren a la fatiga y la necesidad personal el resto de las tolerancias por lo general son fijas.

### 3.33. NORMALIZACIÓN DE TOLERANCIAS

Deducir de la jornada de trabajo los tiempos por concepto de suplementos o márgenes fijos de forma tal que se obtenga la jornada efectiva de trabajo, luego se



determina cual es el porcentaje que representan las tolerancias por fatiga y necesidades personales del tiempo normal.

$$JET = \text{Jornada de trabajo} - \sum \text{Tolerancias fijas}$$

JET -- (Fatiga + NP)     $\longrightarrow$  Fatiga + NP  
TN                             $\longrightarrow$  X



## CAPITULO IV

### DISEÑO METODOLÓGICO

#### 4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al problema planteado referido TOMI CA., y en función de sus objetivos, se incorpora el tipo de investigación denominado Proyecto Factible. Este consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable, orientada a solucionar un problema, requerimientos o necesidades de una organización.

Dicho proyecto incluye los siguientes aspectos:

- Descriptivo: El proyecto de investigación es descriptivo porque, presenta información detallada de las características y especificaciones involucradas en el proceso de producción. Basándose en el método de observación.
- Exploratorio: Es exploratorio ya que se realizaron entrevistas, se recopiló información bibliográfica, con la finalidad de familiarizarse con el proceso productivo, para precisar mejor la problemática a resolver.
- Campo: Con la intención de adquirir información significativa se realizaron visitas al área de producción, con el propósito de observar directamente el comportamiento del proceso de fabricación. Para esta fase de investigación se recurrió al uso de grabadoras de voz, video cámaras y cámaras fotográficas.
- Evaluativo: A través de la información obtenida durante el trabajo investigación, se detectaron las fallas para luego formular las posibles mejoras.
- Aplicación: Luego de la recopilación de datos y de descubrir la problemática que afecta al proceso productivo de la empresa, se procede a poner en práctica los conocimientos de la ingeniería de métodos y del proceso de fabricación de hielo.
- Experimental: La investigación experimental está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver.



La investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

Haciendo referencia a esta modalidad de investigación, se introducirán dos grandes fases en el estudio, a fin de cumplir con los requisitos involucrados en un Proyecto Factible.

En la primera parte, se desarrollará primeramente un diagnóstico de la situación existente en la realidad objeto de estudio, a fin de determinar las deficiencias que presenta TOMI C.A. Mientras que la segunda fase del proyecto y atendiendo a los resultados del diagnóstico, se formulará el modelo operativo propuesto, el cual hace referencia al Estudio de Ingeniería de Métodos para la implementación de un nuevo procedimiento de manejo del material en dicha industria.

#### **4.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

En el marco de la investigación planteada referido al manejo de material en la TOMI C.A; se define el diseño de investigación como el plan o la estrategia global en el contexto del estudio propuesto, que permite orientar desde el punto de vista técnico, y guiar todo el proceso de investigación, desde la recolección de los primeros datos hasta el análisis e interpretación de los mismos en función de los objetivos definidos en la presente investigación. Atendiendo a los objetivos delimitados, la investigación se orienta hacia la incorporación de un diseño de campo.

Por cuanto, este diseño de investigación permite no solo observar, sino recolectar datos directamente de la realidad objeto de estudio, en su ambiente cotidiano, para posteriormente analizar e interpretar los resultados de estas indagaciones.

#### **4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

Una vez definido el problema y establecido el campo de estudio se establece la población, que no es más que un conjunto de elementos de los cuales se pretende indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación.



En la presente investigación, la Población está constituida por los Procesos de Elaboración de Productos Metalmecánicos en la Metalmecánica TOMI C.A, dicha población está constituida por la siguiente muestra:

- Proceso de Fabricación de un Eje Escalonado.

Para Estandarizar la Operación de Corte de Barras de Acero en el Proceso de Fabricación de un Eje Escalonado en la Metalmecánica TOMI, C.A. se tomaron diez ciclos de tiempo, debido a que el Corte de Barras de Acero es rápido y la variación en los tiempos de realización de dicha actividad es mínima, esta proporción se consideró aceptable para la obtención de datos en la realización del Estudio Requerido.

De esta forma la población y muestra sería:

- **Población:** Proceso de Fabricación de un Eje Escalonado en la Metalmecánica TOMI, C.A.
- **Muestra:** Operación de Corte de Barras de Acero

#### 4.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Ahora bien, una vez definido el tipo de investigación, su diseño, la población o universo de estudio, se procede a la definición de los métodos, instrumentos y técnicas de recolección de la información que se incorporaran a lo largo de todo el proceso de investigación, en función del problema y las interrogantes planteadas así como también de los objetivos que han sido definidos en TOMI CA. En este estudio se emplearon las siguientes herramientas para la recolección de datos:

- Entrevistas: Se realizaran entrevistas al Gerente de Control de Calidad, con la finalidad de recolectar e interpretar la información para luego realizar un diagnóstico para descubrir la problemática fundamental.
- Observación directa: Este recurso engloba lo que son las visitas al campo, es decir, todas las veces que se utilizaron las instalaciones de



TOMI C.A. para realizar las entrevistas y de esta manera recolectar la información.

- Material de oficina: Entre los materiales necesarios para la recolección de datos fueron necesarios los siguientes: lápiz, cinta métrica, hoja de papel, grabadora de voz, etc.
- Cinta métrica: Utilizada para medir distancias y así saber con exactitud las medidas de las maquinas e implementos necesarios en el estudio realizado dentro de las instalaciones.
- Computador: Se necesitó una computadora para gestionar de manera organizada la información recolectada en la Metalmecánica TOMI C.A.
- Bibliografías: Utilizadas para enfocar y definir un marco teórico que sirva de guía para el estudio.
- Cámara fotográfica y de video: utilizada para capturar imágenes y filmar secuencias.

Los pasos utilizados para recolectar la información referente a las condiciones actuales de la Operación de Corte de Barras de Acero en el Proceso de Fabricación de un Eje Escalonado en la Metalmecánica TOMI, C.A. están basados en los datos obtenidos por observación directa.

Los materiales utilizados para la recolección de estos datos fueron los siguientes:

- Cronómetro para estudio de tiempo.
- Formatos para estudio de tiempo que permitan registrar los tiempos tomados.
- Formatos para concesiones por fatiga.
- Tabla del método sistemático para asignar tolerancias por fatiga.
- Tabla Westinghouse.
- Calculadora.
- Papel.
- Lápiz.



#### 4.5. RECURSOS

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

- **Entrevistas:** Se realizaron entrevistas al Gerente de Control de Calidad, con la finalidad de recolectar e interpretar la información necesaria para la ejecución del Estudio de Tiempos, de este modo presentar los resultados a la Metalmecánica TOMI, C.A.
- **Observación Directa:** Este recurso engloba a las Visitas de Campo, es decir, todas las veces que se utilizaron las instalaciones de la Metalmecánica TOMI C.A. para realizar las entrevistas y estudios necesarios, con el fin de obtener la información requerida para el Estudio a Realizar.
- **Bibliografías:** Utilizadas para enfocar y definir el marco teórico del Estudio a Realizar. Entre ellos se puede mencionar las siguientes: textos, folletos, documentos, entre otros, para la obtención de información completa sobre el Estudio a realizar.

#### 4.6. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.

El procedimiento metodológico que se realizó para la obtención de los datos en la Metalmecánica TOMI C.A. fue el siguiente:

1. Realizar una reunión previa con el Gerente de control de calidad de la Metalmecánica TOMI C.A, esta primera reunión se realizó mediante una entrevista no estructurada con la finalidad de desglosar los procesos productivos. Posteriormente determinar los posibles problemas o situaciones críticas inherentes a cada proceso q caracterizan al método actual de trabajo en la empresa.
2. Se realizó la delimitación del estudio, seleccionándose para ello el proceso de Fabricación de un Eje Escalonado. Se diseñó una entrevista, a modo de conversación, orientada a recopilar información. Se planteó la formulación del problema, donde se consideraron las áreas involucradas, con la finalidad de precisar las fallas de TOMI CA.
3. Visitar a las instalaciones de la empresa: Recepción de materia prima y ubicación de los productos terminados en la Metalmecánica TOMI C.A.



4. Consultar y analizar las fuentes de información escritas para darle un mejor enfoque a la problemática seleccionada.
5. Se recaudó la información teórica, relacionada con la ubicación de la materia prima y el producto terminado que es realizado por la empresa, y el estudio de ingeniería de métodos, ya que es el procedimiento que se está aplicando en el desarrollo de la investigación.
6. Se observó de forma directa el proceso, a fin de evidenciar las condiciones generales de trabajo, la realización de las actividades la metalmecánica TOMI C.A.
7. Se elaboró el diagrama de proceso de Fabricación de un Eje Escalonado para observar de forma general y lógica la trayectoria del material.
8. Se elaboró el diagrama de flujo o recorrido para mostrar el plano de la fábrica a escala, señalando la posición correcta del material a lo largo de su Proceso.
9. Se ejecutó el análisis general de la información, tanto el de operaciones como el de flujo recorrido, a fin de evidenciar todas las fallas que pudieran estar inmersas en el proceso, para reducirlas, combinarlas y en el mejor de los casos eliminarlas.
10. Realizar el interrogatorio correspondiente de las preguntas de la OIT a la Metalmecánica TOMI C.A.
11. Evaluar y analizar las respuestas a las preguntas de la OIT por la Metalmecánica TOMI C.A.
12. Elaborar el diagrama de proceso propuesto de la fabricación de un eje escalonado en la metalmecánica TOMI C.A.
13. Elaborar el diagrama de flujo o recorrido propuesto de la fabricación de un eje escalonado en la Metalmecánica TOMI C.A.
14. Analizar detalladamente el proceso de fabricación de un eje escalonado en la Metalmecánica TOMI C.A.
15. Toma de Tiempos en la Operación de corte de Barras de Acero.
16. Registro de los Tiempos Obtenidos en el formato Elaborado.
17. Determinación de la confiabilidad del tamaño de la muestra.
18. Cálculo del Tiempo Promedio Seleccionado.
19. Calificación del Operario Mediante el Método Westinghouse.
20. Cálculo del Tiempo Normal.
21. Asignación de Tolerancias por Fatiga por el Método Sistemático.
22. Establecimiento de las Necesidades Personales.
23. Cálculo del Tiempo Estándar.



## **CAPITULO V**

### **SITUACIÓN ACTUAL**

#### **5.1. SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SEGUIMIENTO DEL ESTUDIO**

La finalidad de la TOMI C.A es la fabricación y/o recuperación de piezas a diseño, metal mecánicas. La selección del estudio se enfatizó en la Fabricación de un Eje Escalonado.

En el momento de llevar a cabo el proceso se ven involucrados tres elementos imprescindibles: el operario, la máquina y el material. Para la realización de este trabajo de investigación se limitará a ejecutar el seguimiento al material.

#### **5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

Lo primero que se hace en la empresa TOMI C.A., Luego de leer el plan de trabajo (en este caso un Eje escalonado), se realiza la compra del Material/Materia Prima (Barra de acero); la MP llega al área de almacenamiento temporal, se traslada 1.5m a control de calidad, es verificada la calidad del material en el certificado en el cual se constatan el tipo de acero y las propiedades mecánicas, se leen las especificaciones en el plano de la pieza a diseñar, la barra de acero es llevada a la sierra, ubicada a 30m, para ser cortada a sobre medida, es montada, verificada el área a cortar, se enciende, es cortada, y verificado el corte, es desmontada y ubicada al lado de la máquina, pasado 5 min, es llevada al torno paralelo, a 6m de distancia, para ser trabajada, una vez montada, se enciende, calibrándose la velocidad a la medida, luego de ser trabajada aplicándose un lubricante especial y verificada, es desmontada y ubicada al lado de la máquina, luego de transcurrir 10min, es trasladada 15m, a la fresadora para hacer chaveteo, montada, se enciende y ajusta, se verifica la posición, es trabajada y verificada, luego es desmontada y ubicada al lado de la maquina; 10min luego se trasladada 34m al área de control de calidad para realizársele una inspección, luego es embalada, y llevada 1.5m, al área de almacenamiento permanente y finalmente es entregada al usuario.



### **5.3. DIAGRAMA DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE UN EJE ESCALONADO EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A**

En el siguiente diagrama será mostrado el diagrama de procesos actual en la Metalmecánica TOMI C.A. (ver Apéndice 4).



#### **5.4. PLANO DE INSTALACIONES EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A**

En el siguiente plano serán representadas las instalaciones, reubicación de maquinarias, áreas y zonas propuestas en la Metalmecánica TOMI C.A descritas en el desarrollo de la propuesta. (Ver Apéndice 5).

#### **5.5. DIAGRAMA DE FLUJO O RECORRIDO DE LA ELABORACIÓN DE UN EJE ESCALONADO EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A**

En el siguiente plano será mostrada solo el área de análisis en la cual serán excluidas ciertas áreas de las instalaciones de la Metalmecánica TOMI C.A. (ver Apéndice 6).

#### **5.6. ANÁLISIS DETALLADO**

Actualmente la empresa tiene problemas generados por escenarios de trabajo que no se adaptan a una distribución adecuada.

- ✓ Cuenta con diferentes problemas ocasionados por distintos factores que de una u otra forma afectan directamente el proceso de producción, sin embargo todos estos problemas pueden verse en menor escala en comparación con la necesidad de delimitar y distribuir un nuevo área de almacenamiento de materia prima y productos terminados, en donde estos están distribuidos alrededor del piso de la entrada del área de producción, en el área de máquinas, etc. Quitándole linealidad al proceso y congestionando la zona de producción principalmente.
- ✓ El problema del almacenamiento también trae consigo otros inconvenientes que afectan directamente el proceso de fabricación ya que aunque se tengan en un solo lugar, la materia prima carece de una previa clasificación (barras, tubos, laminas y perfiles U, I, L de aluminio y acero) por lo que se encuentran de manera desorganizada porque no se cuenta con un área espaciosa para su almacenamiento por tipos.



### a) Evaluación del Método de Trabajo:

Analizando el diagrama de procesos de Fabricación de un Eje Escalonado se obtuvieron los siguientes resultados:

✓ **Operaciones totales realizadas:**

➤ 28

✓ **Traslados totales realizados:**

➤ 73 m

✓ **Demoras totales realizadas:**

➤ 25 min

Con esto se puede apreciar que existen demoras en el proceso de fabricación las cuales son evitables y presenta traslados considerables, ya que posee mala distribución de Maquinas en el Área de Fabricación.



## 5.7. TÉCNICA DEL INTERROGATORIO

### 5.7.1. PROPÓSITO

- **¿Qué se hace?**

Se reciben los insumos de la materia prima en su forma más primitiva (lámina, tubo, barra, perfiles U, I, L), se acumulan en la entrada principal del área de máquinas junto con los productos ya elaborados, sin orden, identificación, lo que genera: obstrucción del paso, mala distribución, desorden y pérdida de tiempo.

- **¿Por qué se hace?**

Porque la empresa con un almacén amplio para guardar y clasificar la materia prima y los productos ya elaborados, aunado a la mala distribución de espacios físicos dentro de las instalaciones y delimitación nula de los mismos en la entrada principal de la empresa.

- **¿Qué otra cosa podría hacerse?**

Mejorar la distribución en el área de producción, separando los productos elaborados de la materia prima en sus nuevas áreas respectivas, donde estos puedan ser clasificados para facilitar su búsqueda. Reubicar las maquinas en el área de máquinas, dándole prioridad según su orden en el proceso productivo, dotación de implementos tales como: carruchas industriales, anaqueles en los productos terminados, tambores para desecho, mesas para c/u de las máquinas, etc.

- **¿Qué debería hacerse?**

- ✓ Delimitar nueva área de almacén de materia prima, productos terminados y control de calidad más amplia.
- ✓ Clasificar, Identificar y resguardar la materia prima a ser utilizada en el proceso en la nueva área de almacenamiento respectiva.

### 5.7.2. LUGAR



- **¿Dónde se hace?**

El almacenamiento de materia prima y productos terminados está en el área de producción, cercana a la entrada principal de la empresa y área de máquinas.

- **¿Por qué se hace allí?**

Debido a que es más simple para los operarios acceder a la materia prima teniéndola junto al área de maquinado y los productos terminados, ya que una vez terminado el producto se hace más sencilla su entrega por su cercanía a la entrada de la empresa.

- **¿En qué otro lugar podría hacerse?**

En el área de almacén con la que cuenta la industria, para que de esta manera puedan ser correctamente clasificados.

- **¿Dónde debería hacerse?**

En el área de almacén de la industria.

### 5.7.3. SUCESIÓN

- **¿Cuándo se hace?**

- ✓ El almacenamiento de la materia prima, se realiza en el momento en que son dejados en la industria por los proveedores.
- ✓ El almacenamiento de los productos ya elaborados, se realiza posterior a su proceso de fabricación.

