



**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  
**INGENIERÍA DE MÉTODOS**

**ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, EMPRESA ROCIADORES  
INDUSTRIALES RICA C.A**

**Integrantes:**

BETTONI MARÍA  
LARA PAOLA  
RUIZ ISABEL  
ZABALA RUBÉN

**ASESOR:**

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

**CIUDAD GUAYANA, MARZO DE 2.015**



**ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, EMPRESA ROCIADORES  
INDUSTRIALES RICA C.A**

U  
N  
E  
X  
P  
O



**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  
**INGENIERÍA DE MÉTODOS**

**ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, EMPRESA ROCIADORES  
INDUSTRIALES RICA 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 2.015**

**“ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, EMPRESA ROCIADORES  
INDUSTRIALES RICA C.A”**

Págs. 101

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 2.015

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



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  
**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, EMPRESA ROCIADORES INDUSTRIALES RICA 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 11 días del mes de Marzo de dos mil quince.

---

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

## **DEDICATORIA**

Queremos dedicar este trabajo de investigación primeramente a Dios que nos ha dado la vida, sabiduría e inteligencia para la culminación de este proyecto.

A nuestros Padres, que siempre nos han apoyado de diversas maneras a lo largo de nuestra vida académica.

A nuestro Prof. Msc. Ing. Iván J. Turmero Astros, por ser nuestra guía y apoyo en la elaboración de este proyecto, por sus palabras de aliento y orientaciones, porque siempre estuvo allí para aclarar nuestras dudas e inquietudes durante este proceso.

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente a Dios, por darnos vida, salud y la oportunidad de prepararnos académicamente.

Al Msc. Ing. Iván J. Turmero Astros por apoyarnos en la realización de este proyecto, impartiendo los conocimientos necesarios para la culminación satisfactoria del mismo.

A todo el personal que labora en la empresa Rociadores Industriales RICA C.A, en especial al Ing. Cesar Iguaro, por habernos permitido la realización de esta investigación en sus instalaciones.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
**INGENIERÍA DE MÉTODOS**

**Autores:** BETTONI MARÍA / LARA PAOLA / RUIZ ISABEL / ZABALA RUBÉN  
**Asesor Académico:** MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros  
**Fecha:** Marzo 2.015

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito principal la elaboración de un sistema eficaz para el proceso “Fabricación de Tubetes y Bandejas Portatubetes” de ROCIADORES INDUSTRIALES RICA. Es un estudio de tipo no experimental y se apoya en una investigación de campo, aplicada y evaluativa, puesto que, abarcó la descripción y análisis de la situación actual así como la recomendación de las acciones requeridas que se deben aplicar para la incorporación de mejoras en las actividades de trabajo. 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 el mapa de procesos, diagrama de caracterización y diagrama de flujo del proceso en cuestión. 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.

**PALABRAS CLAVES:** POLIETILENO, SISTEMA DE CONTROL, CUMPLIMIENTO, DESEMPEÑO.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Resumen	vii
Índice General	viii
Índice de Figuras	x
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA</b>	<b>3</b>
Antecedentes	3
Planteamiento del Problema	4
Objetivos	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	5
Justificación	6
Delimitación	6
<b>CAPÍTULO II: GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b>	<b>7</b>
Reseña Histórica de la Empresa	7
Misión	7
Visión	7
Valores de la Empresa	8
Estructura Organizativa	8
Descripción del área de Trabajo	9
Descripción del Trabajo Elegido	10
<b>CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO</b>	<b>12</b>
Ingeniería de métodos	12
Ramas de la ingeniería de métodos	12
Importancia de la ingeniería de métodos	13
Análisis operacional	14
Examen crítico	15
Organización internacional del trabajo (OIT)	15
Técnica del interrogatorio	22
Enfoques primarios	24
Estudio de tiempos.	26
Técnicas para la elaboración de tiempos estándar	30
Estudio de tiempo por cronometro	32
Selección y registro de los elementos	35
Calificación de la actuación del operario	35
Tolerancias	39
Propósito del tiempo estándar	40
Método rango de aceptación	40

Distribución “t” de student	41
Productividad efectiva.	43
<b>CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO</b>	44
Tipo de Investigación	44
Diseño de la Investigación	44
Población y Muestra	45
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	45
Recursos	46
Procedimiento Metodológico	47
<b>CAPÍTULO V: SITUACION ACTUAL</b>	49
Método actual de trabajo	49
Diagramas de proceso actual	50
Diagrama de flujo recorrido actual para fabricación de Tubetes y Bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad	54
Técnicas de interrogatorio	55
Preguntas de la OIT	56
Análisis operacional	59
<b>CAPÍTULO VI: SITUACIÓN PROPUESTA</b>	63
Método de trabajo propuesto	63
Diagramas de proceso propuestos	64
Diagrama de flujo recorrido propuesto para fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad	68
<b>CAPÍTULO VII: ESTUDIO DE TIEMPO</b>	69
<b>CONCLUSIONES</b>	76
<b>RECOMENDACIONES</b>	77
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	78
<b>APÉNDICES</b>	79
<b>ANEXOS</b>	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>Pág.</b>
1 Tubetes	11
2 Geometría del Tubetes	11
3 Portatubetes	11
4 Geometría del Portatubetes	11
5 Distribución "t" de student	42
6 Distribución "t" de student	42
7 Distribución "t" de student	42

## INTRODUCCIÓN

El Estudio de Métodos o Ingeniería de Métodos es una de las más importantes técnicas del Estudio del Trabajo, que se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. El objetivo fundamental del Estudio de Métodos es el aplicar métodos más sencillos y eficientes para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo.

En los últimos años, el control de gestión en las organizaciones ha ido incrementándose gradualmente, esto se debe, a que cada vez, son más las exigencias del entorno y los cambios continuos que se producen. Los cuales, obligan a los empresarios de hoy a buscar la implementación de nuevas herramientas de gestión que le permitan la adaptación de la empresa a la variabilidad del entorno.

Con el desarrollo de esta era de la información, las empresas se han visto en la necesidad de desarrollar nuevas capacidades para alcanzar buenos resultados, si desean tener éxito. Si se considera al departamento de producción como el corazón de una empresa industrial, las actividades de métodos, estudio de tiempos y salarios son el corazón del grupo de fabricación. Más que en cualquier otra parte, es aquí donde se determina si un producto va a ser producido de manera competitiva. También es aquí donde se aplican la iniciativa y el ingenio para desarrollar herramientas, relaciones hombre-máquina y estaciones de trabajo eficientes para trabajos nuevos antes de iniciar la producción, asegurando de este modo que el producto pase las pruebas frente a la fuerte competición. En esta fase es donde se emplea continuamente la creatividad para mejorar los métodos existentes y afirmar a la empresa en posición adelantada en su línea de productos.

En este sentido, el presente trabajo de investigación se orientó a la formulación de un mejor método de trabajo en el área de transformación de plástico por inyección (creación de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad) en la empresa Rociadores Industriales RICA C.A, basado en la Metodología de ingeniería de Métodos por ser una herramienta eficaz de control, que de forma sistemática e integrada permite monitorear, simplificar, combinar o

eliminar, las actividades que se desempeñan en un lugar de trabajo de forma tal que la productividad vaya en aumento.

El desarrollo del presente informe se estructuró de la siguiente manera:

Capítulo I El Problema: Donde se explica la problemática existente, se formulan los objetivos y la justificación de la investigación.

Capítulo II Generalidades de la Empresa: En él se presenta una breve descripción de la empresa, así como Reseña Histórica de la Empresa, Misión, Visión, Valores de la Empresa, Estructura Organizativa, Descripción del área de Trabajo, Descripción del Trabajo Elegido

Capítulo III Marco Teórico: Contiene los aspectos teóricos utilizados como herramienta y base del estudio realizado.

Capítulo IV Marco Metodológico: Se describe la metodología detallando el tipo de investigación, Diseño de la Investigación, Población y Muestra, y las Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos así como el Procedimiento Metodológico utilizado.

Capítulo V Situación Actual: Incluye la descripción de la situación actual evidenciada mediante la observación directa.

Capítulo VI Situación Propuesta: En la cual se describen y presentan los aportes desarrollados por el investigador.

Capítulo VII Estudio de Tiempo: El cual presenta los cálculos del tamaño de la muestra, evaluación del operario, cálculo del Tiempo Normal, asignación de Tolerancias, cálculo del Tiempo Estándar.

Conclusiones y Recomendaciones.

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

En este capítulo se analiza y se delimita el problema encontrado en la empresa Rociadores Industriales RICA C.A., además se establecen los objetivos generales y específicos de este estudio.

### **1. ANTECEDENTES:**

RICA, es una Empresa constituida en Ciudad Guayana el 01 de Diciembre de 1.983, como una Empresa Venezolana de Capital Privado con el objeto de dar respuesta efectiva a las Empresas que constituyen el Parque Industrial del Estado Bolívar y otras Zonas del País, especializada en la manufactura y comercialización de productos industriales: Rociadores Industriales, Aspersores, Microboquillas para Sistemas de Riego, Fabricación de Tubetes y Bandejas Portatubetes para viveros, Reparación de Válvulas y Bombas para la Industria Siderúrgica, del Aluminio, Petroquímica, Agrícola, etc.; Fabricación de Toberas para procesos industriales y metalmecánica en general.

Con el incremento de la producción de Tubetes y bandejas Portatubetes a mediados del año 2003, la empresa ha presentado dificultades tanto en el almacenamiento de materia prima como de producto terminado, a los cuales se les dio una solución temporal (aunque no la más óptima), donde la materia prima se mantendría lo más cercana posible a las máquinas de inyección de plástico para su fácil acceso y el producto terminado en cualquier espacio disponible, pero sin interferir en las demás áreas de trabajo. Y el material de reciclaje se encuentra al exterior, lejano al área principal de inyección de plástico y cercano a la molienda donde se transforma para su comercialización.

Además, se pudo notar que en RICA C.A no se tienen determinados los estándares de tiempo que debe emplear el operario para la fabricación y perfeccionamiento de las bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad. Como también no se conoce el porcentaje de eficiencia que tiene el operario al realizar cada uno de los procesos que forman parte de la fabricación de las bandejas.

El Origen, motivo o antecedentes que produjeron o generaron el problema que hoy presenta Rociadores Industriales RICA C.A para el proceso de transformación de plástico, es uno que se ha venido acarreado por mucho tiempo, y que aunque se han hecho muchas mejoras en el proceso, aun se espera

un método de trabajo 100% eficiente tanto a nivel del personal como a nivel de infraestructura y mecanismos de trabajo.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad, la empresa Rociadores Industriales C.A., RICA, está presentando problemas en su proceso de producción de Tubetes y bandejas Portatubetes de Polietileno de alta densidad, debido a que las condiciones en las que trabajan sus operarios no son las más óptimas. Entre las problemáticas que se presentan podemos mencionar:

- Los largos recorridos que tienen que realizar desde los almacenes hasta el área de fabricación, lo cual genera dilatación de tiempo en el proceso y agotamiento de los trabajadores.
- La incomodidad generada y la pérdida de espacio disponible a causa de los numerosos almacenes improvisados, tanto como para materia prima, bandejas y producto terminado
- No se han establecido los estándares de tiempo para la fabricación de las bandejas Portatubetes.

A partir de lo antes mencionado es que se ha decidido realizar las observaciones en el área de producción de Tubetes y bandejas Portatubetes de la empresa RICA. Esto permitió detectar los problemas presentados, a los que se les propondrá un método que pueda solucionar o por lo menos minimizar en lo posible el problema, para lograr un mejor aprovechamiento del espacio y mejores condiciones de almacenamiento, por medio de la aplicación de estudios de movimientos y tiempo.

Este estudio es importante, ya que permite determinar las variables que están incidiendo en las demoras y fallas en el proceso de fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad, de igual manera, permite diseñar un modelo de optimización de las operaciones, con la finalidad de aumentar la eficiencia y productividad de los mismos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar y describir el proceso elaboración de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad en la empresa Rociadores Industriales RICA C.A, a través de la realización de un estudio de movimientos y estudio de tiempos como herramientas básicas de la Ingeniería de Métodos, con el fin de proponer un nuevo método de trabajo que permita optimizar el proceso.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Visitar a la empresa RICA C.A. y evaluar el proceso de fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad, a través de la observación directa.
2. Identificar el método actual de trabajo y todas las actividades implicadas en el proceso de fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad.
3. Identificar las actividades improductivas y productivas con el fin de simplificarlo, reducirla, combinarla y en el mejor de los casos eliminarlas.
4. Elaborar los diagramas de proceso y de flujo o recorrido, según el proceso de fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad.
5. Aplicar las técnicas del interrogatorio y las preguntas de la OIT al operario del área de transformación de plástico.
6. Aplicar el análisis operacional al proceso de fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad.
7. Construir el diagrama de procesos que plantee el nuevo método de trabajo.
8. Hacer el diagrama de flujo / recorrido que genere el método propuesto.
9. Definir la actividad en la empresa, a la cual se le realizara el estudio de tiempo.
10. Determinar la jornada de trabajo a evaluar.
11. Evaluar las condiciones de trabajo del operario.
12. Determinar la calificación de la velocidad del operario a través del método Westinghouse.
13. Aplicar el procedimiento estadístico para determinar el tiempo estándar.
14. Determinar el tiempo normal.
15. Determinar las tolerancias dada las condiciones de trabajo del operario.
16. Calcular y normalizar el tiempo estándar del servicio.

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

Esta investigación es importante, porque pretende buscar solución a los distintos problemas que se están presentando en el área de producción de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad de la empresa RICA C.A, tales como: la falta de almacenes tanto para la materia prima como para el producto terminado, y la falta de estandarización de los tiempos de las operaciones, mediante un estudio de movimientos y tiempo.

Una vez estudiada la situación actual de la empresa RICA C.A y establecidas las posibles soluciones de los problemas descritos se espera que el proceso de producción de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad se lleve a cabo en óptimas condiciones, incrementando así la producción, reduciendo los tiempos estándares y mejorando las condiciones de trabajo de los operarios

#### **5. DELIMITACIÓN**

La delimitación puntual del problema es en el área de transformación de plástico de la empresa Rociadores Industriales RICA C.A, específicamente la fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad.

## **CAPÍTULO II: GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA**

RICA, es una Empresa constituida en Ciudad Guayana el 01 de Diciembre de 1.983, como una Empresa Venezolana de Capital Privado con el objeto de dar respuesta efectiva a las Empresas que constituyen el Parque Industrial del Estado Bolívar y otras Zonas del País, especializada en la manufactura y comercialización de productos industriales: Rociadores Industriales, Aspersores, Microboquillas para Sistemas de Riego, Fabricación de Tubetes y Bandejas portatubetes para viveros, Reparación de Válvulas y Bombas para la Industria Siderúrgica, del Aluminio, Petroquímica, Agrícola, etc.; Fabricación de Toberas para procesos industriales y metalmecánica en general.

RICA, cuenta con profesionales de diferentes niveles, dedicados al desarrollo y mejoras del sistema de manufactura y comercialización, personal para brindar asistencia técnica a los clientes, en el diseño e instalación de sistemas relacionados a los productos elaborados.

### **2. MISIÓN**

RICA, es una empresa del sector privado, destinada a la fabricación de Aspersores, Toberas y al mantenimiento de válvulas y Bombas, para satisfacer las necesidades de los sectores agroindustriales, petróleo y acueductos en el ámbito regional, nacional e internacional, con personal altamente capacitado y cumpliendo con calidad requerida por el cliente, para garantizar su crecimiento y rentabilidad.

### **3. VISIÓN**

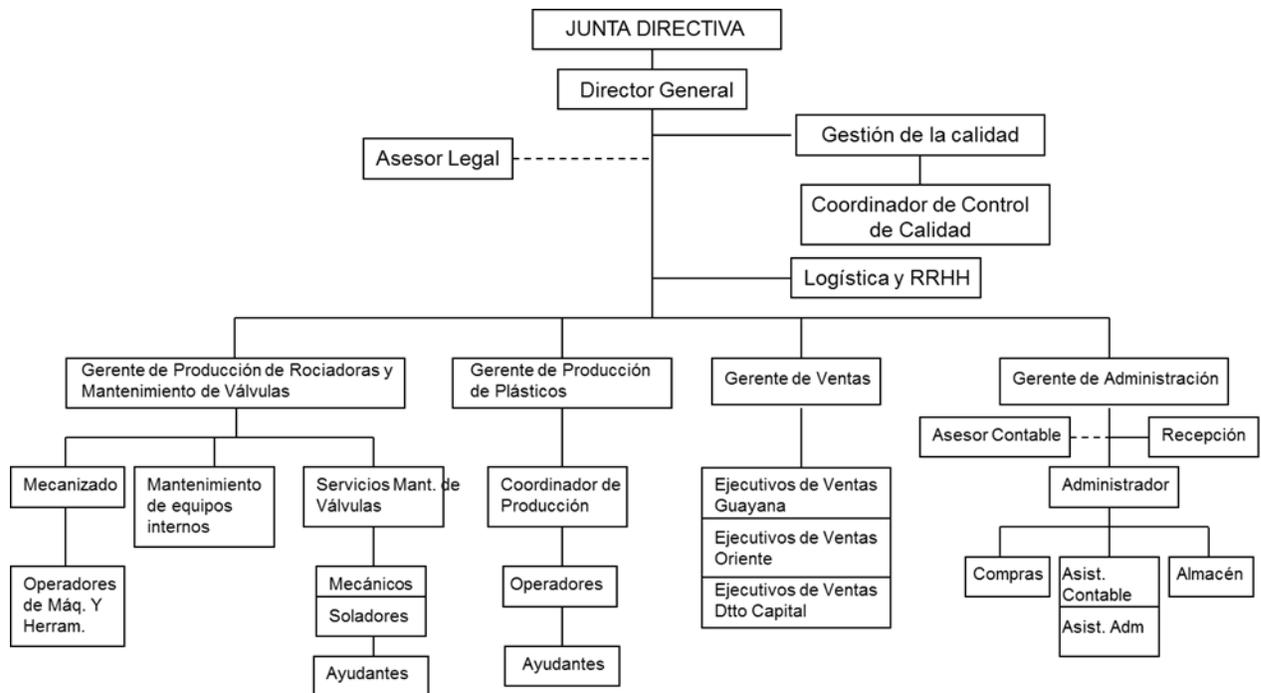
RICA será una empresa exitosa, con un Recurso humano altamente satisfecho, participando en un proceso productivo con tecnología de punta, llegando a través de alianzas estratégicas a la comercialización de sus productos, alrededor del mundo.

