



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

**CONTROL DE TIEMPOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE  
ELECTRODOS DE CENTRO AMÉRICA**

**Luis Fernando López Garzo**

Asesorado por la Inga. María del Rosario Colmenares de Guzmán

Guatemala, Noviembre de 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CONTROL DE TIEMPOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE  
ELECTRODOS DE CENTRO AMÉRICA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR**

**LUIS FERNANDO LÓPEZ GARZO**

**ASESORADO POR: INGA. MARÍA DEL ROSARIO COLMENARES DE G.**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcía Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Leonel Ovalle Rodriguez
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero Espínola de López
EXAMINADORA	Inga. Glenda Roxana Álvarez García
SECRETARIA	Inga. Marcía Ivonne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**CONTROL DE TIEMPOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE  
ELECTRODOS DE CENTRO AMÉRICA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en noviembre de 2005.

**Luis Fernando López Garzo**

## **AGRADECIMIENTOS A**

<b>DIOS</b>	Por concederme la vida y la oportunidad de culminar mi carrera.
<b>Mis padres</b>	Por el apoyo, consejos, esfuerzo, paciencia, dedicación y amor, que me han brindado; mil gracias.
<b>Mi familia</b>	Por el apoyo incondicional y consejos en todo momento.
<b>Mi asesor</b>	Por el apoyo, paciencia y amistad brindada.
<b>Mi revisor</b>	Por su amistad, apoyo y consejos.
<b>Mis amigos</b>	Por la ayuda, consejos y amistad brindada hacia mí.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mis padres**

Marty Garzo de López  
Horacio López Aguilar

### **Mis hermanos**

Edwin H. López Garzo  
Erick A. López Garzo

### **Mis amigos**

Marcelo Quiñónez Guerrero  
Óscar A. Girón Barrera  
Jorge Mario García Ch.  
Rolando U. Escobar. A.  
Jorge A. Góngora Q.  
Mauricio R. Góngora Q.

### **Mis padrinos**

Héctor Armando Góngora Aguilar  
Yolanda Quevedo de Góngora

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>V</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XIX</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>XXI</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XXIII</b>
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes de Fabrigás.....	1
1.1.1 Fundación de Fabrigás.....	1
1.1.2 Fundación del área comercial.....	1
1.1.3 Inicio de comercialización del equipo medico.....	2
1.1.4 Ampliación del área comercial.....	2
1.1.5 Asociación con Hobart.....	2
1.1.6 Iniciación de la primera hidroeléctrica.....	2
1.1.7 Cobertura nacional e internacional.....	3
1.1.8 División de Fabrigás.....	3
1.1.8.1 División industrial.....	5
1.1.8.2 División comercial.....	6
1.1.9 Instalaciones efectuadas por Fabrigás.....	14
1.1.10 Misión.....	14
1.1.11 Visión.....	14
1.2 Antecedentes de Electroodos de Centro América.....	22
1.3 ¿Qué es un electrodo?.....	22
1.3.1 Tipos de electrodos.....	23
1.3.2 ¿Para qué sirve un electrodo?.....	24

1.3.3	Modo de empleo del electrodo .....	27
<b>2.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA .....</b>	<b>33</b>
2.1	Distribución de la planta Electroodos de Centro América .....	33
2.1.1	Organigrama de la planta ECA.....	33
2.1.1	Cantidad de trabajadores dentro de la planta.....	33
2.1.2	Descripción de los puestos.....	35
2.2	Definiciones generales para un estudio de tiempos .....	36
2.2.1	Estudio de tiempos .....	36
2.2.2	Diagrama de operaciones .....	39
2.2.3	Diagrama de flujo .....	40
2.2.4	Diagrama de recorrido.....	41
2.2.5	Diagrama hombre-máquina .....	42
2.2.6	Diagrama bimanual .....	43
2.2.7	Balance de líneas .....	46
2.2.8	Toma de tiempos.....	46
<b>3.</b>	<b>PROPUESTA DEL ESTUDIO DEL PROCESO .....</b>	<b>49</b>
3.1	Características generales del electrodo .....	49
3.1.1	Descripción y características del electrodo.....	49
3.1.2	Descripción de la materia prima .....	50
3.2	Características generales del proceso del electrodo.....	51
3.2.1	Descripción del proceso .....	51
3.2.2	Distribución de la maquinaria .....	53
3.2.3	Identificación de las estaciones de trabajo en la planta.....	53
3.2.4	Identificación de las operaciones críticas .....	58
3.3	Área de producción .....	58
3.3.1	Diagrama de operaciones .....	59
3.3.2	Diagrama de flujo .....	63
3.3.3	Diagrama de recorrido.....	68
3.3.4	Diagrama hombre-máquina .....	68

3.3.5	Balance de líneas .....	75
3.3.6	Diagrama bimanual.....	77
3.3.7	Control de tiempos muertos.....	77
<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIONES AL PROCESO.....</b>	<b>83</b>
4.1	La calidad en el proceso.....	83
4.1.1	Tabla de especificaciones de secado del electrodo.....	83
4.1.2	Manual de fórmulas y especificaciones para la elaboración del electrodo .....	84
4.1.3	Control en producción diaria en base a hojas de verificación.....	85
4.1.4	Control diario de operación.....	85
4.2	De las mejoras obtenidas en el proceso del electrodo .....	90
4.3	Control en el proceso de la materia prima .....	90
4.3.1	En el decapado del alambón .....	91
4.3.2	En el número de pasos a seguir .....	93
4.3.3	En las pruebas a realizarse en el alambre.....	95
<b>5.</b>	<b>SEGUIMIENTO Y SUPERVISIÓN.....</b>	<b>97</b>
5.1	De la materia prima .....	97
5.1.1	Hojas de verificación en producción diaria.....	97
5.2.1	Del proceso del electrodo .....	97
5.2.2	Manual de fórmulas para la elaboración de pasta.....	99
5.2.3	Especificaciones necesarias.....	99
5.2.4	Tablas de especificaciones del secado.....	99
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>101</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>103</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>105</b>
	<b>APÉNDICE .....</b>	<b>107</b>

**ANEXOS ..... 109**

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1 Distribución de Fabrigás/Messer.....	4
2 Organigrama de Electroodos de Centro América .....	34
3 Flujograma de Electroodos de Centroamérica.....	57
4 Diagrama de operaciones de proceso .....	60
5 Diagrama de flujo de operaciones de proceso.....	64
6 Diagrama de recorrido .....	69
7 Diagrama hombre-máquina.....	70
8 Diagrama bimanual.....	78
9 Control diario de operación.....	86
10 Control de fallos en producción diaria.....	87
11 Flujograma trefilado .....	92
12 Control de la materia prima.....	94
13 Etiqueta de identificación .....	95
14 Control diario de operación.....	98

## TABLAS

I.	Instalaciones efectuadas por Fabrigás /Messer en Guatemala .....	15
II.	Instalaciones efectuadas en Nicaragua.....	21
III.	Tipos de recubrimiento y corriente.....	51
IV.	Balance de líneas.....	75
V.	Especificaciones de secado.....	83
VI.	Manual de fórmulas y especificaciones.....	84

## GLOSARIO

<b>A.C.</b>	Por sus siglas en inglés: <i>Altern Corrient</i> (Corriente alterna).
<b>Acetileno</b>	El gas Acetileno puro es un compuesto químico de Carbón e Hidrógeno. No tiene color, es un gas altamente flamable y un poco más ligero que el aire. En estado comercial, tiene un olor característico similar al del ajo.
<b>Alambrón</b>	Materia prima utilizada para la elaboración del alambre que sirve para hacer la varilla del electrodo, resortes, alambre de amarre, etc..
<b>Arco sumergido</b>	Este proceso genera el calor por medio de un arco eléctrico, producido entre un alambre sólido y los metales a unir. El arco es sumergido en un fundente en polvo que lo protege del medio ambiente, por lo que no existe emisión de rayos luminosos.

**Balance de líneas**

En este se puede determinar la eficiencia de la línea, cuántos operarios se necesitan para determinada área.

**Cánulas nasales**

Es un aparato que proporciona oxígeno a la persona que lo utilice.

**CGA (Compressed Gas Association)**

Asociación de gases comprimidos, encargada de velar por los estándares de calidad de los cilindros para usos médicos.

**D.C.**

Por sus siglas en inglés: *Direct Corrient* (Corriente directa).

**Dadero**

Es el encargado de revisar que los diámetros de los dados se encuentren correctamente; si no se encuentran correctamente pueden ser reutilizados aumentándoles el diámetro interno para otro paso.

**Dado**

Pieza cónica, la cual sirve para reducir el diámetro del alambón; cada dado tiene un orificio de distinto diámetro.

**Diagrama bimanual**

Este diagrama muestra todos los movimientos realizados por la mano izquierda y por la mano derecha, indicando la relación entre ellas.

**Diagrama de flujo**

El diagrama de flujo de proceso, muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento; con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta.

**Diagrama de operaciones**

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

**Diagrama de recorrido**

Una representación de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso, se conoce como diagrama de recorrido de actividades.

**Diagrama hombre-máquina**

El diagrama de proceso de hombre y máquina se emplea para estudiar, analizar y mejorar sólo una estación de trabajo cada vez.

**Dióxido de carbono**

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra).

**Eficiencia**

Ritmo de producción del proceso, determinando tanto tiempos productivos como improductivos.

**Electrocardiógrafos**

Es un aparato que se usa para medir el ritmo cardiaco de una persona.

**Electrodo**

Varilla utilizada para la soldadura de metales, las cuales se pueden utilizar en varias formas.

**Electrodos de Centro América (ECA)**

Empresa que se dedica a la producción y venta de electrodos, la cual brinda servicio a Centro América y América del norte.

<b>Equipo médico</b>	Son los utilizados en hospitales, y sirven para almacenar los gases médicos.
<b>Espirómetros</b>	Los espirómetros son aparatos que se utilizan para evaluar la función del pulmón.
<b>Extrusión</b>	Proceso por el cual es pasada la varilla de bajo carbón para ser revestida con la mezcla, para obtener así el electrodo.
<b>Extrusora</b>	Máquinaria utilizada para realizar el proceso de extrusión.
<b>Fabrigás</b>	Empresa dedicada a la producción y venta de gases médicos.
<b>Flujómetros</b>	Es un aparato que se usa para medir la cantidad de aire que entra y sale de los pulmones.
<b>Flux</b>	Materia prima utilizada para la elaboración de la mezcla que reviste la varilla, para formar el electrodo.
<b>Gases médicos</b>	Son gases que se utilizan en hospitales, tales como el oxígeno, entre otros.

<b>Helio</b>	Es un elemento gaseoso, inerte, incoloro e inodoro. El helio es un gas más adecuado que el hidrógeno para elevar globos en el aire.
<b>Hidroeléctrica</b>	Máquina generadora de energía estática, valiéndose del vapor de agua que sale rápidamente por pequeños orificios.
<b>Hobart–Ayau &amp; Cia. Ltda.</b>	Empresa norteamericana dedicada a la distribución de los electrodos.
<b>Holter</b>	Es un registro continuo del ritmo cardíaco durante la actividad normal.
<b><i>Merchandising</i></b>	Es la parte del mercadeo que tiene por objeto aumentar la rentabilidad en el punto de venta. Es el conjunto de estudios y técnicas comerciales que permiten presentar el producto o servicio, en las mejores condiciones al consumidor final.
<b>Messer</b>	Empresa dedicada a la distribución de gases industriales.

**MIG, MAG**

Es un proceso para soldar que funde los metales a unir, a través del calor producido por un arco eléctrico, entre un electrodo continuo de metal de aporte y la pieza de trabajo, los cuales están protegidos por una atmósfera inerte suministrada externamente.

**Montacarguista**

Es el encargado de manejar el montacargas para llevar los rolos de alambrón hacia el área de trefilado.

**Nebulizadores**

Es un equipo, el cual es colocado a la persona y por él respiran aire común con una medicina.

**NFPA (*National Fire Protection Agency*)**

Agencia encargada de los estándares de calidad en las instalaciones de cilindros efectuadas.

## **Nitrógeno**

Es un gas inerte, no metal, incoloro, inodoro e insípido que constituye aproximadamente las cuatro quintas partes del aire atmosférico, si bien no interviene en la combustión ni en la respiración. Tiene una elevada electronegatividad. El nitrógeno es el componente principal de la atmósfera terrestre y se obtiene para usos industriales de la destilación del aire líquido.

## **Oxido nitroso**

Es un gas incoloro con un olor dulce y ligeramente tóxico. El óxido nitroso fue el primer gas empleado en medicina. Es extremadamente seguro para uso medicinal por ser no inflamable. La principal aplicación del óxido nitroso es la anestesia general balanceada, como coadyuvante de otros agentes anestésicos inhalatorios o intravenosos. El óxido nitroso siempre es usado en forma gaseosa, aunque el gas es manipulado en forma líquida en cilindros de alta presión.

**Seguridad industrial**

La seguridad industrial tiene por objeto garantizar el funcionamiento seguro de un amplio conjunto de equipos e instalaciones, mediante actuaciones que afectan al diseño, fabricación, instalación, mantenimiento y uso de los mismos.

**Soldadura**

Proceso eléctrico en el cual se pueden unir dos metales utilizando un electrodo.

***Telemarketing***

Es una estrategia de mercadeo directo que busca a través del uso de instrumentos de comunicación (especialmente el teléfono), llegar de forma personal a los diversos usuarios, ofreciendo productos o servicios para enfrentar las dificultades de mercados cada día más competitivos, tratando al mismo tiempo de ahorrar costos de comercialización y mejorar la efectividad en la introducción de productos para la venta.

**Telemetría**

La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas, y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema. La palabra *telemetría* procede de las palabras griegas *tele* ("lejos") y *metron* ("medida").

**The Harris Calorific Co.**

Empresa multinacional dedicada a la producción y distribución de equipo para soldadura.

**TIG**

Este proceso funde los metales a unir, a través del calor producido por un arco eléctrico, formado entre un electrodo no consumible de Tungsteno y las piezas de trabajo.

**Trefilado**

Proceso mediante el cual el alambón es pasado por los dados para reducir su diámetro; puede ser reducido hasta unos seis pasos dependiendo únicamente del diámetro deseado.

**Trefiladora**

Máquinaria que realiza la operación de trefilar.

**USP-23 (United States Pharmacopeia)**

Asociación encargada de velar por los estándares de calidad de los gases médicos.

**Walter Kidde Co.**

Empresa multinacional dedicada a la distribución de equipo de seguridad industrial.



## **RESUMEN**

Fabrigás es una empresa que se dedica a la producción y distribución de gases médicos, cuenta con varias plantas como lo son: la planta de trefilado, la planta de productos del aire y la planta de Electroodos de Centro América.

La planta de Electroodos de Centro América se dedica a la producción y venta de electroodos de distintos tipos, como lo son el E-6010, E-6011, E-6012, E-6013 / 447A, E-6013 / 447C y E-7018.