- **¿Por qué se hace entonces?**

Por la cercanía a la entrada de la industria y del área de maquinado tanto en la materia prima como los productos elaborados.

- **¿Cuándo podría hacerse?**

Solo puede hacerse en los momentos anteriormente indicados.

- **¿Cuándo debería hacerse?**



- ✓ El almacenamiento de materia prima: En el momento en que se vayan terminando las existencias.
- ✓ Los productos elaborados: En el momento anteriormente indicado.

#### **5.7.4. PERSONA**

- **¿Quién lo hace?**

- ✓ El almacenamiento de la materia prima: Lo realizan los proveedores, en el momento en que la dejan en la industria y los operarios al momento de seleccionarla para iniciar la fabricación.
- ✓ El almacenamiento de los productos elaborados: Los operarios, posterior a su fabricación.

- **¿Por qué lo hace esa persona?**

- ✓ El almacenamiento de la materia prima: Los proveedores, en el momento en que las dejan en la industria; debido a que la industria no genera su propia materia prima y los operarios al momento de seleccionarla para iniciar la fabricación, porque es el capacitado para el manejo de la maquinaria.
- ✓ El almacenamiento de los productos elaborados: Los operarios porque no existe un almacenista que controle y entregue dicho producto.

- **¿Qué otra persona podría hacerlo?**

- ✓ El almacenamiento de la de materia prima: Ninguna otra persona puede hacerlo.
- ✓ El almacenamiento de los productos elaborados: Un almacenista que controle y entregué el dicho producto.

- **¿Quién debería hacerlo?**

- ✓ El almacenamiento de la materia prima: Los proveedores y los operarios mencionado anteriormente.
- ✓ El almacenamiento de los productos terminados: Un almacenista que controle y entregué el dicho producto.

- **¿Cómo se hace?**



- ✓ El almacenamiento de la materia prima: Los proveedores, la transportan y la descargan en la industria, consecutivamente, es depositada en el suelo de forma desordenada y finalmente seleccionada por los operarios para iniciar la fabricación.
- ✓ El almacenamiento de los productos terminados: Posterior a su fabricación, el operario toma dicho producto y los coloca de manera desordenada en el patio para así luego realizar su entrega.

- **¿Por qué se hace de ese modo?**

- ✓ El almacenamiento de la materia prima: Porque la industria no hace uso del almacén existente para guardarla y clasificarla.
- ✓ El almacenamiento de productos terminados: Porque se hace más sencilla la entrega al cliente, pero con un poco demorado al identificar el producto.

- **¿De qué otro modo podría hacerse?**

El almacenamiento de la materia prima y los productos terminados, Utilizando el almacén existente en la empresa para guardarla, identificarla y clasificarla, de esta manera hacer más sencilla la selección y entrega de dicha materia prima y productos elaborados.

- **¿De qué otro modo debería hacerse?**

- ✓ El almacenamiento de la materia prima: Utilizando un nuevo almacén para guardar ordenadamente por clases la materia prima.
- ✓ El almacenamiento de los productos terminados: Hacer uso de un nuevo almacén con anaqueles industriales para su clasificación y contratar un almacenista que controle, seleccione, entregue y traslade el producto al cliente.

## **5.8. PREGUNTAS DE LA OIT**

Las preguntas correspondientes a los aspectos antes nombrados se darán a continuación:



### 5.8.1. OPERACIONES

- **¿Qué propósito tiene la operación?**

El almacenamiento de la materia prima que será utilizada en el proceso de fabricación y la clasificación e identificación del producto terminado para así hacer una fácil entrega.

- **¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella?**

Sí, porque de ella depende que se pueda realizar el resto del proceso, pues si la materia prima no está en óptimas condiciones no se puede iniciar el proceso de fabricación y así evitar demoras en la entrega del pedido.

- **¿Se previó originalmente para rectificar algo que ya se rectificó de otra manera?**

No, porque con ella comienza el resto de las operaciones.

- **¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?**

Si, debido a que el almacenamiento actual de la materia prima y el producto terminado no es el más adecuado, ya que se encuentran esparcidos por el área de producción de forma desordenada y sin identificación que permita diferenciar un producto de otro.

- **¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?; ¿o se implantó para atender a las exigencias de uno o dos clientes nada más?**

Si, la operación responde a las necesidades que tienen todos los que utilizan el producto.

- **¿La operación se efectúa por la fuerza de la costumbre?**

Si, ya que la selección de la materia prima y entrega del producto terminado es más sencilla para ellos, pero con un poco de demora. Se siguió con la costumbre de “almacenarlos” de esa manera y no se ha considerado utilizar el almacén para clasificarlos, ordenarlos y resguardarlos por falta de un encargado de almacenes.



- **¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo resultado?**

Sí, no solo con otro resultado, sino con resultado más óptimo que actual haciendo uso del almacén clasificándolos e identificándolos para una entrega más rápida.

### **5.8.2. UTILIZACIÓN DE MATERIALES**

- **¿El material que se utiliza es realmente adecuado?**

Sí, es el material es preciso para este tipo de proceso de fabricación.

- **¿No podría reemplazarse por otro más barato que igualmente sirviera?**

No, debido a que disminuiría enormemente la calidad del producto, rayando en la mala calidad a la industria.

- **¿El material es entregado lo suficientemente limpio?**

Sí, es entregado lo suficientemente limpio.

- **¿Se saca el máximo partido al material al elaborarlo? ¿Y al cortarlo?**

Si, el material es aprovechado al máximo posible.

- **¿No se podría modificar el método para eliminar el exceso de mermas y desperdicios?**

Si, colocando tambores para desecho, así contenerlos y que a su vez estos sean de fácilmente trasladados.

- **¿Se podrían utilizar los sobrantes o los retazos?**

Si, debido a que la materia prima viene siendo los aceros (entre otros) pequeños se puede reutilizar.



- **¿Se podrían clasificar los sobrantes o retazos para venderlos mejor?**

No, porque son reutilizables para este proceso.

- **¿Se altera el material con el almacenamiento?**

Sí, porque es un sitio pequeño no provisto para mucha cantidad de ellos, mayormente en almacenado en sitios desprovistos y se ensucia o raya.

### **5.8.3. DISPOSICIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO**

- **¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?**

No, pues el área donde estos se encuentran almacenados, tiene muchos defectos como la falta del uso del almacén, ya que hay que tomarlos en el piso, la falta de identificación de los productos elaborados para poder distinguir una de la otra, aquí radica el problema de la industria.

- **¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?**

No, debido a que no hay letreros que indique las preventivas que debe tomar el operario.

- **¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar las virutas y desechos?**

Para eliminar los desechos no, pero si cuentan con un almacén, aunque mal delimitado.

- **¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo, por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?**

Se han tomado algunas pero no las suficientes, y otro factor que afecta es que la mayoría de los procesos de fabricación se necesitan hacer parados.



- **¿La luz existente corresponde a la tarea de que se trate?**

Cuentan con sistema de iluminación, mas no es el adecuado al 100% para el trabajo en c/u de los procesos productivos.

- **¿Se ha previsto un lugar para el almacenamiento de herramientas y calibradores?**

Posee un lugar donde se almacena las herramientas pero de igual manera que los materiales se encuentran desordenados.

- **¿Existen armarios para que los operarios puedan guardar sus efectos personales?**

No, no existen.

#### **5.8.4. MANIPULACIÓN DE MATERIALES**

- **¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?**

No, no se pierde mucho tiempo debido a que el lugar de trabajo y el sitio de almacenamiento actual se encuentran relativamente cerca, pero se pierde tiempo en la búsqueda del material necesario para realizar la operación, pues este no se encuentra debidamente identificado.

- **¿Se deberían utilizar carretillas de mano, eléctricas o elevadoras de horquilla?**

Si es necesario añadir algunos de estos medios, aunque en esta industria ya se cuenta con un montacargas y carretillas de mano para el traslado de los materiales.

- **¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular el material con facilidad y sin daños?**

Si, aunque existen algunos contenedores para los materiales.



- **¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?**

Los materiales deberían colocarse en el almacén destinado para ellos que actualmente no se encuentra en uso.

- **¿Se puede empujar el material de un operario a otro a lo largo del banco?**

Esta operación si la puede realizar un operario, ya que el material es liviano y no requiere un esfuerzo extra.

- **¿Se puede despachar el material desde un punto central con un transportador?**

Es posible, pero resulta desventajoso tomando en cuenta que el taller se encuentra ubicado en la parte central de la industria, sería contraproducente este tipo de operación.

- **¿Puede el material llevarse hasta un punto central de inspección con un transportador?**

Si, debido a que la disposición de las áreas o talleres poseen distancias que ameritan el uso de un transportador.

- **¿Podría usarse con provecho algún dispositivo neumático o hidráulico para izar?**

No, no es necesario en esta empresa.

- **¿Está el almacén en un lugar cómodo?**

No, el almacén no se encuentra en un lugar cómodo y no es utilizado actualmente.

- **¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares céntricos?**

Si, se encuentran cercanos el sitio descarga del material y el área donde se realiza la fabricación del producto, resaltando que la carga del material y el traslado hasta el producto terminado es realizada por el mismo operador.



- **¿Podría la materia prima que llega, ser despachada desde el primer lugar de trabajo para así evitar la manipulación doble?**

Sí, porque la materia prima llega a la industria y de allí es seleccionada para continuar con el proceso de fabricación.

- **¿Se pueden comprar materiales en tamaños más fáciles de manipular?**

Sí, pero debido a que la industria cuenta con las maquinarias para preparar la materia prima para su proceso de fabricación no es necesario comprar el material en tamaños más pequeños.

- **¿Se ahorrarían demoras si hubieran señales (luces, timbres, etc.) que avisaran cuando se necesite más material?**

Sí, en gran proporción debido a que alertarían al personal encargado de suplantar los materiales a medida que se vaya terminando.

- **¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para reducir la manipulación y el transporte?**

Sí, el almacén se puede cambiar, ya que no está fijado al lado de las áreas de maquinado: las pilas de material deberían reorganizarla e identificarla en el almacén para así reducir su manipulación.

#### **5.8.5. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO**

- **¿Cómo se atribuye la tarea al operario?**

La industria le asigna a cada trabajador las actividades, dependiendo de la tarea para la que fueron contratados y a qué área fue designado.

- **¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario tiene algo que hacer?**

No, a cada operario no se le tiene regulada su actividad durante el proceso.

- **¿Cómo se dan las instrucciones al operario?**



Un supervisor es el que da información a cada operario, que actividad debe realizar, pero hay que destacar que el tipo de operaciones en este proceso al ser claramente definidas, el personal sabe justamente que operación debe realizar.

- **¿Cómo se consiguen los materiales?**

La industria ya tiene un grupo definido de proveedores y con el control de las entradas y salidas de materia prima, pero no se cierran a la idea de que otros proveedores le ofrezcan sus materiales.

- **¿Cómo se entregan los planos y herramientas?**

Las mayoría de las herramientas permanecen en el puesto del trabajo (sobre las maquinas). En cuanto a los planos, existe un plano para c/u de los procesos que involucra al proceso de fabricación del material, el cual se encuentra en la máquina del proceso correspondiente.

- **¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?**

La disposición del lugar de trabajo es resultado de una serie de ensayos y errores por parte del dueño de la industria, quien afirma que la actual es la posición mejor que ha encontrado acorde con el espacio. Realmente la distribución de la zona de trabajo debe mejorarse porque no es la correcta.

- **¿Los materiales están bien situados?**

No, pues no están utilizando el almacén de las materias primas y productos terminados.

- **¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?**

El material defectuoso es soldado en el mejor de los casos, si el defecto es incorregible se desecha.

- **¿Se hace conocer debidamente a los nuevos obreros los locales donde trabajaran y se les da suficientes explicaciones?**



La Empresa TOMI C.A es una industria que no tiene sucursales, por lo tanto los nuevos obreros tienen claro donde trabajaran y a estos, antes de ejercer sus labores se les da una inducción, generalmente realizada por el supervisor o el encargado de seguridad industrial.

- **Cuándo los trabajadores no alcanzan cierta forma de desempeño, ¿se averiguan las razones?**

No, ya que no cuentan con un supervisor en el proceso.

- **¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?**

Si, en la inducción que se les da antes de que cada operario realice sus actividades, se les explica claramente el sistema de salarios.

#### **5.8.6. CONDICIONES DE TRABAJO**

- **¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?**

No, hay poca iluminación y no es suficiente en el área de producción.

- **¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario, ¿no podrían utilizar ventiladores o estufas?**

La temperatura a la que se encuentran sometidos los operarios en todo momento es a la temperatura ambiente, por tanto los operadores están sometidos a altas temperaturas y si es necesaria la utilización de sistemas de ventilación.

- **¿Se justificaría la instalación de aparatos ventiladores?**

Sí, porque mejoraría de forma notable el ambiente de trabajo y por otro lado garantizaría una mayor eficiencia y rendimiento de los operarios.

- **¿Se pueden reducir los niveles de ruido?**

No, hasta ahora no se cuenta con un mecanismo que pueda realizar dicha acción.



- **¿Se pueden eliminar los vapores, humo y el polvo con sistemas de evacuación?**

Sí, es posible debido a que se cuenta con el espacio necesario para aplicar dichos sistemas, pero la industria no cuenta con una tecnología capaz de realizar esta actividad.

- **¿Se puede proporcionar una silla o cualquier otro artefacto similar?**

Sí, es favorable debido a que en algunas ocasiones el operario tendrá que estar sentado.

- **¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos del trabajo?**

Sí, los trabajadores disponen de un filtro de agua ubicado cerca de la recepción de la industria, así como también los baños también cuentan con grifos de agua para su aseo personal.

- **¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?**

No, debido a que no cuenta con señalizaciones de seguridad en las áreas que requieren alerta por parte del operador, tampoco cuenta con un personal capacitado para cerciorarse de que el trabajador porte el equipo de seguridad (cascos, botas y lentes) en todo momento, con el propósito de resguardar su integridad física.

- **¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?**

El piso sí es seguro en toda la industria, ya que es de cemento rugoso y esto no ocasiona ningún tipo de accidentes.

- **¿Se le enseñó al trabajador a evitar los accidentes?**



Si, han sido capacitados para prevenir cierto tipo de accidentes, pero no cuenta con un personal encargado que supervise el cumplimiento de las normas de seguridad.

- **¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?**

Si, cuentan con un uniforme adecuadamente diseñado con el fin de no correr riesgos físicos.

- **¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?**

No, puede notarse cierta debilidad en el orden y pulcritud de la industria, dado que en la entrada y en el área de taller se observan desperdicios, además del evidente desorden de la parte de los almacenamientos de materia prima y productos elaborados, sin embargo la recepción de la industria se encuentra en óptimas condiciones de trabajo.

- **¿Están los procesos peligrosos adecuadamente protegidos?**

No están adecuadamente protegidos, debido a la falta de señalización pero los operarios toman algunas precauciones.

### **5.8.7. ENRIQUECIMIENTO DE LA TAREA DE CADA PUESTO**

- **¿Es la tarea aburrida o monótona?**

Si, pues la tarea para el operario consiste en colocar el material en la máquina y como el proceso es continuo solo le toca esperar que esté listo el producto. Mientras que, por otra parte los encargados de seleccionar la materia prima si tienen un poco más de trabajo, debido a que tienen que seleccionar entre un gran lote de material el correcto y que esté en mejores condiciones.

- **¿Puede hacerse la operación más interesante?**

Si, si se adecuara el almacén para la materia prima, donde ésta estuviera claramente identificada, para hacer la operación más efectiva para los trabajadores.

- **¿Cuál es el tiempo del ciclo?**



Aproximadamente 4-6 h.

- **¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?**

Si, los operarios están capacitados para el montaje y desmontaje de su propio equipo.

- **¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?**

Depende del tipo de herramienta que esté utilizando, si se trata de maquinaria como cortadoras debe ser efectuado por un personal técnico capacitado para ello, si es un tipo de herramienta común, el operario puede efectuar su propio mantenimiento.

- **¿Puede el operario hacer la pieza completa?**

No, porque es un proceso rotativo, en el cual la pieza al pasar por c/u de los procesos en las distintas maquinas también cambia de operario.

- **¿Es posible y deseable la rotación entre los puestos de trabajo?**

No, porque los operarios están asignados a cada puesto por su eficiencia en c/u de sus áreas.

## **5.9. ANÁLISIS OPERACIONAL DEL PROCESO**

### **5.9.1 PROPÓSITO DE LA OPERACIÓN**

Evaluar el comportamiento del trabajador, Planear las necesidades de la fuerza de trabajo, Determinar la capacidad disponible, Determinar el costo o precio de producto, Comparación de métodos de trabajo, Facilitar los diagramas de operaciones, Establecer incentivos salariales.



### **5.9.2 DISEÑO DE LA PARTE Y/O PIEZA**

El diseño de la parte es metalmecánica. La selección del estudio se enfatizó en la ubicación de la materia prima y productos terminados que se utilizan en la misma.