#### 4. VALORES DE LA EMPRESA

- Calidad: En RICA rociamos calidad para la vida.
- Recursos Humanos: Es la base del desarrollo de la empresa.
- Ética: Honestidad, confianza y transparencia son nuestros principios básicos.
- Imagen: Contribución al desarrollo y bienestar de todos, es nuestra meta.
- Seguridad y Satisfacción: La seguridad en RICA representa la prevención, la protección t el bienestar integral de todo su personal y planta física.

#### 5. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

RICA posee una estructura a nivel administrativo que se describe de la siguiente manera:



Para efectos del estudio el enfoque fue en el proceso de producción de plástico (Fabricación de Tubetes y Bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad).

Del anterior esquema se pueden describir los encargados de los siguientes cargos:

Junta Directiva:

- Representante Legal / Presidente: Valmoris Alberto Iguaro García.
- Gerente Administrativa – Vice-Presidente: Virginia de Iguaro.

Representantes:

- Gerente de Ventas - Luis E. Rivas.
- Ejecutivo de Ventas / Diseño Sistema de Riego – Cesar Iguaro.

Administración:

- Administradora – Virgilia Grillet.
- Compras / Almacén – Lorena Valladares

## **6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO**

RICA, se encuentra ubicada en el Parque Industrial ASOPEMIA, Zona Industrial Unare II, Sector I, Galpón N° 4, Parcela N° 4 (ver apéndice 1), contando con amplios espacios para el taller de manufactura, moldeado, soldadura, control de calidad, banco de pruebas, almacén, recepción y despacho, comedor, área de recreación, servicios y oficinas administrativas. La planta física, se encuentra constituida en su totalidad de 1581.15 m<sup>2</sup>, en las siguientes áreas:

Área Operacional: 1094.44 m<sup>2</sup>

Área de almacenamiento: 144.16 m<sup>2</sup>

Área de Pintura: 170 m<sup>2</sup>

Área libre: 159.25 m<sup>2</sup>

Área de Banco de Prueba: 13.30 m<sup>2</sup>

TLF. 0286/9511442-9511443-9519066-9519066 FAX: 9530359

E-mail: ricaca@cantv.net – Página web: [www.rociadores.com.ve](http://www.rociadores.com.ve)

La planta cuenta con equipos, herramientas, personal y espacio físico necesario para:

- Fabricación de diferentes tipos de productos industriales y agroindustriales tales como Rociadores, Toberas Agro-Industriales.
- Tubetes y Bandejas Porta-Tubetes (Semilleros Agro-Forestales).
- Reparación de Válvulas y Bombas Industriales.

- Diseño, Suministro e Instalación de Sistemas de Riego Agro-Industrial.
- Metalmecánica en general.

RICA, cuenta con Profesionales de diferentes niveles, dedicados al desarrollo y mejoras del sistema de manufactura y comercialización, así como brindar Asistencia Técnica a los Clientes en el diseño e instalación de sistemas relacionados a los productos elaborados.

## **7. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO ELEGIDO**

El proceso de transformación de plástico por inyección para la creación de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad fue el trabajo elegido, y este se puede describir de la siguiente manera:

El proceso de inyección de plásticos se fundamenta en fundir un material plástico y hacerlo fluir hacia un molde, a través de una boquilla en la máquina de inyección, en donde llena una cavidad que le da una forma determinada permitiendo obtener una amplia variedad de productos. El moldeo por inyección es la técnica de procesamiento de mayor utilización para la transformación de plásticos. Su popularidad radica en la versatilidad para obtener productos de variadas geometrías y para diversos usos.

Los Tubetes son pieza en forma de cono truncado hueco, fabricada en polietileno de alta densidad, el cual es utilizado como semillero para la germinación de semillas o material vegetativo de las plantas a cultivar. Y las bandeja Portatubetes es la pieza en forma de bandeja con capacidad de 88 Tubetes.

La empresa es capaz de mantener una producción de 500.000 Tubetes para viveros, 40.000 unidades de Aspersores mensuales y 10.000 Toberas por mes, así como la instalación y servicio de sistemas de riego general. El proceso que analizaremos en este trabajo será el de la fabricación de Tubetes de polietileno de alta densidad, de 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm (ver figura 1 y 2) y bandejas Portatubetes con capacidad de 88 Tubetes, hecha de polietileno. Matriz de 8 filas por 11 columnas, con asas o agarraderas para su manejo y traslado. Medidas: 170 x 410 x 560 mm. (Ver Figura 3 y 4).



Figura 1: Tubetes

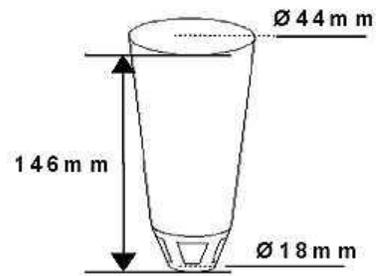


Figura 2: Geometría del Tubete

Las máquinas inyectoras de plástico utilizadas para el proceso de fabricación de Tubetes, cuentan con las siguientes características:

Marca: WELLTEC Modelo: 260 F2R	Marca: ENGEL Modelo: 2632-300-86	Marca: SIU'S Modelo: ST120	Marca: SIU'S Modelo: ST120
-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------



Figura 3: Portatubetes

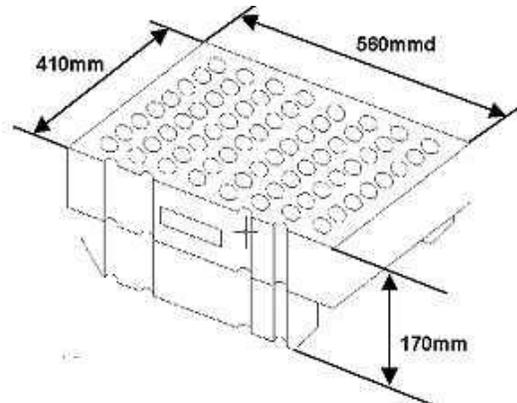


Figura 4: Geometría del Portatubete

Mientras que la máquina inyectora de plástico utilizada para el proceso de fabricación de Portatubetes, cuenta con las siguientes características:

Marca: WELLTEC Modelo: 450 F2R
-----------------------------------

## **CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO**

### **1. INGENIERÍA DE MÉTODOS**

Ingeniería de Métodos es el conjunto de procedimientos sistemáticos de las operaciones actuales para introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y permita que esta sea hecha en el menor tiempo posible y con una mejor inversión por unidad producida.

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

- Las materias, materiales, herramientas, productos de consumo.
- El espacio, superficies cubiertas, depósitos, almacenes, instalaciones.
- El tiempo de ejecución y preparación.

### **2. RAMAS DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS**

#### **2.1. ESTUDIO DE MOVIMIENTO**

Técnica que consiste en el estudio de los movimientos del cuerpo humano que son usados para ejecutar una operación o trabajo determinado, con el objetivo de ser evaluados identificando los productivos e improductivos. De forma tal que una vez analizados 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.

#### **2.2. ESTUDIO DE TIEMPO**

Técnica que consiste en el establecimiento de un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base a la medición del

contenido de trabajo del método prescrito, considerando al operario promedio, el ritmo o velocidad de trabajo y los suplementos o tolerancias por concepto de: fatiga, demoras personales, retrasos inevitables y otros. Es decir, es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

A través del estudio de tiempo y estudio de movimientos se logra la mayor productividad de la organización.

### **3. IMPORTANCIA DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS**

- Mejora la eficiencia al eliminar el trabajo innecesario, las demoras evitables y otras formas de desperdicios.
- Técnica más recomendada para incrementar la productividad de la organización, sus aplicaciones incluyen tanto el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos y habilidades para fabricar un producto.
- Determinación del tiempo estándar que se requiere para la fabricación del producto.
- Cumplimiento de normas o estándares establecidos.
- Retribución al trabajador por su rendimiento.

La empresa RICA C.A realiza el proceso productivo de inyección de plástico para la realización de Tubetes y bandejas porta-Tubetes (Semilleros Agro-Forestales).

Los Tubetes son piezas en forma de cono truncado hueco, fabricada en polietileno de alta densidad el cual es utilizado como semillero para la germinación de semillas o material vegetativo de las plantas a cultivar, sus dimensiones son:

Diámetro mayor: 44mm

Diámetro menor: 18mm

Longitud: 146mm

Las bandejas porta-Tubetes es una pieza en forma de bandeja con capacidad de 88 Tubetes, hecha de polietileno. Matriz de 8 filas por 11 columnas, con asas o agarraderas para su manejo y traslado. Medidas: 170 x 410 x 560 mm.

#### **4. ANÁLISIS OPERACIONAL**

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.

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

##### **4.1. ASPECTOS A CONSIDERAR**

- ❖ Los hechos deben examinarse como son y no como parecen.
- ❖ Rechazar ideas preconcebidas.
- ❖ Reto y escepticismo.
- ❖ Atención continua y cuidadosa.

##### **4.2. UTILIDAD**

- ❖ Origina un mejor método de trabajo.
- ❖ Simplifica los procedimientos operacionales.
- ❖ Maximiza el manejo de materiales.
- ❖ Incrementa la efectividad de los equipos.
- ❖ Aumenta la producción y disminuye el costo unitario.
- ❖ Mejora la calidad del producto final.
- ❖ Reduce los efectos de la impericia laboral.

- ❖ Mejora las condiciones de trabajo.
- ❖ Minimiza la fatiga del operario.

## **5. EXAMEN CRÍTICO**

Etapa que consiste en la revisión exhaustiva, minuciosa, detallada de los hechos que se tienen, poniendo a prueba y en evidencia dicha información, es el escrutinio de esa información para validar su veracidad, esto permitirá establecer posibilidades alternativas y orientaciones para su mejora, evaluar la posibilidad de cambiar, reducir, simplificar y en el mejor de los casos eliminar, para ello, es necesario evaluar cinco aspectos: propósito, lugar, sucesión y persona.

Abarca tres herramientas fundamentales:

- ❖ Preguntas de la OIT.
- ❖ Técnica del interrogatorio.
- ❖ Enfoques primarios.

## **6. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT)**

Es un organismo especializado de las Naciones Unidas que procura fomentar la justicia social y los derechos humanos y laborales internacionalmente reconocidos. La OIT fue creada con el propósito primordial de adoptar normas internacionales que abordaran el problema de las condiciones de trabajo que entrañaban "justicia, miseria y privaciones".

La estructura de la OIT está conformada por tres órganos: la Conferencia Internacional del Trabajo, el Consejo de Administración y la Oficina Internacional del Trabajo.

La OIT formula normas internacionales del trabajo, que reviste la forma de convenios y de recomendaciones por las que se fijan unas condiciones mínimas en materia de derechos laborales fundamentales: libertad sindical, derecho de sindicación, derecho de negociación colectiva, abolición del trabajo forzoso, igualdad de oportunidades y de trabajo, así como otras normas por las que se regulan condiciones que abarcan todo el espectro de cuestiones relacionadas con el trabajo.

Presta asistencia técnica, principalmente en los siguientes campos: formación y rehabilitación profesional, política de empleo; administración del trabajo, legislación del trabajo y relaciones laborales; condiciones de trabajo; desarrollo gerencial cooperativo; seguridad social; estadísticas laborales, seguridad y salud en el trabajo. Fomenta el desarrollo de organizaciones independientes de empleadores y de trabajadores, y le facilita formación y asesoramiento técnico. Dentro del sistema de las Naciones Unidas, la OIT es la única organización que cuenta con una estructura tripartita, en la que los trabajadores y los empleadores participan en pie de igualdad con los gobiernos y en las labores de sus órganos de administración.

## **6.1. PREGUNTAS DE LA O. I. T**

### **A. Operaciones:**

1. ¿Qué propósito tiene la operación?
2. ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella? En caso afirmativo, ¿A qué se debe que sea necesario?
3. ¿Es necesaria la operación porque la anterior no se ejecutó debidamente?
4. ¿Se previó originalmente para rectificar algo que ya se rectificó de otra manera?
5. Si se efectúa para mejorar el aspecto exterior del producto, ¿el costo suplementario que representa mejora las posibilidades de venta?
6. ¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?
7. ¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?; ¿o se implantó para atender las exigencias de uno o dos clientes nada más?
8. ¿Hay alguna operación posterior que elimine la necesidad de efectuar la que se estudia ahora?
9. ¿Se implantó para reducir el costo de una operación anterior?; ¿o de una operación posterior?
10. Si se añadiera una operación ¿se felicitaría la ejecución de otras?
11. ¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo o con mejor resultado?
12. ¿no cambiaron las circunstancias desde que se añadió la operación al proceso?
13. ¿Podría combinarse la operación con una operación anterior o posterior?
14. ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra? ¿No se puede eliminar?

15. ¿Se podría descomponer la operación para añadir sus diversos elementos a otras operaciones?
16. ¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?
17. ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible?; ¿o mejoraría si se le modificara el orden?
18. ¿Podría efectuarse la misma operación en otro departamento para evitar los costos de manipulación?
19. Si se modificara la operación, ¿Qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?
20. Si se puede utilizar otro método para producir la pieza, ¿se justificarían el trabajo y el despliegue de actividades que acarrearía el cambio?
21. ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?

## **B. Diseño de piezas y productos**

1. ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación?
2. ¿Se podría reducir el número de piezas?
3. ¿Podrían utilizarse ciertas piezas de serie?
4. ¿Se pondría reemplazar una pieza de serie por otro material más barato o de mejor resultado?
5. ¿Se utilizó el análisis del Pareto para identificar las piezas o producto de más valor?

## **C. Normas de calidad**

1. ¿Todas las partes interesadas se han puesto de acuerdo acerca de lo que constituye una calidad aceptable?
2. ¿Qué condiciones de inspección debe llenar esta operación?
3. ¿El operario puede inspeccionar su propio trabajo?
4. ¿Son realmente apropiadas las normas de tolerancias y demás?
5. ¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar innecesariamente los costos?
6. ¿Se reducirán apreciablemente los costos si se rebajaran las normas?
7. ¿Existe alguna forma de dar al producto acabado una calidad superior a la actual?
8. ¿Puede mejorarse la calidad empleando nuevos procesos?
9. ¿Se necesitan las mismas normas para todos los clientes?
10. Si se cambiaran las normas y las condiciones de inspecciones, ¿aumentarían o disminuirían las mermas, desperdicios y gastos de la operación, del taller o del sector?

11. ¿Cuáles son las principales causas de que se rechace esta pieza?
12. ¿Una modificación de la composición del producto podría dar como resultado una calidad más uniforme?

#### **D. Utilización de materiales**

1. ¿El material que se utiliza es realmente adecuado?
2. ¿No podría reemplazarse por otro más barato que igualmente sirviera?
3. ¿No se podría utilizar un material más ligero?
4. ¿El material se compra ya acondicionado para el uso?
5. ¿Podría el abastecedor introducir reformas en la elaboración del material para mejorar su uso y disminuir los desperdicios?
6. ¿El material es entregado suficientemente limpio?
7. ¿Se compra en cantidades y dimensiones que lo hagan cundir al máximo y reduzcan la merma y los retazos y cabos inaprovechables?
8. ¿Se saca el máximo partido posible del material al cortarlo?; ¿y al elaborarlo?
9. ¿Son adecuados los demás materiales utilizados en la elaboración: aceites, aguas, ácidos, pintura, aire comprimido, electricidad? ¿se controla su uso y se trata de economizarlos?
10. ¿Es razonable la proporción entre los costos de material y los de mano de obra?
11. ¿No se podría modificar el método para eliminar el exceso de mermas y desperdicios?
12. ¿Se reducirá el número de materiales utilizados si se estandarizara la producción?
13. ¿No se podría hacer la pieza con sobrantes del material o retazos inaprovechables?
14. ¿Se podrían utilizar los sobrantes o retazos?
15. ¿Se podrían clasificar los sobrantes o retazos para venderlos a mejor precio?
16. ¿El proveedor de material lo somete a operaciones innecesarias para el proceso estudiado?
17. ¿La calidad de materiales es uniforme?
18. ¿Se podrían evitar algunas de las dificultades que surgen en el taller si se inspeccionara más cuidadosamente el material cuando es entregado?
19. ¿El material es entregado sin bordes filosos ni rebabas?