El estudio de tiempos es de suma importancia, ya que con este tipo de estudio se pueden determinar los tiempos improductivos que el proceso pueda tener, así como para conocer a detalle los tiempos de ocio que tenga ya sea el operario o la maquinaria.

Dentro de un buen estudio de tiempos se deben realizar los distintos tipos de diagramas, como el diagrama de operaciones que muestra una secuencia cronológica de las operaciones del proceso, el diagrama de flujo, el cual es similar al diagrama de operaciones, sólo que este tipo de diagrama muestra más a detalle el proceso mostrando las distintas demoras que pueda tener el proceso.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar los tiempos en las distintas áreas del proceso de producción del electrodo.

### **Específicos**

1. Conocer la importancia del estudio de tiempo, que requiere la empresa.
2. Conocer la estructura organizacional con la que cuenta actualmente la empresa.
3. Estudiar cada operación del proceso con la toma de tiempos.
4. Analizar operaciones que retarden el proceso.
5. Determinar posibles mejoras en el proceso.
6. Implementar las mejoras propuestas en el proceso.
7. Buscar las mejores alternativas para una mejora continua.



## INTRODUCCIÓN

La planta de Fabrigás ubicada en la 31 calle 25-50, zona 12, colonia Santa Elisa es una de las productoras más grandes de Centro América de producción de gases industriales, alambre y electrodos.

La planta de Fabrigás cuenta con varias sub-plantas dentro de la misma, como son la planta de trefilado, la planta de Electroodos de Centro América, y por supuesto, la planta de gases industriales ***Productos del Aire***.

Se realizará un estudio de tiempos en la planta de producción Electroodos de Centro América, determinando así tiempos improductivos y diagramando todo el proceso de la elaboración de electrodos, desde la materia prima hasta la recepción de producto terminado en bodega.

El estudio de tiempos abarca desde la elaboración de los diagramas del proceso (diagrama de flujo, operaciones, de recorrido, hombre-máquina, bimanual, etc.), hasta la toma de tiempos muertos con lo cual podremos determinar posibles mejoras al proceso,



# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1 Antecedentes de Fabrigás**

Fabrigás es una empresa que se dedica a la producción y venta de gases médicos, equipo medico, equipo automotriz, neumática y transmisión de potencia, soldadura eléctricas, generadores, herramientas eléctricas y abrasivos, seguridad industrial y las hidroeléctricas, unos ejemplos se encuentran en el anexo 1.

### **1.1.1 Fundación de Fabrigás**

Fabrigás fue fundada en el año 1925, siendo esta la primera fábrica de Centro América dedicada a la producción y venta de gases médicos e industriales en el año 2005 Fabrigás cambia de dueño y ahora es conocida como productos del aire.

### **1.1.2 Fundación del área comercial**

En 1940 como respuesta a las necesidades de nuestros clientes, Fabrigás inicia la venta de productos para soldadura autógena y seguridad industrial de las prestigiosas marcas The Harris Calorific Co. Y Walter Kidde Co., marcando así el principio de nuestra división comercial y una relación ininterrumpida de más de 50 años.

### **1.1.3 Inicio de comercialización del equipo medico.**

En 1940 se inicia la comercialización de equipo medico y accesorios para cuidado respiratorio, intensivo y de anestesia.

### **1.1.4 Ampliación del área comercial.**

En 1956 la división comercial es complementada y enfocada con nuevas líneas de productos médicos e industriales.

En 1989 Fabrigás moderniza y fortalece el área comercial. Las salas de venta son mejoradas, utilizando técnicas modernas de merchandising y métodos de telemarketing. Se agregan nuevas líneas de productos de reconocida calidad mundial, fortaleciendo nuestra asociación comercial con nuestros clientes por medio de nuevos programas de capacitación, soporte y servicio.

### **1.1.5 Asociación con Hobart.**

En 1963 se establece Electroodos de Centro América (Hobart–Ayau & Cia. Ltda.) siendo esta la primera asociación que Hobart Bros. Hace a nivel mundial fuera de los Estados Unidos.

### **1.1.6 Iniciación de la primera hidroeléctrica**

En 1989 Fabrigás inicia su integración vertical con la construcción de su primera planta hidroeléctrica “Río Capulín”.

En 1991 inicia operaciones la nueva planta criogénica **El Jocote**, ampliando así la capacidad de producción de gases del aire.

### **1.1.7 Cobertura nacional e internacional**

En 1995 se remodelan las agencias de Escuintla y Retalhuleu y se abren nuevas tiendas en la ciudad de Guatemala y Quetzaltenango. También se da inicio a la expansión internacional con operaciones en el El Salvador y Nicaragua y se adquieren propiedades para expansión futura en Coatepeque, Santa Lucia, Teculután, Morales y Puerto Barrios.

En 1998 se abren operaciones en Belice como respuesta a los requerimientos de nuestros clientes en este país.

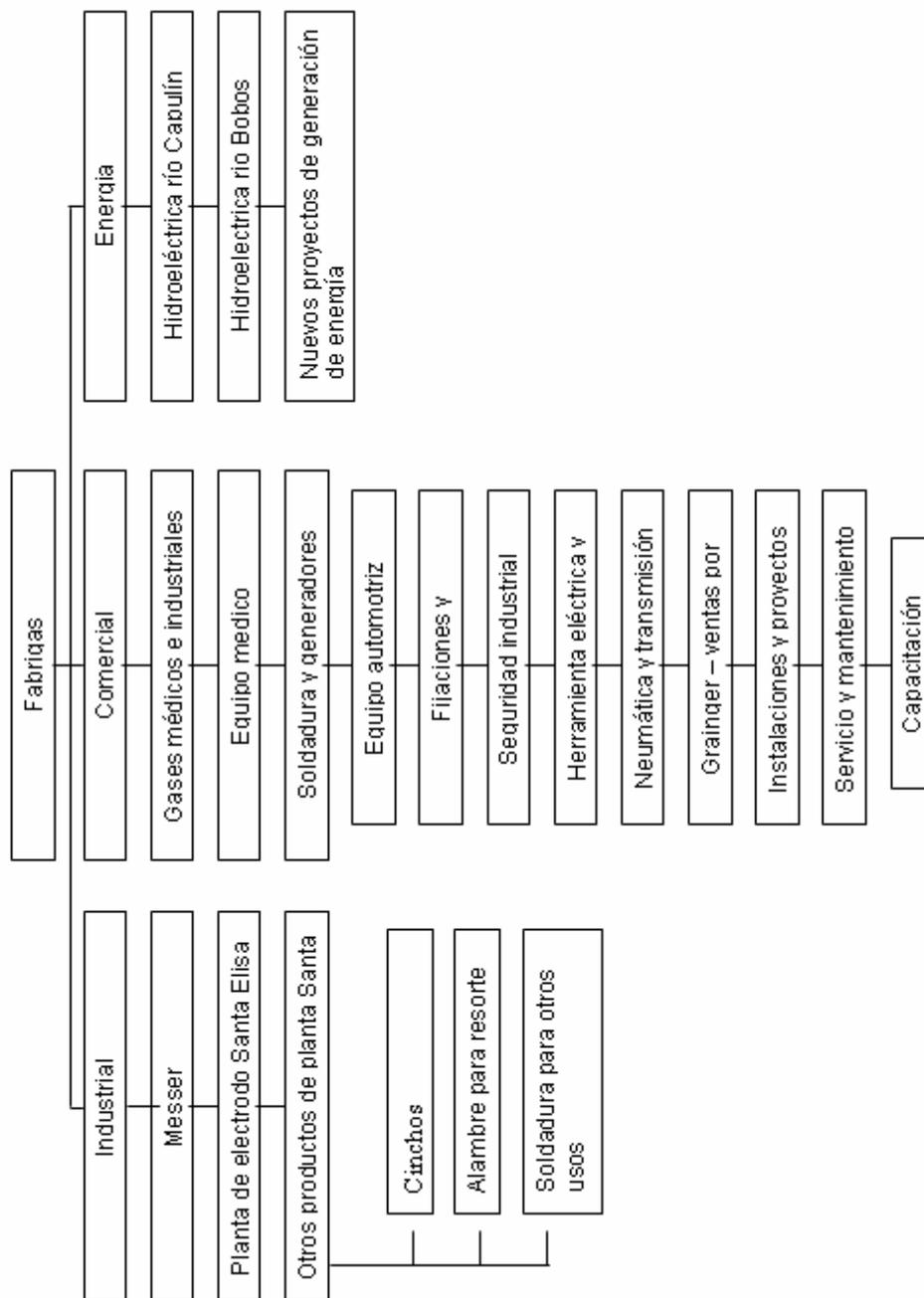
En 1998 se establecen modernas sucursales en Coatzacoalcos, Veracruz y se inicia también la apertura de la sucursal en Villahermosa, en el estado de Tabasco y la búsqueda de oportunidades en Salina Cruz, Oaxaca. Asimismo, se establece la red de distribuidores en los estados del Sureste Mexicano.

En 1989 se fortalece el intercambio comercial con México en Chiapas para consolidar la cobertura geográfica en el Sureste de México, Centroamérica y El Caribe.

### **1.1.8 División de Fabrigás**

Fabrigás es una sociedad anónima, esta dividida en el área comercial, el área industrial y el área de energía como se puede observar en la figura 1.

**Figura 1 Distribución de Fabrigrás/Messer**



**Fuente Fabrigrás**

### 1.1.8.1 División industrial

Entre la división industrial cabe mencionar que se tiene la planta Messer que es la encargada de la distribución de los gases, la planta de fabricación de electrodos Santa Elisa, y otros productos industriales como son cinchos, alambre para resortes y la soldadura para otros usos.

Una de las estrategias utilizadas por Fabrigás son las alianzas que se pueden observar a continuación:

- ✓ Envíos de gas carbónico a Centro América y el sur de México.
- ✓ La planta de CO<sub>2</sub> en Santa Lucia, Cotzumalguapa con una capacidad de 4000 Kg.
- ✓ *Instalación de gases criogénicos:* se garantiza seriedad, seguridad y economía a los grandes consumidores por medio de la instalación de tanques criogénicos.
- ✓ Instalaciones hospitalarias.
- ✓ *Proyectos llave en mano:* instalación de sistemas centralizados de distribución de gas y sistemas de monitoreo a través de proyectos llave en mano.
- ✓ *Capacitación:* seminarios de entrenamiento en seguridad y técnicas de manejo de gases para los clientes, usuarios y productores de gas de Centro América.
- ✓ Asistencia técnica y entrenamiento para nuevas aplicaciones
- ✓ *Entrega a domicilio:* programa de oxígeno y suministros médicos para entrega a domicilio.
- ✓ *Imagen corporativa:* refuerzo de la estrategia para suministro de gases y equipo relacionado en todas las tiendas

- ✓ *Especialidad en gases médicos e industriales:* disponibilidad de gases especiales por medio de la corporación Messer.
- ✓ Nueva planta y tienda en Tapachula, Chiapas, México.
- ✓ Sucursal San Salvador, El Salvador
- ✓ Sucursal Nicaragua
- ✓ Distribución en Belice, Belmopan y Punta Gorda.
- ✓ Nuevo Hospital en Belice

### **1.1.8.2 División comercial**

La división comercial cuenta con:

Los gases industriales y gases médicos tales como el oxígeno, acetileno, nitrógeno, helio, óxido nítrico, dióxido de carbono, argón y las mezclas especiales.

Los cilindros de gas médico que distribuye Fabrigás/Messer y tienen las siguientes características:

1. Cada cilindro tiene una válvula cromada marca Sherwood, fabricada bajo las normas y estándares de la CGA (Compressed Gas Association).
2. Los cilindros están codificados de acuerdo al color y propiamente identificados de acuerdo a normas internacionales de la CGA.
3. Los gases médicos están fabricados de acuerdo a las especificaciones de esterilización y desinfección según la USP-23 (United States Pharmacopeia).
4. Los cilindros están debidamente limpios y pintados de color para usos médicos.

5. Los cilindros pasan por estrictos procedimientos de seguridad, de inspección de resistencia y pruebas hidrostáticas de acuerdo a la CGA, con el motivo de asegurar su buena condición.
6. Los cilindros se llenan o cargan bajo los estándares (peso, presión, etc.) de Messer Griesheim.
7. Se transportan los cilindros bajo las especificaciones del departamento de transporte de Estados Unidos.
8. Se instalan tapones de seguridad en todos los cilindros cuando no están en servicio.
9. Las instalaciones que se brindan para todos los clientes de cilindros y tanques criogénicos, están basadas en los estándares de la NFPA (National Fire Protection Agency).
10. Brindan la mejor asistencia técnica a todos los clientes.

El equipo medico cuenta con: ventiladores, monitores de gas, sistemas de gases médicos, sistemas de monitoreo UCI, nebulizadores, consumibles para terapia, espirómetros y anestesia.

Aerosoles de terapia entre los cuales se tienen: compresores (nebulizadores) eléctricos y de baterías, neumáticos y ultrasónicos, flujómetros, reguladores, mascarillas, mascarillas de traqueotomía, micro nebulizadores, nebulizadores de volumen, tubos corrugado, trampas de agua, nebulizadores prellenados, calentadores, dosis de solución salina (viales) y filtros bacteriales y virales.

En cardiología se cuenta con: electrocardiógrafos, defibriladores, prueba de esfuerzo, holter, telemetría, vació, bolsas de resucitación y unidades móviles de oxígeno.

Monitores los cuales son: sistemas de red y unidades de cabecera, hemodinámicas y gases, multiparametros, CO<sub>2</sub>, y temperatura; entre las anestias se tiene: monitores de gases, máquina de anestesia, circuitos, mascarar desechables, bolsas de resucitación, equipos de succión, esfigmomanómetros, mascarillas y tubos endotraqueales.

Oxigeno terapia los cuales son: reguladores, flujometros, mascarillas de mediana y alta, concentración, cánulas nasales, tubos conectores, cilindros, vasos humidificadotas, analizadores de oxigeno, pulsoxímetros, cámaras cefálicas y concentradores de oxigeno

Soldadura y generadores los cuales son: soldadoras, procesos MIG, MAG, TIG, arco sumergido, electrodos convencionales y especiales, cortadoras por plasma, generadores eléctricos, lavadoras a presión, equipo automotriz, lubricación y elevación, balanceo y alineamiento, herramientas de mano, bombas de aceite y medidores, cortadores de gas y soldadura autógena, aleaciones metálicas y fundentes y consumibles.

Herramienta eléctrica y abrasivos los cuales son: taladros, pulidoras, martillos de impacto, etc., sierras circulares, fresadoras, lijadoras, etc., discos abrasivos, piedras y piedras montadas y aspiradoras.

Neumática y transmisión de potencia los cuales son: compresores y secadoras, herramientas neumáticas, automatización neumática, bombas de vacío, motores eléctricos, motores reductores y tornos, poleas, etc..