### **5.9.3 TOLERANCIA Y/O ESPECIFICACIONES**

La empresa cuenta con el traslado de materia/producto en una carretilla, perdiendo valiosos minutos en el proceso completo y menor eficacia al momento de almacenarlos.

### **5.9.4 PROCESO DE MANUFACTURA**

Existen actividades que realiza el trabajador de forma manual como la selección de materia prima. Su proceso de manufactura depende del proyecto a realizar, entre ellos se pueden nombrar los más comunes: corte, torneado, fresado, cepillado, taladrado, etc.

### **5.9.5 MATERIALES**

Se utilizan barras, láminas, tubos y perfiles U, I, T. estos son de Aluminio o Acero según el trabajo a realizar con propiedades específicas para el uso que se le dé a la pieza. La empresa TOMI C.A Ofrece productos de buena calidad y resistencia, ya que cumplen con las normas las respectivas normas.

### **5.9.6 MANEJO DE MATERIALES**

Ejecuta la elaboración de una Orden de Compra, seguidamente de una Orden de Trabajo. Dichos documentos, incluyendo la Cotización, son enviados en una carpeta al respectivo Dueño de la Empresa 'TOMI C.A.', al departamento de Control de Calidad, y por ultimo al departamento de Producción.

Luego en el departamento de Producción, se leen las especificaciones de la pieza a diseñar, se realiza la compra de la materia prima (acero y/o aluminio), dicha MP es requerida a 2 empresas proveedoras SUMINDU y FERRUM en las cercanías de la zona, las cuales compran el Acero y Aluminio al Exterior, con especificaciones y propiedades Mecánicas específicas.



### **5.9.7 PREPARACIÓN Y HERRAMENTAL**

La empresa TOMI, C.A, cuenta con una amplia gama de Equipos, Máquinas y Tecnología de Vanguardia, lo cual ha permitido posicionarlos como empresa líder en el Sector Metalmeccánico de la región:

- Máquinas – Herramientas.
- Carpintería Metálica.

### **5.9.8 CONDICIONES DE TRABAJO**

La forma en que está almacenada la materia prima, el lugar y las condiciones de almacenamiento no son favorables, ya que están desordenadas en el piso del área de máquinas. Otro factor que no es favorable es la iluminación porque no cuenta con muchas lámparas que estén en funcionamiento. También los productos elaborados se encuentran regados entre las máquinas, piso y mesas improvisadas en el área de trabajo, lo que reduce el espacio para trasladarse, colocar herramientas y utilizar correctamente la maquinaria.

### **5.9.9 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA Y EQUIPO**

La Empresa TOMI C.A cuenta con máquinas y herramientas para producir piezas, cabinas para Grúa, etc. Posee un patio externo y en el área de fabricación se encuentran las máquinas, tales como: tornos paralelos, taladros radiales, perforadoras, fresadoras, etc. la distribución de los almacenes es inadecuada, sin embargo la misma podría mejorarse de tal manera que el operario no perdiera tanto tiempo en los diferentes traslados y selección del material.

### **5.10. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD A ESTUDIAR**

Se seleccionó la Operación de Corte de Barras de Acero para realizar los cálculos necesarios antes descritos en el Capítulo II, dicha Operación es Realizada en la Sierra Automática. La Operación consta del Corte de Barras de Acero.



Esta Operación es la primera en realizarse desde que el material (Barra de Acero) sale del almacén para ser transformado, mediante la realización de otras Operaciones en un Eje Escalonado.

La Operación de Corte de una Barra de Acero Realizada en una Sierra Automática en la Metalmecánica TOMI C.A. se divide en los siguientes elementos:

- 1) **Carga y Programación:** Esta actividad radica en Sujetar y Ubicar la Barra de Acero Previamente Seleccionada en la ranura de Sujeción que Posee la Maquinaria. Abarcó Aproximadamente 26 seg.
- 2) **Operación e Inspección:** Es el Proceso mediante el cual se Modifica y Transforma la Materia Prima. Una vez Completada la Operación se procede a Revisar que las Modificaciones hechas Cumplen a cabalidad las Características y Especificaciones. Abarcó aproximadamente 45 seg.
- 3) **Descarga:** Consiste en Desmontar o Bajar la Pieza Transformada de la Máquina de Corte y Ubicarla en un Área de Almacenaje Temporal, para luego continuar con el Proceso de Fabricación del Eje Escalonado. Abarcó aproximadamente 7 seg.

Vale la pena Destacar que dicha Operación no tiene Estándares de Tiempo Determinados; los cuales son Necesarios para Tener el Conocimiento del Tiempo de Ejecución de la Operación.

De igual forma se desconocen las Tolerancias que Requieren los Operarios en la Jornada de Trabajo.

Fue necesario hacerle Seguimiento a esta Operación, Debido a que la Fabricación del Eje Escalonado es Contra Pedido, por esto no todos los días es realiza dicha pieza.



## CAPITULO VI

### SITUACIÓN PROPUESTA

#### 5.1. REPRESENTACIÓN DEL MÉTODO ACTUAL DE TRABAJO

Inicialmente en la empresa TOMI C.A., Luego de leer el plano de la pieza, en este caso un Eje escalonado, es realizada la compra del Material / Materia Prima (Barra de acero).

El material llega al área de Almacén de Materia Prima, se traslada 1.5m al Área de Control de Calidad, es verificada la calidad del material en el certificado, en el cual se constata el tipo de acero y las propiedades mecánicas.

Se leen las especificaciones en el plano de la pieza a diseñar.

La barra de acero es llevada en la Carretilla a la sierra que está ubicada a 30m, para ser cortada a sobre medida, es montada, verificada el área a cortar, se enciende, es cortada, y verificado el corte, es desmontada y ubicada al lado de la máquina.

Pasado 5 min por la espera de la Carretilla, es llevada e al torno paralelo, a 6m de distancia, para ser trabajada, una vez montada, se enciende, calibrándose la velocidad a la medida, se le aplica un lubricante especial durante su proceso, luego de ser trabajada y verificada es desmontada y ubicada al lado de la máquina.

Al transcurrir 10min por la espera de la Carretilla, es trasladada 15m, a la fresadora para ser montada, se enciende y ajusta, es chaveteada, es trabajada y verificada, luego es desmontada y ubicada al lado de la máquina.

Luego de 10min por la espera de la Carretilla, es trasladada 34m al Área de Control de Calidad para ser inspeccionada y constatar que cumpla requisitos y especificaciones del usuario, luego es embalada y llevada en carretilla al área de almacenamiento permanente a 1.5m.

Finalmente es entregada al usuario.



## **5.2. DESARROLLO DE UN NUEVO MÉTODO**

Anteriormente en el capítulo I, fueron descritos los problemas que aquejan a la empresa, siendo el más prioritario su mala distribución de las áreas de materia prima, producto terminado y control de calidad.

Gracias a los análisis y estudios previamente elaborados y descritos, se buscó la mejor manera de solventar este problema, para lo cual se proponen las siguientes soluciones:

### **5.2.1. IDEAS PARA EL NUEVO MÉTODO**

#### **5.2.1.1. DELIMITAR NUEVA ZONA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA**

Única, pues en esta zona se almacenarían laminas, tubos, barras y perfiles de aluminio y acero que actualmente se utilizan en el proceso, así disminuir tiempos innecesarios y realizar ejecución eficaz en el proceso de almacén y selección de material, sin obstruir el tránsito en la empresa. Sería más amplia que la anterior distribución.

#### **5.2.1.2. DELIMITAR NUEVA ZONA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS TERMINADOS**

Única, pues en esta zona se almacenarían los distintos productos realizados por la empresa, así disminuir tiempos innecesarios, realizar ejecución eficaz en el proceso de selección del producto (a la hora de ser almacenado y entregado), sin que se obstruya el tránsito en la empresa. Sería más amplia que la anterior distribución.

#### **5.2.1.3. DELIMITAR NUEVA ÁREA DE CONTROL DE CALIDAD**



Única, pues en esta zona se inspeccionaría la pieza durante los distintos procesos productivos a lo largo de la fabricación del producto, así realizar una ejecución eficaz en el proceso de inspección de la pieza, eliminar movimientos innecesarios y acortar traslados, lo que incurriría en un mejor aprovechamiento de la mano de obra. Esta zona sería más amplia que la anterior.

#### **5.2.1.4. DELIMITAR NUEVA ÁREA DE TRABAJO Y SEGURIDAD EN LAS MAQUINAS**

Dicha zona daría mejor aprovechamiento de la mano de obra y la ejecución de c/u de los procesos productivos sería más eficaz.

#### **5.2.1.5. DELIMITAR LAS LÍNEAS DE SEGURIDAD PARA TRANSPORTES**

Así lograr la ejecución eficaz en los procesos de entrega de materia prima y de producto terminado, además eliminar demoras evitables en la ejecución de dichos procesos.

#### **5.2.1.6. CREAR UN ALMACÉN MUERTO**

Ubicado en el patio trasero (parte techada) en el cual se colocarían las maquinas desincorporadas del proceso de fabricación, todo esto para eliminar demoras evitables, movimientos innecesarios y dar linealidad a los distintos procesos por el despeje del área de las máquinas.

#### **5.2.1.7. CAMBIAR LA DISTRIBUCIÓN DE LA MAQUINARIA PARA EVITAR RETROCESO DEL MATERIAL**

Ordenados según su prioridad en el proceso productivo, específicamente las siguientes: Torno Paralelo, Sierra Automática, Perforadora, Fresadora Universal, Cepillo Limadora, Taladro Radial, Taladro Triple, Mortajadora, Fresadora Copiadora, Esmeril, Control Numérico, Arco Sumergido, Compresor, Dobladora, Maquina De Soldar, Soldadora De Sierra, Calandra Eléctrica, Prensa Hidráulica, Cizalla Punzadora, Prensa Manual. Con lo anterior conseguir linealidad, mejor aprovechamiento de la mano de obra, ejecución eficaz, eliminar tiempos y movimientos innecesarios en c/u de los procesos productivos.



#### **5.2.1.8. REUBICAR DEL EDIFICIO DE TALLER MECÁNICO**

Dicho taller estaría ubicado en las cercanías del almacén muerto, con el fin de eliminar demoras evitables y movimientos innecesarios, mejor aprovechamiento del área de máquinas y de la mano de obra en dicho taller.

#### **5.2.1.9. DOTAR DE MESAS PARA C/U DE LAS MAQUINAS**

Con el fin de eliminar demoras evitables y movimientos innecesarios, aprovechar la mano de obra, evitar extravíos y uso incorrecto de las maquinas como lugar de sostén de herramientas, además ejecutar eficazmente c/u de los procesos productivos.

#### **5.2.1.10. DOTAR DE TAMBORES PARA DESECHO DE LAS MAQUINAS**

Con el fin de conseguir ejecución eficaz en los procesos, ya que los desperdicios serían arrojados directamente al tambor sin interferir el paso, evitando movimientos y demoras evitables por obstrucción de paso.

#### **5.2.1.11. INSTALAR DE CARRUCHAS INDUSTRIALES**

Esto para evitar demoras evitables durante c/u de los procesos productivos.

#### **5.2.1.12. INSTALAR DE SILLAS ADECUADAS Y CONFORTABLES**

Así aprovechar la mano de obra, realizar una ejecución eficaz del proceso y mejorar la calidad de trabajo del operario.

#### **5.2.1.13. ADQUIRIR ANAQUELES PARA EL ÁREA DEL PRODUCTO TERMINADO**

De esta forma conseguir que se ejecute eficazmente el proceso de búsqueda de material terminado por parte del personal obrero, de igual forma eliminar demoras evitables y aprovechar al máximo la mano de obra.

#### **5.2.1.14. TECHAR EL PATIO TRASERO DE LA EMPRESA**



Esta sería una propuesta opcional, ya que el espacio techado no interfiere en el proceso de fabricación del material (la zona a techar sería el patio trasero). Las mejoras que traerían la realización del mismo serían económicas y estéticas, porque con toda el área techada se evitaría mayor desgaste en equipos desincorporados del proceso y se evitaría el paso a la empresa de polvo, lluvia, sol, etc.

#### **5.2.1.15. UTILIZAR LAS MEJORAS PREVIAMENTE OBTENIDAS**

Con la finalidad de conseguir Linealidad en procesos, evitar movimientos y demoras evitables y lograr un mejor aprovechamiento de mano de obra, etc.

#### **5.2.2. DESCRIPCIÓN DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO**

Lo primero que se hará en la empresa TOMI C.A., Luego de leer el plano de la pieza, en este caso un Eje escalonado, será realizada la compra del Material / Materia Prima (Barra de acero).

El material llega al área de Almacén de Materia Prima, se traslada 4m al Área de Control de Calidad, es verificada la calidad del material en el certificado, en el cual se constata el tipo de acero y las propiedades mecánicas.

Se leen las especificaciones en el plano de la pieza a diseñar.

La barra de acero es llevada en la Carrucha Industrial a la sierra que está ubicada a 11.5m para ser cortada a sobre medida, es montada, verificada el área a cortar, se enciende, es cortada, y verificado el corte, es desmontada y es trasladada en la Carrucha Industrial.

Es trasladada al torno paralelo a 7.5m de distancia, para ser trabajada, una vez montada, se enciende, calibrándose la velocidad a la medida, se le aplica un lubricante especial durante su proceso, luego de ser trabajada y verificada es desmontada y trasladada en la Carrucha Industrial.

Es trasladada 11.5m a la fresadora donde es montada, se enciende y ajusta, es chaveteada, trabajada y verificada, luego es desmontada y trasladada en la Carrucha Industrial.



Es trasladada 8m al Área de Control de Calidad para ser inspeccionada y constatar que cumpla requisitos y especificaciones del usuario, luego es embalada y llevada en carretilla a los anaqueles industriales de producto terminado en el área de almacén permanente a 4m.

Finalmente es entregada al usuario.

Esta investigación también debe indicar qué tipo de ayuda será necesaria para el estudio y cuánto tardará.

### **5.2.3. BENEFICIOS**

De las anteriores ideas propuestas se lograrían los siguientes beneficios:

#### **5.2.3.1. AUMENTO DE PRODUCCIÓN**

Por la linealidad en c/u los procesos productivos, mejor aprovechamiento de la mano de obra y espacios físicos, comodidad de trabajo, disminución de congestionamiento, eliminación de movimientos y demoras evitables.

#### **5.2.3.2. REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS**

Por mejor distribución de tambores de desperdicios en c/u de las máquinas.

#### **5.2.3.3. AHORRO DE TIEMPO**

Por la linealidad en c/u de los procesos productivos y eliminación de movimientos y demoras evitables.

#### **5.2.3.4. AHORRO DE RECORRIDO**

Por la linealidad de los procesos productivos.

#### **5.2.3.5. AUMENTO DE LA CALIDAD DEL MATERIAL**

Por mejor aprovechamiento de la mano de obra, comodidad de trabajo, eliminación de demoras evitables y ejecución eficaz del proceso productivo.



#### **5.2.3.6. SEGURIDAD**

Por la delimitación las nuevas áreas y zonas específicas dentro de la empresa, disminución de congestionamiento y aprovechamiento de espacios físicos.

#### **5.3. DIAGRAMA DE PROCESO PROPUESTO DE LA ELABORACIÓN DE UN EJE ESCALONADO EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A.**

En el siguiente diagrama será mostrado el diagrama de procesos propuesto en la Metalmecánica TOMI C.A. (ver Apéndice 7).

#### **5.4. PLANO PROPUESTO DE LA REUBICACIÓN DE INSTALACIONES EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A.**

En el siguiente plano serán representadas las instalaciones, reubicación de maquinarias, áreas y zonas propuestas en la Metalmecánica TOMI C.A descritas en el desarrollo de la propuesta. (Ver Apéndice 8).

#### **5.5. DIAGRAMA DE FLUJO O RECORRIDO PROPUESTO DE LA ELABORACIÓN DE UN EJE ESCALONADO EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A.**

En el siguiente plano será mostrada solo el área de análisis en la cual serán excluidas ciertas áreas de las instalaciones de la Metalmecánica TOMI C.A. (ver Apéndice 9).

#### **5.6. ANÁLISIS DETALLADO**

A continuación se presenta un análisis detallado del nuevo método propuesto de trabajo, el cual conviene dividirse en 3 secciones, las cuales denotan lo siguiente:



**b) Descripción de los problemas más característicos del método actual de trabajo y soluciones a estas:**

Actualmente la empresa tiene problemas generados por escenarios de trabajo que no se adaptan a una distribución adecuada.