20. ¿Se altera el material con el almacenamiento?
21. ¿Se podrían reducir los costos y demoras de inspección efectuando la inspección por muestreo y clasificando a los proveedores según su fiabilidad?
22. ¿Se podría hacer la pieza de manera más económica con retazos de material de otra calidad?

#### **E. Disposición del lugar de trabajo**

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

#### **F. Manipulación de Materiales**

1. ¿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?
2. En caso contrario, ¿Podrían encargarse de la manipulación los operarios de máquinas para que el cambio de ocupación le sirva de distracción?

3. ¿Deberían de utilizarse carretillas de mano, eléctricas o elevadoras de horquilla, o transportadores o conductos?
4. ¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular con facilidad y sin daños?
5. ¿En qué lugar en la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?
6. ¿Se puede despachar el material desde un punto central con un transportador?
7. ¿El tamaño del recipiente o contenedor corresponde a la cantidad de material que se va a trasladar?
8. ¿Puede idearse un recipiente que permita alcanzar el material más fácilmente?
9. ¿Podría colocarse un recipiente en el puesto de trabajo sin quitar el material?
10. Si se utiliza una grúa de puente, ¿funciona con rapidez y precisión?
11. ¿Se podría aprovechar la fuerza de gravedad empezando la primera operación a un nivel más alto?
12. ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares adecuados?
13. ¿Se evitaría con una placa giratoria la necesidad de desplazarse?
14. ¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
15. ¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
16. ¿Se podría evitar la necesidad de pasar las piezas si se utilizaran recipientes estandarizados?
17. ¿Los recipientes son uniformes para poderlos apilar y evitar que ocupen demasiado espacio en el suelo?
18. ¿Se pueden comprar los materiales en tamaños más fáciles de manipular?
19. ¿Se ahorrarían demoras si hubiera señales (luces, timbres, etc.) que avisara cuando se necesite más material?
20. ¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para reducir la manipulación y el transporte?

## **G. Organización del Trabajo**

1. ¿Cómo se atribuye la tarea del operario?
2. ¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario siempre tiene algo que hacer?
3. ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?

4. ¿Cómo se consiguen los materiales?
5. ¿Cómo se entregan los planos y herramientas?
6. ¿Hay control de la hora? En caso afirmativo, ¿Cómo se verifican la hora de comienzo y de fin de la tarea?
7. ¿Hay muchas posibilidades de retrasarse en la oficina de planos, en el almacén de herramientas o en el de materiales?
8. ¿Los materiales están bien situados?
9. Si la operación se efectúa constantemente, ¿Cuánto tiempo se pierde al principio y al final del turno en operaciones preliminares y puesta en orden?
10. ¿Qué clase de anotaciones deben hacer los operarios para llenar las tarjetas de tiempo, los bonos de almacén y demás fichas? ¿Este trabajo podría informatizarse?
11. ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?
12. ¿Cómo está organizada la entrega y mantenimiento de las herramientas?
13. ¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?
14. ¿Se hace conocer debidamente a los nuevos obreros los locales donde trabajaran y se les dan suficientes explicaciones?
15. Cuando los trabajadores no alcanzan cierta norma de desempeño, ¿se averiguan las razones?
16. ¿Se estimula a los trabajadores a presentar ideas?
17. ¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?

## **H. Condiciones de Trabajo**

1. ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?
2. ¿Se ha eliminado el resplandor de todo el lugar de trabajo?
3. ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario ¿no se podrían utilizar ventiladores o estufas?
4. ¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?
5. ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?
6. ¿Se pueden eliminar los vapores, el humo y el polvo con sistemas de evacuación?
7. Si los pisos son de hormigón, ¿se podrían poner enrejados de madera o estereras para que fuera más agradable estar de pie en ellos?
8. ¿Se puede proporcionar una silla?
9. ¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos del trabajo?
10. ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?
11. ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?
12. ¿Se enseñó al trabajador a evitar los accidentes?

13. ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?
14. ¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?
15. ¿Con cuanta minucia se limpia el lugar de trabajo?
16. ¿Hace en la fábrica demasiado frio en invierno o falta el aire en verano, sobre todo al principio de la primera jornada de la semana?
17. ¿Están los procesos peligrosos adecuadamente protegidos?

## **I. Enriquecimiento de la tarea de cada puesto**

1. ¿Es la tarea aburrida o monótona?
2. ¿Puede hacerse la operación más interesante?
3. ¿Puede combinarse la operación con operaciones procedentes o posteriores a fin de ampliarla?
4. ¿Cuál es el tiempo de ciclo?
5. ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?
6. ¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?
7. ¿Puede el operario desbarbar su propio trabajo?
8. ¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?
9. ¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo a su manera?
10. ¿Puede el operario hacer la pieza completa?
11. ¿Es posible y deseable la rotación entre puestos de trabajo?
12. ¿Se puede aplicar la distribución del trabajo organizada por grupos?
13. ¿Es posible y deseable el horario flexible?
14. ¿Se pueden prever existencias reguladoras para permitir variaciones en el ritmo de trabajo?
15. ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?

## **7. TÉCNICA DEL INTERROGATORIO**

Es el medio para efectuar el EXAMEN CRÍTICO, sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas.

### **7.1. PREGUNTAS PRELIMINALES:**

#### **7.1.1. Propósito:**

- ¿QUÉ SE HACE?
- ¿POR QUÉ SE HACE?
- ¿QUÉ OTRA COSA PODRÍA HACERSE?
- ¿QUÉ DEBERÍA HACERSE?

#### 7.1.2. **Lugar:**

- ¿DÓNDE SE HACE?
- ¿POR QUÉ SE HACE ALLÍ?
- ¿EN QUÉ OTRO LUGAR PODRÍA HACERSE?
- ¿DÓNDE DEBERÍA HACERSE?

#### 7.1.3. **Sucesión:**

- ¿CUÁNDO SE HACE?
- ¿POR QUÉ SE HACE ENTONCES?
- ¿CUÁNDO PODRÍA HACERSE?
- ¿CUÁNDO DEBERÍA HACERSE?

#### 7.1.4. **Persona:**

- ¿QUIÉN LO HACE?
- ¿POR QUÉ LO HACE ESA PERSONA?
- ¿QUÉ OTRA PERSONA PODRÍA HACERLO?
- ¿QUIÉN DEBERÍA HACERLO?

#### 7.1.5. **Medios:**

- ¿CÓMO SE HACE?
- ¿POR QUÉ SE HACE DE ESE MODO?
- ¿DE QUÉ OTRA MODO PODRÍA HACERSE?
- ¿CÓMO DEBERÍA HACERSE?

### 7.2. **PREGUNTAS DE FONDO:**

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. Investigan qué se hace y por qué se hace según el “DEBE SER”.

## **8. ENFOQUES PRIMARIOS**

### **8.1. ESTRATEGIAS ELEMENTALES:**

#### **8.1.1. Propósito de la operación**

Justificar el objetivo, el para qué y el por qué, determinando así la finalidad de la tarea. Es recomendable evaluar si es posible eliminarla, combinarla, simplificarla, reducirla o mejorarla.

#### **8.1.2. Diseño de la parte o pieza**

Considerar al diseño como algo cambiante, su grado de complejidad y evaluar si es posible mejorarlo a través de la:

- Disminución del número de partes y/o piezas.
- Reducción del número de operaciones, longitud de los recorridos, uniendo partes y haciendo el maquinado y el ensamble más fácil.
- Utilización de un mejor material.

#### **8.1.3. Tolerancias y/o Especificaciones**

Tolerancia: Margen entre la calidad lograda en la producción y la deseada (Rango de variación).

Especificaciones: Conjunto de normas o requerimientos impuestos al proceso, para adecuar el producto terminado respecto al diseñado.

Seleccionar el mejor método o técnica de inspección que implique control de calidad, menor tiempo y ahorro en costo.

#### **8.1.4. Materiales**

Representan un porcentaje alto del costo total de la producción y su correcta selección y uso adecuado es importante. Los costos se reducirían:

- ❖ Si se puede sustituir por uno más barato.

- ❖ Si es uniforme y condiciones en que llega al operario.
- ❖ Si se pueden reducir los almacenamientos, demoras y material en proceso.
- ❖ Si se utiliza la materia hasta el máximo.
- ❖ Si se encuentra utilidad a los residuos o piezas defectuosas.

#### **8.1.5. Análisis del Proceso**

Planificación y Eficiencia del proceso de manufactura:

- ❖ Posibilidad de cambiar la operación.
- ❖ Reorganización o combinación de operaciones.
- ❖ Mecanizar el trabajo manual pesado.
- ❖ Emplear el mejor método de maquinado.
- ❖ Utilización eficiente de las instalaciones mecánicas.

#### **8.1.6. Preparación y Herramental**

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

- ❖ Mejorar la Planificación y Control de la Producción.
- ❖ Entregar instrumentos, instrucciones, materiales, etc. al inicio de la jornada de trabajo.
- ❖ Programar trabajos similares en secuencia.
- ❖ Entregar por duplicado herramientas de corte.
- ❖ Implantar programas de trabajo para cada operación.

Las herramientas deben tener la calidad adecuada, se debe corresponder con la actividad que se realiza, uso correcto, para ello se recomienda:

- ❖ Efectuar mayor número de operaciones de maquinado por cada preparación.
- ❖ Diseñar herramental que pueda utilizar la máquina a su máxima capacidad.
- ❖ Utilizar la mayor capacidad de la máquina.
- ❖ Introducir un herramental más eficiente

#### **8.1.7. Condiciones de Trabajo**

Es necesario proveer al operario un ambiente de trabajo adecuado, considerando su entorno:

- ❖ Adaptar la iluminación según la naturaleza del trabajo.
- ❖ Mejorar las condiciones climáticas hasta hacerlas óptimas (temperatura).
- ❖ Control de ruidos y vibraciones.

- ❖ Ventilación.
- ❖ Promover orden, limpieza y buen cuidado.
- ❖ Desecho de polvos, humos, gases y nieblas irritantes y dañinos.
- ❖ Proporcionar equipo de protección personal adecuado.
- ❖ Organizar y promover un buen programa de primeros auxilios.

#### **8.1.8. Manejo de Materiales**

En la elaboración del producto, es necesario evaluar y controlar la inversión de dinero, tiempo y energía en el transporte de los materiales de un lugar a otro. Es por ello que hay que tratar de:

- A. Eliminar o reducir la manipulación de los productos.
- B. Mejorar los procedimientos de transporte y manipulación.

#### **8.1.9. Distribución de la Planta y Equipo**

Implica la ordenación física de los elementos del proceso en cuanto a:

- ❖ Espacio necesario para movimiento del material.
- ❖ Áreas de almacenamiento.
- ❖ Trabajadores indirectos.
- ❖ Equipos y maquinarias de trabajo.
- ❖ Puestos de trabajo.
- ❖ Personal de taller.
- ❖ Zonas de carga y descarga.
- ❖ Espacio para transportes fijos.

### **9. ESTUDIO DE TIEMPOS.**

Es la actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. Antes de emprender el estudio hay que considerar básicamente los siguientes:

- Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.
- El método a estudiar debe haberse estandarizado.

- El empleado debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato.
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación.
- El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato pre impreso y una calculadora. Elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora y en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal.
- La actitud del trabajador y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero.

Existen varios tipos de técnicas que se utilizan para establecer un estándar, cada una acomodada para diferentes usos y cada uso con diferentes exactitudes y costos. Algunos de los métodos de medición de trabajo son:

- Estudio del tiempo
- Datos predeterminados del tiempo.
- Datos estándar.

De acuerdo con algunos estudios realizados, se dice que se utilizan diferentes métodos para estudiar la mano de obra directa e indirecta. Mientras que la mano de obra directa se estudia primordialmente mediante los tres primeros métodos, la mano de obra indirecta se estudia con las últimas dos.

### **9.1. ESTUDIO DE TIEMPOS.**

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

Para realizar un estudio de tiempo se debe:

- Descomponer el trabajo en elemento.
- Desarrollar un método para cada elemento.
- Seleccionar y capacitar al trabajador.
- Muestrear el trabajo.
- Establecer el estándar.

### **9.2. TIEMPOS PREDETERMINADOS.**

Los tiempos predeterminados se basan en la idea de que todo el trabajo se puede reducir a un conjunto básico de movimientos. Entonces se pueden determinar los tiempos para cada uno de los movimientos básicos, por medio de un cronómetro o películas, y crear un banco de datos de tiempo. Utilizando el banco de datos, se puede establecer un tiempo estándar para cualquier trabajo que involucre los movimientos básicos.

Se han desarrollado varios sistemas de tiempo predeterminados, los más comunes son: el estudio del tiempo de movimiento básico (BTM) y los métodos de medición de tiempo (MTM): los movimientos básicos utilizados son: alcanzar, empuñar, mover, girar, aplicar presión, colocar y desenganchar. Un porcentaje muy grande de trabajo industrial y de oficina se puede describir en términos de estos movimientos básicos.

El procedimiento utilizado para establecer un estándar a partir de datos predeterminados de tiempo es como sigue: Primero cada elemento de trabajo se descompone en sus movimientos básicos. Enseguida cada movimiento básico se califica de acuerdo a su grado de dificultad. Alcanzar un objeto en una posición variable, es más difícil y toma más tiempo que alcanzar el objeto en una posición fija. Una vez que se ha determinado el tiempo requerido para cada movimiento básico a partir de las tablas de tiempos predeterminados, se agregan los tiempos básicos del movimiento para dar el tiempo total normal. Se aplica entonces un factor de tolerancia para obtener el tiempo estándar.

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

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

### **9.3. TIEMPO ESTÁNDAR**

Los tiempos asignados para la ejecución de un trabajo el cual puede ser mantenido por el operador durante la jornada sin llegar al cansancio lo podríamos asignar como tiempo estándar en tal sentido. NIEBEL (1990) define el tiempo estándar como "... el tiempo requerido para que un operario de tiempo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal lleve a cabo la operación." (p.427).

El tiempo estándares determina usando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempo.

$$TE = TPS * Cv + \sum Tolerancias$$

Dónde:

TE: tiempo estándar.

TPS: tiempo promedio seleccionado.

Cv: factor de calificación de la velocidad.

n: número de muestras.

Cuando el proceso productivo de las operaciones son dominadas por las maquinas la calificación de velocidad se considera como (Cv=1) y las tolerancias igual a cero ( $\sum Tolerancias = 0$ ), por tanto se tiene:

$$TE = TPS * 1 + 0$$

$$TE = TPS$$

### **9.3.1. Tiempo promedio seleccionado (tps).**

Relación entre el total de lecturas de tiempo tomadas y el número de ciclos, en todas palabras va a ser la medición aritmética del tiempo que dura cada elemento por el total de ciclos.

$$TPS = \frac{\sum tiempos}{n}$$

Dónde:

TPS: tiempo promedio seleccionado.

n: número de lecturas seleccionadas.

$\sum Tolerancias$ : Tolerancias asignadas.

### **9.3.2. Importancia del tiempo estándar.**

La determinación de los tiempos estándares permite:

- a) Reducir los costos.
- b) En un denominador común para la comparación de diversos métodos.
- c) Determina y controla con exactitud los costos de mano de obra.
- d) Determina la capacidad de la planta.
- e) Determina las bases para establecer presupuestos.
- f) Equilibrar cadenas de producción.
- g) Base para el pago de incentivos.
- h) El cumplimiento de normas de calidad.

### **9.3.3. Aplicaciones de tiempo estándar**

Entre las principales aplicaciones de los tiempos estándar se puede mencionar:

- El uso de los tiempos estándares es sumamente útil en los casos en que se necesiten estándares de tiempo en procesos nuevos pero similares a aquellos de los que se tomaron los datos. Esto elimina la necesidad de hacer estudios de tiempo adicionales.
- Para determinar las necesidades y los costos de mano de obra directa en un producto, lo que permite estimar el costo total de producción, ya sea para un lote requerido o para un proyecto por realizar.
- Para obtener información base en la programación y control de la producción, lo que permite optimizar la utilización de los recursos y minimizar los tiempos de manufactura.
- Para evaluar métodos de producción alternos como opción para elaborar otros artículos en la búsqueda de una mejor eficiencia.
- Para determinar un tiempo de trabajo aceptable y poder aplicar a los trabajadores un programa de incentivos por producción.
- Para estimar tiempos de producción cuando existe algún cambio en la materia prima.
- Para incluir mejoras en procesos de baja eficiencia, operación lenta y/o costos excesivos.
- Para determinar la capacidad de planta (distribución).
- En la evaluación de compra de equipo más productivo.
- En la estimación de tiempos confiables de entrega a los clientes.

## **10. TECNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE TIEMPOS ESTANDAR**

El tiempo estándar está compuesto de varios factores, según se muestra en la siguiente figura:



### **10.1. TIEMPO BASICO**

El tiempo básico se define como "tiempo mínimo irreducible que se calcula a partir de los tiempos elementales de una tarea de trabajo". Una tarea de trabajo es un conjunto de actividades necesarias para completar la ejecución de un proceso o producto. Cada tarea está compuesta de varios movimientos elementales.