Fijación y empaquetadura los cuales son: sujetadores y fijadores, compuestos epóxicos, compactadotas, cortadoras de concreto, discos de diamante, engrapadoras industriales y empaquetadura industrial.

Seguridad industrial los cuales son: extintores, sistemas automáticos de detección y supresión, protección personal, equipos de autocontenido y señales de seguridad.

Instalaciones y proyectos los cuales son: diseño industrial, sistemas para gases médicos e industriales, sistemas para lubricación e instalación de equipo.

Mantenimiento preventivo, correctivo y renta de equipo los cuales son: programas para mantenimiento preventivo, renta de equipo industrial y medico y centros de servicio autorizados.

La capacitación cuenta con:

Sistema de aprendizaje teórico y practico los cuales se dividen en cursos específicos durante todo el año y entrenamiento de seguridad industrial, manejo de gases, soldaduras y energía cuando es requerido por el cliente.

Entre los productos a la venta en México cuenta:

Equipo de lubricación los cuales son: bombas de engrase, neumáticas y manuales, bombas de aceite, neumáticas y manuales, bombas de lavado, acoples rápidos, accesorios de lubricación, pistolas de lavado a presión y pistolas de despacho de aceite.

Equipo hidráulico los cuales son: prensa hidráulica, cilindros hidráulicos, gatos hidráulicos, montacargas hidráulicos, portamaletas, portapowers, equipo para enderezar, dobladores de tubo, elevadores o grúa hidráulica, bombas hidráulicas, trockets.

Equipos de soldadura autógena y sus accesorios los cuales son: equipos (pesado, mediano y liviano), reguladores, manguera cuache, anerales, cortadores, sopletes, puntas para corte, multiflamas, limpia boquillas, chisperos, piedras para chisperos, manómetros, fluxes (aluminio, latón, acero inoxidable, aleación de plata), varilla (aluminio, latón, hierro dulce, aleación de plata) y accesorios de bronce, acoples, nipples, ferrules, tuercas, uniones, adaptadores, filtros, etc..

Equipo neumático los cuales son: secadores de aire, post enfriadores de aire, filtros, reguladores, lubricadores, cilindros neumáticos, válvulas selenoide, tanques, compresores de aire, mangueras para aire, accesorios de conexión para línea de aire y bombas de vacío.

Herramienta neumática los cuales son: martillos de impacto, desarmadores de impacto, lijadoras, barrenos, cortadores y remachadoras.

Equipo para pintar los cuales son pistolas para baja presión, pistolas para alta presión, calderines para alta presión y mangueras para fluido.

Equipo para elevación los cuales son: polipastos eléctricos, polipastos neumáticos, polipastos manuales, poleas y micas.

Motores eléctricos y poleas los cuales son: herramienta manual y extractores mecánicos.

Herramienta eléctrica los cuales son: pulidoras, barrenos y sierras.

Abrasivos entre los cuales son: discos abrasivos para cortar y pulir, piedras de esmeril, puntas montadas, discos de lija, bandas de lija, cepillos y esmeriles.

Equipo para carpintería los cuales son: rauters, trompos, cepillas, sierras, lijadoras y taladros.

Herramienta de corte los cuales son: buriles, brocas, fresas, sierras y seguetas.

Equipo para fijación y anclaje los cuales son: tacos de expansión, anclas de cuñas, fines y clavos, taladros rotativos y de impacto, equipo de corte de concreto y discos diamantados.

Empaquetadura industrial los cuales son: planchas grafitadas (asbestos), estopas, grafitadas, teflonadas, juntas de expansión, retenedores de aceite y sellos mecánicos especiales.

Accesorios para soldadura eléctrica los cuales son: cable para soldar, cargadores de baterías, soldadoras eléctricas, portatiza, accesorios para soldadora (repuestos), electrodo, martillos picadores, cepillos acero dulce, tiza para marcar metales, terminales de bronce para cable, portaelectrodos, grapas de tierra, spray anti spatter (anti salpicaduras), cautines eléctricos para soldar con estaño, estaño en barra, estaño en carretes y spray para testear figuras en soldadora eléctrica autógena.

Electrodos especiales los cuales son: acero inoxidable, aluminio, bronce, hierro fundido y cobre.

Punteadoras eléctricas los cuales son: de banco, de pedestal, mecánicas e hidroneumáticas (desde 6 a 25 kVA).

Alambre para soldar MIG los cuales son: acero inoxidable, acero dulce y aluminio.

Electrodo convencional los cuales son: 6010, 6011, 6012, 6013, 6019.

Equipo contra incendio los cuales son: extintores portátiles con polvo químico ABC: 2.5 lb., 5 lb., 10 lb., 20 lb., extintores portátiles con CO<sub>2</sub>: 5 lb., 10 lb., 15 lb., extintores portátiles con 2.5 gln de agua, extintores portátiles con 2.5 gln de espuma AFF, extintores rodantes con polvo químico ABC: 125 lb., extintores rodantes con CO<sub>2</sub>: 50 LB., recarga de extintores con polvo químico ABC, BC, PK Y CO<sub>2</sub>, equipo para bombero: trajes, guantes, botas cascos, hachas, equipos con manguera de 1.5", mangueras y accesorios, hidrantes y rociadores, gabinetes para equipo y extintores y espuma AFFF.

Detección de incendios los cuales son:

- ✓ Sistemas de detección de incendios:
  - ✓ Convencionales marca Fire Lite
  - ✓ Inteligentes marca Notifier
- ✓ Sistemas de supresión automáticos: con CO<sub>2</sub> y FM200

Equipo de seguridad industrial los cuales son: autocontenidos, mascararas para línea de aire respirable, cascos industriales: para uniforme, seguridad y dieléctricos, caretas para esmerilar, caretas para protección de soldadura: termoplásticos y de fibra de vidrio, protectores auditivos: orejeras y tapones, protectores visuales: anteojos y monogafas de seguridad, monogafas para protección de soldadura: visor rectangular y redondo, mascarillas desechables: protección contra polvo y humos de soldadura, mascarillas con cartucho de carbón: protección contra gases y vapores, guantes industriales: de cuero, algodón, PVC, hule, nitrilo, neopreno, piel y asbesto, gabachas de cuero y PVC, capas impermeables de PVC, duchas y lavajos, señalización: rótulos, triángulos, cinta reflectiva y de precaución, trajes para protección de químicos y cinturones de seguridad: liniero, porta herramientas, arnés y lumbares.

Equipo medico los cuales son: sistemas centrales para gases médicos y vacío, cal sodada, reguladores para oxígeno, óxido nitroso y aire, succionadores gástricos y pleurales, aspiradoras de flemas y uterinos, circuitos respiratorios, vaporizadores de medicamento, humedecedores, ventiladores pediátricos y de adultos, resucitadores pediátricos y de adultos, respiradores, compresores para asmáticos, mezcladores de oxígeno de aire, oxímetros transcutaneos y de vía aérea, nebulizadores y micro-nebulizadores, cámaras para oxígeno, tiendas de oxígeno, mascarillas, cánulas, ejercitadores respiratorios, respirometros, mangueras, válvulas tuercas y accesorios en general.

Equipo para monitoreo de: capnografía, pulsoximetría, presión sanguínea, gases anestésicos inhalados, oxígeno inspirado/expirado, pletismografía, estimuladores nerviosos, maniquís, concentradores de oxígeno, vibradores precusores, cámaras cefálicas, equipos portátiles para oxígeno.

Gases los cuales son: oxígeno industrial, oxígeno médico, acetileno, nitrógeno, gas carbónico, nitrógeno líquido, oxígeno líquido, mezclas (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>), mezcla (Argón y CO<sub>2</sub>), óxido nítrico, argón, helio, freón 22 A granel, freón 22 en cilindros de 25 lb., hidrógeno, aire médico, hielo seco, oxígeno analítico 99.996%, acetileno analítico 99.999%, nitrógeno ultra high purity 99.999%, hidrógeno ultra high purity 99.999%, aire analítico grado cero, helio analítico 99.9999% y gas argón research grade (el manual de seguridad de los gases se observa en el anexo 2).

### **1.1.9 Instalaciones efectuadas por Fabrigás**

Las instalaciones que Fabrigás ha efectuado por lo largo de Guatemala se encuentran en la tabla I y en Nicaragua se encuentran en la tabla II.

### **1.1.10 Misión**

Su misión es: “Nos esforzamos por la excelencia, nuestro objetivo es ser reconocidos por nuestros clientes como líderes en calidad y servicio. Proporcionamos soluciones y productos de alta calidad a precios competitivos”.

### **1.1.11 Visión**

Su visión es: “Ser el proveedor industrial y medicinal más confiable de Centro América y el Caribe”.

**Tabla I Instalaciones efectuadas por Fabrigás /Messer en Guatemala**

<b>No.</b>	<b>Cliente</b>	<b>Año</b>	<b>Instalación elaborada</b>
1	Bella Aurora	1959	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
2	San Juan de Dios (viejo)	1960	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
3	Centro Clínico Guatemalteco	1962	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
4	Herrera Llerandi	1963	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
5	Militar	1964	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
6	Cancerología	1965	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
7	San Juan de Dios Pediatría	1966	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
8	Centro Medico	1967	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
9	Rodrigo Robles	1967	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
10	Dr. Monzón	1967	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
11	General del IGSS	1968	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
12	Roosevelt	1968	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
13	Traumatología del IGSS	1969	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
14	Neurología del IGSS	1969	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
15	Hilario Galindo (Reu)	1970	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
16	Estomatología (Antigua)	1971	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
17	Privado (Mazatenango)	1971	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.

## Continuación

18	Sanatorio privado Dr. Aguja	1973	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
19	Latinoamericano	1974	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
20	Dr. Flores (Mazatenango)	1974	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
21	San Pedro	1975	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
22	Hermano Pedro	1976	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
23	Los Arcos	1976	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
24	San Juan de Dios Z. 9	1976	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
25	Ginecología del IGSS	1978	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
26	Dr. Solares	1977	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
27	Melchor de Mencos	1977	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
28	Casa de Salud Alarcón	1978	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
29	Cancerología	1978	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
30	Nacional (Coatepeque)	1978	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
31	Clínicas G. Tivoli	1979	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
32	La Medica Guatemalteca	1979	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
33	Monte Maria	1980	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
34	Nuestra Señora del Pilar	1980	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
35	Nacional (Escuintla)	1980	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
36	Salama	1981	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.
37	San Benito	1981	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío Instalación de tomas y tubería.

Continuación

			Instalación de tomas y tubería.
38	El Progreso	1981	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
39	Chimaltenango	1981	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
40	Joyabaj	1981	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
41	San Cristóbal	1981	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
42	Nebaj	1981	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
43	Espantan	1981	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
44	La Tinta	1981	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
45	Fray B. de las Casas	1981	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
46	Sayaxche	1981	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
47	Amp. Hospital San Marcos	1981	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
48	San Juan de Dios, General Hospital	1981	Instalación de equipo OHMEDA
49	Dr. Pinto	1981	Instalación de tomas de oxido nitroso
50	Dr. R. Valdeavellano	1981	Instalación de tomas de oxido nitroso Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
51	San Sebastián	1981	Chequeo del sistema de distribución de gases médicos
52	Cedros de Libano	1981	Instalación de tomas de oxígeno y oxido Nitroso
53	Facultad Odontología	1982	Instalación de sistema de oxígeno
54	Dr. Hurtarte	1982	Incremento de capacidad del sistema de oxígeno
55	Hilario Galindo	1982	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
56	Pediatría del IGSS Z. 9	1982	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
57	IGSS 7/19	1982	

Continuación

58	Regional Quetzaltenango	1982	Sistema Centralizado de Oxígeno, Aire Medico y Vacío Instalación de tomas y tubería.
59	Totonicapán	1982	Mantenimiento del equipo de gases marca OXEQUIP
60	Centro Medico	1982	Instalación de sistema de compresor de aire medico
61	Centro Medico Militar	1982	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
62	Rodolfo Robles	1983	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
63	Roosevelt	1983	Instalación de Manifold de cilindros
64	Facultad Odontología	1983	Instalación de vacío
65	Roosevelt	1984	Instalación de compresor de aire medico
66	Sanatorio Medico de urgencia	1984	Instalación de tomas de oxígeno
67	Gineco-Obstetricia	1984	Instalación de compresor de aire medico
68	Pediatría del IGSS	1984	Instalación de tomas de gases médicos
69	General del IGSS	1984	Instalación de compresor de aire Medico
70	Dr. Belleton	1984	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
71	Nefrología del IGSS	1984	Additional outlets of medical gases
72	General del IGSS	1984	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
73	Herrera Llerandi	1985	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
74	Malacatan	1985	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
75	Cardiovascular	1985	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
76	Juan Pablo II	1985	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
77	Bella Aurora	1985	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
78	Roosevelt	1986	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
79	Herrera Llerandi	1986	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío. Instalación de tomas y tubería.
80	Veterinaria Súper Pet.	1986	Sistema centralizado de oxígeno, aire medico y vacío

Continuación

			Instalación de tomas y tubería.
81	Química Hoechst	1986	Instalación de oxígeno y propano
82	Valle del Sol	1987	Instalación de tomas de oxígeno, vacío y aire medico
83	Sanatorio Chimalteco	1987	Instalación de tomas de oxígeno, vacío y aire medico
84	Roosevelt	1987	Instalación de tomas de oxígeno, vacío y aire medico
85	Ciudad Vieja	1988	Instalación de tomas de oxígeno, vacío y aire medico
86	Antigua Guatemala	1988	Instalación de tomas de oxígeno, vacío y aire medico
87	Quiche	1988	Instalación de tomas de oxígeno, vacío, aire medico y oxido nitroso
88	Huehuetenango	1988	Instalación de tomas de oxígeno, vacío, aire medico y oxido nitroso
89	General del IGSS	1988	Instalación de tomas de oxígeno, vacío y aire medico
90	IGSS Zona 6	1988	Instalación de tomas de oxígeno, vacío y aire medico
91	Joyería papidu	1989	Instalación de compresor de aire medico
92	Hospital Nacional de Retalhuleu	1990	Instalación de tomas de oxígeno, vacío, aire medico y oxido nitroso
93	Hospital General Accidentes IGSS	1990	Instalación de compresor de aire medico
94	Gineco-Obstetricia IGSS	1990	Instalación de compresor de aire medico
95	Hospital Bella Aurora	1990	Instalación de tomas de oxígeno, vacío y aire medico
96	Fabrica de Bicicletas Vecesa	1991	Instalación de sistema de oxígeno, aire y propano
97	Rodha	1991	Instalación de compresor de aire medico
98	Shell Guatemala	1991	Instalación de Manifold de Aragón
99	Grossa S.A., Escuintla	1991	Instalación de Manifold de hidrogeno
100	Centro de Diagnostico Regional	1991	Instalación de sistema de propano y CO2
101	Facul. De Odontología U. Fco. Marroquin	1991	Instalación de oxígeno, aire y propano
102	Hospital Cedros de EL Libano	1991	Instalación de Manifold para oxígeno
103	Proyecto el Jocote	1991	Instalación de bomba de vacío
104	Hospital Roosevelt	1991	Instalación de sistema de oxígeno y vacío