- ✓ Cuenta con diferentes problemas ocasionados por distintos factores que de una u otra forma afectan directamente el proceso de producción, sin embargo todos estos problemas pueden verse en menor escala en comparación con la necesidad de delimitar y distribuir un nuevo área de almacenamiento de materia prima y productos terminados, en donde estos están distribuidos alrededor del piso de la entrada del área de producción, en el área de máquinas, etc. Quitándole linealidad al proceso y congestionando la zona de producción principalmente.
- ✓ El problema del almacenamiento también trae consigo otros inconvenientes que afectan directamente el proceso de fabricación ya que aunque se tengan en un solo lugar, la materia prima carece de una previa clasificación (barras, tubos, laminas y perfiles U, I, L de aluminio y acero) por lo que se encuentran de manera desorganizada porque no se cuenta con un área espaciosa para su almacenamiento por tipos.
- ✓ La adquisición de anaqueles industriales para la ubicación de productos terminados representaría otra solución del problema, los cuales servirían para guardar de forma ordenada los diferentes tipos de productos terminados. La falta de los mismos provoca demoras en el proceso de entrega al usuario, debido a que los operarios pierden mucho tiempo al momento de localizar el material.
- ✓ Fue necesario hacer una nueva distribución de áreas, zonas, líneas y maquinarias dentro de las instalaciones de la empresa para dar linealidad a c/u de los procesos productivos, seguridad laboral, comodidad y mayor rendimiento del personal, descongestionamiento del área de producción, aprovechar al máximo las instalaciones de la empresa, etc.

**c) Consideraciones tomadas en el nuevo método propuesto de trabajo:**

En la realización del método propuesto de trabajo fueron considerados las herramientas y equipos, seguridad, viabilidad, recursos, etc. Necesarias o requeridas por la empresa por lo que se realizó una selección de ideas



propuestas, las cuales satisfacen las necesidades de la empresa y están descritas según su prioridad. Las cuales son las siguientes:

- ✓ Delimitar nueva zona de almacenamiento de materia prima
- ✓ Delimitar nueva zona de almacenamiento de productos terminados
- ✓ Delimitar nueva área de control de calidad
- ✓ Delimitar nueva Área de Trabajo y Seguridad en las Maquinas
- ✓ Delimitar las Líneas de Seguridad para Transportes
- ✓ Crear un almacén muerto
- ✓ Cambiar la distribución de la maquinaria para evitar retroceso del material
- ✓ Reubicar del edificio de taller mecánico
- ✓ Dotar de mesas para c/u de las maquinas
- ✓ Dotar de Tambores para desecho de las maquinas
- ✓ Instalar de sillas adecuadas y confortables
- ✓ Adquirir anaqueles para el área del producto terminado
- ✓ Techar el patio trasero de la empresa
- ✓ Utilizar las mejoras previamente obtenidas

**d) Evaluación del nuevo método propuesto de trabajo:**

• **Comparando el diagrama de procesos del método propuesto con respecto al actual se obtuvieron los siguientes resultados:**

- ✓ **Operaciones totales realizadas:**
  - Propuesto: 25
  - Actual: 28
  - Diferencia: 3 ahorradas
- ✓ **Traslados totales realizados:**
  - Propuesto: 46.5m
  - Actual: 73m
  - Diferencia: 26.5m ahorrados
- ✓ **Demoras totales realizadas:**
  - Propuesto: 0min
  - Actual: 25min
  - Diferencia: 25min ahorrados

Con esto se pueden apreciar las mejoras en las 3 determinantes de la vialidad del método propuesto de proceso en la fabricación de un eje escalonado. Dicha distribución será productiva, no solo en el proceso estudiado, sino también en los demás procesos productivos realizados en la Metalmecánica TOMI C.A.



• **Comparando el diagrama de flujo o recorrido del método propuesto con respecto al actual se obtuvieron los siguientes resultados:**

- ✓ Linealidad de los procesos productivos
- ✓ Descongestionamiento del área de maquinas
- ✓ Seguridad en el área de maquinas
- ✓ Reducción de traslados innecesarios y demoras evitables
- ✓ Eliminación de operaciones evitables

• **El nuevo método propuesto de trabajo contara con las siguientes mejoras:**

- ✓ Aumento de producción: Por la linealidad en c/u los procesos productivos, mejor aprovechamiento de la mano de obra y espacios físicos, comodidad de trabajo, disminución de congestiónamiento, eliminación de movimientos y demoras evitables.
- ✓ Reducción de desperdicios: Por mejor distribución de tambores de desperdicios en c/u de las máquinas.
- ✓ Ahorro de tiempo: Por la linealidad en c/u de los procesos productivos y eliminación de movimientos y demoras evitables.
- ✓ Ahorro de recorrido: Por la linealidad de los procesos productivos.
- ✓ Aumento de la calidad del material: Por mejor aprovechamiento de la mano de obra, comodidad de trabajo, eliminación de demoras evitables y ejecución eficaz del proceso productivo.
- ✓ Seguridad: Por la delimitación las nuevas áreas y zonas específicas dentro de la empresa para c/u de la máquinas, disminución de congestiónamiento y aprovechamiento de espacios físicos.



## **CAPÍTULO VII**

### **ESTUDIO DE TIEMPO**

En este capítulo se realizarán los cálculos necesarios para el estudio de tiempo, dichos cálculos servirán para conocer con exactitud las fallas que presenta la Metalmecánica TOMI C.A.

#### **6.1. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR**

Para calcular el tiempo estándar se escogió la operación de Corte de Barras de Acero, debido a la repetitividad de la misma y la importancia dentro del proceso de la empresa. Cabe destacar que se subdivide en tres elementos: carga y programación, operación e inspección y descarga, cada una con distintos tiempos.

#### **6.2. CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR**

Para calcular el tiempo estándar seguimos una serie de pasos necesarios para tomar la duración de cada operación que conforma todo el proceso de trabajo del operario de la máquina, como lo son la carga y programación, operación e inspección y descarga. Para hacer esto se utilizó un cronometro, empleando el método de vuelta cero, debido a que así se obtiene directamente el tiempo empleado para cada operación, así como también, se comprueba la estabilidad o inestabilidad del operario en la ejecución de la actividad realizada.

No obstante, se debe tomar en cuenta que este método puede no ser tan preciso, ya que se pierde algún tiempo por la reacción mental del analista para el uso del cronómetro; asimismo, no se registran posibles elementos extraños que pudieran influir en el ciclo de trabajo.

Es necesario establecer la duración de la jornada de trabajo, en la Metalmecánica TOMI C.A. es discontinua, de ocho (8) horas diarias, de lunes a



viernes, distribuidas de 8:00AM a 12:00PM y de 12:30PM a 4:30PM, y sábados de 8:00AM a 12:00AM.; el tiempo de preparación inicial es de veinte (20) minutos y el tiempo de preparación final no existe, ya que por condiciones del equipo se debe apagar inmediatamente luego de realizar el trabajo, por calentamiento del mismo. De esta manera, establecemos la jornada efectiva de trabajo (JET) con la siguiente Fórmula:

$$JET = JT - TF$$

$$JET = (480 - 20) \text{ min}$$

$$JET = 460 \text{ min}$$

Cabe destacar que los tiempos obtenidos son aplicados a la carga y programación, operación e inspección y descarga de material previamente seleccionado, proveniente de los almacenes de almacenamiento. Se seleccionaron estas operaciones ya que en el momento de las visitas eran las actividades ejecutadas de manera repetitiva y continua.

### 6.3. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO

Este paso permite determinar el número de observaciones que deben hacerse a la hora de la recolección de datos, es decir, la cantidad de ciclos que deben ser observados y registrados.

En primer lugar, antes de iniciar los cálculos respectivos, es necesario destacar que para este proyecto de investigación sólo se registraron 10 observaciones, sin tomar en cuenta la cantidad de lecturas adicionales que arroje este procedimiento.

Previamente se estableció un coeficiente de confianza de 0.95, lo que quiere decir que el 95% de los datos registrados están dentro del intervalo de confianza, y por consiguiente; se tiene una imprecisión de un 5%. Dado que la muestra es de 10 ciclos, se tiene que los grados de libertad son de 9.

$$NC = 95\% \quad S = 5\%$$

$$n - 1 = 10 - 1 = 9$$

$$\alpha = 1 - NC = 1 - 0.95 = 0.05$$



$$t_c = t(0.05; 9) = 1.833$$

### 6.3.1. TABLA DE TIEMPOS OBTENIDOS

En la siguiente Tabla serán mostrados los Tiempos Obtenidos en el Área de Corte en las Instalaciones de la Metalmecánica TOMI C.A (ver Apéndice 10).

$$C = 95\% = 0.95$$

$$TPS1 = 26,095 \text{ seg.}$$

$$TPS2 = 44,659 \text{ seg.}$$

$$TPS3 = 6,549 \text{ seg.}$$

### 6.3.2. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

A. Paso 1: Cálculo del Tiempo Promedio Seleccionado ( **TPS** )

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T_n}{n} \Rightarrow TPS = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_{10}}{10}$$

$$TPS = \frac{(81,8 + 71,8 + 96,4 + 85,9 + 75,4 + 75,2 + 70,1 + 68,5 + 81,8 + 65,6)}{10}$$

$$TPS = 77,3 \text{ seg.} \Rightarrow 1,2841 \text{ min.}$$

B. Paso 2: Cálculo de la Desviación Estándar ( **S** )

Para realizar el siguiente cálculo se tomaron los Tiempos Totales de la Operación de Corte de Barras de Acero obtenidos para cada ciclo, fueron extraídos de la tabla de registro de tiempos obtenidos (ver Apéndice 11).

La siguiente Tabla Muestra los valores de los Tiempos Totales Obtenidos en el Área de Corte en las instalaciones de la Metalmecánica TOMI C.A (ver Apéndice 12).

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n-1}} \Rightarrow S = 9,3275$$



Cálculo obtenido mediante la calculadora

C. Paso 3: Definición del Intervalo de Confianza (  $I$  )

$$I = LC = \bar{X} \pm \frac{T_c \times S}{\sqrt{n}} \Rightarrow I = 77,3 \pm \frac{1,833 \times 9,3275}{\sqrt{10}}$$

$I_1 = 82,7366 \text{ seg.}$   Se elige este valor por ser el mayor de los Intervalos

$I_2 = 71,9234 \text{ seg.}$

D. Paso 4: Determinación del Intervalo de la Muestra (  $I_m$  )

$$I_m = \frac{2 \times T_c \times S}{\sqrt{n}} \Rightarrow I_m = \frac{2 \times 1,833 \times 9,3275}{\sqrt{10}}$$

$I_m = 10,813 \text{ seg.}$

E. Paso 5: Evaluación del Criterio de decisión

Criterios de Decisión:

$I_m \leq I$   Se Acepta

$I_m > I$   Se Rechaza

Comparando:

10.813  $\leq$  82.7366

Como  $I_m > I$ , se acepta el número de observaciones realizada.

### 6.3.3 CALIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD

Para este cálculo se utilizó el sistema WESTINGHOUSE (Ver Anexo 5), será descrito el proceso de obtención de resultados a continuación:



#### A. Paso 1: Cálculo de la Calificación de Velocidad ( $C_v$ )

- **Habilidad:** Este factor se encuentra en un nivel excelente debido a que los operarios deben poseer habilidades apropiadas para la elaboración de cada detalle del plano, además de poseer destreza suficiente para poder terminarlo según el tiempo de demanda establecido por la obra.
- **Esfuerzo:** El operario posee la rapidez adecuada, y gran habilidad.
- **Condiciones:** Donde se realiza dicho proceso posee las condiciones ambientales necesarias para dicha labor.
- **Consistencia:** el rendimiento del operario promedio es regular, debido a la labor que realiza.

Se determinó el factor de calificación y la calificación de la velocidad, de la siguiente manera:

La siguiente Tabla Muestra el Factor de Calificación (c) Tomado en la Evaluación de Factores según su Clase y % de la Operación de Corte de Barras de Acero en el Área de Corte de las instalaciones de la Metalmecánica TOMI C.A (ver Apéndice 13).

$$C_v = 1 \pm c \Rightarrow C_v = 1 + 0,19 \Rightarrow C_v = 1,19$$

La calificación de Velocidad  $C_v$  indica que como promedio el operario trabaja con un 19% de eficiencia por encima del promedio.

#### B. Paso 2: establecimiento del Tiempo Normal de la actividad ( $TN$ )

$$TN = TPS \times C_v \quad TPS = 77,3 \text{ seg.}$$

$$TN = 77,306 \text{ seg.} \times 1,19$$

$$TN = 84,2635 \text{ seg.} \Rightarrow 1,4043 \text{ min}$$



#### 6.3.4. CÁLCULO DE TOLERANCIAS

##### A. Paso 1: Recolección y Organización de Datos.

$$NP = 20 \text{ min.}$$

$$TPI = 20 \text{ min.}$$

$$TPE = 0 \text{ min.}$$

$$JT = 8 \frac{\text{Hr}}{\text{día}} (\text{Discontina}) = 480 \frac{\text{min}}{\text{día}}$$

8:00AM a 12:00PM / 1:00PM a 5:00PM.

El tiempo de preparación inicial incluye acondicionar de la máquina, verificación general de la misma. Mientras que el tiempo de preparación final es nulo, ya que luego de realizada la actividad diaria solo se apaga para evitar daños.

##### B. Paso 2: Cálculo de la Jornada de Trabajo ( **JT** )

El horario de trabajo es de 8:00AM a 12:00AM y de 12:30PM a 4:30 PM, lo que significa que la jornada de trabajo es de  $8 \frac{\text{Hr}}{\text{día}} = 480 \frac{\text{min}}{\text{día}}$  (*Discontina*).

##### C. Paso 3: Cálculo de Tolerancias por Fatiga

A continuación, se presenta la descripción del trabajo, realizando el enfoque hacia las características que definen las tolerancias por fatiga. Es importante resaltar, que se considera una sola actividad porque el proceso que se lleva a cabo en la Fabricación es muy largo.

- **Condiciones de trabajo**

- ✓ Temperatura



a) Ambientes con circulación de aire:  $24 \leq ^\circ C .Temperatura \leq 26^\circ C .$

b) Ambientes con circulación normal de aire:  
 $31^\circ C \leq Temperatura < 36.5^\circ .$  (Grado 2).

- ✓ **Condiciones Ambientales:** Buena de (Grado 2).
- ✓ **Humedad:** Humedad normal, ambiente fresco de (Grado 1).
- ✓ **Nivel de ruido:** Se labora dentro de un ambiente poco ruidoso característico en oficina (Grado 1).
- ✓ **Iluminación:** Luces sin resplandor iluminación buena para oficinas e inspección de (Grado 1).
- **Repetitividad**
  - ✓ **Duración del trabajo:** La operación puede completarse en 1 hora o menos, debido a que todo el proceso es relativo (Grado 3).
  - ✓ **Repetición del ciclo:** El ritmo de trabajo es de ocurrencia regular. (Grado 3).
  - ✓ **Esfuerzo físico:** El proceso se realiza manual aplicando entre el 40% y 70% del tiempo, para pesos entre 2.5 Kg. y 12.5 kg. (Grado 1).
  - ✓ Esfuerzo mental o visual: Se Presenta una atención mental y visual frecuente por ser un proceso intermitente. (Grado 2).
- **Posición de Trabajo:** La realización del trabajo está combinado el estar parado y el caminado, así como también agacharse y empinarse, se le permite al trabajador que se siente durante lapsos intermitentes de tiempo, según lo permita la labor (Grado 3).

#### D. Paso 4: Determinación De Tolerancias Fijas

- **Almuerzo:** 1 hora; está pautado de 12 a.m. a 1:00 p.m., por lo cual no se va a considerar en los cálculos debido a que la jornada de trabajo es discontinua.



- **Desayuno:** 15 min.
- **Tiempo de preparación para iniciar operaciones (TPI):** 10 min; en este tiempo es preparada el área de trabajo, colocando las herramientas a utilizar en sus puestos correspondientes.
- **Tiempo de preparación al final (TPF):** 0 min.; Al finalizar el último trabajo de la jornada laborar se le indica a la máquina que limpie sus mecanismo y de manera autónoma realiza esta labor y posteriormente se apaga.
- **Necesidades personales:** 25 min., considerando que este valor es la suma de todos los tiempos empleados por el operario durante la jornada de trabajo, esto involucra el tiempo empleado para las necesidades personales de cada operario, los concede la empresa.

#### E. Paso 5: Determinación De La Jornada Efectiva De Trabajo ( **JET** )

Para determinar la jornada efectiva de trabajo se aplica la siguiente fórmula:

$$JET = JT - ( \sum Tolerancias Fijas )$$

$$JET = JT - ( Desayuno + TPI + TPF )$$

$$JET = 480 - ( 15 + 10 + 0 ) \Rightarrow JET = 455 \text{ min.} = 7,5833 \text{ Hrs.}$$

#### 6.3.5. TABLA DE CONCESIONES

A continuación se presentan de manera clara los grados y puntos asignados a cada factor mediante la utilización de una hoja de concesiones (Ver Apéndice 14).