### **10.2. TIEMPO SUPLEMENTARIO**

Todo proceso de producción está sujeto a variaciones inevitables que se originan de acuerdo a las características humanas y de los sistemas involucrados. El tiempo suplementario es el tiempo que se consume por deficiencias en los productos y procesos, diseños y fatiga.

El tiempo suplementario se calcula a partir de un porcentaje sobre el tiempo básico y se establece a partir de un estudio de la situación particular de cada empresa.

### **10.3. TIEMPO IMPRODUCTIVO O TOLERANCIA**

A pesar de que forma parte del tiempo estándar, es importante separarlo porque se origina en forma independiente de aspectos como diseño, método y especificaciones del producto. Se divide básicamente en dos aspectos:

Por deficiencia de la dirección: corresponden a retrasos ocasionados por circunstancias operativas no previstas entre las que se pueden citar:

- Falta de planificación
- Cambios improvisados en el proceso productivo
- Malas condiciones de trabajo

Por deficiencia de los trabajadores: tiempos improductivos causados por el personal involucrado directamente en los procesos de manufactura, por ejemplo:

- Llegadas tardías o pérdida de tiempo
- Ausencias

- Repeticiones por descuido del trabajador
- Accidentes por negligencia

## **11. ESTUDIO DE TIEMPO POR CRONOMETRO.**

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

- Identificar el estudio
  - No. de estudio
  - No. de hojas
  - Nombre del tomador de Datos
  - Fecha del estudio
  - Quien aprueba el estudio
- Información que permita identificar
  - El producto pieza
  - Nombre del producto
  - No. de pieza
  - No. 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.

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.

- Tipos de elementos:

**REPETITIVOS:** Reaparecen en cada ciclo de trabajo estudiado.

**CASUAL:** No aparecen en cada ciclo de trabajo en intervalos irregulares.

**CONSTANTE:** Son aquellos cuyo tiempo básico es igual en cada ciclo.

**MANEJABLES:** Su tiempo básico varía en los ciclos.

**MANUALES:** Son los que realiza el trabajador.

**MECÁNICOS:** Realizados por máquinas o utilizando la fuerza motriz.

**DOMINANTES:** Duran más tiempo que los otros elementos.

**DE CONTINGENCIA:** Su tiempo es utilizado para proveer más material, equipo, herramientas, etc. Al proceso

### 11.1. 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:

- a) Reloj para estudio de tiempo con pantalla digital (electrónico) o cronometro manual (mecánico).
- b) Tablero de apoyo con sujetador: para sujetar los formatos para el estudio de tiempo.
- c) Formato para el estudio de tiempos: repetitivo y no repetitivo, permiten apuntar los detalles escritos que deben incluirse en el estudio.
- d) Lápiz.

- e) Cinta métrica, regla o micrómetro, según sean las distancias involucradas y la precisión con que se necesiten medir.
- f) Calculadora o computadora personal (PC), para hacer los cálculos aritméticos que intervienen en el estudio de tiempos.

### **11.2. TOMA DE TIEMPO:**

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante el estudio:

**Método de Regreso a Cero:** Esta técnica ("snapback") tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continua. Esto debe entenderse claramente antes de estandarizar una forma de registrar valores. De hecho, algunos analistas prefieren usar ambos métodos considerando que los estudios en que predominan elementos largos, se adaptan mejor al método de regresos a cero, mientras que estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lectura continua.

Dado que los valores elementales de tiempo transcurrido son leídos directamente en el método de regreso a cero, no es preciso, cuando se emplea este método, hacer trabajo de oficina adicional para efectuar las restas sucesivas, como en el otro procedimiento. Además los elementos ejecutados fuera de orden por el operario, pueden registrarse fácilmente sin recurrir a notaciones especiales. Los propugnadores del método de regresos a cero exponen también el hecho de que con este procedimiento no es necesario anotar los retrasos, y que como los valores elementales pueden compararse de un ciclo al siguiente, es posible tomar una decisión acerca del número de ciclos a estudiar. En realidad, es erróneo usar observaciones de algunos ciclos anteriores para decidir cuántos ciclos adicionales deberán ser estudiados. Esta práctica puede conducir a estudiar una muestra demasiado pequeña.

En resumen, la técnica de regresos a cero tiene las siguientes desventajas:

- 1) Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla; por lo tanto, se introduce un error acumulativo en el estudio. Esto puede evitarse usando cronómetros electrónicos.
- 2) Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos (de 0.06 min o menos).
- 3) No siempre se obtiene un registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta los retrasos y los elementos extraños.
- 4) No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

**Método Continuo:** Esta técnica para registrar valores elementales de tiempo es recomendable por varios motivos. La razón más significativa de todas es, probablemente, la de que este tipo presenta un registro completo de todo el periodo de observación y, por tanto, resulta del agrado del operario y sus representantes. El trabajador puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio, y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en cuenta. Es más fácil explicar y lograr la aceptación de esta técnica de registro de tiempos, al exponer claramente todos los hechos.

El método de lecturas continuas se adapta mejor también para registrar elementos muy cortos. No perdiéndose tiempos al regresar la manecilla a cero, puede obtenerse valores exactos de elementos sucesivos de 0.04 min., y de elementos de 0.02 min. Cuando van seguidos de un elemento relativamente largo. Con la práctica, un buen analista de tiempos que emplee el método continuo, será capaz de apreciar exactamente tres elementos cortos sucesivos (de menos de 0.04 min.), si van seguidos de un elemento de aproximadamente 0.15 min. o más largo. Se logra esto recordando las lecturas cronométricas de los puntos terminales de los tres elementos cortos, anotándolas luego mientras transcurre el elemento más largo.

Por supuesto, como se mencionó antes, esta técnica necesita más trabajo de oficina para evaluar el estudio. Como el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas del cronómetro continúan moviéndose, es necesario efectuar restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar los tiempos elementales transcurridos.

## **12. SELECCIÓN Y REGISTRO DE LOS ELEMENTOS**

Para los propósitos del estudio de tiempos, el trabajo desempeñado por el operario se divide en elementos. Un elemento es una parte constitutiva y propia de una actividad o tarea específica. Deben definirse con claridad. De preferencia la descripción del elemento debe indicar el punto de inicio, el trabajo específico incluido y el punto final. El estudio de tiempos por elementos tiene las siguientes ventajas:

- Valorar el desempeño con más exactitud.
- Crear valores de tiempo estándar para elementos frecuentemente recurrentes; estos pueden verificarse contra datos existentes, lo cual ayuda a mantener la consistencia de los datos.
- Identificar el trabajo no productivo.

El registro de tiempo de cada elemento se hace de acuerdo al método que mejor le convenga al analista de tiempo (continuo o vuelta a cero).

### **13. CALIFICACION DE LA ACTUACIÓN DEL OPERARIO**

En el sistema de calificación de la actuación del operario, el analista evalúa la eficiencia del operador en términos de su concepto de un operario “normal” que ejecuta el mismo elemento. A esta efectividad o eficiencia se le expresa en forma decimal o en tanto por ciento (%), y se le asigna al elemento observado. Un operario “normal” se define como un obrero calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo representativo del promedio.

El principio de la calificación de la actuación del operario es el de saber ajustar el tiempo medio observado de cada elemento aceptable efectuado durante el estudio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo.

#### **13.1. CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN SISTEMA DE CALIFICACIÓN:**

La primera y la más importante de las características de un sistema de calificación es su exactitud. No se puede esperar consistencia o congruencia absoluta en el modo de calificar, ya que las técnicas para hacerlo se basan, esencialmente, en el juicio personal del analista de tiempos.

Sin embargo, se consideran adecuados los procedimientos que permitan a diferentes analistas, en una misma organización, el estudio de operarios diferentes empleando el mismo método para obtener estándares que no tengan una desviación mayor de un 5% respecto del promedio de los estándares establecidos por el grupo. Se debe mejorar o sustituir el plan de calificación en que haya variaciones en los estándares mayores que la tolerancia de más o menos 5%.

El plan de calificación que dé resultados más consistentes y congruentes será también el más útil, si el resto de los factores son semejantes.

Se puede corregir un plan de calificación que tuviera consistencia al ser utilizado por los diversos analistas de tiempos de una planta y que, sin embargo, estuviese fuera de la definición aceptada de exactitud normal. Un procedimiento para calificar al operario que produzca resultados incongruentes o inconsistentes, cuando lo empleen diferentes analistas de tiempos, es seguro que termine en fracaso.

##### **13.1.1. Método de Calificación:**

Existen cinco métodos:

1. Método Westinghouse.
2. Calificación Sintética.
3. Calificación Objetiva.
4. Calificación por Velocidad.
5. Calificación Modificado.

Para efecto de esta práctica utilizaremos el Método Westinghouse, el cual es uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente.

### **Método Westinghouse:**

Fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporación. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La Habilidad se define como “pericia en seguir un método dado” y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

La habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La práctica tenderá a desarrollar su habilidad, pero no podrá compensar por completo las deficiencias en aptitud natural.

La habilidad o destreza de una persona en una actividad determinada aumenta con el tiempo, ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo mayor velocidad, regularidad en el moverse y ausencia de titubeos y movimientos falsos.

Una disminución en la habilidad generalmente es resultado de una alteración en las facultades debida a factores físicos o psicológicos, como reducción en agudeza visual, falla de reflejos y pérdida de fuerza o coordinación muscular. De esto se deduce fácilmente que la habilidad de una persona puede variar de un trabajo a otro, y aun de operación a operación en una labor determinada.

Según el Sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una

evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema (u óptima).

El observador debe evaluar y asignar una de estas seis categorías a la habilidad o destreza manifestada por un operario. (Ver anexo 1) ilustra las características de los diversos grados de habilidad juntamente con sus valores numéricos equivalentes. La calificación de la habilidad se traduce luego a su valor en porcentaje equivalente, que es de más 15%, para los individuos supe hábiles, hasta menos 22% para los de muy baja habilidad. Este porcentaje se combina luego algebraicamente con las calificaciones de esfuerzo, condiciones y consistencia, para llegar a la nivelación final, o al factor de calificación de la actuación del operario.

Según este sistema o método de calificación, el Esfuerzo o Empeño se define como una “demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario. Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador debe tener cuidado de calificar sólo el empeño demostrado en realidad. Con frecuencia un operario aplicará un esfuerzo mal dirigido empleando un alto ritmo a fin de aumentar el tiempo del ciclo del estudio, y obtener todavía un factor liberal de calificación. Igual que en el caso de la habilidad, en lo que toca a la calificación del esfuerzo pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez aceptable: deficiente (o bajo), aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo. Al esfuerzo excesivo se le ha asignado un valor de más 13%, y al esfuerzo deficiente un valor de menos 17%. (Ver anexo 1 y 2).

Las Condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. Por tanto, si la temperatura en una estación de trabajo dada fuera de 17 °C mientras que generalmente se mantiene en 20 °C a 23 °C, las condiciones se considerarían debajo de lo normal.

Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación. Se han enumerado 6 clases generales de condiciones con valores desde más 6% hasta menos 7%. Estas

condiciones “de estado general” se denominan ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes. (Ver anexo 1 y 2).

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de la actuación es la Consistencia del operario. A no ser que se emplee el método de lectura repetitiva, o que el analista sea capaz de hacer las restas sucesivas y de anotarlas conforme progresa el trabajo, la consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables, como dureza del material, afilado de la herramienta de corte, lubricante, habilidad y empeño o esfuerzo del operario, lecturas erróneas del cronómetro y presencia de elementos extraños. Los elementos mecánicamente controlados tendrán, como es comprensible, una consistencia de valores casi perfecta, pero tales elementos no se califican. Hay seis clases de consistencia: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable y deficiente.

Se ha asignado un valor de más 4% a la consistencia perfecta, y de menos 4% a la deficiente, quedando las otras categorías entre estos valores. (Ver anexo 1 y 2).

No puede darse una regla general en lo referente a la aplicabilidad de la tabla de consistencias. Algunas operaciones de corta duración y que tienden a estar libres de manipulaciones y colocaciones en posición de gran cuidado, darán resultados relativamente consistentes de un ciclo a otro. Por eso, operaciones de esta naturaleza tendría requisitos más exigentes de consistencia promedio, que trabajos de gran duración que exigen gran habilidad para los elementos de colocación, unión y alineación. La determinación del intervalo de variación justificado para una operación particular debe basarse, en gran parte, en el conocimiento que al analista tenga acerca del trabajo.

## **14. TOLERANCIAS**

Para determinar los porcentajes de tiempos suplementarios e improductivos del tiempo total estándar, se recurre a las tolerancias, las cuales son la magnitud adicional tolerable que se le aplica al tiempo normal.

Es un aspecto muy controvertido, debido a que depende de los elementos, no son negociables con los trabajadores y si son poco realistas puede invalidar el tiempo estándar. Lo ideal es obtener los datos que se registran en la empresa en

aspectos como necesidades personales, fatiga, demoras, etc. Existen clasificaciones principales de tolerancias, a saber:

Necesidades personales: tomar agua, usar servicios sanitarios, etc. Se recomienda emplear 5 %, que equivale a 24 minutos en una jornada de 8 horas. Fatiga: corresponde a disminución de la capacidad de ejecución de un trabajo por causas físicas y psicológicas, producidos por factores como cantidad de luz, temperatura, humedad, ruido, salud, edad, dieta, etc.

En general se recomienda 4 % sobre el tiempo normal, sin embargo puede pasar de valores que van desde 2 % (estar de pie) a 22 % (empleo de fuerza muscular al levantar 60 libras).

Demoras evitables: se originan por interrupciones, irregularidad de materiales, interferencias de máquinas, etc. Estos se calculan por muestreo de trabajo. Demoras evitables: son causa de actividades como visitas a otros empleados, ociosidad, fumar o comer en horas de trabajo, etc.

Extraordinarias: situaciones especiales que rara vez se presentan en el trabajo.

## **15. PROPÓSITO DEL TIEMPO ESTÁNDAR**

- + Base para el pago de incentivos.
- + Denominador común para la comparación de diversos métodos.
- + Método para asegurar una distribución del espacio disponible.
- + Medio para determinar la capacidad de la planta.
- + Base para la compra de un nuevo equipo.
- + Base para equilibrar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
- + Mejoramiento del control de producción.
- + Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
- + Base para primas y bonificaciones.
- + Base para un control presupuestal.
- + Cumplimientos de las normas de calidad.

- + Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.
- + Mejoramiento de los servicios a los consumidores.
- + Elaboración de planes de mantenimiento.

## **16. MÉTODO RANGO DE ACEPTACIÓN**

Se especifica el intervalo de confianza (I) en función de la precisión del estimado (k) y la media de la muestra (x), este intervalo indica el error de muestreo, es decir cuánto puede ser la desviación del valor estimado. En este caso, se fija la precisión  $k = 10$  y un coeficiente  $c = 90$ , exigiéndose entonces que el 90 de los valores registrados se encuentran dentro del intervalo de confianza. Por tanto, las lecturas que no se encuentren dentro de este rango no se consideran representativas, por lo que no se toman para el estudio. Es necesario establecer nuevos valores.

## **17. DISTRIBUCIÓN “t” DE STUDENT.**

En probabilidad y estadística, la distribución t (de Student) es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño.

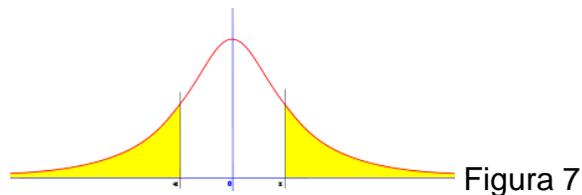
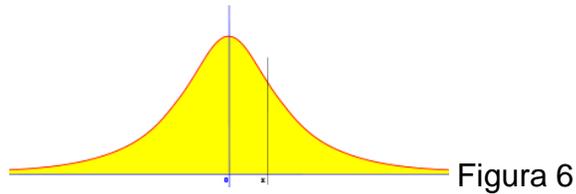
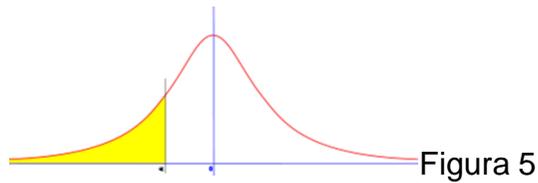
Aparece de manera natural al realizar la prueba t de Student para la determinación de las diferencias entre dos medias muestrales y para la construcción del intervalo de confianza para la diferencia entre las medias de dos poblaciones cuando se desconoce la desviación típica de una población y ésta debe ser estimada a partir de los datos de una muestra.

En las tablas de Student (ver apéndice 2) anterior se puede buscar los valores de la probabilidad t de Student:

$$P(t_n < x)$$

para valores de x mayores o iguales a cero, obteniendo el resultado directamente, como el ejemplo anterior, hay más casos que se pueden resolver, empleando esta misma tabla, veamos algunos:

### Para valores de x de signo negativo



En la tabla solo podemos encontrar probabilidades para x mayor que cero, para saber:

$$P(t_n < -x)$$

Como se puede ver en la tabla no hay valor de x negativas, estos valores no son necesarios dado que la función t de Student es simétrica respecto al eje y, con lo que se pueden calcular partiendo de los valores para x positivas.