Continuación

105	Sanatorio Nuestra Señora del Pilar	1993	Instalación de tomas de oxígeno y vacío
106	Hospital Hermano Pedro	1994	Instalación de tomas de oxígeno y vacío
107	Hospital Roosevelt	1994	Instalación de tomas de oxígeno y vacío
108	Hospital Nacional de Tiquisate	1995	Instalación de tomas de oxígeno y vacío
109	Hospital Juan José Arévalo, Z. 6	1995	Instalación de tomas de oxígeno, vacío y aire medico
110	Hospital de Genético-Obstetricia	1995	Instalación de tanque de oxígeno liquido
111	Centro Gastro Intestinal	1995	Instalación bomba de vacío
112	Hospital Roosevelt	1995	Instalación de Manifold automático
113	Hospital Centro Medico	1995	Instalación de sistema de oxígeno, vacío, aire medico y oxido nitroso
114	Hospital de Especialidad	1995	Remodelación del sistema de oxígeno y vacío
115	Hospital Universitario Esperanza	1996	Instalación de sistema de oxígeno, vacío y aire medico
116	IGSS Gineco-Obstetricia	1996	Ampliación de Manifold a 10 x 10
117	Roosevelt Unidad Cardiovascular	1996	Ampliación sistema oxígeno-vacío
118	Roosevelt Intensivo	1996	Instalación de compresor de aire
119	Hospital General de Accidentes	1996	Remodelación de tomas y Manifold
120	IGSS Hospital General Enfermedad Común	1996	Instalación de bomba de vacío y compresor de aire
121	Hospital Antigua Guatemala	1997	Integración al sistema de oxígeno liquido
122	Hospital Roosevelt	1997	Integración al sistema de oxígeno liquido
123	Hospital Universitario Esperanza	1997	Instalación de tomas de oxígeno, vacío y aire medico
124	IGSS Mazatenango	1997	Instalación de tomas de oxígeno, vacío y aire medico
125	Hospital Bella Aurora	1997	Instalación de tanque de oxígeno liquido
126	Hospital de Guetzaltenango	1997	Instalación de tanque de oxígeno liquido
127	IGSS 7/19	1997	Instalación de tanque de oxígeno liquido
128	Centro Cirugía de la Mano	1998	Ampliación de sistema de oxígeno
129	Hospital Herrera Llerandi	1998	Instalación de tanque de oxígeno liquido

Fuente Fabrigrás

**Tabla II Instalaciones efectuadas en Nicaragua**

<b>No. Cliente</b>	<b>Año</b>	<b>Instalaciones Efectuadas</b>
1 Hospital de traumatología Fonseca	1996 Lenin	Centralización del sistema de distribución de oxígeno, aire médico y sistema de vacío. Instalación de tomas y tubería
2 Hospital Materno Infantil Calderón	1997 Berta	Centralización del sistema de distribución de oxígeno, aire médico y sistema de vacío. Instalación de tomas y tubería
3 Hospital General Manuel de Jesús Jiménez	1998	Centralización del sistema de distribución de oxígeno, aire médico y sistema de vacío. Instalación de tomas y tubería
4 Hospital General Regional de Esteli	1998	Centralización del sistema de distribución de oxígeno, aire médico y sistema de vacío. Instalación de tomas y tubería
5 Hospital de Enfermedad Común Manolo Morales	1998	Centralización del sistema de distribución de oxígeno, aire médico y sistema de vacío. Instalación de tomas y tubería

**Fuente Fabrigás**

## **1.2 Antecedentes de Electroodos de Centro América**

En 1963 una empresa pionera en la industria de gases en Centroamérica, con la intención de diversificar su campo de acción dentro del territorio centroamericano, inicia conjuntamente con una multinacional norteamericana, líder en el mercado de productos y máquinas de soldadura, **Hobart Brothers**, la primera asociación a nivel mundial fuera de los Estados Unidos.

Con la idea de abastecer los mercados de México, Centroamérica y El Caribe. Es así como nace **electrodos de Centroamérica, S.A.**

**“Hoy con mas de 35 años de experiencia en la fabricación de electrodos y única en el área centroamericana”.**

## **1.3 ¿Qué es un electrodo?**

Instrumento por medio del cual se transmite una corriente eléctrica de un conductor a una parte del cuerpo o a otro medio, para lograr soldar o unir dos piezas metálicas.

Los electrodos son identificados por una serie de números y letras las cuales se describen en el capítulo 3.

### **1.3.1 Tipos de electrodos**

El electrodo AWS E-6010 es un electrodo para aceros dulces, de revestimiento celulósico, de rápido encendido del arco, que le ofrece excepcionales características de soldadura, alta penetración y estabilidad de arco. Es ideal para soldar en todas las posiciones y produce una soldadura de calidad radiográfica con escoria ligera que es fácil de remover.

El electrodo AWS E-6011 es un electrodo de toda posición con una base celulósica para uso de fuentes de energía A.C. este electrodo tiene una buena penetración con características de arco estable. La transferencia en spray, asegura buena penetración y buena presentación del cordón de soldadura en todas las posiciones.

El electrodo AWS E-6012 es un electrodo de uso general con excelentes características de arco para aplicaciones con pobre ajuste, baja salpicadura y con buena estabilidad de arco. Es un electrodo flexible para el uso con energía A.C. y D.C.

Electrodo AWS E-6013 / 447A, las características de solidificación rápida del ECA 447A hacen la elección perfecta para aplicaciones de soldadura de condiciones pobres de ajuste. Produce un arco muy estable con buena apariencia del cordón.

Electrodo AWS E-6013 / 447C, la flexibilidad y las características de solidificación rápida del ECA 447C lo hacen el favorito entre soldadores, especialmente cuando las aplicaciones de soldadura tienen condiciones pobres de ajuste. Puede ser usado con fuentes de energía AC o DC, y también con máquinas AC de baja tensión de circuito abierto, proporcionando un arco muy estable con buena apariencia del cordón de soldadura.

El electrodo AWS E-7018 es un electrodo de uso general que le permite soldar con facilidad una gran variedad de aplicaciones. Usted obtendrá una soldadura superior con este electrodo de acero dulce de bajo contenido de hidrógeno que le proporciona excelente inicio y capacidad de reinicio además de un arco suave y virtualmente libre de salpicadura. además, la absorción de humedad del 418, mantiene los niveles de Hidrógeno menores a 0.12% para un empaque recién abierto de electrodos, y menor a 0.30% después de 9 horas a 80°F y 80% de humedad relativa.

El electrodo AWS E-NiFe-CL / NIFER 60 es un electrodo de ferro-níquel para soldar hierro colado, maquinable.

El electrodo AWS E-Ni-CL / NIFER 100 es un electrodo básico para soldar hierro colado. Depósito y zonas de transición limables.

### **1.3.2 ¿Para qué sirve un electrodo?**

Los electrodos tienen la misión de hacer pasar la corriente a través de los metales a soldar y además aprisionarlos.

Las aplicaciones del el electrodo AWS E-6010 son:

- ✓ Soldadura de tuberías y placas.
- ✓ Astilleros.
- ✓ Juntas donde se necesite alta penetración y también en trabajos donde no se pueden limpiar las pinturas, óxidos, etc., antes de soldar.
- ✓ Donde el factor principal sea la calidad con muy buena ductibilidad.
- ✓ Hierro galvanizado.

Las aplicaciones del electrodo AWS E-6011 son:

- ✓ Tuberías y estructuras.
- ✓ Astilleros y reparaciones.
- ✓ Juntas donde se necesita penetración profunda.
- ✓ Donde se requieran soldaduras de calidad y excelente ductilidad.
- ✓ Hierro galvanizado.
- ✓ Diámetros pequeños con polaridad negativa en lámina de metal.

Las aplicaciones del electrodo AWS E-6012 son:

- ✓ Trabajos de estructuras y prefabricación.
- ✓ Trabajos de preparación deficiente.
- ✓ Juntas donde se requiera penetración media.
- ✓ Tanques de almacenamiento, carros de ferrocarril.
- ✓ Muebles de metal y hierro ornamental.

Las aplicaciones del electrodo AWS E-6013 / 447A son:

- ✓ Trabajos de estructuras y prefabricación.
- ✓ Trabajos de preparación deficiente.
- ✓ Partes de maquinaria.
- ✓ Para propósitos generales de fabricación.

Las aplicaciones del electrodo AWS E-6013 / 447C son:

- ✓ Trabajos de estructuras y prefabricación.
- ✓ Trabajos de preparación deficiente.
- ✓ Partes de maquinaria.
- ✓ Para propósitos generales de fabricación.

Las aplicaciones del electrodo AWS E-7018 son:

- ✓ Estructuras de baja aleación.
- ✓ Aleaciones y fundiciones ricas en carbón.
- ✓ Aceros libres de trabajo y aceros esmaltados que requieren metal de soldadura de bajo hidrógeno con resistencia a la tensión de 70,000 psi.
- ✓ Energía y plantas petroquímicas (vasijas de presión, adaptadores y tuberías).
- ✓ Estructuras de acero y erecciones de campo (edificios y puentes).
- ✓ Equipo de minería (carritos, transportadores, reparación de cubos, mantenimiento general).
- ✓ Tuberías y algunos conductos, construcción de vagones y locomotoras.
- ✓ Fabricación y reparación de quipo (equipo para mover tierra y de construcción, etc.).
- ✓ Construcción de barcos.
- ✓ Aplicaciones de códigos de caldera.
- ✓ Algunos chasis de camiones.
- ✓ Reparación de infraestructura y reconstrucción en base a códigos de transporte federal y del estado.
- ✓ Trabajo de mantenimiento general.
- ✓ Trabajo nuclear.
- ✓ Maquinaria de granja (manufactura y reparación).
- ✓ Fabricación general.

Las aplicaciones del electrodo AWS E–NIFe-CL / NIFER 60 son:

- ✓ Electrodo máquinable para soldar todos los tipos comerciales de hierro colado, así como para unir el hierro colado con acero.
- ✓ Especialmente indicado para la soldadura de hierro colado modular.
- ✓ también puede aplicarse en la soldadura combinada con NIFER 100.

Las aplicaciones del electrodo AWS E–NI-CL / NIFER 100 son:

- ✓ Excelente electrodo con revestimiento básico para la soldadura de hierro colado gris y maleables, acero fundido, así como para unir estos materiales con acero y aleaciones de cobre.
- ✓ Indicado especialmente para reparaciones y mantenimiento.

### **1.3.3 Modo de empleo del electrodo**

Deben estar aislados entre si y además se deben acercar de manera que estén alineadas sus puntas. Los electrodos deben estar muy bien conectados con el secundario del transformador.

El procedimiento para soldar con el electrodo AWS E–6010 es:

- General:* Corriente directa, electrodo positivo, trabajo negativo (CDEP).
- Arco:* Largo promedio (1/8" a 1/4").
- Plano:* Manténgase adelante del punto y use un movimiento ligero de vaivén.
- Vertical ascendente:* Técnica de vaivén, reducir amperaje.
- Vertical descendente:* Use amperaje más alto y velocidad de avance más rápida, manteniéndose adelante del punto.
- Sobre cabeza:* Use una técnica similar a la vertical ascendente; pases múltiples para aumentar capas.
- Tubería:* Vertical descendente.

*Almacenaje:* En lugar seco, a temperatura ambiente.

*Reacondicionamiento:* No se recomienda.

El procedimiento para soldar con el electrodo AWS E-6011 es:

*General:* A.C. o electrodo positivo, trabajo negativo (D.C.E.P.).

*Arco:* Longitud media (1/8" a 1/4").

*Plano horizontal* Longitud media de arco. Quedarse delante del punto de

*Sobre cabeza:* soldadura y usar movimiento ligero de vaivén.

*Vertical ascendente:* Usar movimiento ligero de vaivén o técnica de tejido, reducir amperaje.

*Vertical descendente:* Usar mayor amperaje y avanzar más rápido delante del punto de soldadura.

*Almacenaje:* En lugar seco, a temperatura ambiente, debe evitarse humedad por debajo del 50% en ningún momento este electrodo debe ser almacenado en hornos a temperatura por encima de los 130°F.

*Reacondicionamiento:* No se recomienda.

El procedimiento para soldar con el electrodo AWS E-6012 es:

*General:* Electrodo negativo, trabajo positivo (D.C.E.N.) A.C..

*Arco:* Longitud media (1/8" a 1/4").

*Plano:* Electrodo 10 a 15 grados de inclinación respecto a la vertical, con mayor calor que los electrodos E6010 y E6011.

*Vertical ascendente:* Menor amperaje que en una posición plana.

*Vertical descendente:* Usar mayor amperaje y avanzar más rápido.

*Sobre cabeza:* Usar con ligero vaivén, multipases para reconstruir.

*Almacenaje:* 110°F a 130°F, humedad debajo del 50% debe ser evitada, en ningún momento este tipo de electrodo debe ser almacenado en un horno arriba de 130°F.

*Reacondicionamiento:* 250°F a 300°F por una hora.

El procedimiento para soldar con el electrodo AWS E-6013 / 447A es:

*General:* AC; electrodo negativo, trabajo positivo (D.C.E.N.)  
A.C. o electrodo positivo, trabajo negativo (D.C.E.P.).

*Arco:* Longitud media (1/8" a 1/4").

*Plano:* Electrodo 10 a 15 grados de inclinación respecto a la vertical, con mayor calor que el E6011.

*Vertical ascendente:* Menor amperaje que en una posición plana.

*Vertical descendente:* Usar mayor amperaje y avanzar más rápido quedando delante del punto de soldadura.

*Sobre cabeza:* Usar con ligero vaivén, multipases para reconstruir.

*Almacenaje:* 110°F a 130°F, humedad debajo del 50% debe ser evitada, en ningún momento este tipo de electrodo debe ser almacenado en un horno arriba de 130°F.

*Reacondicionamiento:* 250°F a 300°F por una hora.

El procedimiento para soldar con el electrodo AWS E-6013 / 447C es:

*General:* AC; electrodo negativo, trabajo positivo (D.C.E.N.) o electrodo positivo, trabajo negativo (D.C.E.P.).

*Arco:* Longitud media (1/8" a 1/4").

*Plano:* Electrodo de ángulo 10-15° desde 90° con mayor calor que los electrodos.

*Vertical ascendente:* Menor amperaje que una posición plana.

*Vertical descendente:* Incrementar el amperaje y avance, manteniéndose delante del punto de soldadura.