#### 6.3.6. CÁLCULO DE FATIGA



Para calcular la fatiga se emplea el método sistemático. A través de estos datos obtenidos se calcula la fatiga mediante la siguiente fórmula:

**Rango:** 220 – 226

Clase: C1

% de Concesión: 11 %

$$Fatiga = \frac{\% Concesiones \times JT}{1 + \% Concesiones} \Rightarrow Fatiga = \frac{0,11 \times 420}{1 + 0,11}$$

$$Fatiga = 41,62162 \text{ min.} \approx 42 \text{ min.} \approx 0,7 \text{ Hrs.}$$

#### F. Paso 6: Normalización de Tolerancias

Se deben tomar en cuenta los 42 minutos de tolerancias por fatiga y los 25 minutos dados por la empresa por necesidades personales, estas son las tolerancias variables.

$$\begin{aligned} JET - (Fatiga + NP) &\Rightarrow (Fatiga + NP) \\ TN &\Rightarrow X \end{aligned}$$

$$X = \frac{TN \times (Fatiga + NP)}{JET - (Fatiga + NP)} \Rightarrow X = \frac{84,2635 \times (42 + 25)}{455 - (42 + 25)}$$

$$X = Tolerancias = 14,6640 \text{ min.} \approx 0,24444 \text{ Hrs.}$$

#### 6.4. CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR

$$TE = TN + \sum Tolerancias \Rightarrow TE = 84,2635 + 14,6640$$

$$TE = 98,9275 \text{ min.} \approx 1,6487 \text{ Hrs.}$$



## CONCLUSIONES

Una vez concluida la investigación relacionada con el proceso de elaboración de un eje escalonado se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Para la Ejecución del Estudio se le realizó seguimiento al material, ya que según la información obtenida en las entrevistas era el más idóneo para la empresa.
2. Se puede apreciar que existen demoras en el proceso de fabricación las cuales son evitables y presenta traslados considerables, ya que posee mala distribución de Maquinas en el Área de Fabricación. En general la empresa tiene problemas generados por escenarios de trabajo que no se adaptan a una distribución adecuada.
3. Del diagrama de Procesos de la Elaboración de un Eje escalonado se observaron características y fallas graves como las demoras evitables, traslados extensos, entre otras, las cuales representan un gran problema para la productividad de la empresa, y a su vez incurra en gastos.
4. El diagrama de Flujo o Recorrido de la Elaboración de un Eje Escalonado mostró detalles previamente descritos por el Diagrama de Procesos, en el que es notable la distancia que recorre el operario a lo largo del Proceso de Fabricación, generando demoras, entre otras.
5. En la realización del Análisis General del Proceso Estudiado se Observaron detalles importantes, entre ellos: falta de linealidad del Proceso, Demoras Evitables, traslados extensos, falta de Delimitación de Áreas de Seguridad, entre otros, los cuales son Determinantes en el Proceso de Fabricación y lo Atrasan.
6. El método usado actualmente por la metalmecánica TOMI C.A presentando fallas en varios aspectos, tales como: falta de linealidad en cada uno de los proceso, mal aprovechamiento del espacios en las instalaciones, inexistencia de comodidad de trabajo, congestionamiento, demoras evitables, no hay ejecución eficaz del proceso, no se aprovecha al máximo la mano de obra, etc.
7. A partir de lo observado en las instalaciones y los planos de la empresa se desarrolló preguntas comunes y no comunes en la misma, las cuales sirvieron para constatar las fallas obtenidas en la evaluación del método de trabajo actual.
8. De los resultados obtenidos de las preguntas de la OIT se originaron ideas en el nuevo método propuesto, tales como: delimitar nueva zona de almacenamiento de materia prima, producto terminado, control de calidad,



área de seguridad para transportes, área de trabajo y seguridad en las máquinas, creación de almacén muerto, reubicación de edificios y maquinarias, dotación de mesas, sillas y tambores de desecho y para c/u de las máquinas, dotación de carruchas industriales, adquisición de anaqueles para el producto terminado y techado de patio trasero.

9. Del análisis operacional se observaron características y fallas graves como la falta de linealidad en el proceso y demoras evitables, etc. Los cuales se atacaron en el diseño del nuevo método propuesto. Lo cual representa un gran problema para la productividad de la empresa, y a su vez incurra en gastos.
10. La propuesta a realizarse solucionaría las fallas presentadas por el método actual de trabajo, además presentaría beneficio tales como: aumento de producción, reducción de desperdicios, ahorro de tiempo, ahorro de recorrido, aumento de la calidad del material y seguridad en las instalaciones de la empresa.
11. El nuevo diagrama del proceso del método utilizado en la propuesta presenta menos operaciones, reducción de recorrido, evita demoras inevitables y movimientos innecesarios, además añade linealidad al proceso y reducción de desperdicio.
12. El nuevo diagrama de fluido o recorrido del método propuesto representa gráficamente las mejoras logradas en la propuesta, como la linealidad del proceso sin demora ni movimientos innecesarios.
13. Del análisis detallado al método propuesto se puede decir que:
  - Se disminuirá el peligro, las dificultades, los tiempos en la ejecución del proceso distancia recorrida, etc.
  - Fue considerada la seguridad, herramientas, equipos necesarios, y reubicación de máquinas para la realización de la propuesta, dichas consideraciones fueron positivas para la viabilidad de la realización de la misma.
  - Las mejoras con respecto al anterior método de trabajo son notable en especial la linealidad y ejecución eficaz del proceso, aprovechamiento del espacio físico y la comodidad del trabajo.
14. Después de realizado el estudio de Tiempos se Determinó que el Tamaño de la Muestra es el adecuado, por lo que el estudio tiene el nivel de confianza deseado.



15. El cronometro es un dispositivo útil y preciso a la hora de Realizar Estudios de Tiempos.
16. Se debe tener un Alto Nivel de Concentración al Realizar la Toma de Tiempos en c/u de los Elementos que conforman la Operación de Corte de Barras de Acero, todo esto para garantizar la lectura correcta de los mismos.
17. Se Vacieron los Tiempos Obtenidos con el Cronometro en el Formato de Registro de Tiempos para luego de esto Realizar los Cálculos Pertinentes.
18. Se Determinó que el Tiempo Promedio Seleccionado (*TPS*) fue de 1,2841 min.
19. A través de la Tabla del Factor de Clasificación se Determinó la Calificación de Velocidad de Ejecución de la Operación de Corte de Barras de Acero, la cual tuvo un resultado de 1,19, este resultado indica que el operario trabaja a un 19% por encima del Promedio de Eficiencia.
20. Las Tolerancias en la Ejecución de la Operación de Corte de Barras de Acero fueron de 14,6640 min.
21. El Tiempo Estándar de la Operación de Corte de Barras de Acero en la metalmecánica TOMI C.A. fue de 98,9275 min, lo cual al ser comparado con el tiempo del ciclo demuestra que se está perdiendo tiempo en la realización de la Operación.



## RECOMENDACIONES

Una vez concluida la investigación relacionada con el proceso de elaboración de un eje escalonado se recomienda:

1. Tomar en cuenta las necesidades y posibilidades de la empresa a la hora de Seleccionar a quien se le realizara seguimiento en el estudio a Realizar.
2. Ser crítico a la hora de evaluar el método de trabajo actual, con el fin de no sobrevalorar ni despreciar la forma en que se realiza el mismo.
3. Realizar Diagramas de Proceso para la Fabricación de las Piezas más comunes que realice la empresa, con el fin de Evaluarlas y optimizarlas lo más posible.
4. Elaborar Diagramas de Flujo o Recorrido para la Fabricación de las Piezas más comunes que realice la empresa, ya que estos muestran los traslados y la linealidad que presenta el proceso, posteriormente podrá evaluarse la reubicación de las maquinas si es necesario
5. Tener en consideración la realización de un Análisis General a la hora de Realizar Estudios, ya que en estos podemos apreciar y mostrar las ventajas y desventajas que presente dicho proceso.
6. Desemplear el método actual de trabajo, ya que este presenta muchas fallas en el proceso de producción, tales como carencia de áreas óptimas para almacenamiento, falta de linealidad en los procesos, congestión del área de fabricación, etc.
7. Realizar técnicas de interrogatorio en estudio de procesos de producción.
8. Responder las preguntas formuladas por la OIT, de este modo identificar c/u de las problemáticas presentadas por la empresa.
9. Realizar análisis operacionales, con el fin de conocer las fallas y características de la empresa escogida.
10. Emplear el nuevo método propuesto de trabajo, ya que representa la solución a las carencias de la empresa y da linealidad en los procesos principalmente.
11. Realizar diagrama de procesos, con el fin de mostrar gráficamente c/u de las operaciones, traslados y demoras a lo largo de la línea de producción. De los resultados obtenidos sacar soluciones y plantear mejoras.



- 12.** Realizar diagrama de flujo o recorrido, con el fin de mostrar gráficamente el recorrido del material a través de c/u de procesos de la línea de producción. De los resultados obtenidos sacar soluciones y plantear mejoras
- 13.** Realizar análisis detallados a la hora de realizar propuestas en métodos de trabajo, con el fin de evaluar su viabilidad, productividad, ergonomía, etc.
- 14.** Trabajar con un tamaño de muestra adecuado, de esta forma obtener el nivel de confianza deseado.
- 15.** Leer las instrucciones del cronometro y realizar prácticas con anterioridad, con el fin de obtener resultados correctos y evitar errores.
- 16.** Al momento de realizar la toma de tiempos de la operación debe seleccionarse aquellos que sean aptos para los cálculos posteriores, todo esto con el fin de obtener resultados relevantes.
- 17.** Realizar un formato adecuado para registrar los tiempos obtenidos organizadamente, el cual refleje los cálculos que deban realizarse en la operación y contar con información que ayude a obtener y comprender fácilmente los datos registrados.
- 18.** Es importante hacer un estudio de tiempos con el fin de calcular el tiempo promedio de Selección, así evaluar el proceso y realizar todas las mejoras posibles.
- 19.** Tener conocimiento de la calificación de la velocidad con la que trabaja el operario nos muestra su porcentaje promedio de Eficiencia.
- 20.** La asignación de tolerancias justas en la ejecución de operaciones asegura que el operario tenga las comodidades esenciales para realizar eficazmente sus actividades sin generarle fatigas o pérdidas a la empresa.
- 21.** El Cálculo del tiempo estándar de una operación es fundamental para calcular la producción que presente el operario, ciclo o máquina. Debe realizarse frecuentemente para disminuirlo, con el fin de obtener el mismo resultado pero con menores costos de producción.



## BIBLIOGRAFÍA

- Biasca R., Manejo y almacenamiento de materiales.
  - Meyers, Manual del Ingeniero Industrial.
  - Monografía “Análisis operacional del método de trabajo de la estación de servicio VIRGEN DEL VALLE C.A.”
  - Monografía “Aplicar el análisis operacional y proponer un método eficiente de trabajo para mejorar el proceso productivo Metal mecánica Móvil C.A. ( INMOVICA)”
  - Niebel B, Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseños del Trabajo, 10a Edición, Editorial: Alfaomega.
  - Turmero Iván, (2011), Apuntes de clases de Ingeniería de métodos, Ingeniería Industrial. UNEXPO.
- Narváez R. (1997), Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación, UNEXPO, Segunda edición,
- Tamayo y Tamayo (1986), El proceso de la investigación científica, Editorial Limusa

## INFOGRAFÍA

- Tipos de Investigación [artículo en línea] disponible en:  
<http://www.rena.edu.ve/cuartaEtapa/metodologia/Tema4.html>
- Metodología de la investigación [monografía] disponible en:  
<http://www.monografias.com/trabajos23/metodos-de-investigacion/metodos-de-investigacion.shtml>
- Últimas monografías publicadas por Turmero I. [artículo en línea] disponible en:  
[http://www.monografias.com/usuario/perfiles/iva\\_n\\_turmero\\_astros/monografias](http://www.monografias.com/usuario/perfiles/iva_n_turmero_astros/monografias)
- monografía [artículo en línea] disponible en:  
<http://www.monografias.com/trabajos12/diflu/diflu.shtml>
- Análisis operacional en la empresa Racha, C.A [artículo en línea] disponible en:  
<http://www.monografias.com/trabajos93/analisis-operacional-empresa-racha-c-a/analisis-operacional-empresa-racha-c-a.shtml>



- Evaluación del proceso productivo de los hornos n° 1 y 2 de precalentamiento y homogeneizado de planchones [artículo en línea] disponible en:  
<http://www.monografias.com/trabajos90/evaluacion-proceso-productivo-hornos-precalentamiento-y-homogeneizado/evaluacion-proceso-productivo-hornos-precalentamiento-y-homogeneizado.shtml>
- Últimas monografías publicadas por Turmero I. [artículo en línea] disponible en:  
[http://www.monografias.com/usuario/perfiles/iva\\_n\\_turmero\\_astros/monografias](http://www.monografias.com/usuario/perfiles/iva_n_turmero_astros/monografias)
- definición del sistema Westinghouse [artículo en línea] disponible en:  
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Sistema-westinghouse/5489843.html>
- definición de tiempo normal [monografía en línea] disponible en:  
<http://www.monografias.com/trabajos27/estudio-tiempos/estudio-tiempos.shtml>
- Definición del Estudio de Tiempos por Iván Turmero [monografía en línea] disponible en:  
<http://www.monografias.com/trabajos91/tiempo-estandar-y-muestreo-del-trabajo-libreria-y-papeleria-latina/tiempo-estandar-y-muestreo-del-trabajo-libreria-y-papeleria-latina.shtml>
- definición de fatiga [artículo en línea] disponible en:  
<http://www.arthritis.org/espanol/salud-y-vida/cuerpo-fatiga/>
- definición de Elemento [artículo en línea] disponible en:  
[http://mt-ftp.blogspot.com/2012\\_02\\_01\\_archive.html](http://mt-ftp.blogspot.com/2012_02_01_archive.html)



## ANEXOS



**ANEXO 1: CRONÓMETRO  
DECIMAL DE MINUTOS**



**ANEXO 2: CRONÓMETRO  
DECIMAL DE MINUTOS DE  
DOBLE ACCIÓN**



**ANEXO 3: CRONÓMETRO  
DECIMAL DE HORA**



**ANEXO 4: CRONÓMETRO  
ELECTRÓNICO**



**Anexo  
5:  
SISTEM  
A  
WESTINGHOUSE**



<b>HABILIDAD</b>			<b>ESFUERZO</b>		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente



<b>CONDICIONES</b>			<b>CONSISTENCIA</b>		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buena	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
-0.03	E	Aceptable	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficiente	-0.04	F	Deficiente

## Anexo 6: FUNDAMENTOS DEL ESTUDIO DEL TRABAJO (TEMPERATURA Y CONDICIONES AMBIENTALES)

### DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA

#### A. CONDICIONES DE TRABAJO: 1) TEMPERATURA, 2) CONDICIONES AMBIENTALES, 3) HUMEDAD,

#### 4) NIVEL DE RUIDO, 5) ILUMINACIÓN

#### 1. TEMPERATURA

##### GRADO 1.

(5 PUNTOS). Climatización bajo control eléctrico o mecánico.  
20°C < Temperatura ≤ 24°C.

##### GRADO 2.

(10 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: 24°C < Temperatura ≤ 29,5°C.  
b) Para trabajos externos: 26,5°C < Temperatura ≤ 32°C.

##### GRADO 3.

(15 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: 26,5°C < Temperatura ≤ 28°C.  
b) Para trabajos externos o con circulación de aire:  
32°C < Temperatura ≤ 34,5°C.

##### GRADO 4.

(40 PUNTOS). a) Ambientes sin circulación de aire:  
Temperatura ≥ 32°C. b) Ambientes con circulación normal de aire:  
35°C < Temperatura ≤ 41,5°C.

#### 2. CONDICIONES AMBIENTALES

##### GRADO 1.

(5 PUNTOS) a) Operaciones normales en Exteriores. b) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.

##### GRADO 2.

(10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.

##### GRADO 3.

(20 PUNTOS) Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada

##### GRADO 4.

(30 PUNTOS) Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.

**Anexo 7: FUNDAMENTOS DEL ESTUDIO DEL TRABAJO (HUMEDAD, NIVEL DE RUIDO E ILUMINACIÓN)**

**Anexo 8: FUNDAMENTOS DEL ESTUDIO DEL TRABAJO (DURACIÓN DEL**

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO	
2	
<p><b>3. HUMEDAD</b></p>	<p><u>GRADO 1.</u></p> <p>(5 PUNTOS). Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21 a 24°C.</p> <p><u>GRADO 2.</u></p> <p>(10 PUNTOS). Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.</p> <p><u>GRADO 3.</u></p> <p>(15 PUNTOS). Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%.</p> <p><u>GRADO 4.</u></p> <p>(20 PUNTOS). Elevadas condiciones de humedad, tales como trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, que ameritan el uso de ropa especial</p>
<p><b>4. NIVEL DE RUIDO</b></p>	<p><u>GRADO 1.</u></p> <p>(5 PUNTOS). Ruido de 30 a 60 decibelios. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.</p> <p><u>GRADO 2.</u></p> <p>(10 PUNTOS). a) Ruido por debajo de 30 decibelios. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibelios, pero de naturaleza constante.</p> <p><u>GRADO 3.</u></p> <p>(20 PUNTOS). a) Ruidos agudos por encima de 90 decibelios. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibelios no intermitentes.</p> <p><u>GRADO 4.</u></p> <p>(30 PUNTOS). Ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.</p>
<p><b>5. ILUMINACIÓN</b></p>	<p><u>GRADO 1.</u></p> <p>(5 PUNTOS). Luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales; y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección.</p>



## TRABAJO Y REPETICIÓN DEL CICLO)

### Anexo 9: FUNDAMENTOS DEL ESTUDIO DEL TRABAJO (ESFUERZO FÍSICO)

### Anexo 10: FUNDAMENTOS DEL ESTUDIO DEL TRABAJOS (ESFUERZO

#### 4. ESFUERZO MENTAL O VISUAL

GRADO 4. (80 PUNTOS). Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30 kg.