Para ello nos basamos en dos principios:

- La suma de probabilidades acumulada menor y mayor que x es 1.
- La simetría de la distribución t de Student.

Como se puede ver (figura 5, 6 y 7):

Hay que tener en cuenta que la suma de la probabilidad de que una variable estadística sea menor que un valor x, más la probabilidad de que sea mayor que ese valor x, es uno:

$$P(t_n < -x) + P(t_n > -x) = 1$$

Despejando:

$$P(t_n > x) = 1 - P(t_n < x)$$

Como se puede ver en la figura 6, esta afirmación es cierta para todas las funciones de distribución y para todos los valores de  $x$ .

Además sabiendo que la función  $t$  de Student es simétrica respecto al eje  $x = 0$ , la probabilidad acumulada a la izquierda de  $-x$  es igual a la probabilidad acumulada a la derecha de  $x$  (figura 7):

$$P(t_n < -x) = P(t_n > x)$$

Sustituyendo en la expresión anterior, nos da el resultado:

$$P(t_n < -x) = 1 - P(t_n < x)$$

Donde el valor:

$$P(t_n < x)$$

Se busca en la tabla (apéndice 2).

## **18. PRODUCTIVIDAD EFECTIVA.**

La productividad implica la interrelación entre los distintos factores del lugar de trabajo. Mientras que la producción o resultados logrados pueden estar relacionados con muchos insumos o recursos diferentes, en forma de distintas relaciones de productividad (producción de horas trabajadas por unidad de material, etc.), cada una de las distintas relaciones o índices de producción se le afectara por una serie de factores importantes que incluye la calidad y disponibilidad de los materiales, la escala de las operaciones y el porcentaje de utilización de la capacidad, la disponibilidad y la capacidad de producción del proceso, maquinado, etc.

## **CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO**

### **1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Debido a la estructura de la investigación desarrollada en la empresa Rociadores Industriales RICA C.A, se utilizó un método descriptivo, a través de él se pudo describir, registrar, analizar e interpretar la naturaleza actual de los problemas presentados en la empresa, para así obtener un correcto diagnóstico, de forma tal, que se pueda hacer una propuesta que lleve a la solución de los problemas y lograr una correcta estandarización de los tiempos. También se consideraron otros tipos de estudio como:

Evaluativo, con el objetivo de evaluar y enjuiciar el método actual de trabajo de la empresa, con el fin de proponer un método que pueda corregir las fallas presentadas e introducir los reajustes necesarios en pro de mejorar las irregularidades que se presenta en el proceso de transformación de plástico de la empresa Rociadores Industriales RICA C.A.

De campo, porque el estudio fue realizado observando los hechos en su ambiente natural, es decir en el área de transformación de plástico.

Descriptivo, porque a través de él se pudo describir, registrar, analizar e interpretar la naturaleza actual de los problemas presentados en la empresa Rociadores Industriales RICA C.A, para así obtener un correcto diagnóstico de la situación actual de dicha empresa, de forma tal, que se pueda lograr una correcta estandarización de los tiempos.

Aplicativo, empleando las técnicas del estudio de métodos, basándose principalmente en el análisis operacional, para definir los elementos productivos e improductivos del proceso de transformación de plástico con vista a su mejoramiento.

### **2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación en la empresa Rociadores Industriales RICA C.A, es de campo no experimental, debido a que se realizaron observaciones de situaciones ya existentes tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos.

Para la investigación se observó directamente el proceso de fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes de alta densidad en la empresa RICA C.A, de igual manera se realizó una entrevista al dirigente Ing. Cesar A. Iguaro R. y a los operarios que laboran en esta línea de producción, con la finalidad de obtener la información necesaria para realizar el estudio de método en dicho proceso.

### **3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.1. POBLACIÓN:**

Según Selltiz (1974), la población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.

De esta manera, para efectos de esta investigación se tomaron todos los productos de polietileno de alta densidad que realiza la empresa RICA dirigidos al sector agroindustrial para su comercialización.

En cuanto al aspecto del estudio de la estandarización de tiempos se tomó en cuenta todo el conjunto de actividades que realiza el operario encargado de la fabricación de las bandejas Portatubetes en el área de transformación de plástico.

#### **3.2. MUESTRA:**

Según Sudman (1976), la muestra suele ser definida como un subgrupo de la población.

Por lo tanto la muestra seleccionada fueron los Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad elaborados mediante el proceso de inyección de plástico por la empresa RICA, utilizados como semilleros agroforestales por el sector agro-industrial.

Con respecto al estudio de la estandarización de tiempos, la muestra tomada fue la actividad de perfeccionamiento y apilamiento de las bandejas Portatubetes realizada por el operario del área de transformación de plástico.

#### **4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Las técnicas e instrumentos aplicadas y utilizadas en esta investigación para obtener información sobre el proceso de producción de Tubetes y bandejas Portatubetes en la empresa Rociadores Industriales RICA C.A, fueron las siguientes:

Observación directa, obteniendo a través de ella la información y detalles necesarios del proceso, las condiciones en que laboran cada uno de los operarios y las distintas actividades que realizan para llevar a cabo el proceso de fabricación, para así determinar las razones que causan la problemática existente y sus posibles soluciones.

Entrevista no estructurada, donde se entrevistó a todo el personal buscando opiniones con el propósito de obtener la información actualizada y los detalles del proceso en el área de transformación de plástico.

Se aplicaron la Técnica del Interrogatorio, las Preguntas de la OIT y los Enfoques Primarios al proceso de fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes, lo que permitió realizar las sugerencias y recomendaciones que permitan mejorar el método de producción.

Las consultas en la web sobre tesis de grados y trabajos ya realizados permitieron tener la estructura para plasmar la investigación. Esta herramienta ayudó a la definición de términos necesarios para el desarrollo del estudio.

#### **5. RECURSOS**

##### **RECURSOS FISICOS**

Los materiales utilizados para efectos de esta investigación fueron:

- Libretas y lápices para recabar información
- Metro
- Grabadora
- Cámara
- Cuestionarios (Técnica del Interrogatorio y las Preguntas de la OIT)
- Cronómetro para las mediciones de los tiempos
- Calculadora

- Formato para el estudio de tiempos que permite apuntar los detalles escritos que deben incluirse en el estudio.
- Formato para concesiones por fatiga.
- Tabla Método sistemático para asignar tolerancias por fatiga.
- Tabla t-student.
- Tabla Westinghouse.

## **RECURSOS HUMANOS**

- Entrevistas no estructuradas
- Observación Directa
- Bibliografías
- Consultas en la web
- Operador de los equipos
- Jefe de la empresa Rociadores Industriales RICA C.A, el Ing. Cesar A. Iguaro R, al cual se le aplicó, simultáneamente con el operario, las preguntas de la OIT

## **6. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO**

Para la realización del estudio de movimiento se utilizó el siguiente procedimiento:

1. En la primera visita se entrevistó al dirigente de Rociadores Industriales RICA C.A, el Ing. Cesar A. Iguaro R, se observó detenidamente todos los procesos que se realizan en la empresa, las instalaciones y se tomaron fotos de las maquinarias.
2. Se tomó la decisión de enfocar el desarrollo de la investigación en el proceso de Transformación de plástico por inyección para la realización de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad.
3. Determinación de las medidas de la empresa para realizar los planos de la misma.
4. Se describió el método actual de trabajo del proceso de fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes
5. Luego de haber obtenido toda esta información se descargó de forma clara, precisa y detallada en un diagrama de proceso haciéndole seguimiento al material con su respectivo resumen de operaciones, traslados, demoras y

almacenamientos, para así poder observar con mayor facilidad la situación actual de la empresa en el área de transformación de plástico.

6. Como complemento a lo anterior se realizó el Diagrama de flujo de recorrido para la fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad.

Para emplear la técnica de análisis operacional se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

1. Se realizó la delimitación del estudio, seleccionando para esto el almacenamiento del material.
2. Se diseñó una entrevista, a modo de conversación, orientada a recopilar información.
3. Se observó directamente, analizó y consultó a detalle cada una de las actividades desempeñadas en la empresa RICA C.A.
4. Se planteó la definición y formulación del problema, considerando las áreas y personas involucradas y el posible impacto que tendrá el mismo, con el fin de precisar el problema y/o fallas en la empresa RICA C.A. y plantear la posible optimización o mejora a realizar.
5. Se realizó la revisión de todo el material y los testimonios orales, con el propósito de obtener toda la información posible y especificada de la empresa.
6. Realización del análisis de la información recabada, ésta se realizó con base a los resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos, con el fin de desarrollar las recomendaciones en busca de la optimización del proceso.
7. Se realizó el diagrama de operaciones y el diagrama de flujo recorrido (tanto el presente como el propuesto), a fin de evidenciar todas las fallas que pueden estar inmersas en el proceso, para reducirlas, combinarlas y en el mejor de los casos eliminarlas.
8. Se desarrollaron las posibles oportunidades de mejoras.

Para llevar a cabo el estudio de tiempo en la empresa se realizó el siguiente procedimiento:

1. Visita a la empresa Rociadores Industriales RICA C.A, para observar de forma directa el trabajo que realiza el operario en el área de confección.
2. Descripción de la operación.
3. Toma de tiempos de cada una las operaciones que se realiza en el área de fabricación.
4. Registrar los tiempos tomados.
5. Se calculó el tiempo promedio seleccionado de la actividad que se le está realizando el estudio.

6. Suponer el coeficiente de confianza.
7. Hallar el intervalo de confianza.
8. Calcular el Intervalo de la Muestra y comparar con el Intervalo de confianza.
9. Calificar al operario para hallar el CV.
10. Calcular el Tiempo Normal.
11. Asignar tolerancias (fatiga y necesidades personales).
12. Normalizar las tolerancias.
13. Calcular el Tiempo Estándar.

## **CAPÍTULO V: SITUACIÓN ACTUAL**

En este capítulo se detallara la situación actual de la empresa Rociadores Industriales RICA C.A. abarcando la descripción del método de trabajo que se lleva a cabo en la elaboración de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta de densidad y los problemas generales que perjudican al proceso seleccionado para la investigación.

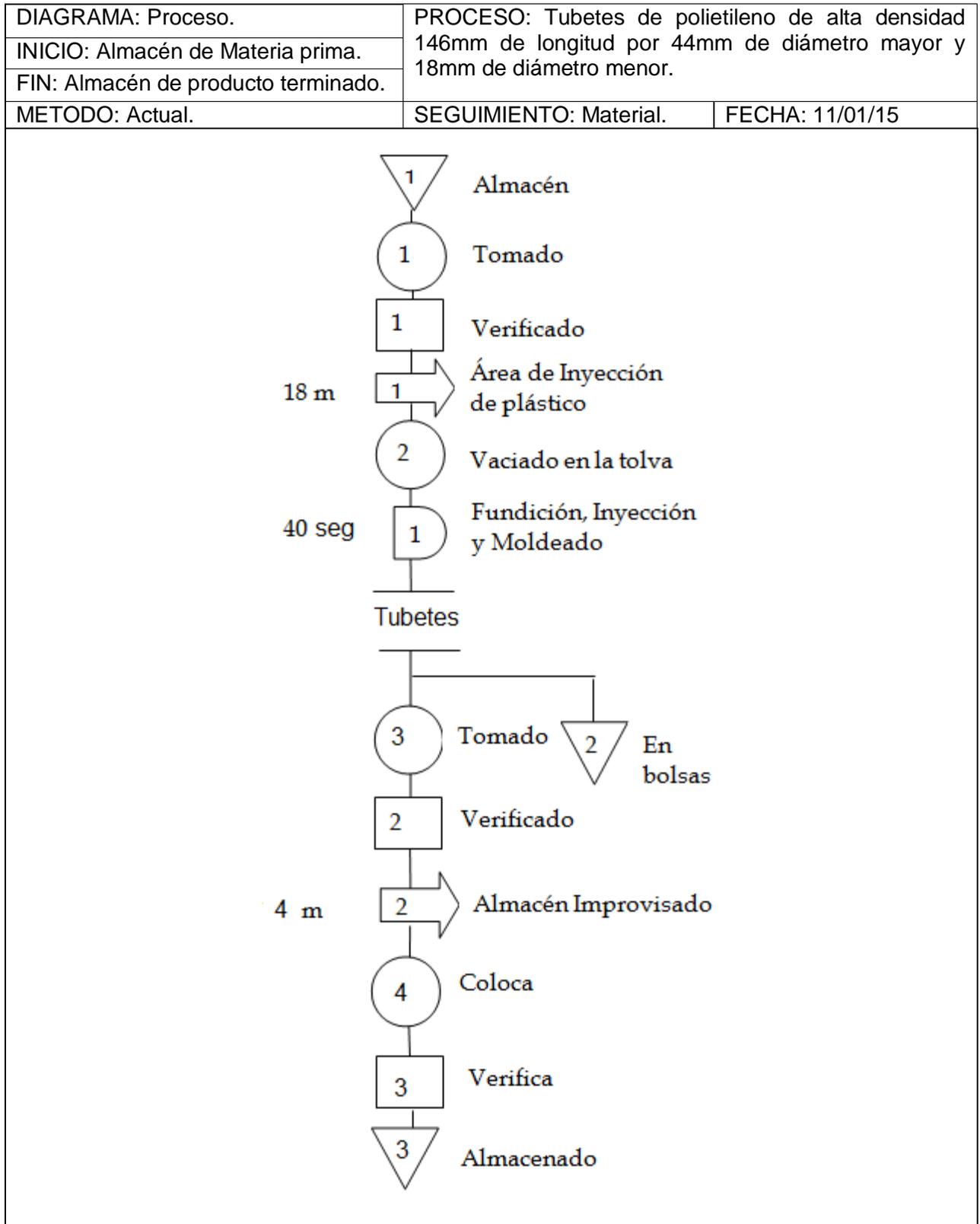
### **1. MÉTODO ACTUAL DE TRABAJO**

Rociadores Industriales RICA C.A. realiza el siguiente proceso para la producción de Tubetes de polietileno de alta densidad 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor, utilizados para la germinación de las plantas a cultivar y bandejas Portatubetes con capacidad de 88 Tubetes, hecha de polietileno. Matriz de 8 filas por 11 columnas, con asas o agarraderas para su manejo y traslado. Medidas: 170 x 410 x 560 mm.

Estando el material (polietileno) en el almacén es tomado y verificado según sus especificaciones. El polietileno es trasladado 18 metros al área de transformación de plástico, estando la maquina preparada es vaciado en la tolva y a partir de esto se realiza una demora para su fundición, inyección y moldeo de aproximadamente 40seg, y a partir de esto se obtiene el Tubete. El Tubete se separa del material de desperdicio (arañas), que se almacena en bolsas. Se verifica el estado de los Tubetes y se trasladan 4 metros a un almacén improvisado (espacio libre que no interfiera con algún proceso realizado en la planta) que en este momento se encuentra en la parte lateral al área de transformación de plástico.