*Sobre cabeza:* Usar con ligero vaivén, multipases para reconstruir.  
*Almacenaje:* 110°F a 130°F, humedad debajo del 50% debe ser evitada, en ningún momento este tipo de electrodo debe ser almacenado en un horno arriba de 130°F.  
*Reacondicionamiento:* 250°F a 300°F por una hora.

El procedimiento para soldar con el electrodo AWS E-7018 es:

*General:* Electrodo positivo, trabajo negativo (DCEP) o AC.  
*Arco:* Bien corto (menos que la mitad del diámetro del electrodo).  
*Plano:* Ángulo del electrodo 10–15° de 90°.  
*Vertical ascendente:* Usar técnica de tejido, reducir amperaje.  
*Vertical descendente:* Recomendable.  
*Sobre cabeza:* Usar movimiento ligero de vaivén dentro del punto.  
*Almacenaje:* 220°F a 350°F (para asegurar un depósito de soldadura de bajo hidrógeno, almacenaje en horno es recomendable).  
*Reacondicionamiento:* Reacondicionado por una hora a 575°F (302°C).

Las instrucciones para soldar con el electrodo AWS E-NiFe-CL / NIFER 60 son:

- ✓ Limpiar la zona de soldadura.
- ✓ Remover la corteza de la colada.
- ✓ Redondear los cantos agudos.
- ✓ Conforme al espesor de la pared, preparar el bisel en forma de U o doble U y precalentar la pieza según sea necesario.
- ✓ Se suelda con el amperaje mas bajo posible.
- ✓ Arco corto.
- ✓ Mantener el electrodo perpendicular al trabajo.

- ✓ Sellar las caras del bisel con cordones finos. El ancho del cordón no debe exceder dos veces el diámetro del núcleo del electrodo para evitar exceso de calentamiento.
- ✓ Al final de cada cordón, mantener el arco para llenar el cráter.

Las instrucciones para soldar con el electrodo AWS E-NI-CL / NIFER 100 son:

- ✓ Limpiar la zona de soldadura.
- ✓ Remover la corteza de la colada.
- ✓ Redondear los cantos agudos.
- ✓ Conforme al espesor de la pared, preparar el bisel en forma de U o doble U, precalentar según sea necesario.
- ✓ Se debe soldar con el amperaje mas bajo posible.
- ✓ Arco corto.
- ✓ Mantener el electrodo perpendicular al trabajo.
- ✓ Sellar las caras del bisel con cordones finos.
- ✓ El ancho del cordón no debe exceder dos veces el diámetro del núcleo del electrodo.
- ✓ El largo del cordón no debe exceder diez veces el diámetro del electrodo, para evitar exceso de calentamiento.
- ✓ Remover la escoria inmediatamente después de la soldadura y martillar con cuidado el deposito al terminarlo para atenuar las tensiones internas.
- ✓ Reencender el arco sobre el material ya depositado, nunca sobre el material base.
- ✓ Al finalizar cada cordón, mantener el arco para llenar el cráter.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA**

### **2.1 Distribución de la planta Electroodos de Centro América**

La planta de electrodo de Centro América (ECA), cuenta con un personal capacitado y de acuerdo a la distribución de la maquinaria están colocadas acorde con las capacidades de cada uno de estos.

La planta de producción de electrodos de Centro América (ECA), carece de estudio de tiempos, diagramas y balance de línea por lo que se expondrá en los capítulos 2 y 3.

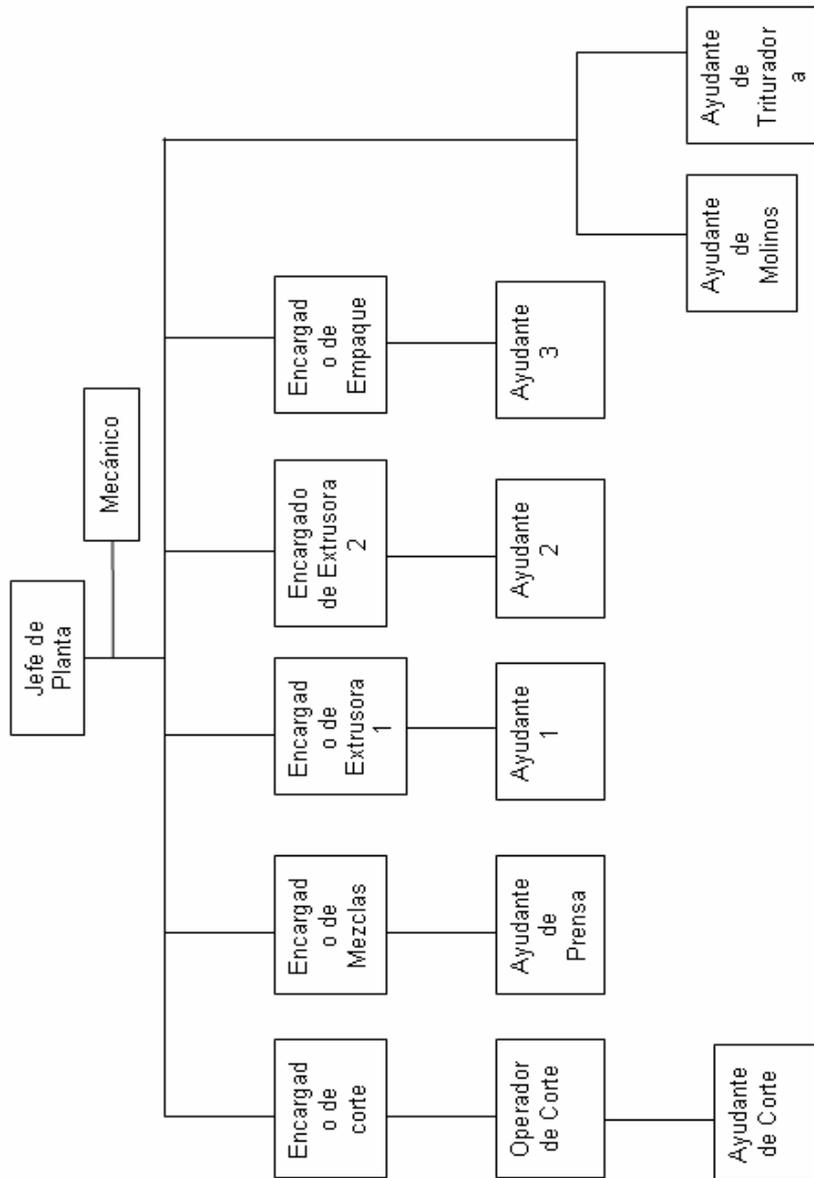
#### **2.1.1 Organigrama de la planta ECA**

El organigrama de la planta de electrodos de Centro América esta dividido en las áreas de enderezado y corte, el área de extrusión, el área de secado, el área de empaque y el área de molinos y trituradora, como se muestra en el figura 2.

#### **2.1.1 Cantidad de trabajadores dentro de la planta**

La planta de electrodos de Centro América (ECA) cuenta con un jefe de planta, un mecánico, un encargado de corte, un encargado de mezclas, un encargado de la máquina extrusora 1, un encargado de la máquina extrusora 2, un encargado del empaque, un operador de corte, un ayudante de corte, un ayudante de la prensa, tres ayudantes de la máquina extrusora 1, tres ayudantes de la máquina extrusora 2, tres ayudantes del área de empaque, un ayudante de molinos y un ayudante de trituradora.

Figura 2 Organigrama Electrodo de Centro América



Fuente Electrodo de Centro América

### **2.1.2 Descripción de los puestos**

*Jefe de planta:* es el responsable por que se cumpla la planificación de la producción y que lleve la calidad específica.

*Mecánico:* es el encargado de velar por el buen funcionamiento de las máquinas de corte, extrusoras y horno.

*Encargado de corte:* es el encargado de llevar el control del peso de las canastas (bobinas de alambre colocadas en un atril) y verificar los requerimientos específicos de la materia prima.

*Encargado de mezclas:* este se encarga de realizar la pasta (flux de primera y segunda, glicerina, potasio, sodio y agua) para realizar el electrodo.

*Encargado de extrusora 1 y 2:* este se encarga de revisar que todo electrodo vaya con todas las especificaciones (peso y diámetro) requeridas.

*Encargado de empaque:* este se encarga de velar que lleven el peso exacto las cajas de los electrodos, tanto como verificar que el horno se encuentre a la temperatura deseada para cada tipo de electrodo.

*Operador de corte:* este se encarga de realizar el corte de las varillas del alambre que servirán para realizar el electrodo.

*Ayudante de corte:* este es el encargado de almacenar la varilla ya cortada en sus respectivos recipientes y colocarle la hora de inicio y finalización y así como su peso.

*Ayudante de prensa:* este se encarga de realizar los cilindros de la pasta de electrodo la cual sirve para introducir en las máquinas extrusoras.

*Ayudantes de extrusoras:* estos son los encargados de ordenar el electrodo en bandejas y trasladarlos hacia el área del horno.

*Ayudante de empaque:* este es el encargado de empacar los electrodos y también de introducir los electrodos en el horno y sacarlos.

*Ayudante de trituradora:* este es el encargado de la limpieza de todo aquel electrodo que allá salido defectuoso quitándole la pasta para su reproceso.

*Ayudante de molino:* este se encarga de limpiar la pasta de toda impureza para poder ser vuelta a utilizar.

## **2.2 Definiciones generales para un estudio de tiempos**

El estudio de tiempos sirve para determinar los tiempos improductivos que se puedan tener en el proceso y así poder minimizarlos, a continuación se encuentran las definiciones generales para un buen estudio de tiempos.

### **2.2.1 Estudio de tiempos**

Aquí es donde se debe de tomar los tiempos por operación ya sea con el método vuelta a cero o continuo la diferencia es la exactitud de tiempos y si el proceso es en lineo o por etapas.

*El estudio de tiempos se hace cuando:*

- 1.- Cuando va a ejecutar una nueva operación.
- 2.- Se presentan quejas de los trabajadores.
- 3.- Por demoras causadas por operaciones lentas.
- 4.- Fijar un sistema de incentivos .
- 5.- Bajo rendimiento o tiempo excesivos muertos de máquinas.

### **Pasos básicos para el estudio de tiempos:**

#### **Preparación:**

- Selección del personal.
- Selección del trabajador.
- Análisis de comprobación del método.
- Actitud frente al trabajador.

#### **Ejecución:**

- Obtener y registrar la información.
- Descomponer las tareas en elementos.
- Cronometrar.
- Cálculo del tiempo observado.

#### **Valorización:**

- Ritmo normal del trabajo promedio.
- Técnicas de valorización.
- Cálculo del tiempo base.

#### **Suplementos:**

- Análisis de demoras.
- Estudio de fatiga.

Cálculos de suplementos y tolerancias.

**Tiempo estándar:**

Error del tiempo estándar.

Cálculo de frecuencia de los elementos.

Determinación de tiempos de interferencia.

Cálculo de tiempo estándar.

**Preparación del estudio de tiempos:**

**A. Selección de la operación:**

Criterios para la selección

- a. El orden de las operaciones según se presente en el proceso.
- b. La posibilidad de ahorro costo actual:  
$$op = (\text{actividad actual}) * (t \text{ de operario}) * (\text{salario}).$$
- c. Según necesidad específica.

**B. Selección del operador:**

Habilidad, deseos de cooperar, temperamento, experiencia.

**C. Análisis de comprobación del método**

Se fija en una forma escrita una norma de método de trabajo para que se a cronometrada.

Ejecución del estudio de tiempos:

Obtener y registrar información de la operador

- Que permita identificar el estudio.
- Que permita el proceso, método, la instalación o la máquina.
- Que permita identificar la operación.
- Que permita identificar la duración del estudio.

Descomposición en elementos:

Relación del ciclo	Regular o irregular Extraño
Relación ejecutante	Manuales Máquinas
Relación al tiempo	Constante (automáticas) Variable (con avances manuales)

Reglas para seleccionar los elementos:

- Fácil identificación, con inicio y fin.
- Debe de ser todo lo breve posible tiempo mínimo aceptado 0.04 min.
- Separar los elementos manuales de las máquinas.
- Los elementos manuales de máquinas en marcha o en parada con el objeto de reducir el ciclo.

Clases de elementos

- a. Reguladores o repetitivos.
- b. Casuales o irregulares.
- c. Extraños.

### **2.2.2 Diagrama de operaciones**

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

El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto. La información necesaria para elaborar este diagrama se obtiene a partir de observación y medición directas. Es importante que los puntos exactos de inicio y terminación de la operación en estudio, se identifiquen claramente.

### **2.2.3 Diagrama de flujo**

Este diagrama contiene, en general, muchos más detalles que el de operaciones. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar en conjunto ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones.

#### **2.2.4 Diagrama de recorrido**

Aunque el diagrama de flujo de proceso suministra la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de fabricación, no es una representación objetiva en el plano del curso del trabajo. La mejor manera de obtener esta información es tomar un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta, y trazar en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra. Una representación de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso, se conoce como diagrama de recorrido de actividades.

Al elaborar este diagrama de recorrido el analista debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada una.

Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de curso de proceso, pues en él puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de posible congestionamiento de tránsito, y facilita así el poder lograr una mejor distribución en la planta.

### **2.2.5 Diagrama hombre–máquina**

El diagrama de proceso de hombre y máquina se emplea para estudiar, analizar y mejorar sola una estación de trabajo cada vez. Este diagrama indica la relación exacta en el tiempo entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de su máquina. Los diagramas hombre–máquina nos permiten ver y aumentar la retribución de tiempo del operario y así mejorar su eficiencia en la producción.

En la práctica colocar a un operario a manejar o a operar más de una máquina se conoce con el nombre de acoplamiento de maquinarias. Esta consiste en una operación múltiple de máquinas por parte de un operario.

En la elaboración de un diagrama hombre–máquina el analista deberá tomar en cuenta que este contiene las siguientes partes:

- Encabezado.
- Cuerpo del diagrama.
- Resumen.

El diagrama completo de hombre y máquina muestra claramente las áreas en las que ocurren tanto tiempos de ocio como tiempos muertos.

El analista elabora un diagrama de esta clase cuando su investigación preliminar revele que el ciclo de trabajo del operario es algo más corto que el ciclo de operación de la máquina. Después de trazado el diagrama, el sitio más lógico para considerar posibles mejoras es en la porción de inactividad del ciclo del operario. Considerando el monto de este tiempo, debe de investigar la posibilidad de asignar al trabajador la responsabilidad adicional de:

1. Operar una segunda máquina durante este tiempo muerto y
2. Ejecutar alguna operación manual o de banco.

Los diagramas de hombre y máquina pueden ser de distintos tipos, entre los que tenemos:

- De máquinas iguales.
- De máquinas distintas.
- De máquinas iguales de cuadrilla.
- De máquinas distintas de cuadrilla.

### 2.2.6 Diagrama bimanual

Este diagrama muestra todos los movimientos realizados para la mano izquierda y por la mano derecha, indicando la relación entre ellas. El diagrama Bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas y en ese caso se registra un solo ciclo completo de trabajo. Para representar las actividades se emplean los mismos símbolos que se utilizan en los diagramas de proceso pero se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarquen más detalles.