GRADO 1. (10 PUNTOS). Atención mental o visual aplicada ocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática o porque la atención del trabajador es requerida a intervalos muy largos.

GRADO 2. (20 PUNTOS). Atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la máquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados.

GRADO 3. (30 PUNTOS). Atención mental y visual continuas debido a razones de calidad o de seguridad. Generalmente ocurre en operaciones repetitivas que requieren un estado constante de alerta o de actividad de parte del trabajador.

GRADO 4. (50 PUNTOS) a) Atención mental y visual concentrada o intensa en espacios reducidos; b) Realización de trabajos complejos con límites estrechos de exactitud o calidad. c) Operaciones que requieren la coordinación de gran destreza manual con atención visual estrecha sostenida por largos periodos de tiempo. d) Actividades de inspección pura donde el objetivo fundamental es el chequeo de la calidad.



MENTAL O VISUAL)

## **Anexo 11: FUNDAMENTOS DEL ESTUDIO DEL TRABAJOS (POSICIÓN DE TRABAJO)**

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

8

### **C. POSICIÓN DE TRABAJO: PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.**

#### **GRADO 1.**

(10 PUNTOS). Realización del trabajo en posición sentado o mediante una combinación de sentado, parado y caminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferior a cinco minutos. El sitio de trabajo presenta una altura normal respecto a la posición de la cabeza y los brazos del trabajador.

#### **GRADO 2.**

(20 PUNTOS). a) Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que le trabajador se sienta sólo en pausas programadas para descansar. b) El sitio de trabajo presenta una disposición fuera del rango normal de trabajo, impidiendo la comodidad de brazos, piernas y cabeza por periodos cortos inferiores a un minuto.

#### **GRADO 3.**

(30 PUNTOS). Operaciones donde el sitio de trabajo o la naturaleza del mismo obliguen a un continuo agacharse o empujarse; o donde el trabajo requiera la extensión de los brazos o de las piernas constantemente.

#### **GRADO 4.**

(40 PUNTOS). Operaciones donde el cuerpo es contraído o extendido por largos periodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva.



## ANEXO 12: TABLA DE REGISTRO DE CONCESIONES

	HOJA DE CONCESIONES		NÚMERO	II - 001
			VIGENCIA	
			FECHA	
CÓDIGO DE CARGO:	CONCESIONES:	FECHA	<input type="checkbox"/> EFECTIVA <input type="checkbox"/> REEMPLAZADA	
ÁREA:	GERENCIA O DIVISIÓN:	PREPARADO POR:		
PROYECTO:	DEPARTAMENTO O SECCIÓN:	REVISADO POR:		
PROCESO:	TÍTULO DEL CARGO:	APROBADO POR:		
PUNTOS POR GRADO DE FACTORES				
FACTORES DE FATIGA	1er.	2do.	3er.	4to.
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>				
1 TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
3 HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
5 LUZ	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
<b>REPETITIVIDAD:</b>				
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
8 DEMANDA FÍSICA	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
<b>POSICIÓN:</b>				
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
TOTAL PUNTOS: _____				
CONCESIONES POR FATIGA: _____ (MINUTOS)				
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>				
TIEMPO PERSONAL: _____				
DEMORAS INEVITABLES: _____				
TOTAL CONCESIONES: _____				
NOTA: SEÑALAR CON UNA <input type="checkbox"/> LA PUNTUACIÓN CORRESPONDIENTE				

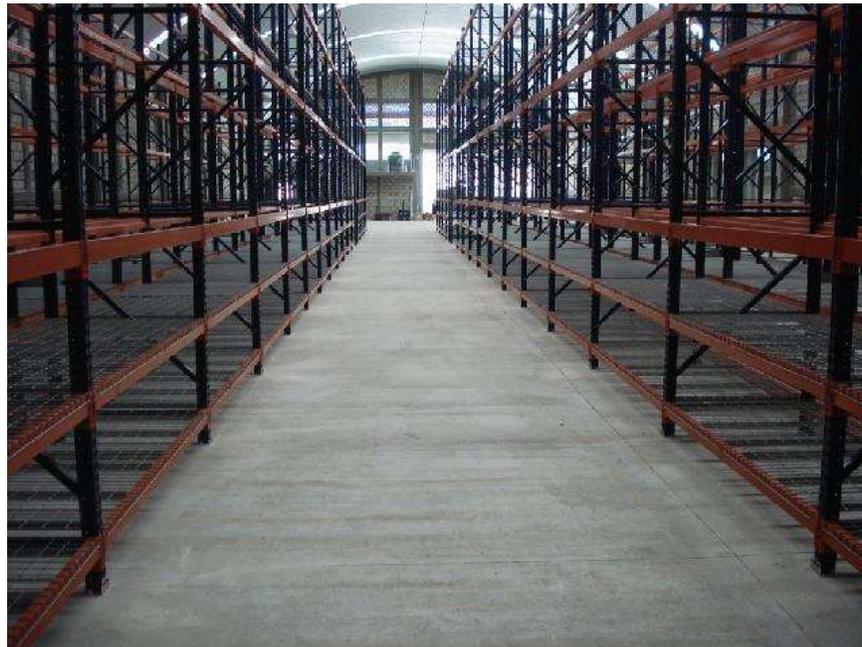


### ANEXO 13: TABLA DE CONCESIONES POR FATIGA

<b>CONCESIONES POR FATIGA</b>				$\text{MINUTOS CONCEDIDOS} = \frac{\text{CONCESIÓN \%} \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESIÓN \%}}$			
CLASE	LÍMITES DE CLASE		CONCESIÓN (%) POR CLASE	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
	INFERIOR	SUPERIOR		510	480	450	420
				MINUTOS CONCEDIDOS POR FATIGA			
A1	0	156	1	5	5	4	4
A2	157	163	2	10	10	9	8
A3	164	170	3	15	14	13	12
A4	171	177	4	20	18	17	16
A5	178	184	5	24	23	21	20
B1	185	191	6	29	27	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	27
B3	199	205	8	38	36	33	31
B4	206	212	9	42	40	37	35
B5	213	219	10	46	44	41	38
C1	220	226	11	51	48	45	42
C2	227	233	12	55	51	48	45
C3	234	240	13	59	55	52	48
C4	241	247	14	63	59	55	51
C5	248	254	15	67	63	59	55
D1	255	261	16	70	66	62	58
D2	262	268	17	74	70	65	61
D3	269	275	18	78	73	69	64
D4	276	282	19	81	77	72	67
D5	283	289	20	85	80	75	70
E1	290	296	21	89	83	78	73
E2	297	303	22	92	86	81	76
E3	304	310	23	95	90	84	79
E4	311	317	24	99	93	87	81
E5	318	324	25	102	96	90	84
F1	325	331	26	105	99	93	87
F2	332	338	27	108	102	96	89
F3	339	345	28	112	105	98	92
F4	346	349	29	115	108	101	94
F5	350	... Y MÁS	30	118	111	104	97



**CARRUCHA INDUSTRIAL**



**ANAQUELES INDUSTRIALES**



## APÉNDICES

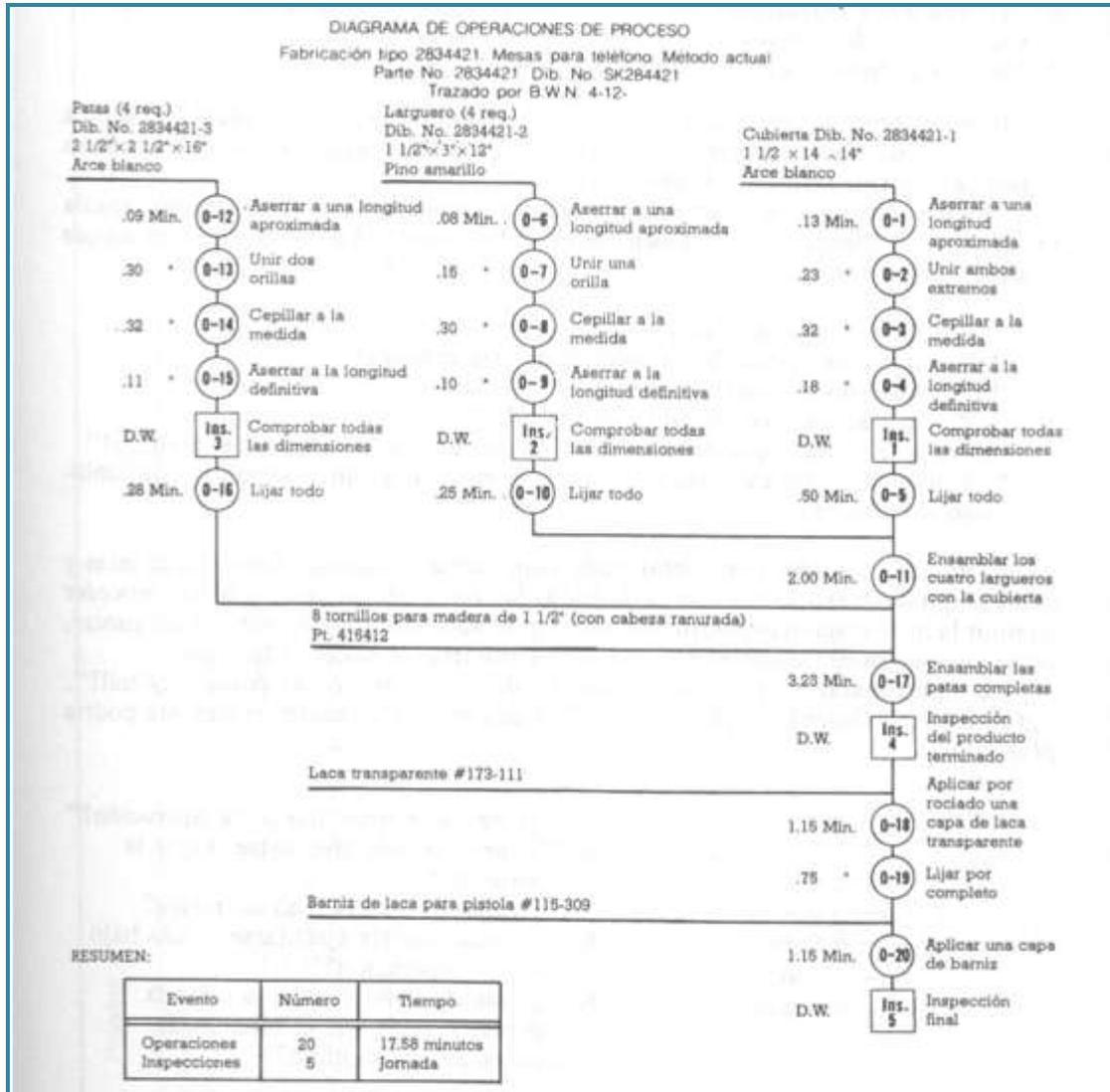


## Apéndice 1: Listado de Equipos

<b>LISTADO DE EQUIPOS</b>	
<b>Fresadora Universal</b>	Soldadora de Sierra Cinta
<b>Torno Paralelo</b>	Cabezal de Arco Sumergido
<b>Torno Vertical</b>	M. S. de Arco Sumergido
<b>Torno Control Numérico</b>	Mesa Giratoria para Soldar
<b>Taladro Radial</b>	Torno p/ Eq.de Arco Sumergido
<b>Perforadora</b>	Batea de Remolque
<b>Prensa Hidráulica</b>	Camión
<b>Prensa Manual</b>	Camión Chuto
<b>Sierra Automática</b>	Vehículo
<b>Cepillo Limadora</b>	Montacargas
<b>Calandra Eléctrica</b>	Edificio Oficinas
<b>Calandra Manual</b>	Edificio Taller
<b>Cizalla</b>	Patio
<b>Cizalla Punzonadora Múltiple</b>	Áreas Verdes
<b>Dobladora</b>	