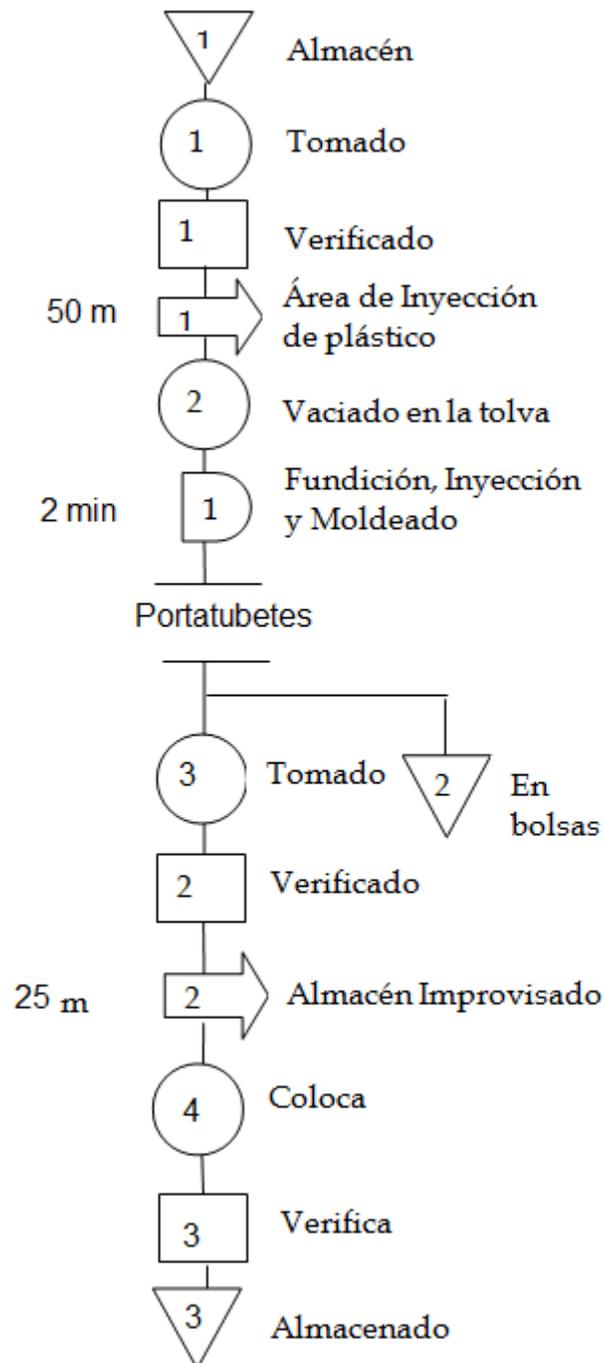
Para la fabricación de las bandejas Portatubetes se realiza el mismo proceso en una maquina diferente, sin embargo, la distancia del almacén de materia prima hasta la máquina de transformación es de 50 metros, la demora por fundición, inyección y moldeo es de aproximadamente 2 min. El producto terminado se almacena en la parte frontal del galpón en las áreas verdes cercanas al estacionamiento que se encuentran a 25 metros del área de transformación de plástico

## 2. DIAGRAMAS DE PROCESO ACTUAL.



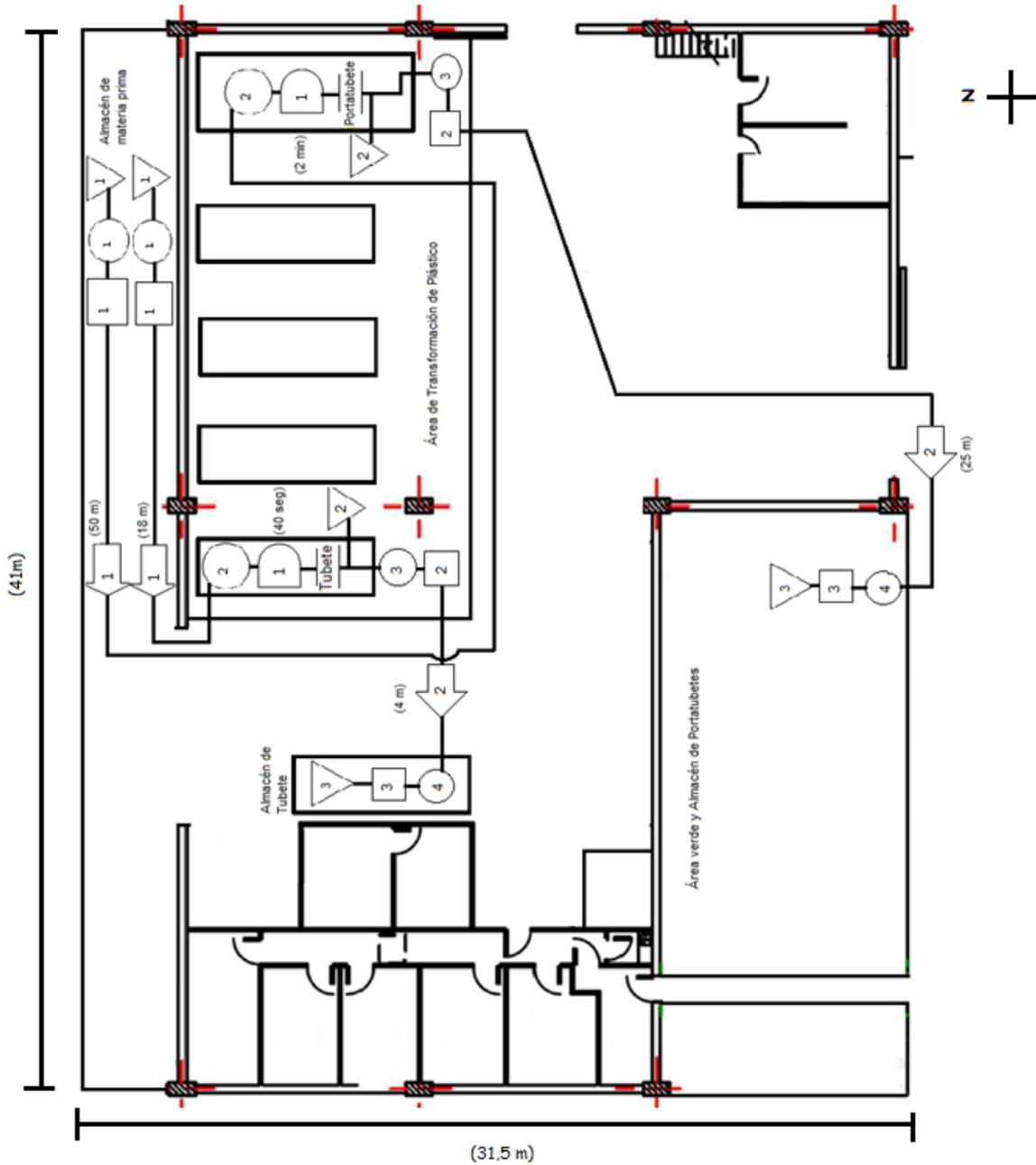
<b>RESUMEN</b>		
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>ACTUAL</b>	
<b>Operación</b>	4	
<b>Inspección</b>	3	
<b>Traslado</b>	2	<b>Distancia:22 m</b>
<b>Demora</b>	1	<b>Tiempo: 40 seg</b>
<b>Almacén</b>	3	
<b>TOTAL</b>	13	

DIAGRAMA: Proceso.	PROCESO: Bandejas Portatubetes con capacidad de 88 Tubetes, hecha de polietileno. Matriz de 8 filas por 11 columnas, con asas o agarraderas para su manejo y traslado. Medidas: 170 x 410 x 560 mm.	
INICIO: Almacén de Materia prima.		
FIN: Almacén de producto terminado.		
METODO: Actual.	SEGUIMIENTO: Material.	FECHA: 11/01/15



<b>RESUMEN</b>		
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>ACTUAL</b>	
<b>Operación</b>	4	
<b>Inspección</b>	3	
<b>Traslado</b>	2	<b>Distancia:75 m</b>
<b>Demora</b>	1	<b>Tiempo:2min</b>
<b>Almacén</b>	3	
<b>TOTAL</b>	13	

**3. DIAGRAMA DE FLUJO RECORRIDO ACTUAL PARA FABRICACIÓN DE TUBETES Y BANDEJAS PORTATUBETES DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.**



## **4. TÉCNICAS DE INTERROGATORIO**

### **4.1 Propósito:**

- ¿QUÉ SE HACE?

**R:** La materia prima se almacena en un lugar lejano a las máquinas por paleta y al momento que se quiera utilizar se cargan por sacos hasta un lugar cercano a la máquina.

- ¿POR QUÉ SE HACE?

**R:** Porque no hay un almacén de materia prima que se encuentre cercano a las máquinas

- ¿QUÉ OTRA COSA PODRÍA HACERSE?

**R:** Aun no tengo ninguna idea planteada

- ¿QUÉ DEBERÍA HACERSE?

**R:** Se deberían asignar un almacén cercano a la máquina de inyección

### **4.2 Lugar:**

- ¿DÓNDE SE HACE?

**R:** La materia prima se almacena en lugares lejanos a las maquinas, y luego se colocan un poca más cerca.

- ¿POR QUÉ SE HACE ALLÍ?

**R:** Porque es el único lugar disponible que tiene la empresa.

- ¿EN QUÉ OTRO LUGAR PODRÍA HACERSE?

**R:** En el almacén de la empresa.

- ¿DÓNDE DEBERÍA HACERSE?

**R:** En un lugar adecuado para el almacenamiento y cercano a las maquinas.

### **4.3 Sucesión:**

- ¿CUÁNDO SE HACE?

**R:** Cuando se recibe el pedido del cliente.

- ¿POR QUÉ SE HACE ENTONCES?

**R:** Porque la Empresa trabaja ese proceso por pedido.

- ¿CUÁNDO PODRÍA HACERSE?

**R:** Cuando haya materia prima para trabajar.

- ¿CUÁNDO DEBERÍA HACERSE?

R: Continuamente para que no estén inutilizados los equipos y que no se acumule material.

#### **4.4 Persona:**

- ¿QUIÉN LO HACE?

R: El operador del área de transformación de plástico.

- ¿POR QUÉ LO HACE ESA PERSONA?

R: Porque fue asignado a esa área según su instrucción.

- ¿QUÉ OTRA PERSONA PODRÍA HACERLO?

R: Cualquier otra persona que esté disponible.

- ¿QUIÉN DEBERÍA HACERLO?

R: Un persona debidamente preparada y contratada para esos fines.

#### **4.5 Medios:**

- ¿CÓMO SE HACE?

R: Cargando los sacos de Polietileno de alta densidad a mano hasta el área de transformación de plástico y de la misma manera el producto terminado (Tubetes y Portatubetes).

- ¿POR QUÉ SE HACE DE ESE MODO?

R: Porque no vieron necesarios la implementación de otros métodos dentro de la empresa.

- ¿DE QUÉ OTRA MODO PODRÍA HACERSE?

R: Transportándolos por medio de carretillas o montacargas.

- ¿CÓMO DEBERÍA HACERSE?

R: Por lo menos con caretilas para que facilite el trabajo.

## **5. PREGUNTAS DE LA OIT**

### **5.1 DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO**

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

R: No.

- ¿Permite la disposición de la fábrica un mantenimiento eficaz?

**R:** Sí. Aunque en ocasiones de mucha demanda se queda corto de espacio.

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

**R:** Sí. En cuanto a la seguridad la empresa se enfoca adecuadamente.

- ¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?

**R:** No porque a veces se selecciona lugares al azar lejos de la máquina

- ¿Existen superficies adecuadas de trabajo para las operaciones secundarias, como la inspección y el desbarbado?

**R:** No porque una vez que el producto salga de la maquina la inspección se realiza en el mismo lugar que lo expulsa en el suelo

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

**R:** los desechos si son tratados, pero no hay una instalación asignada para el almacenamiento de los materiales de los desechos

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

**R:** si, el lugar de trabajo es cómodo

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

**R:** Si, la iluminación es adecuada para el trabajo que se realiza

## 5.2 MANIPULACIÓN DE MATERIALES

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

**R:** Si, ya que el material se encuentra en un lugar lejano a la máquina

- ¿Debería utilizarse carretillas de mano, eléctricas o elevadoras de horquilla, o transportadores o conductos?

**R:** Si, ya que se podría transportar el material rápidamente

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

**R:** Si, ya que permitiría que se almacenara mayor cantidad de material en el mismo espacio

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

**R:** En un almacén de materiales y de productos.

- ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en un lugar adecuado?

**R:** La empresa solo tiene un lugar por donde se entra y sale el material, ya que es un galpón y la otra entrada es para administración, por la zona de las oficinas.

- ¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?

**R:** Si, de hecho en algunos casos se hace de esa manera, pero no se puede descargar toda la materia prima que llega en el puesto de trabajo, ya que es mucha cantidad. Entonces, solo se coloca una pequeña porción de lo que llega cerca a las máquinas y lo demás se lleva al lugar disponible que está lejano a las máquinas,

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

**R:** En el momento no tenemos un almacén como tal, pero se podría acondicionar más los espacios donde se coloca la materia prima y producto terminado, y convertirlo en un almacén para estos fines.

## **6. ENFOQUE PRIMARIO.**

### **6.1 PROPÓSITO DE LA OPERACIÓN**

El Análisis Operacional realizado a la empresa Rociadores Industriales RICA C.A tiene como finalidad detectar las operaciones productivas e improductivas en el proceso de elaboración de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad, donde aquellas operaciones improductivas puedan ser combinadas, simplificadas, reducidas y en el mejor de los casos eliminada, para mejorar las condiciones de trabajo.

Basado en estudios ilustrados anteriormente, se constató que la empresa presentaba algunas fallas como:

- El material realiza recorridos innecesarios, despreciando la posibilidad de que se pueda aprovechar una gran cantidad de espacio.
- El área de almacenamiento no es la más adecuada ya que no hay un área designada para estos fines (por los momentos se realiza de manera improvisada).

Las cuales deben ser corregidas para lograr el buen funcionamiento del proceso de producción de Tubetes y Portatubetes de polietileno de alta densidad.

## 6.2 DISEÑO DE LA PARTE O PIEZA

- **Proceso:** Transformación de plástico por inyección

- **Maquinas:**

Las máquinas inyectoras de plástico utilizadas para el proceso de fabricación de Tubetes, cuentan con las siguientes especificaciones:

Marca: WELLTEC Modelo: 260 F2R	Marca: ENGEL Modelo: 2632-300-86	Marca: SIU'S Modelo: ST120	Marca: SIU'S Modelo: ST120
-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

Mientras que la máquina inyectora de plástico utilizada para el proceso de fabricación de bandejas Portatubetes, cuenta con las siguientes especificaciones:

Marca: WELLTEC Modelo: 450 F2R
-----------------------------------

- **Productos:**

Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad, de 146 mm de longitud por 44 mm de diámetro mayor y 18 mm y portatubetes con capacidad de 88 Tubetes, hechas de polietileno. Matriz de 8 filas por 11 columnas, con asas o agarraderas para su manejo y traslado. Medidas: 170 x 410 x 560 mm.

## 6.3 TOLERANCIAS Y/O ESPECIFICACIONES

Mediante el proceso de transformación de plástico no se encuentra ningún tipo de margen de error aceptable, debido a que este se lleva a cabo mediante moldes donde los productos salen con medidas específicas, y en dado caso exista una mala formación se considerará como desperdicio.

Las especificaciones del producto son:

- Los Tubetes: hecho 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor.

- Las bandejas Portatubetes: capacidad de 88 Tubetes, hecha de polietileno. Matriz de 8 filas por 11 columnas, con asas o agarraderas para su manejo y traslado. Medidas: 170 x 410 x 560 mm.

#### **6.4 MATERIALES**

El único material implementado en el proceso de fabricación de Tubetes y Portatubetes de la empresa Rociadores Industriales RICA C.A es el polietileno de alta densidad. En cual viene en distintas presentaciones según sea en pedido (colores diferentes).

#### **6.5 ANÁLISIS DEL PROCESO**

En la empresa Rociadores Industriales RICA C.A, se fabrican Tubetes y Portatubetes de polietileno de alta densidad mediante el proceso de inyección de plástico, teniendo como principal cliente Maderas del Orinoco.

Contando con un bien capital para el proceso de cinco máquinas inyectoras de plástico, las cuales cumplen con los requerimientos para llevar a cabo el proceso de una manera efectiva, teniendo como único inconveniente la organización del área y los espacios establecidos para el almacenamiento, ocasionando así que los operarios hagan recorridos innecesarios.

#### **6.6 PREPARACIÓN Y HERRAMENTAL**

Las actividades de preparación de la empresa Rociadores Industriales RICA C.A son:

- ❖ Obtener el Pedido.
- ❖ Comprar la Materia Prima
- ❖ Preparar la especificaciones del producto según el cliente
- ❖ Verificar la maquinaria (programar)
- ❖ Iniciar el proceso
- ❖ Verificar el resultado del producto obtenido
- ❖ Almacenar temporalmente el producto a la espera de completar el pedido
- ❖ Entregar al cliente

Las herramientas usadas en el mismo proceso son:

- ❖ Escaleras para surtir el material en la tolva
- ❖ Exacto para limpiar (cortar) y separar el producto del residuo.
- ❖ El mo

## **6.7 CONDICIONES DE TRABAJO**

La empresa Rociadores Industriales RICA C.A cuenta con las condiciones de trabajo necesarias para proveer al operario un ambiente de trabajo, considerando su entorno:

- ❖ Buena iluminación
- ❖ No trabajan con altas temperaturas
- ❖ Control de ruidos
- ❖ Ventilación.
- ❖ Existe limpieza en las áreas
- ❖ Protección personal adecuado

## **6.8 MANEJO DE MATERIALES**

En la empresa Rociadores Industriales RICA C.A no existe un buen manejo de los materiales, ya que los almacenes no cumplen con los requerimientos adecuados, lo cual ocasiona una mala inversión de dinero, tiempo y energía en el transporte de los materiales de un lugar a otro. Es por ello que hay que tratar de mejorar los espacios de almacenamiento reorganizando el área de trabajo.

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

La empresa Rociadores Industriales Rica C.A cuenta con la siguiente distribución:

- ❖ Área de oficinas
- ❖ Área de máquinas y herramientas
- ❖ Área de almacén
- ❖ Área de mantenimiento de equipos
- ❖ Área verde
- ❖ Estacionamiento

El área de inyección de plástico se encuentra dentro del área de máquinas y herramienta, junto con otras áreas donde se llevan a cabo diversos procesos productivos.

Dicha área cuenta con 5 máquinas inyectoras, una molienda para procesar material de desecho y almacenes improvisados (ceranos y lejanos a las máquinas).