**Operación:** Se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etc., una herramienta, pieza o material. Se representa por el símbolo 

**Transporte:** Se emplea para representar el movimiento de la mano hasta el trabajo de herramientas o materiales o desde uno de ellos. Se representa por el símbolo 

**Espera:** Se emplea para indicar el tiempo en que la mano no trabaja (aunque quizá trabaje la otra). Se representa por el símbolo 

**Sostenimiento o almacenamiento:** Con los diagramas bimanuales no se emplea el termino almacenamiento, y el símbolo que le correspondía se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se esta consignando. Se representa con el símbolo 

El símbolo de inspección casi no se emplea, puesto que durante la inspección de un objeto (mientras lo sujeta y mira o lo calibra) los movimientos de la mano vienen a ser operaciones para los efectos del diagrama. Sin embargo, a veces resulta útil emplear el símbolo de inspección para hacer resaltar que se examina algo.

El hecho mismo de componer el diagrama permite al especialista llegar a conocer a fondo los pormenores de trabajo y gracias al diagrama puede estudiar cada elemento de por si y en relación con los demás. Así tendrá la idea de las posibles mejoras que hacer. Cada idea se debe representar gráficamente en un diagrama de cada una es mucho mas fácil compararlas. El método por lo general, es el que menos movimientos necesita.

El diagrama Bimanual puede aplicarse a una gran variedad de trabajos de montaje, de elaboración a máquina y también de oficina. Los ajustes apretados y la colocación en posiciones difíciles pueden presentar ciertos problemas. A montar piezas pequeñas ajustadamente ponerlas en posición antes del montaje puede ser la parte mas prolongada del ciclo.

En tales casos la puesta en posición deberá exponerse como un movimiento en si de operación, aparte del que se efectúa para hacer el montaje propiamente dicho (por ejemplo colocar un desarmador en la cabeza de un tornillo pequeño).

Así se hace resaltar dicho movimiento, y si se muestra en relación con una escala de tiempos, se podrá evaluar su importancia relativa. Se logran economías considerables si es posible reducir el número de dichas colocaciones.

### **Guía para elaborar un diagrama bimanual**

El diseño del diagrama deberá comprender el espacio en la parte superior para la información habitual; un espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo y la información que se considere necesaria como número de parte, número de plano, descripción de la operación o proceso, fecha de elaboración, nombre de la persona que lo elabora, etc., también se debe considerar espacio para los movimientos de ambas manos y para un resumen de movimientos y análisis del tiempo improductivo. Al elaborar diagramas es conveniente tener presente estas observaciones:

- Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
- Registrar una sola mano cada vez.
- Registrar unos pocos símbolos cada vez.
- El momento de recoger o asir otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presta para iniciar las anotaciones.
- Conviene empezar por la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo. Da el mismo punto exacto de partida que se elija, ya que al completar el ciclo se llegará nuevamente allí, pero debe fijarse claramente.
- Luego se añade en la segunda columna la clase de trabajo que realiza la segunda mano.

- Registrar las acciones en el mismo renglón cuando tienen lugar al mismo tiempo.
- Las acciones que tienen lugar sucesivamente deben registrarse en renglones distintos. Verifíquese si en el diagrama la sincronización entre las dos manos corresponde a la realidad.
- Procure registrar todo lo que hace el operario y evítese combinar las operaciones con trasportes o colocaciones, a no ser que ocurran realmente al mismo tiempo.

### **2.2.7 Balance de líneas**

Determinar el número ideal de obreros a una línea de producción. Quizá es el caso más elemental de equilibrio de líneas, y el que se encuentra con más frecuencia es cuando varios operarios, que ejecutan cada uno operaciones consecutivas, trabajan con una unidad. En tal caso la tasa depende directamente del operario más lento.

### **2.2.8 Toma de tiempos**

Modelo de lectura con retroceso a cero:

*Ventajas:*

1. Proporciona directamente el tiempo de duración de cada elemento.
2. Es muy flexible.
3. Se emplea un solo reloj menos costoso.

*Desventajas:*

1. Menos exacto.
2. Permiten suspicacias.
3. El error no tiende a compensarse.
4. La lectura se hace con las manecillas en movimiento.

Modelo de lectura continuo:

*Ventajas:*

1. Permite demostrar la utilización del tiempo.
2. No se pierde tiempo en retroceso.
3. Los errores de lectura tienden a compensarse.

*Desventajas:*

1. Mucho trabajo de escritorio.
2. Menos flexible mucha práctica para las lecturas.
3. Manecilla en movimiento.

Equipo de trabajo para la medición de tiempo:

Tabla de tamaño conveniente donde se pueda colocar la hoja de observaciones donde se pueda asegurar un reloj para la toma de tiempos, cronómetros o medidores de tiempo y una calculadora.

La valorización del ritmo de trabajo:

Es un de los temas discutidos en el estudio de tiempos tiene como objeto determinar el tiempo tipo para fijar el volumen de producción del puesto de trabajo. Esto puede llegar a repercutir en los ingresos del trabajador es la productividad, en los beneficios de la empresa.

La calificación de la actuación:

Es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por el operador normal para ejecutar una tarea.

Operador normal:

Operador competente altamente experimentado que trabaje en las condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo.

El estudio de tiempos no es una ciencia exacta aun cuando se han hecho muchas investigaciones en los países más industrializados.

Al terminar el período de observaciones , el analista habrá acumulado un número. X de tiempos de ejecución y el correspondiente factor de calificación la combinación de ellos puede establecer el tiempo normal para la operación.

Recuerde que la mayor parte de las técnicas se basan en el juicio del analista de tiempos.

El proceso de calificación de un standard eficiente deberá satisfacerse dos requisitos básicos:

- a) Establecer la tasa de trabajo normal.
- b) En la mente de los calificadores debe existir una aproximación razonable del desempeño normal.

### **3. PROPUESTA DEL ESTUDIO DEL PROCESO**

#### **3.1 Características generales del electrodo**

Los electrodos desnudos son varillas de metal, de pequeño diámetro muy poco empleados en soldadura normal por los inconvenientes que presentan, siendo los más destacados:

- ✓ Dificultad en el encendido y mantenimiento del arco.
- ✓ Cordón irregular de soldadura.
- ✓ Imposibilidad de soldar en posiciones que no sean la horizontal.
- ✓ Pérdida de elementos de aleación por oxidación.
- ✓ Oxidación y nitruración del hierro y malas cualidades mecánicas.

##### **3.1.1 Descripción y características del electrodo**

Todos los electrodos de acero dulce y baja aleación están clasificados con un número de 4 o 5 dígitos, precedidos por una "E = electrodo".

Primeros dos dígitos = resistencia a la tracción (ipc) (eliminadas tensiones) en libras por pulgada cuadrada (con o sin tratamiento para eliminación de tensiones).

Tercero dígito = Posición de soldadura.

1 = Todas las posiciones (plana, horizontal, vertical, de techo y filete).

2 = Solamente posiciones horizontal, plana y filete.

3 = Solamente posición vertical descendente.

Cuarto o quinto dígito = Tipo de recubrimiento y corriente de soldadura.

DC+ = Corriente directa electrodo positivo.

DC- = Corriente directa electrodo negativo.

AC = Corriente alterna.

Ejemplo:

**AWS E 60 1 3**

**AWS:** Sociedad americana de soldadura (por sus siglas en inglés).

**E:** Electrodo recubierto

**60:** Resistencia a la tracción en KPSI

**1:** Posición.

**3:** Tipo de recubrimiento y corriente (los tipos de recubrimientos y corrientes se encuentran en la tabla III).

Posición:

1: Plano, horizontal, vertical, sobre cabeza.

2: Plano, horizontal y filete.

3: Vertical descendente.

### **3.1.2 Descripción de la materia prima**

La materia prima utilizada es de bajo carbón la cual debe ir específicamente con su peso, el resultado de la prueba de tensión, identificación de lote de producción, fecha de fabricación, operador de la máquina, SAE y número de colada del alambón, calibre y diámetro del alambre, es anotado en una etiqueta de identificación y colocada en cada rollo (bobina de alambre en un atril).

**Tabla III Tipos de recubrimiento y corriente**

<b>No.</b>	<b>Tipo de recubrimiento</b>	<b>Corriente de soldadura</b>
0	Celulosa Sodio	DC+
1	Celulosa potasio	AC o DC+
2	Titanio sodio	AC o DC -
3	Titanio potasio	AC o DC + o DC -
4	Polvo de hierro o titanio	AC o DC + o DC -
5	Bajo hidrogeno sodio	DC +
6	Bajo hidrogeno potasio	AC o DC +
7	Polvo de hierro, oxido de hierro	AC o DC + o DC -
8	Polvo de hierro, bajo hidrogeno	AC o DC +

### **3.2 Características generales del proceso del electrodo**

El electrodo se fabrica con una varilla de bajo carbono la cual es revestida con la mezcla que se utilizará para fabricar el tipo de electrodo deseado, luego es calentado para que la mezcla endurezca y así se obtiene un electrodo.

#### **3.2.1 Descripción del proceso**

La fabricación de la varilla de electrodo se inicia con el enderezado y corte de las varillas de acero de bajo carbono de acuerdo al programa semanal establecido. Las varillas cortadas se almacenan temporalmente en planta, en cajas metálicas esperando ser procesadas.

Se pesan los componentes del fundente y luego se realiza la mezcla hasta obtener la consistencia deseada. La mezcla se prensa en cilindros o panes para poder ser colocada en las extrusoras.

En las máquinas extrusoras se colocan los cilindros y las cajas con la varilla de las dimensiones y calibre correcto. La mezcla se extruye forrando la varilla con el fundente apropiado.

El electrodo es trasladado en bandas transportadoras y cepillada para dejar libres las áreas de portaelectrodo y punta de arco en la varilla.

En el electrodo se imprime el tipo de electrodo, el año y mes de fabricación.

Los electrodos son colocados en bandejas o charolas, las charolas a su vez en carros con rodos, almacenándose temporalmente en planta para entrar al horno de secado.

En el horno de secado se elimina el agua presente en el fundente del electrodo hasta el rango deseado y trasladada al área de empaque.

Después de una inspección visual donde se separan los electrodos no conformes, los electrodos son colocados en cajas y/o bolsas de acuerdo al peso establecido previamente.

Las cajas son etiquetadas, embaladas y entregadas a bodega.

### **3.2.2 Distribución de la maquinaria**

La maquinaria se encuentra distribuida acorde a las necesidades del proceso, se tiene un área específica para la bodega de materia prima, luego esta pasa al área de enderezado y corte donde se cuenta con cuatro máquinas cortadoras, al mismo tiempo se está realizando la pasta para el revestimiento de la varilla en la mezcladora, luego estos dos se juntan en el área de extrusión para ser revestida la varilla para ello se cuenta con dos máquinas extrusoras, para posteriormente pasar al área de secado y llegar al área de empaque, las cuales podemos observar su distribución más detalladamente en el diagrama de recorrido.

### **3.2.3 Identificación de las estaciones de trabajo en la planta**

El proceso de electrodos de Centroamérica se puede observar en la figura 3.

#### *Enderezado y corte:*

En condiciones de operación normales, 2 máquinas trabajan durante 24 horas y las otras 2 durante 12 horas.

El operador a cargo de las cortadoras recibirá instrucciones del alambre a procesar. Antes de colocar la canasta y enhebrar el alambre a la cortadora deberá verificar el diámetro del mismo y compararlo con el de la etiqueta. Debe hacer 3 mediciones: en la parte superior de la canasta, en el medio y en la parte inferior.

El operador previo a iniciar el enderezado debe colocar la guía para el diámetro de alambre a trabajar. Debe verificarse la calidad del enderezado en forma visual y el largo de la varilla. De existir torcedura o variación en el largo deben hacerse los ajustes necesarios en las guías y/o cortadora.

La varilla cortada cae en recipientes metálicos y luego es almacenada en cajas metálicas diseñadas para el efecto. Salvo variaciones excepcionales, el producto en varilla de una canasta de alambre trefilado puede ser colocado en una sola caja metálica

Al finalizar un atril o canasta, debe llenarse el reporte tanto con la hora de inicio, hora final y el peso en lb. de la varilla cortada.

Además el reporte debe llevar el número de la canasta (de acuerdo a su etiqueta), número de la máquina trefiladora en que fue producido, número de Lote (trefilado), diámetro alambre, número de caja, fecha de corte y el operador a cargo.

Dicho reporte es colocado con adhesivo en la caja junto con la etiqueta proveniente del proceso de trefilado para que pasen al siguiente proceso.

*Preparación de mezcla:*

Este proceso debe haberse iniciado una hora aproximadamente antes de la extrusión para que la mezcla este lista a tiempo para ser extruida.

*Extrusión:*

En el proceso de extrusión se recubre la varilla de acero de bajo carbono con el fundente de acuerdo al tipo de electrodo que se este procesando.

*Secado:*

En el secado se elimina el agua que se ha adicionado durante el proceso de preparación de mezcla. Para ello se utiliza un horno de convección forzada con resistencias eléctricas en el cual se introducen los carros con el producto hasta que se alcance el nivel de humedad deseado.

*Empaque y etiquetado:*

Los carros con producto salen del secado se disponen temporalmente en planta para luego pasar a empaque. Lo recomendable es que el electrodo no permanezca más de 24 horas sin ser empacado después del secado.

Un operador se encarga de armar y preparar las cajas y/o bolsas que serán utilizadas.

En las mismas bandejas o charolas en que el producto fue colocado para el secado se trasladan hacia la mesa y se efectúa una inspección visual.

El producto con no conformidades (recubrimiento no parejo, asperezas, lastimado), se separa y coloca en cajas destinadas para reproceso. Al final del turno o batch el producto se identifica debidamente y traslada al área de reproceso.

La calidad del producto es tomado en cuenta en base al peso y diámetro del electrodo aquel electrodo que no cumpla con estas condiciones es considerado como no conforme.

En la mesa de empaque hay una báscula para el pesado del material empacado.

El producto conforme se coloca en las cajas y/o bolsas que previamente se han tarado. Se llena la caja y/o bolsa hasta que esta alcanza el peso deseado.

Si el empaque lleva bolsa, esta se sella en la selladora dispuesta a la par de la mesa de empaque. Si el empaque es en caja se coloca pegamento a una de las tapas y se cierra.

Las cajas llenas y cerradas se colocan en los pallets. La cantidad de cajas por pallet dependerá de la forma de embalaje solicitado, el tipo y/o cantidad requeridos.