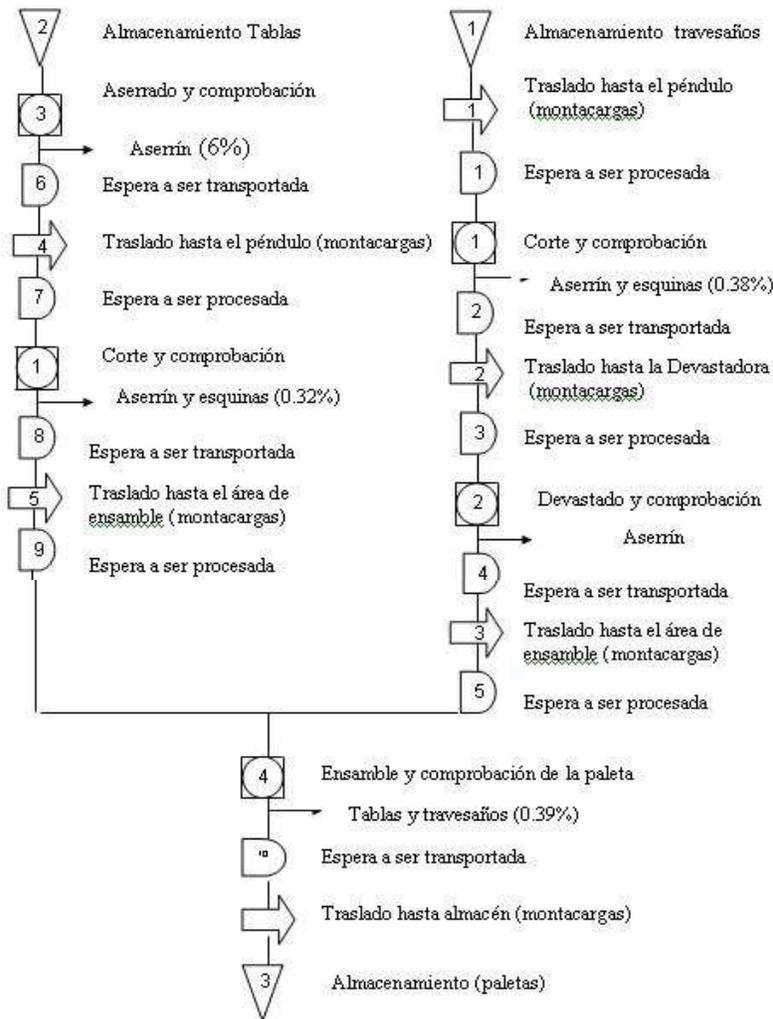


**Apéndice 2: Diagrama de operaciones de proceso que ilustra la fabricación de masillas para teléfonos.**





### Apéndice 3: Ilustración del diseño de diagrama de flujo del proceso.





## Apéndice 4: Diagrama de Proceso

Diagrama de Procesos

Proceso: Eje Escalonado

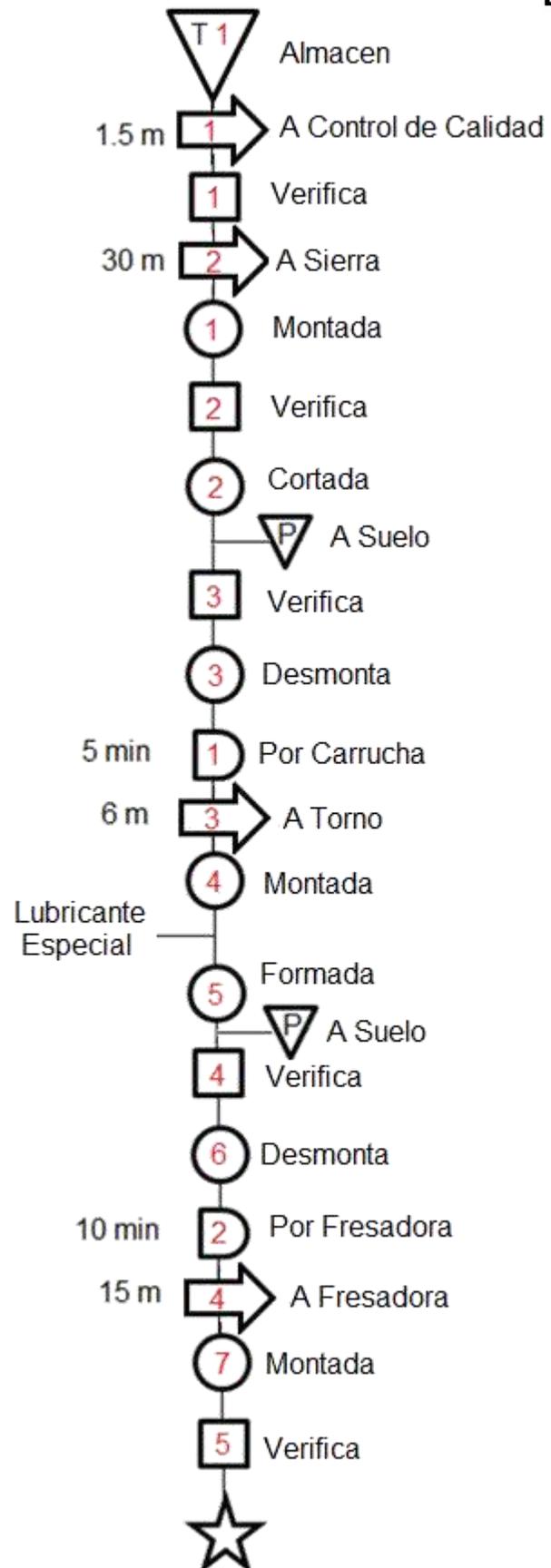
Inicio: Almacén Materia Prima

Fin: Almacén Productos terminados

Fecha: Noviembre 2012

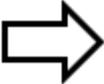
Método: Actual

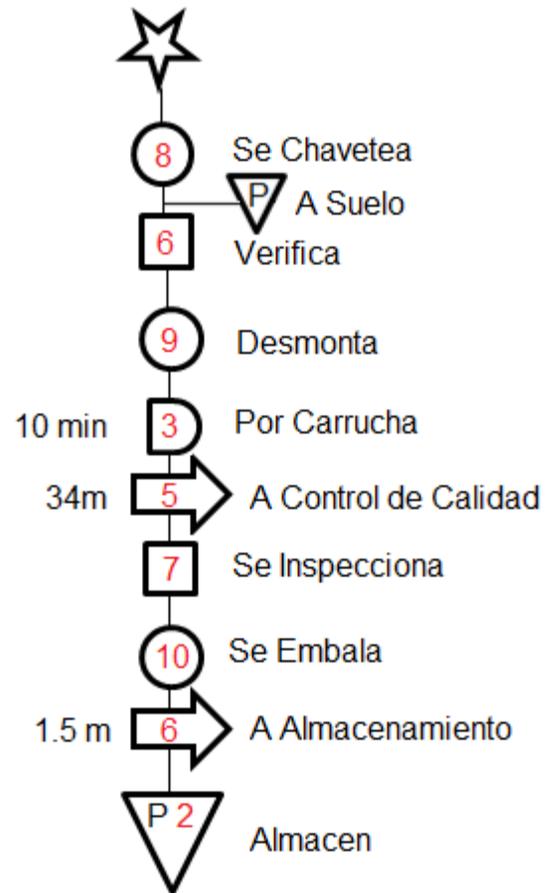
Seguimiento: Material





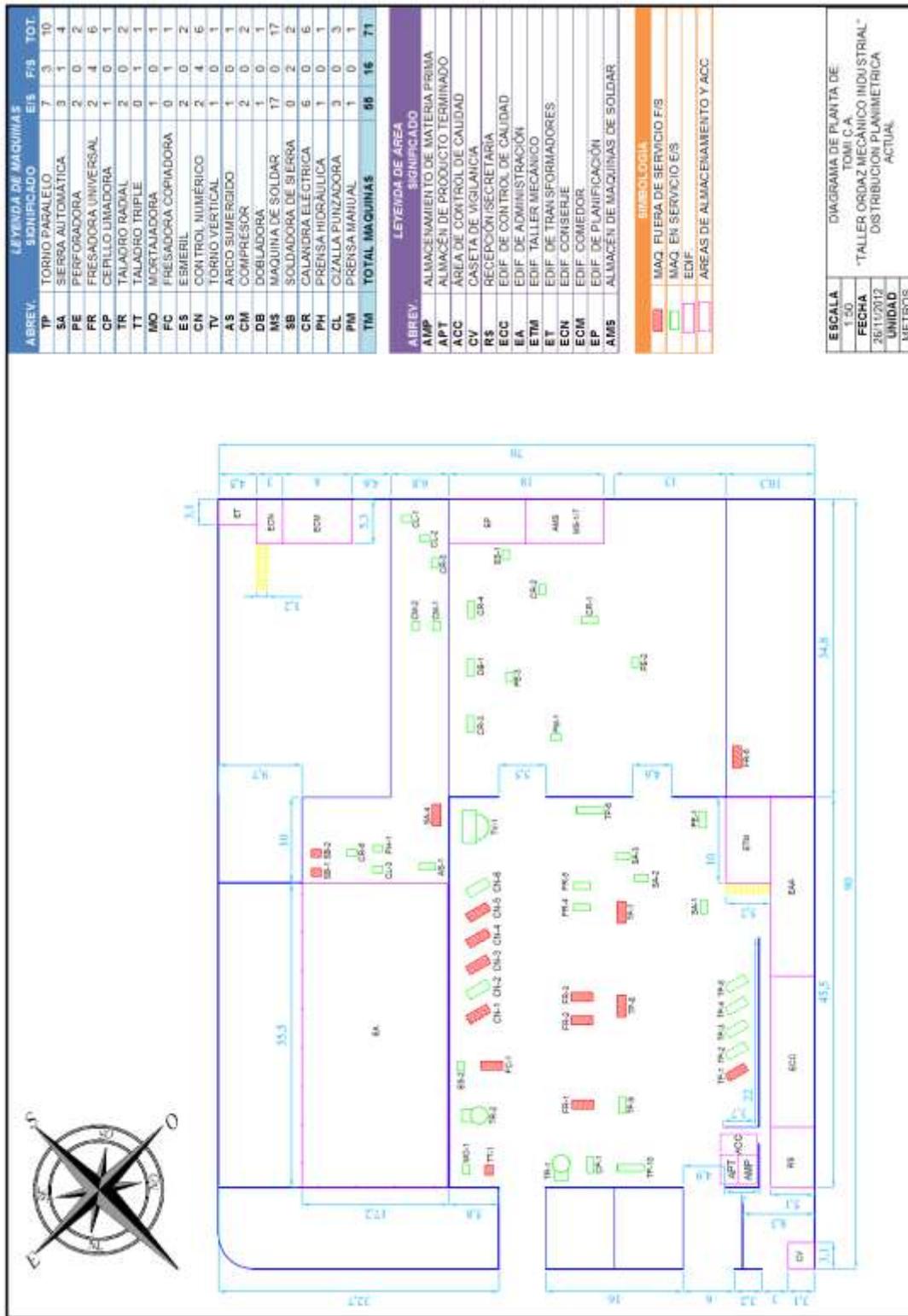
## RESUMEN

	= 7	
	= 10	
	= 6	73 m
	= 3	25 min
	= 2	
<b>Total:</b>	<b>28</b>	





## Apéndice 5: PLANO DE INSTALACIONES EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A



ABREV.	LEYENDA DE MÁQUINAS SIGNIFICADO	E/S	F/S	TOT.
TP	TORNIO PARALELO	7	3	10
SA	SERRA AUTOMÁTICA	3	1	4
PE	PERFORADORA	2	0	2
FR	FRESADORA UNIVERSAL	2	4	6
CP	CERILLO LIMADORA	1	0	1
TR	TALADRO RADIAL	2	0	2
TT	TALADRO TRIPLE	0	1	1
MO	MORTALADORA	1	0	1
FC	FRESADORA COPIADORA	0	1	1
ES	EMERIL	2	0	2
CN	CONTROL NUMÉRICO	2	4	6
TV	TORNIO VERTICAL	1	0	1
AS	ARCO SUMERGIDO	1	0	1
CM	COMPRESOR	2	0	2
DB	DOBADORA	1	0	1
MS	MÁQUINA DE SOLDAR	17	0	17
SB	SOLDADORA DE SIERRA	0	2	2
CR	CALANDRA ELÉCTRICA	6	0	6
PH	PRESA HIDRÁULICA	1	0	1
CL	CIZALLA PUNZADORA	3	0	3
PM	PRESA MANUAL	1	0	1
<b>TM</b>	<b>TOTAL MÁQUINAS</b>	<b>66</b>	<b>16</b>	<b>71</b>

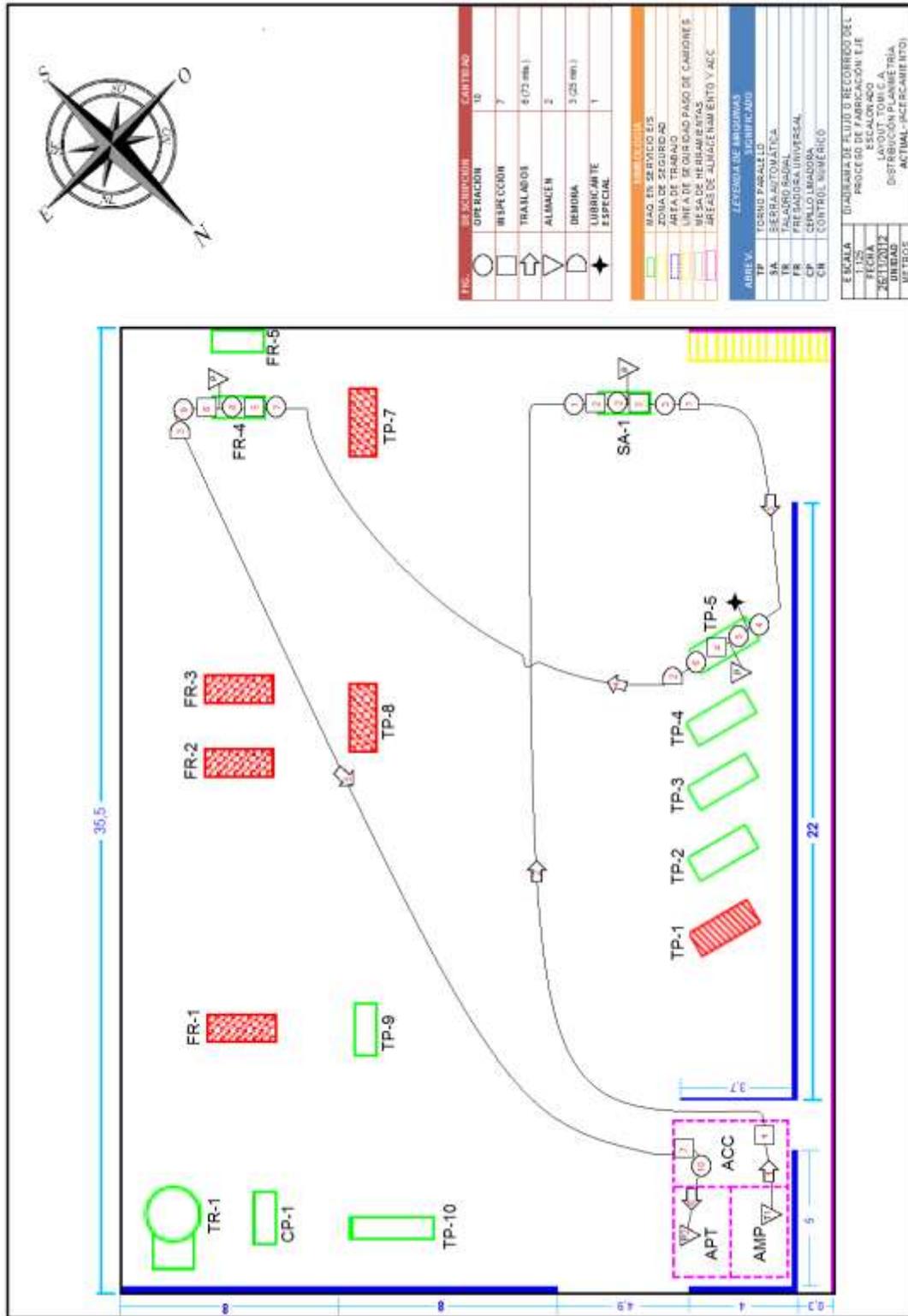
ABREV.	LEYENDA DE ÁREA SIGNIFICADO
AMP	ALMACÉN DE MATERIA PRIMA
APT	ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO
ACC	ÁREA DE CONTROL DE CALIDAD
CV	CASITA DE VIGILANCIA
RS	RECEPCIÓN SECRETARÍA
ECC	EDIF. DE CONTROL DE CALIDAD
EA	EDIF. DE ADMINISTRACIÓN
ET	EDIF. TALLER MECÁNICO
ECM	EDIF. COMEDOR
EP	EDIF. DE PLANIFICACIÓN
AMS	ALMACÉN DE MÁQUINAS DE SOLDAR

SIMBOLOGÍA	
[Red Box]	MAQ. FUERA DE SERVICIO F/S
[Green Box]	MAQ. EN SERVICIO E/S
[Blue Box]	EDIF.
[Yellow Box]	ÁREAS DE ALMACENAMIENTO Y ACC

<b>ESCALA</b>	DIAGRAMA DE PLANTA DE
1:50	TOMI C.A.
<b>FECHA</b>	"TALLER ORDABZ MECANICO INDUSTRIAL"
26/11/2012	DISTRIBUCION PLANIMETRICA
<b>UNIDAD</b>	ACTUAL
METROS	



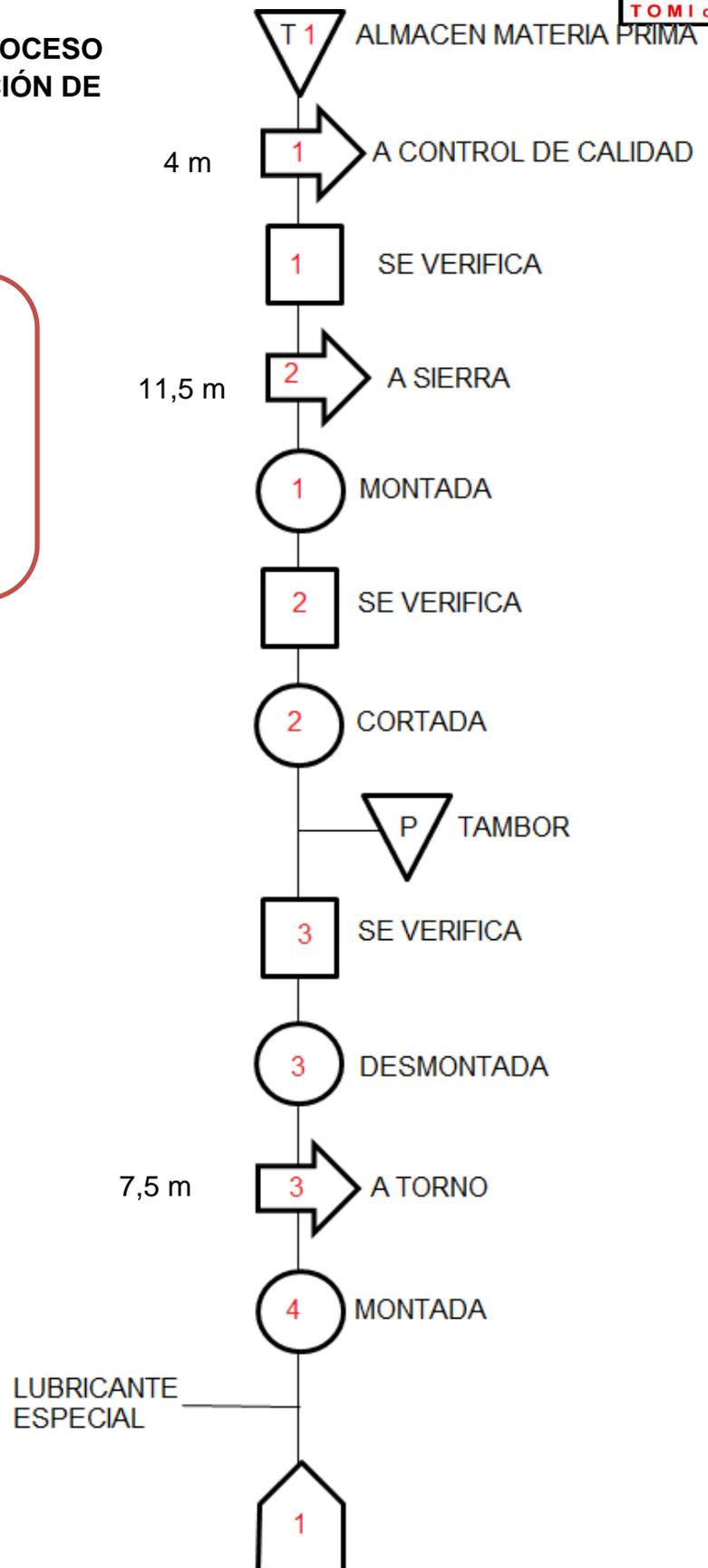
**Apéndice 6: DIAGRAMA DE FLUJO O RECORRIDO DE LA ELABORACIÓN DE UN EJE ESCALONADO EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A.**