## **CAPÍTULO VI: SITUACIÓN PROPUESTA**

### **1. MÉTODO DE TRABAJO PROPUESTO**

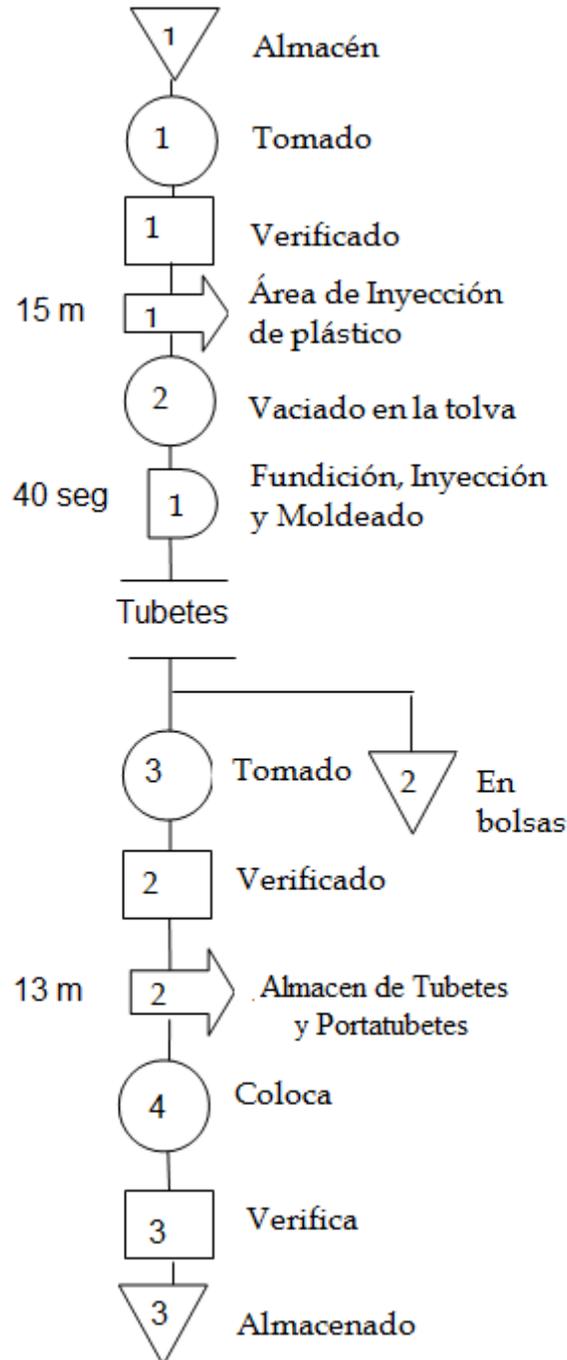
Rociadores Industriales RICA C.A. realiza el siguiente proceso para la producción de Tubetes de polietileno de alta densidad 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor, utilizados para la germinación de las plantas a cultivar y bandejas Portatubetes con capacidad de 88 Tubetes, hecha de polietileno. Matriz de 8 filas por 11 columnas, con asas o agarraderas para su manejo y traslado. Medidas: 170 x 410 x 560mm.

Estando el material (polietileno) en el almacén es tomado y verificado según sus especificaciones. El polietileno es trasladado 15 metros al área de transformación de plástico, estando la maquina preparada es vaciado en la tolva y a partir de esto se realiza una demora para su fundición, inyección y moldeo de aproximadamente 40seg, y a partir de esto se obtiene el Tubete. El Tubete se separa del material de desperdicio (arañas), que se almacena en bolsas. Se verifica el estado de los Tubetes y se trasladan 13 metros al almacén de productos terminados, que se encuentra el almacén de productos terminados, cercanas al estacionamiento.

Para la fabricación de las bandejas Portatubetes se realiza el mismo proceso en una maquina diferente, sin embargo, la distancia del almacén de materia prima hasta la máquina de transformación es de 10 metros, la demora por fundición, inyección y moldeo es de aproximadamente 2 min. El producto terminado se almacena en la parte frontal del galpón, donde se encuentra el almacén de productos terminados, cercanas al estacionamiento, que se encuentran a 17.5 metros del área de transformación de plástico para esperar su despacho.

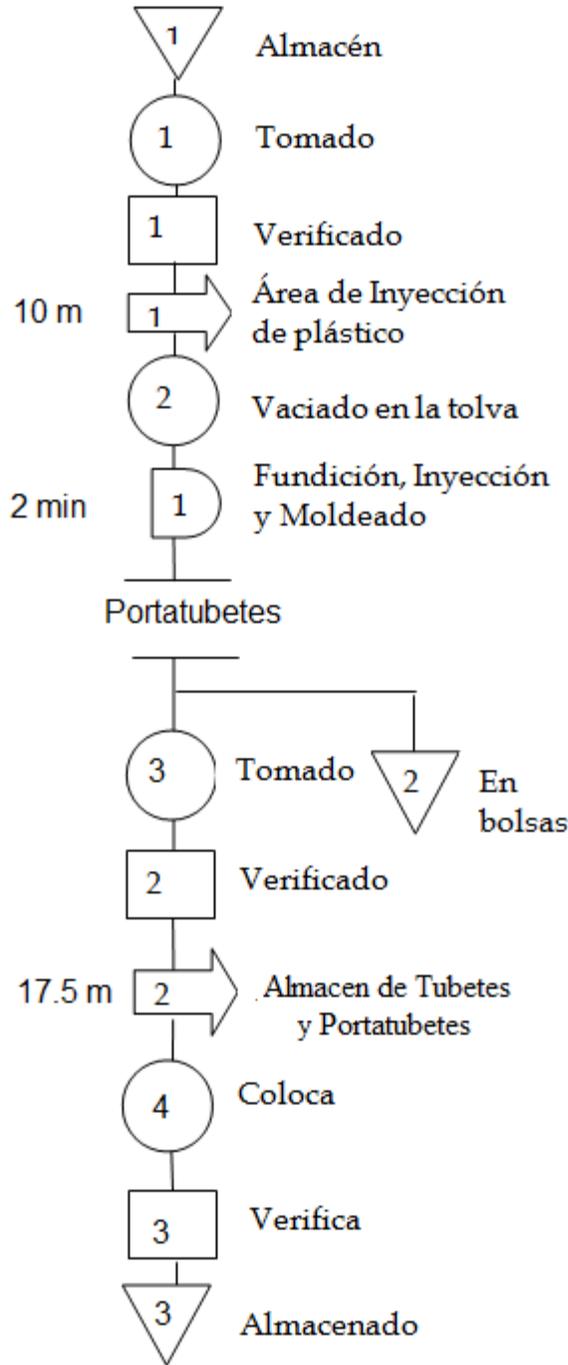
## 2. DIAGRAMAS DE PROCESO PROPUESTOS.

DIAGRAMA: Proceso.	PROCESO: Tubetes de polietileno de alta densidad 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor.	
INICIO: Almacén de Materia prima.		
FIN: Almacén de Tubetes y Portatubetes.		
METODO: Propuesto	SEGUIMIENTO: Material.	FECHA: 11/02/15



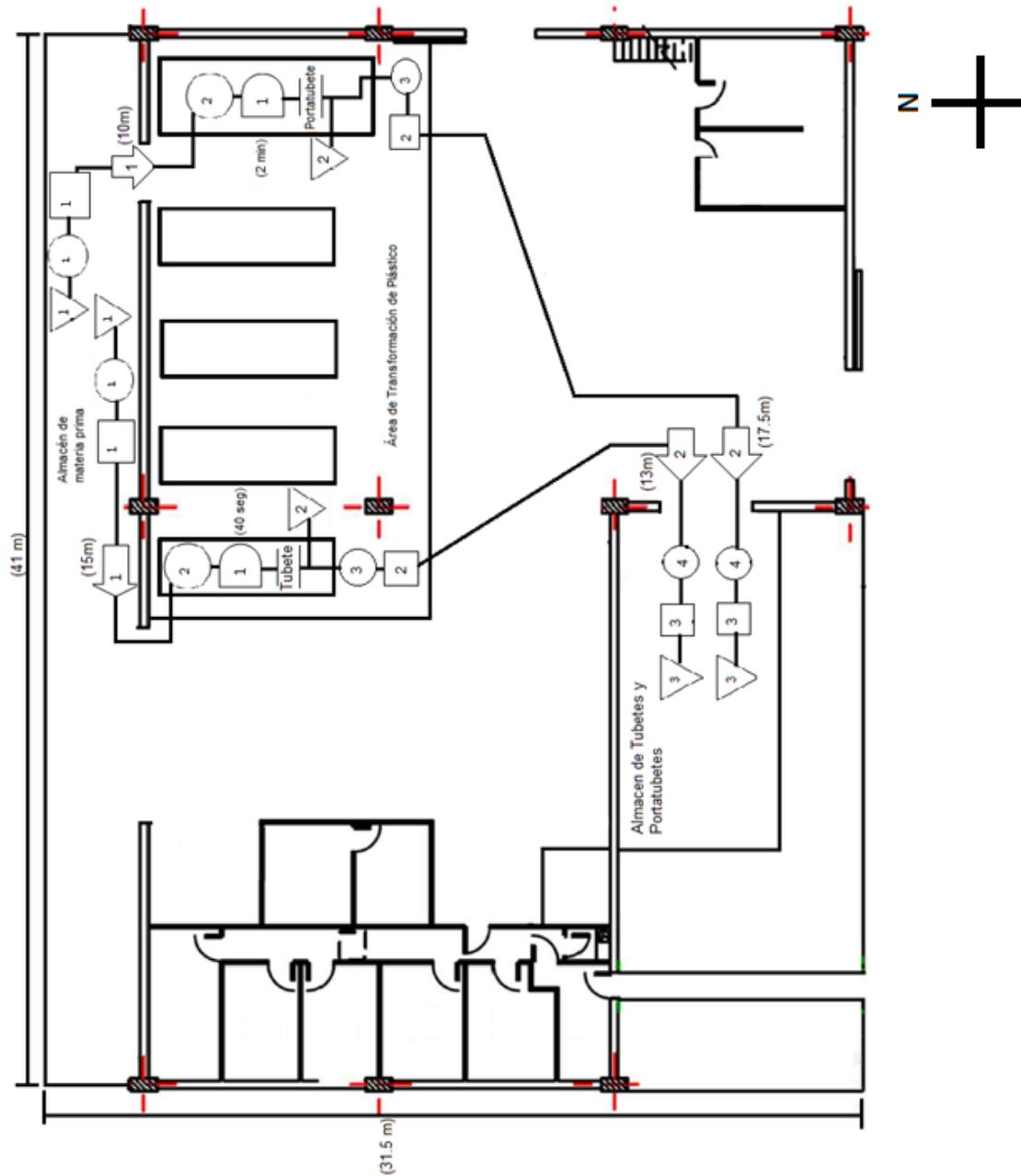
<b>RESUMEN</b>		
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>PROPUESTO</b>
<b>Operación</b>	4	4
<b>Inspección</b>	3	3
<b>Traslado</b>	2 (22m)	2 (28 m)
<b>Demora</b>	1 (40seg)	1 (40 seg)
<b>Almacén</b>	3	3
<b>TOTAL</b>	13	13

DIAGRAMA: Proceso.	PROCESO: Bandejas Portatubetes con capacidad de 88 Tubetes, hecha de polietileno. Matriz de 8 filas por 11 columnas, con asas o agarraderas para su manejo y traslado. Medidas: 170 x 410 x 560mm.	
INICIO: Almacén de Materia prima.		
FIN: Almacén de Tubetes y Portatubetes.		
METODO: Propuesto.	SEGUIMIENTO: Material.	FECHA: 11/02/15



<b>RESUMEN</b>		
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>PROPUESTO</b>
<b>Operación</b>	4	4
<b>Inspección</b>	3	3
<b>Traslado</b>	2 (75m)	2 (27.5m)
<b>Demora</b>	1 (2min)	1 (2min)
<b>Almacén</b>	3	3
<b>TOTAL</b>	13	13

**3. DIAGRAMA DE FLUJO RECORRIDO PROPUESTO PARA FABRICACIÓN DE TUBETES Y BANDEJAS PORTATUBETES DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.**



## CAPÍTULO VII: ESTUDIO DE TIEMPO

Para efectos del estudio de tiempo estándar al proceso de transformación de plástico por inyección en la empresa Rociadores Industriales RICA C.A. se tomaron los tiempos en el que el operador perfecciona y apila las bandejas Portatubetes, los cuales arrojaron los siguientes resultados de tiempos tomados por el método de cronometraje en vuelta a cero:

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE</b>													
DEPTO. : ing. industrial    SECCIÓN : M1							ESTUDIO núm. : 1						
OPERACIÓN: Perfeccionamiento y apilamiento de Portatubetes							HOJA núm. : 1-1						
Estudio de Métodos núm. : 1							TERMINO : _____						
INSTALACIÓN/MÁQUINA: Inyectora de plástico    Núm. : 4							COMIENZO : _____						
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES : _____							TIEMPO TRANSC. : _____						
PRODUCTO/PIEZA: <u>Bandejas Porta Tubetes</u> Núm. : _____							OPERARIO : <u>1</u>						
PLANO Núm. : _____    MATERIAL : <u>Polietileno</u>							FICHA : _____						
CALIDAD : _____    CONDICIONES TRABAJO : _____							OBSERVADO POR : <u>Grupo de investigación</u>						
NOTA : Dibuje plano del taller al dorso							FECHA : 02/03/15						
							COMPROBADO : _____						
E L E M E N T O	T	Tiempo observado (Ciclos)										Σ T	$\bar{T}(s)$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
E-1		1.17	1.18	1.14	1.18	1.08	1.13	1.18	1.16	1.16	1.14	11.52	1.152

A continuación se presentan los procedimientos de cálculo para en tiempo estándar de la operación mencionada:

- 1) Determinación del coeficiente de confianza (c)

$$c = 90\%$$

- 2) Calcular la desviación estándar (muestra)

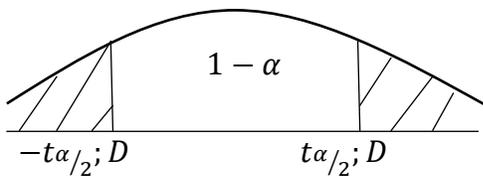
$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - (\sum T)^2/n}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{13.2798 - 13.27104}{9}} = 0.0311$$

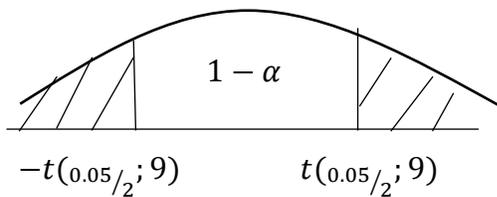
3) Determinación del intervalo de confianza (I)

$$I = \frac{\bar{x} \pm t_c * S}{\sqrt{n}}$$

Para encontrar  $t_c$  aplicamos el método de t student:



Datos:  $n=10$ ;  $c=90\%$



$$\alpha = 1 - c$$

$$\alpha/2 = \frac{0.1}{2} = 0.05$$

$$\alpha = 1 - 0.90$$

Donde:  $t(0.05,9)=1.833$

$$\alpha = 0.1$$

$$D = n - 1$$

$$D = 10 - 1 = 9$$

$$I_s = \frac{1.152 + 1.833 * 0.0311}{\sqrt{10}} = 1.170026975min$$

$$I_l = \frac{1.152 - 1.833 * 0.0311}{\sqrt{10}} = 1.133973025min$$

$$I_t = I_S - I_I = 0.036053949 \text{ min}$$

4) Determinar el intervalo de la muestra

$$Im = \frac{2 \times t_c \times S}{\sqrt{n}}$$

$$Im = \frac{2 \times 1.833 \times 0.0311}{10} = 0.036053949$$

5) Realizar el criterio de decisión

Si  $Im = I$  se acepta  $n = 10$

$$0.036053949 = 0.036053949$$

Se acepta  $Im$ , por tanto las lecturas tomadas  $n = 10$  son factibles para realizar el estudio.

6) Cálculo del tiempo estándar

- Tiempo promedio seleccionado

$$TPS_{10} = 1.152$$

- Coeficiente de la velocidad

$$c_v = 1 \pm c$$

- Hallar  $C_v$ , utilizando Sistema Westinghouse (ver anexo 1)

HABILIDAD	B1	EXCELENTE	Realiza la operación con destreza	+0.11
ESFUERZO	D	REGULAR	No está sometido a labores que impliquen gran esfuerzo	+0.00
CONDICIONES DE TRABAJO	E	ACEPTABLE	El ambiente de trabajo es adecuado para la labor que desempeña el operario	-0.03
CONSISTENCIA	C	BUENA	El operario mantiene un buen ritmo de trabajo	+0.01
TOTAL				0.09

- Calcular tiempo normal

$$T_N = TPS_{10} \times C_v$$

$$T_N = 1.25598$$

- Asignación de tolerancias

Jornada de trabajo  $J_T = 5 \text{ Horas/Dia (1:00PM – 6:00PM)}$

Necesidades personales  $N_p = 8 \text{ min}$

Tiempo promedio inicial  $TPI = 10 \text{ min}$

Tiempo promedio final  $TPF = 5 \text{ min}$

- Método sistemático para asignar tolerancias

	<b>HOJA DE CONCESIONES</b>		NÚMERO	II - 001		
			VIGENCIA			
			FECHA	02/03/15		
CÓDIGO DE CARGO: No aplica	CONCESIONES: Fatiga	FECHA	EFFECTIVA REEMPLAZADA			
ÁREA: Transformación de plástico	GERENCIA O DIVISIÓN: No aplica	PREPARADO POR:	Grupo de investigación			
PROYECTO: Estudio de tiempo	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: No aplica	REVISADO POR:	Grupo de investigación			
PROCESO: Fabricación de bandejas Portatubetes	TÍTULO DEL CARGO: No aplica	APROBADO POR:	MSc. Ing. IVÁN TURMERO			
<b>PUNTOS POR GRADO DE FACTORES</b>						
<b>FACTORES DE FATIGA</b>	<b>1er.</b>	<b>2do.</b>	<b>3er.</b>	<b>4to.</b>		
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>						
1 TEMPERATURA			5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" 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 type="checkbox"/>	10 <input checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
TOTAL PUNTOS: 240						
CONCESIONES POR FATIGA(MINUTOS): 34.51327434 min						
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>						
TIEMPO PERSONAL: 8 min						
DEMORAS INEVITABLES: 15 min						
TOTAL CONCESIONES: 23 min						

Obteniendo los siguientes datos de la tabla de concesiones por fatiga(ver anexo 4).