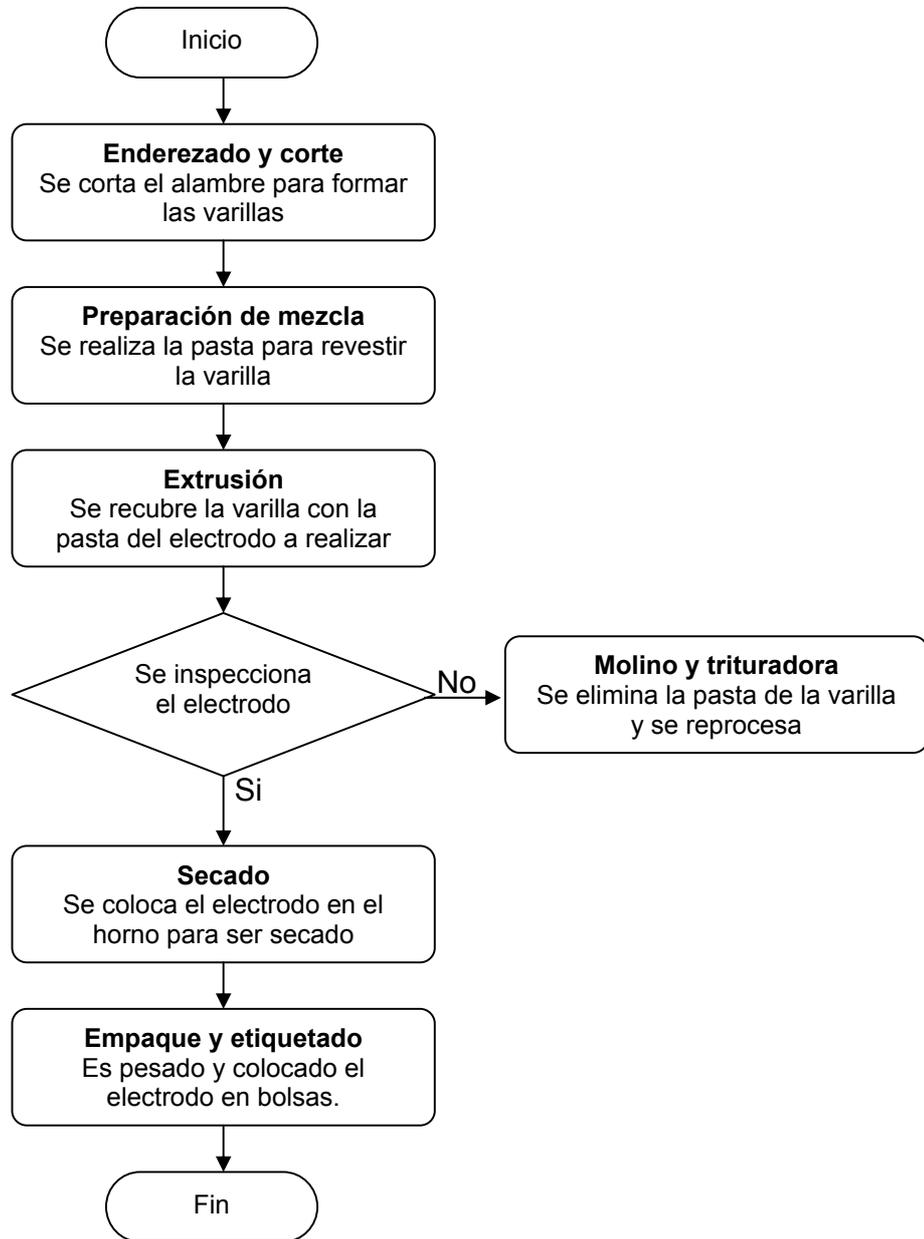
A cada caja se le coloca una etiqueta de identificación con la marca y características del producto.

Sobre la etiqueta se colocan 2 códigos con sellos de tinta. Esto es para permitir la trazabilidad del producto.

A cada caja se le coloca un etiqueta de identificación con la marca y características del producto.

En la operación de electrodos de Centroamérica el producto es manejado por el cliente es decir se que se trabaja bajo pedido.

**Figura 3 Flujograma Electroodos de Centroamérica**



### **3.2.4 Identificación de las operaciones críticas**

Los tiempos críticos más notorios dentro del proceso de la fabricación del electrodo son:

- ✓ La falta de materia prima para poder fabricar la varilla, la cual falta por motivos de que el alambón con el cual es procesado el alambre se debe de mandar a pedir muy lejos y esto genera una perdida de tiempo al no contar con el material para poder fabricar el mismo, sucede ocasionalmente cuando los proveedores se atrasan con los pedidos.
- ✓ También se puede mencionar la falta de flux para fabricar la mezcla.
- ✓ La estación más critica y la cual se dará mas énfasis es en la extrusión en la cual la máquina con la que se cuenta es demasiado antigua y por ello se avería y genera perdidas en material y no digamos perdida de tiempo en el proceso.

### **3.3 Área de producción**

Esta área hace referencia a los aspectos relacionado con la producción, gestión de la calidad, equipamientos e infraestructura y las medidas de protección en el trabajo.

Características técnicas y procesos de elaboración de los productos o servicios:

- ✓ Indicar los elementos materiales y humanos necesarios, así como, el tiempo previsto para cada fase (fabricación, comercialización o prestación del producto/servicio)
- ✓ Indica a los proveedores de materias primas y suministros necesarios para la empresa.

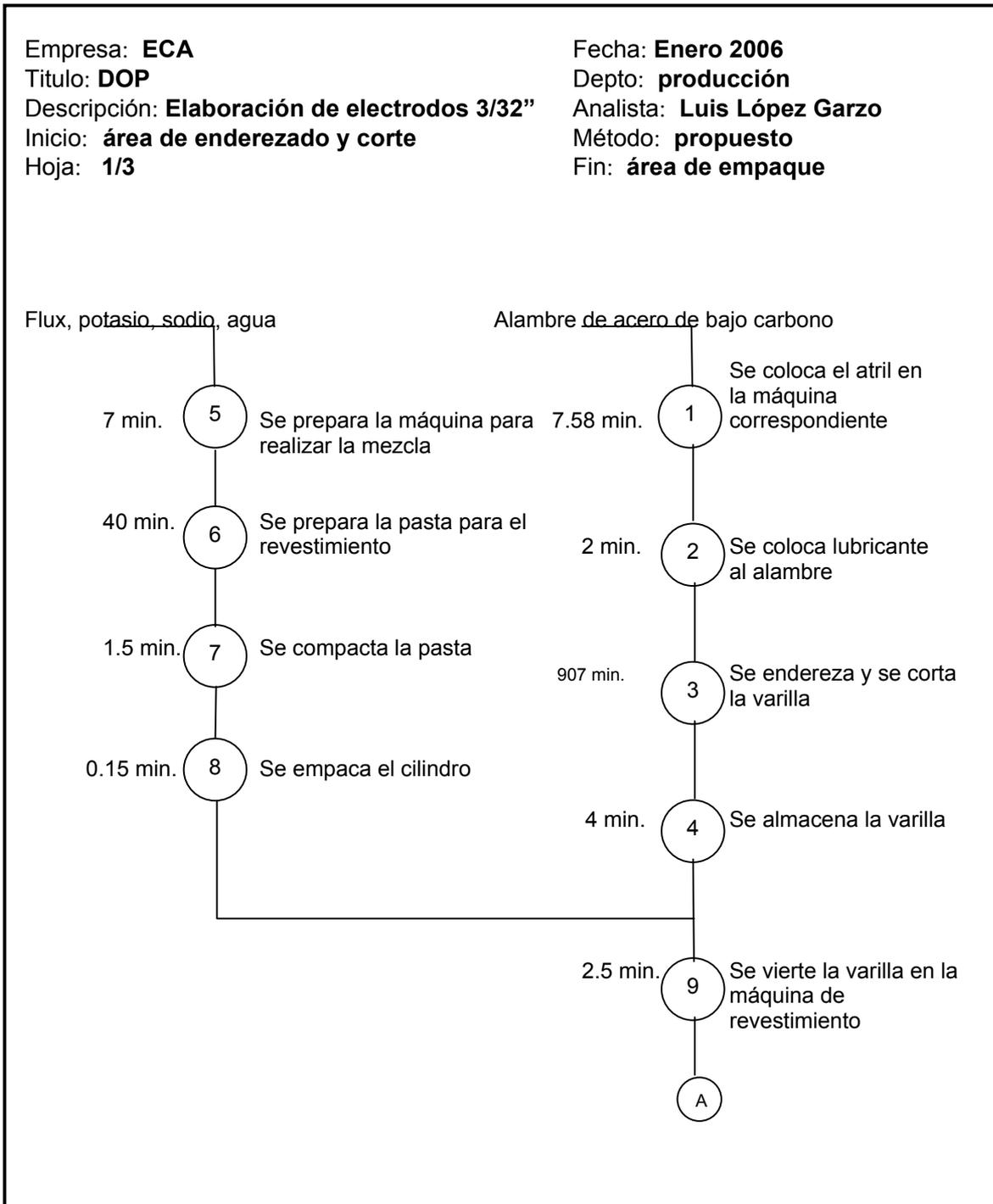
### **3.3.1 Diagrama de operaciones**

Muestra la secuencia cronológica del proceso de elaboración de un electrodo.

El proceso de producción del electrodo empieza cuando de bodega de materia prima se trasladan los materiales, como el alambre de acero de bajo carbono (alambre de bajo contenido de carbono para mayor dureza, el contenido de impurezas de fósforo y azufre debe ser mínimo (menor que el 0.10%) para garantizar una buena soldabilidad), el flux, el potasio, el sodio y el agua; el proceso comienza en el área de enderezado y corte donde el alambre es cortado y formar la varilla, simultáneamente se prepara la mezcla con la que se reviste la varilla, ya cortada la varilla y compactada la mezcla estas dos se unen en el área de extrusión, donde la varilla es revestida por la mezcla y forma el electrodo, después son colocados en bandejas para pasar al horno el cual calienta la mezcla y la endurece, se dejan enfriar para posteriormente pasar al área de empaque donde son colocados en bolsas o cajas dependiendo del tipo de distribución que se valla a tener.

El diagrama de operaciones del proceso de fabricación del electrodo se encuentra en la figura 4.

**Figura 4 Diagrama de operaciones de proceso**



## Continuación

Empresa: **ECA**

Título: **DOP**

Descripción: **Elaboración de electrodos 3/32"**

Inicio: **área de enderezado y corte**

Hoja: **2/3**

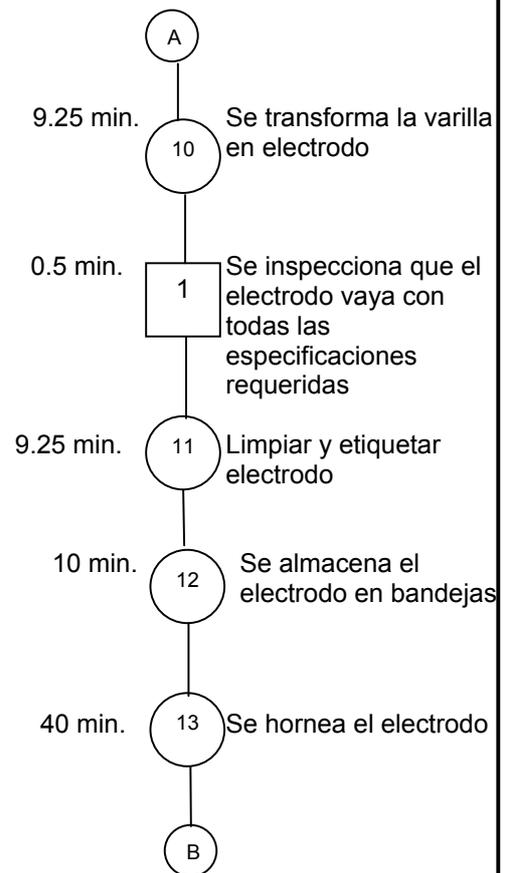
Fecha: **Enero 2006**

Depto: **producción**

Analista: **Luis López Garzo**

Método: **propuesto**

Fin: **área de empaque**



### Continuación

Empresa: **ECA**

Título: **DOP**

Descripción: **Elaboración de Electrodos 3/32"**

Inicio: **área de enderezado y corte**

Hoja: **3/3**

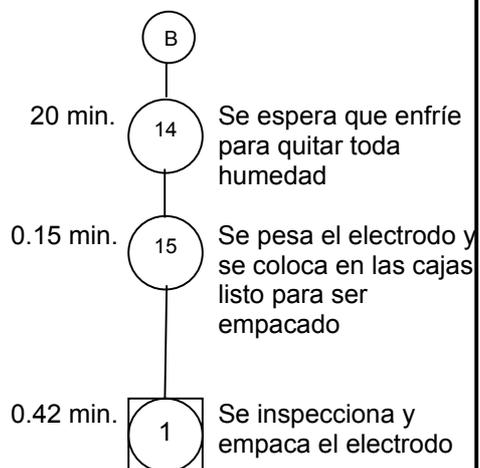
Fecha: **Enero 2006**

Depto: **producción**

Analista: **Luis López Garzo**

Método: **propuesto**

Fin: **área de empaque**



### RESUMEN

ACTIVIDAD		CANTIDAD	TIEMPO (MIN.)
Operación		15	3940.38
Inspección		1	0.5
Combinado		1	0.42
<b>Total</b>		<b>17</b>	<b>3940.92</b>