**APÉNDICE 7. DIAGRAMA DE PROCESO  
PROPUESTO DE LA ELABORACIÓN DE  
UN EJE ESCALONADO EN LA  
METALMECÁNICA TOMI C.A.**

Diagrama: Proceso  
Proceso: Eje Escalonado  
Inicio: Almacén Materia Prima  
Fin: Almacén Producto Terminado  
Fecha: Febrero de 2013  
Seguimiento: Al Material  
Método: Propuesta







### RESUMEN

○ = 10

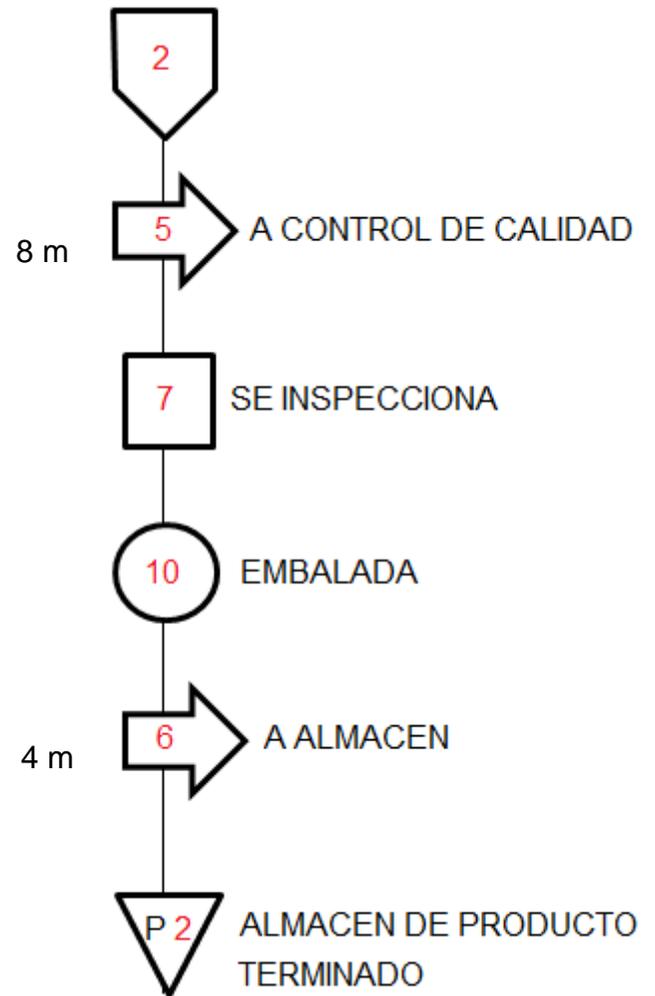
□ = 7

➔ = 6 (46,5 MTS)

▽ = 2

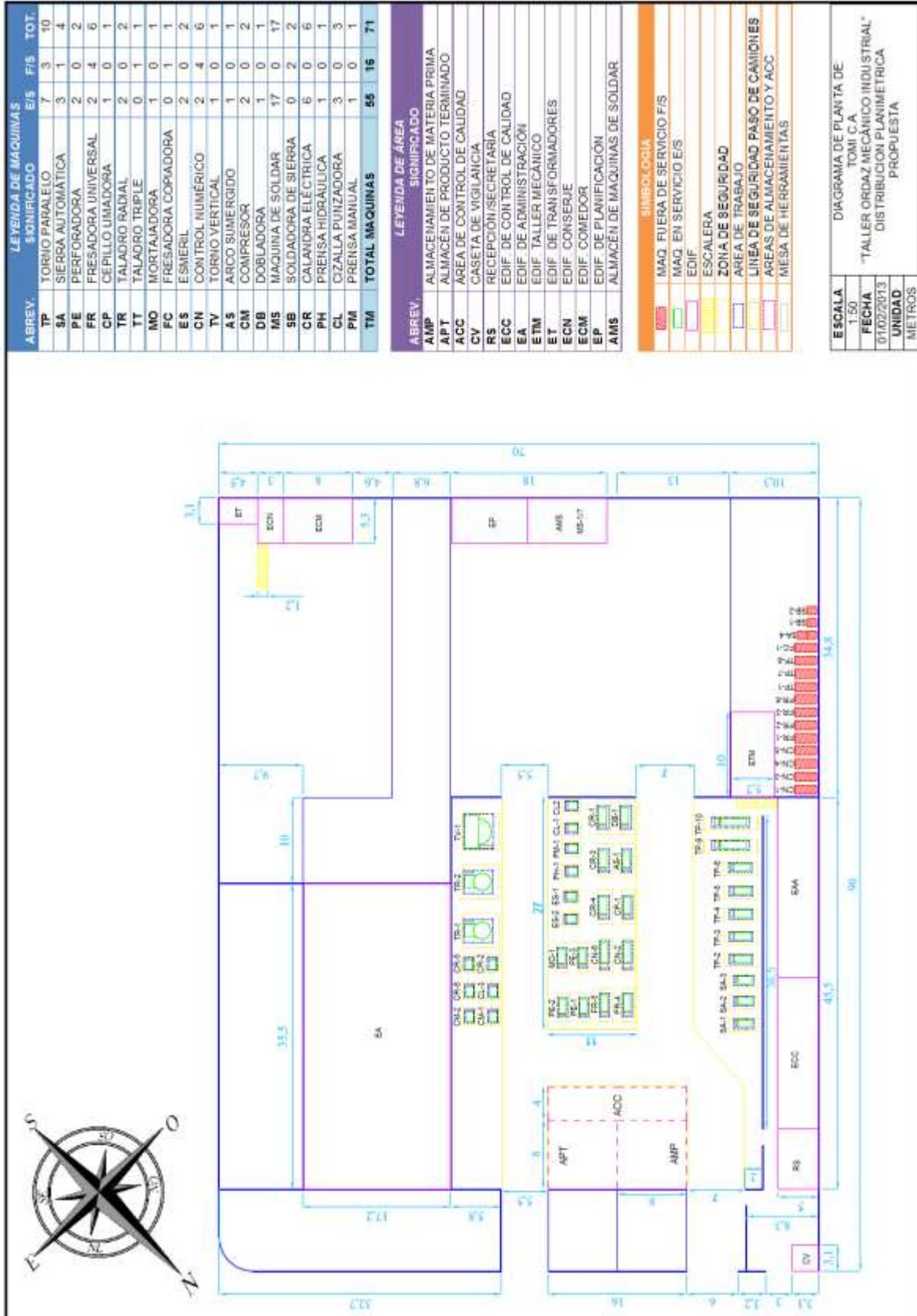
---

**TOTAL = 25**



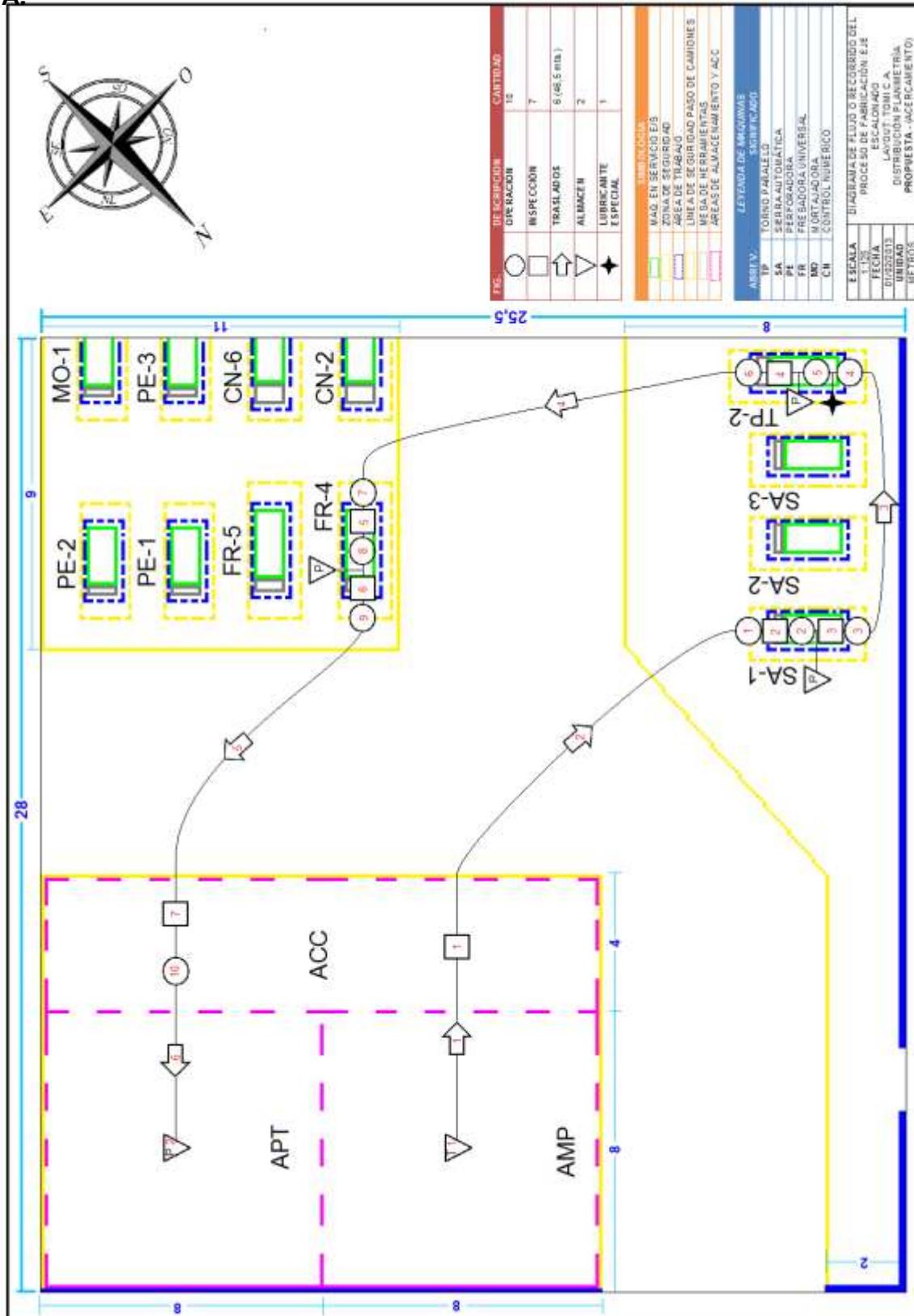


## APÉNDICE 8. PLANO PROPUESTO DE LA REUBICACIÓN DE INSTALACIONES EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A.





## APÉNDICE 9. DIAGRAMA DE FLUJO O RECORRIDO PROPUESTO DE LA ELABORACIÓN DE UN EJE ESCALONADO EN LA METALMECÁNICA TOMI C.A.





## APÉNDICE 10: TABLA FORMATO DE REGISTRO DE TIEMPOS OBTENIDOS

TABLA DE REGISTRO DE TIEMPOS							
 <b>U N E X P O</b>	OPERACIÓN						
	REALIZADO POR:						
	APELLIDO						
NOMBRE							
PARAMETROS DE OPERACIÓN							
MÁQUINA		FECHA		CALIDAD			
UNIDAD		DURACIÓN		HOJA			
OBSERVACIÓN DE TIEMPOS							
LEYENDA							
CICLOS							
ELEMENTOS	TIEMPO	1	2	3	4	5	6
ELEMENTOS	TIEMPO	7	8	9	10	$\Sigma T$	$\bar{T}$



## APÉNDICE 11: TABLA DE REGISTRO DE TIEMPOS OBTENIDOS

TABLA DE REGISTRO DE TIEMPOS							
	OPERACIÓN						
	CORTE DE BARRA DE ACERO EN LA SIERRA AUTOMÁTICA METALMECÁNICA TOMI C.A.						
	REALIZADO POR:						
	APELLIDO	CENTENO	JULIÁN	LEZAMA	MUÑOZ	PEREIRA	
NOMBRE	ROSIEL	DOMÍNGUEZ	JESÚS	VICTORIA	ALEXIS		
PARAMETROS DE OPERACIÓN							
MÁQUINA	SIERRA AUTOMÁTICA	FECHA	27-02-2013	CALIDAD	BUENA		
UNIDAD	SEGUNDOS (S)	DURACIÓN	293,36	HOJA	1/1		
OBSERVACIÓN DE TIEMPOS							
LEYENDA							
E-1	CARGA Y PROGRAMACIÓN						
E-2	OPERACIÓN E INSPECCIÓN						
E-3	DESCARGA						
CICLOS							
ELEMENTOS	TIEMPO	1	2	3	4	5	6
E-1	T	20,08	23,47	32,85	30,63	25,3	25,52
E-2	T	55,34	41,89	54,6	51,23	44,59	45,04
E-3	T	6,43	6,51	9,02	4,04	5,58	4,73
		81,85	71,87	96,47	85,9	75,47	75,29
ELEMENTOS	TIEMPO	7	8	9	10	Σ T	$\bar{T}$
E-1	T	29,13	28,45	23,31	22,21	260,95	26,095
E-2	T	34,63	35,82	46,27	37,18	446,59	44,659
E-3	T	6,43	4,25	12,25	6,25	65,49	6,549
		70,19	68,52	81,83	65,64		



**APÉNDICE 12: TABLA FORMATO DE TIEMPOS TOTALES**

TABLA DE TIEMPOS TOTALES					
CICLOS (SEG)					
TIEMPO TOTAL					
T					
TIEMPO TOTAL					
T					

**APÉNDICE 13: TABLA DE TIEMPOS TOTALES**

TABLA DE TIEMPOS TOTALES					
CICLOS (SEG)					
TIEMPO TOTAL	1	2	3	4	5
T	81,85	71,87	96,47	85,9	75,47
TIEMPO TOTAL	7	8	9	10	
T	70,19	68,52	81,83	65,64	

**APÉNDICE 14: TABLA FORMADO DE CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD**

TABLA DE CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD			
FACTOR	CLASE	CAREGORIA	%

**APÉNDICE 15: TABLA DE CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD**

TABLA DE CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD			
FACTOR	CLASE	CAREGORIA	%
HABILIDAD	EXCELENTE	B1	+0,11
ESFUERZO	BUENO	C1	+0,05
CONDICIONES	BUENO	C	+0,02
CONSISTENCIA	BUENO	C	+0,01
			+0,19



## APÉNDICE 16: TABLA DE REGISTRO DE CONCESIONES

 <b>HOJA DE CONCESIONES</b>		NÚMERO	II - 001	
		VIGENCIA		
		FECHA	01/03/13	
CÓDIGO DE CARGO:	CONCESIONES: Fatiga, NP TPI, TPF, Desayuno	FECHA <input checked="" type="checkbox"/> EFECTIVA <input type="checkbox"/> REEMPLAZADA		
ÁREA: Corte	GERENCIA O DIVISIÓN: Gerencia de Máquinas	PREPARADO POR: Grupo de Investigación.		
PROYECTO: Eje Escalonado	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: Departamento de Ing. Industrial	REVISADO POR: Msc. Ing. Iván Turmero		
PROCESO: Corte de barras de Acero	TÍTULO DEL CARGO: Bachilleres	APROBADO POR: Msc. Ing. Iván Turmero		
PUNTOS POR GRADO DE FACTORES				
FACTORES DE FATIGA	1er.	2do.	3er.	4to.
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>				
1 TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
3 HUMEDAD	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
5 LUZ	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
<b>REPETITIVIDAD:</b>				
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
8 DEMANDA FÍSICA	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
<b>POSICIÓN:</b>				
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
TOTAL PUNTOS:		<u>225 pts.</u>		
CONCESIONES POR FATIGA: (MINUTOS)		<u>42 min.</u>		
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>				
TIEMPO PERSONAL:		<u>25 min.</u>		
DEMORAS INEVITABLES:		<u>35 min.</u>		
TOTAL CONCESIONES:		<u>102 min.</u>		
NOTA: SEÑALAR CON UNA <input checked="" type="checkbox"/> LA PUNTUACIÓN CORRESPONDIENTE				



**PT MAL ALMACENADO**



**TAMBORES DE DESECHO  
DESUBICADOS Y LLENOS**



**MORTAJADORA**



**HERRAMIENTA SOBRE LAS MÁQ.**



**EL PROBLEMA DE PT**



**DESGASTE DE PT POR MAL  
ALMACENAMIENTO**



**HERRAMIENTA. SOBRE LAS MÁQ.  
Y ESTADO DEL OPERARIO**



**HERRAMIENTAS SOBRE LA  
MAQUINARIA**



**TALADRO RADIAL**



**ÁREA DESEADA PARA  
ALMACENAMIENTO DE MP, PT Y CC**



**TORNO VERTICAL**



**MAQUINA DAÑADA**



**MESA TRANSPORTADA EN C/U DE LOS PROCESO**



**PLANO CIRCULANTE**



**REPRESENTACIÓN VISUAL DEL DESORDEN DE MP**



**TORNO PARALELO GRANDE**