- Clase:  $C_3$
- Rango: 234 – 240
- %concesión: 13%

$$J_T = 5 \frac{hr}{dia} \times \frac{60min}{1hr} = 300 \frac{min}{dia}$$

$$Minutos concedidos = \frac{Concesión \% \times J_T}{1 + concesión}$$

$$Minutos concedidos = \frac{0.13 \times 300min}{1 + 0.13} = 34.51327434min$$

- Cálculo de JET

$$JET = JT - (\sum Tol fijas)$$

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

$$JET = 300 - (10min + 8min)$$

$$JET = 282min$$

- Normalización de las Tolerancias

$$JET - (NP + FATIGA) \longrightarrow FATIGA + NP$$

$$TN \qquad \qquad \qquad \longrightarrow X$$

$$282min - (8min + 34.51327434min) \longrightarrow 34.51327434min + 8 min$$

$$1.25568 min \qquad \qquad \qquad \longrightarrow X$$

$$X = 0.2229061681 min$$

$$\diamond TE = TN + \sum Tol$$

$$TE = 1.25568min + 0.2229061681 min$$

$$TE = 1.478586168 min$$

El tiempo estándar de la operación de perfeccionamiento y apilamiento de las bandejas Portatubetes en la empresa Rociadores Industriales Rica C.A es de 1.478586168 min

## CONCLUSIONES

Después del análisis detallado y de los estudios realizados en la fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad, en la empresa Rociadores Industriales RICA C.A se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Existen deficiencias en el área de almacenamiento del producto terminado y materia prima, causado por la mala distribución.
2. No existe un almacén asignado únicamente para el proceso de inyección de plástico
3. Al realizar el estudio de tiempo al proceso de fabricación de Tubetes y Portatubetes de polietileno de alta densidad se amplió el panorama de errores, permitiendo detectar las fallas desde su origen.
4. El Tamaño de la Muestra hallado resulto ser el adecuado, por lo que el estudio tiene el nivel de confianza deseado.
5. Se describió el método de trabajo propuesto para el proceso de fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad de RICA, C.A.
6. El Tiempo Promedio Seleccionado (*TPS*) fue de 1.152 min.
7. Gracias a la Tabla del Factor de Clasificación se pudo determinar la Calificación de Velocidad del operario encargado de la fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes de polietileno de alta densidad, la cual obtuvo un resultado de 1,09, este resultado indica que el operario trabaja a un 9% por encima del promedio de eficiencia.
8. Las tolerancias en la ejecución de la fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes fueron de 15min tanto para el operario como para la operación misma.
9. El Tiempo Estándar de la Operación fue de 1.478586168 min.

## RECOMENDACIONES

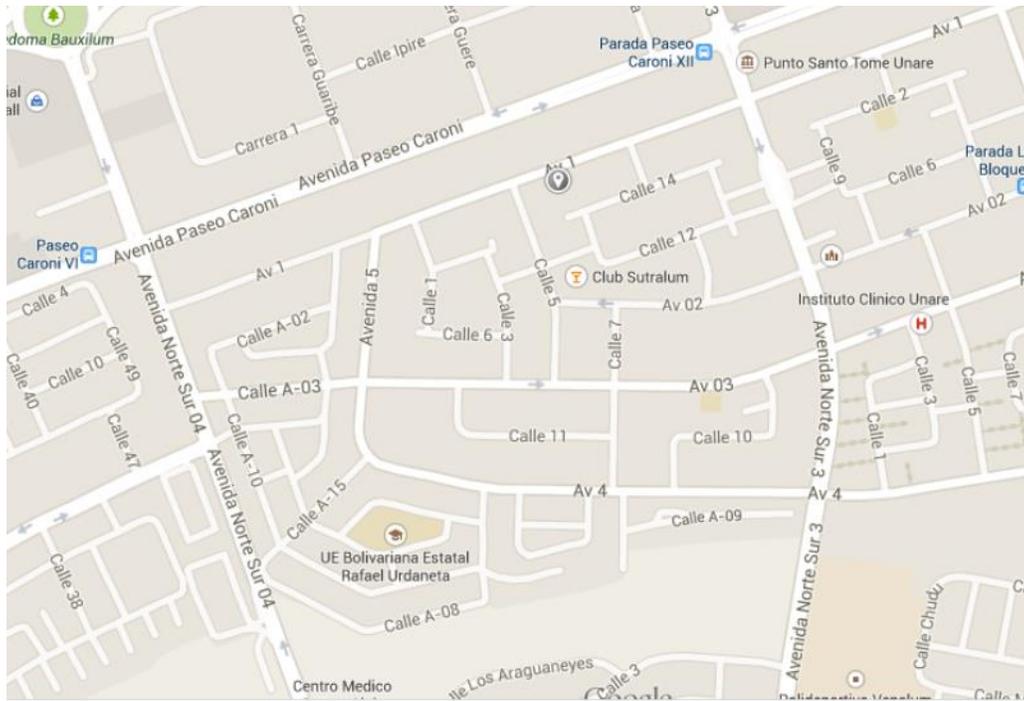
Los resultados de la presente investigación tienen importantes implicaciones para el mejoramiento del proceso de fabricación de Tubetes y bandejas Portatubetes, por ello se recomienda.

1. Designar apropiadamente un área del almacén.
2. Construir un área de almacén para el producto terminado, con sus condiciones adecuadas. Tener presente la distribución del almacén, para mejorar los tiempos a la hora de la entrega.
3. Adecuar de manera más óptima el almacén para la materia prima.
4. Al finalizar la jornada de trabajo mantener en orden las distintas áreas para disminuir el tiempo perdido por preparación para la siguiente jornada y así optimizar el proceso y el mejor desenvolvimiento del operario en su área de trabajo.
5. Realizar un estudio de tiempo más a fondo para establecer el tiempo promedio que tarda todas las actividades del proceso de transformación de plástico y que pueda quedar como dato de la empresa para estudios posteriores.
6. Asignar un tiempo de tolerancia justo para asegurar que el operario tenga las comodidades esenciales para realizar eficazmente sus actividades sin generarle fatigas o pérdidas a la empresa.
7. Incentivar a los operarios con políticas de pagos y bonificaciones por el volumen de producción alcanzado al día, para así motivarlos a participar en la productividad de la empresa y mejorar su eficiencia.

## BIBLIOGRAFÍA

1. NARVAEZ.R. (1997). **Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación**. Puerto Ordaz. Editorial Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"
2. SAMPIERI. ROBERTO. et al. **Metodología de la Investigación**. Segunda edición. México, D.F. Editorial McGraw-Hill. 2001.
3. ROCIADORES INDUSTRIALES, C.A. Empresa constituida en Ciudad Guayana, de Capital Privado, especializada en la manufactura y comercialización de productos industriales: Rociadores Industriales, Aspersores, Microboquillas para Sistemas de Riego, Fabricación de Tubetes y Bandejas Portatubetes para viveros, Reparación de Válvulas y Bombas para la Industria Siderúrgica, del Aluminio, Petroquímica, Agrícola, etc.; Fabricación de Toberas para procesos industriales y metalmecánica en general. Disponible en: [www.rociadores.com.ve](http://www.rociadores.com.ve)
4. Turmero I., (2012), **Apuntes de clases de Ingeniería de métodos, Ingeniería Industrial**. UNEXPO.
5. George Kanawaty, **INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO-OIT**. Cuarta Edición (revisada) (1996). Oficina Internacional del Trabajo Ginebra.
6. Freddy Alfonso Durán. (2007). **INGENIERÍA DE MÉTODOS**. Globalización: Técnicas para el Manejo Eficiente de Recursos en Organizaciones Fabriles, de Servicios y Hospitalarias. GUAYAQUIL, ECUADOR.
7. Niebel. Freivalds. 11 Edición. **INGENIERÍA INDUSTRIAL**. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Editorial: Alfaomega.
8. <http://www.monografias.com/trabajos93/analisis-operacional-empresa-racha-c-a/analisis-operacional-empresa-racha-c-a.shtml>
9. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/disenoyplanificacion-operaciones-e-inversiones-manguera-pead/disenoyplanificacion-operaciones-e-inversiones-manguera-pead.pdf>
10. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/estudio-movimiento-y-tiempo-mejora-procesos-hidrobombas-c-a/estudio-movimiento-y-tiempo-mejora-procesos-hidrobombas-c-a.pdf>

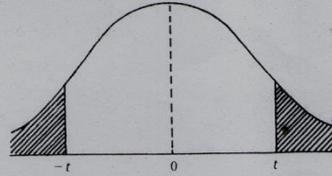
# APÉNDICE



APÉNDICE 1: Ubicación geográfica de Rociadores Industriales RICA C.A

APÉNDICE 2. Tabla de distribución t de student.

**TABLA IV**  
Valores porcentuales de la distribución t



$\nu$	Q = .4 2Q = .8	.25 .5	.1 .2	.05 .1	.025 .05*	.01 .02	.005 .01	.0025 .005	.001 .002	.0005 .001
1	.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.32	318.31	636.62
2	.289	.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	22.327	31.598
3	.277	.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.214	12.924
4	.271	.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	.267	.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	.265	.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	.263	.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408
8	.262	.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	.261	.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	.260	.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	.260	.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	.259	.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	.259	.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	.258	.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	.258	.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	.258	.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	.257	.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	.257	.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	.257	.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	.257	.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	.257	.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	.256	.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	.256	.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767
24	.256	.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25	.256	.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	.256	.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	4.707
27	.256	.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	.256	.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	.256	.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	.256	.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	.255	.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
60	.254	.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
120	.254	.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
$\infty$	.253	.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291

Q = 1 - P(t|ν) es el área de la cola superior de la distribución con ν grados de libertad, adecuada para en contrastes de una cola. Para contrastes de dos colas debe utilizarse 2Q.

Fuente: Esta tabla se ha reproducido, con autorización del Prof. E. S. Pearson y de los síndicos de Biometría E. S. Pearson y H. O. Hartley (editores), *The Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, *Biometrika*, 1966.

# **ANEXOS**

<u><i>HABILIDAD</i></u>	<u><i>ESFUERZO</i></u>
+ 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
<u><i>CONDICIONES</i></u>	<u><i>CONSISTENCIA</i></u>
+ 0.06      A     Ideales	+ 0.04      A     Perfecta
+ 0.04      B     Excelentes	+ 0.03      B     Excelente
+ 0.02      C     Buenas	+ 0.01      C     Buena
0.00        D     Regulares	0.00        D     Regular
- 0.03      E     Aceptables	- 0.02      E     Aceptable
- 0.07      F     Deficientes	- 0.04      F     Deficiente

**ANEXO 1: SISTEMA WESTINGHOUSE**

## ANEXO 2: DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA

### DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA

#### A. CONDICIONES DE TRABAJO: 1) TEMPERATURA. 2) CONDICIONES AMBIENTALES. 3) HUMEDAD. 4) NIVEL DE RUIDO. 5) ILUMINACIÓN

<b>1. TEMPERATURA</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Climatización bajo control eléctrico o mecánico. $20^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 24^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $24^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 29.5^{\circ}\text{C}$ . b) Para trabajos externos: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 32^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 28^{\circ}\text{C}$ . b) Para trabajos externos o con circulación de aire: $32^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 34.5^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 4.</u>	(40 PUNTOS). a) Ambientes sin circulación de aire: $\text{Temperatura} \geq 32^{\circ}\text{C}$ . b) Ambientes con circulación normal de aire: $35^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 41.5^{\circ}\text{C}$ .
<b>2. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS) a) Operaciones normales en Exteriores. b) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.

<b>3. HUMEDAD</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21 a 24°C.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%.
	<u>GRADO 4.</u>	(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
<b>4. NIVEL DE RUIDO</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). a) Ruidos agudos por encima de 90 decibeles. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes.
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.
<b>5. ILUMINACIÓN</b>	<u>GRADO 1.</u>	(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.

<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.
<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). a) Luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo. b) Trabajo que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux
<u>GRADO 4.</u>	(20 PUNTOS). Trabajo a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.

**B. REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO: 1) DURACIÓN DEL TRABAJO. 2) REPETICIÓN DEL CICLO. 3) ESFUERZO FÍSICO. 4) ESFUERZO MENTAL O VISUAL.**

<b>1. DURACIÓN DEL TRABAJO</b>	<u>GRADO 1.</u>	(20 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en un minuto o menos.
	<u>GRADO 2.</u>	(40 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos
	<u>GRADO 3.</u>	(60 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en una hora o menos.
	<u>GRADO 4.</u>	(80 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en más de una hora.
<b>2. REPETICIÓN DEL CICLO</b>	<u>GRADO 1.</u>	(20 PUNTOS) a) Poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las suboperaciones no son necesariamente de realización diaria.

- GRADO 2. (10 PUNTOS). Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.
- GRADO 3. (15 PUNTOS). a) Luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo. b) Trabajo que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux
- GRADO 4. (20 PUNTOS). Trabajo a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.

**B. REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO: 1) DURACIÓN DEL TRABAJO . 2) REPETICIÓN DEL CICLO. 3) ESFUERZO FÍSICO. 4) ESFUERZO MENTAL O VISUAL.**

**1. DURACIÓN DEL TRABAJO**

- GRADO 1. (20 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en un minuto o menos.
- GRADO 2. (40 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos
- GRADO 3. (60 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en una hora o menos.
- GRADO 4. (80 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en más de una hora.

**2. REPETICIÓN DEL CICLO**

- GRADO 1. (20 PUNTOS) a) Poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las suboperaciones no son necesariamente de realización diaria.

- GRADO 2. (40 PUNTOS). Operaciones de un patrón fijo razonable o donde existen tiempos previstos o previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro.
- GRADO 3. (60 PUNTOS). Operaciones donde la terminación periódica está programada y su ocurrencia es regular, o donde la terminación del movimiento o los patrones previstos se ejecutan por lo menos 10 veces al día.
- GRADO 4. (80 PUNTOS). a) Operaciones donde la terminación del movimiento o de los patrones previstos es más de 10 por día. b) Operaciones controladas por la máquina con alta monotonía o tedio del operador

**3. ESFUERZO FÍSICO**

- GRADO 1. (20 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima del 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2.5 kg y 12.5 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2.5 kg.
- GRADO 2. (40 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo por encima de 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2.5 kg. y 12.5 kg.
- GRADO 3. (60 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos superiores a 30 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg.

**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 períodos de tiempo. d) Actividades de inspección pura donde el objetivo fundamental es el chequeo de la calidad.

**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 siente 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 períodos 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 empinarse; 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 períodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva .

	<b>HOJA DE CONCESIONES</b>		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:		
<b>PUNTOS POR GRADO DE FACTORES</b>				
<b>FACTORES DE FATIGA</b>	<b>1er.</b>	<b>2do.</b>	<b>3er.</b>	<b>4to.</b>
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>				
1 TEMPERATURA	5	10	15	40
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5	10	20	30
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 HUMEDAD	5	10	15	20
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 NIVEL DE RUIDO	5	10	20	30
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 LUZ	5	10	15	20
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>REPETITIVIDAD:</b>				
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20	40	60	80
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20	40	60	80
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 DEMANDA FÍSICA	20	40	60	80
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10	20	30	50
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>POSICIÓN:</b>				
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10	20	30	40
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TOTAL PUNTOS: _____				
CONCESIONES POR FATIGA: _____ (MINUTOS)				
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>				
TIEMPO PERSONAL: _____				
DEMORAS INEVITABLES: _____				
TOTAL CONCESIONES: _____				

**ANEXO 3: HOJA DE CONCESIONES**

<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

#### ANEXO 4: CONCESIONES POR FATIGA

## ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE

DEPTO. : _____	SECCIÓN : _____	ESTUDIO núm. : _____
OPERACIÓN: _____ Estudio de Métodos núm. : _____		HOJA núm. : _____
INSTALACIÓN/MÁQUINA: _____ Núm. : _____		TERMINO : _____
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES : _____		COMIENZO : _____
PRODUCTO/PIEZA: _____ Núm. : _____		TIEMPO TRANSC. : _____
PLANO Núm. : _____ MATERIAL : _____		OPERARIO : _____
CALIDAD : _____ CONDICIONES TRABAJO : _____		FICHA : _____
NOTA : Dibuje plano del taller al dorso		OBSERVADO POR : _____
		FECHA : _____
		COMPROBADO : _____

ELEMENTO	Tiempo observado (Ciclos)										$\Sigma T$	$\bar{T}(s)$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	T												
	L												
	T												
	L												
	T												
	L												
	T												
	L												
	T												
	L												
	T												
	L												
	T												
	L												
	T												
	L												
	T												
	L												
	T												
	L												
	T												
	L												
	T												
	L												

**ANEXO 5: FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPO.**