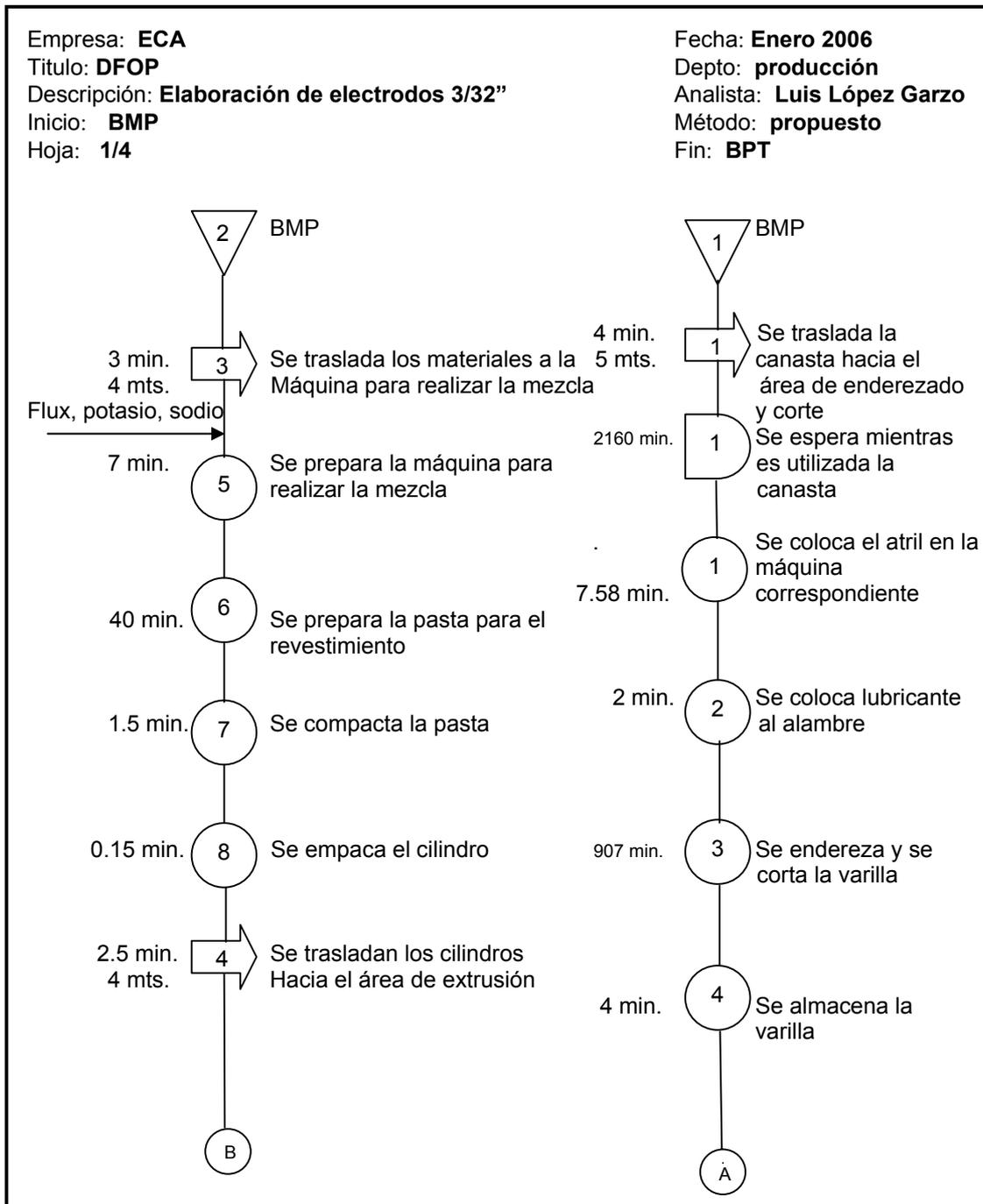
### **3.3.2 Diagrama de flujo**

Muestra la secuencia cronológica mas detallada del proceso de elaboración de un electrodo.

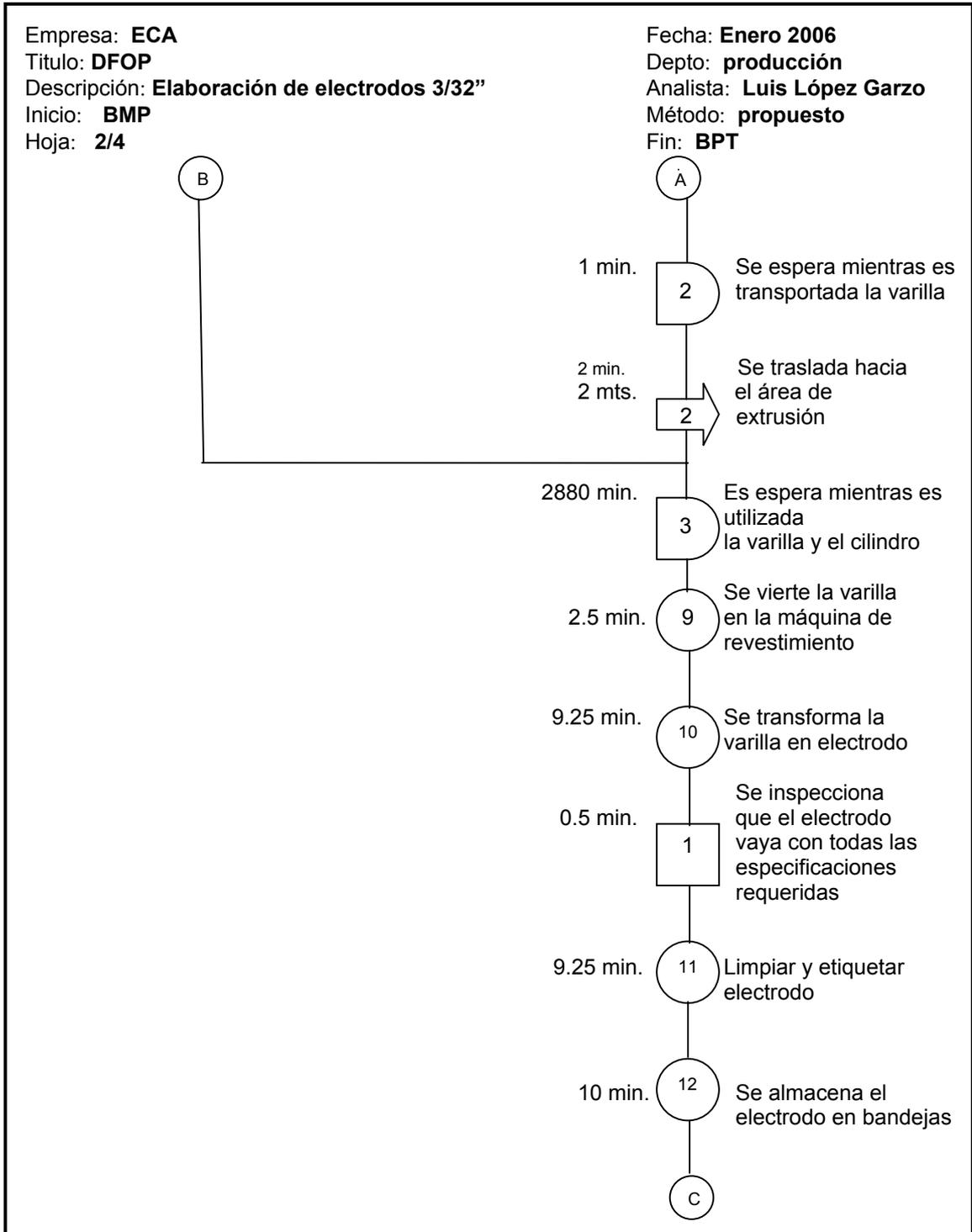
El proceso de producción del electrodo empieza cuando de bodega de materia prima se trasladan los materiales, como el alambre de acero de bajo carbono, el flux, el potasio, el sodio y el agua; el proceso comienza en el área de enderezado y corte donde el alambre es cortado y formar la varilla para luego ser trasladada hacia el área de extrusión, simultáneamente se prepara la mezcla con la que se reviste la varilla, se compacta la mezcla en cilindros y es trasladada hacia el área de extrusión, luego la varilla es revestida por la mezcla que forma el electrodo y es trasladado hacia el área de horneado donde se colocan los electrodos en el horno para que la mezcla endurezca, luego se deja enfriar alrededor de una diez minutos para ser trasladado hacia el área de empaque donde se pesan los electrodos y se revisan que todos vallan con las especificaciones deseadas, se colocan en bolsas o cajas, posteriormente los electrodos empacados se trasladan hacia la bodega de producto terminado.

El diagrama de flujo del proceso de fabricación del electrodo se encuentra en la figura 5.

**Figura 5 Diagrama de flujo de operaciones de proceso**



## Continuación



## Continuación

Empresa: **ECA**

Título: **DFOP**

Descripción: **Elaboración de electrodos 3/32"**

Inicio: **BMP**

Hoja: **3/4**

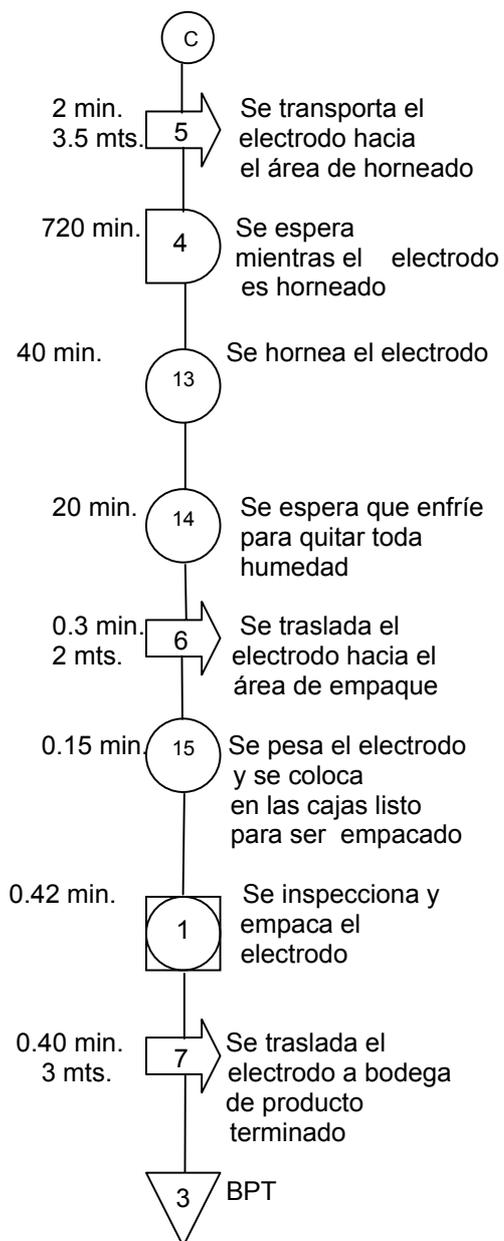
Fecha: **Enero 2006**

Depto: **producción**

Analista: **Luis López Garzo**

Método: **propuesto**

Fin: **BPT**



### Continuación

Empresa: **ECA**

Título: **DFOP**

Descripción: **Elaboración de electrodos 3/32"**

Inicio: **BMP**

Hoja: **4/4**

Fecha: **Enero 2006**

Depto: **producción**

Analista: **Luis López Garzo**

Método: **propuesto**

Fin: **BPT**

#### RESUMEN

ACTIVIDAD		CANTIDAD	TIEMPO (MIN.)	DISTANCIA (MTS.)
Operación		15	3940.38	_____
Transporte		7	14.2	23
Bodega		3	_____	_____
Demora		4	5761	_____
Inspección		1	0.5	_____
Combinado		1	0.42	_____
<b>Total</b>		<b>31</b>	<b>9716.12</b>	<b>23</b>

### **3.3.3 Diagrama de recorrido**

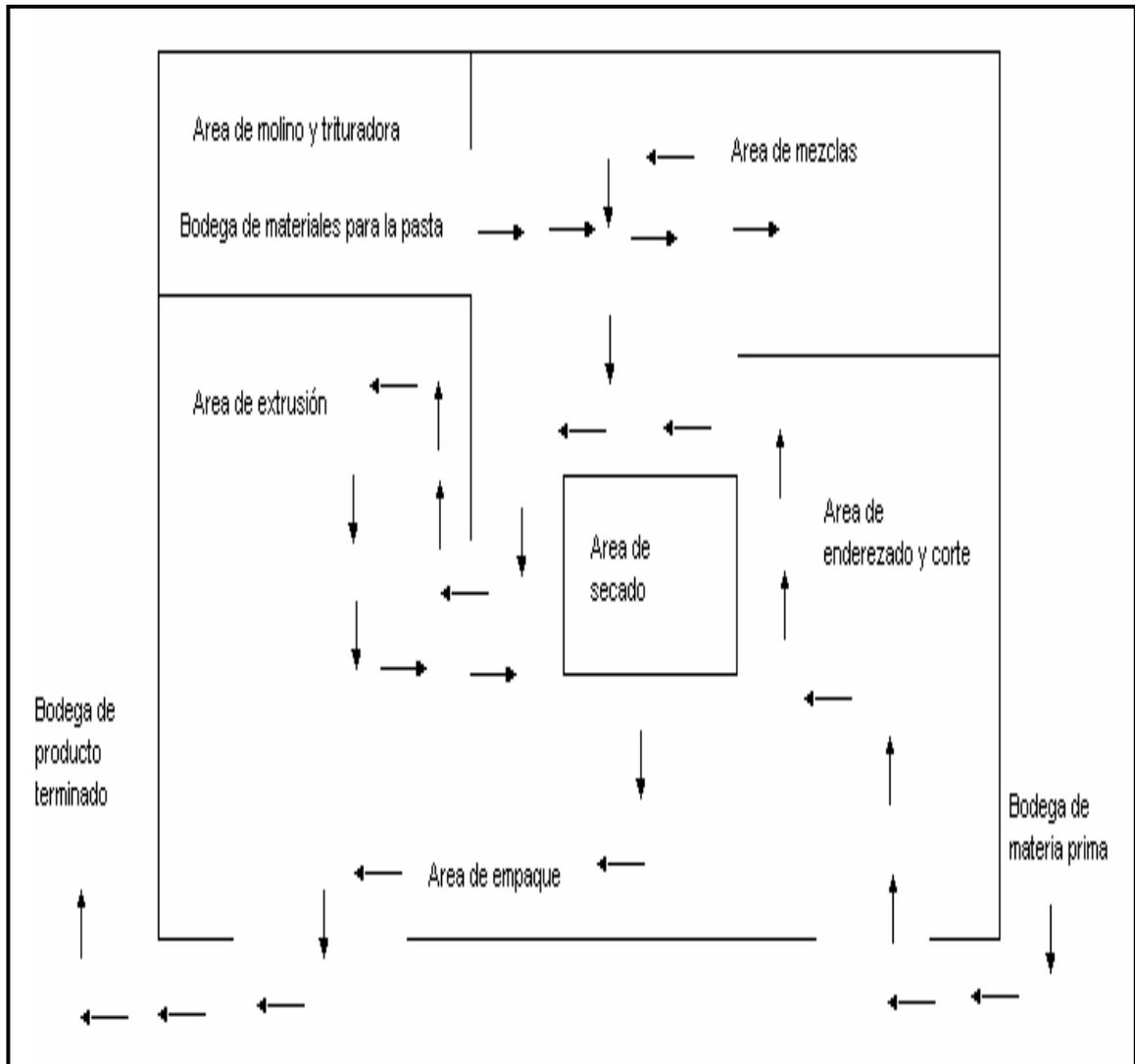
Este diagrama muestra en una forma grafica o visual la distribución de la planta y el recorrido que toma el proceso de la elaboración del electrodo.

Como se puede apreciar en la figura 6, tenemos que el proceso comienza en la bodega de materia prima, pasando hacia el área de enderezado y corte donde se corta el alambre de bajo carbón, para luego ir hacia el área de extrusión; simultáneamente el proceso se da de la bodega de materiales para la pasta donde es trasladada hacia el área de mezclas donde se compacta para revestir la varilla, este pasa hacia el área de extrusión donde la varilla y la mezcla se unen para formar el electrodo, luego pasa para el área de secado donde es horneado el electrodo para quitarle la humedad a la mezcla; luego se dirige hacia el área de empaque donde es inspeccionado por última vez el electrodo y guardado en cajas o en bolsas, por ultimo es transportado hacia la bodega de producto terminado.

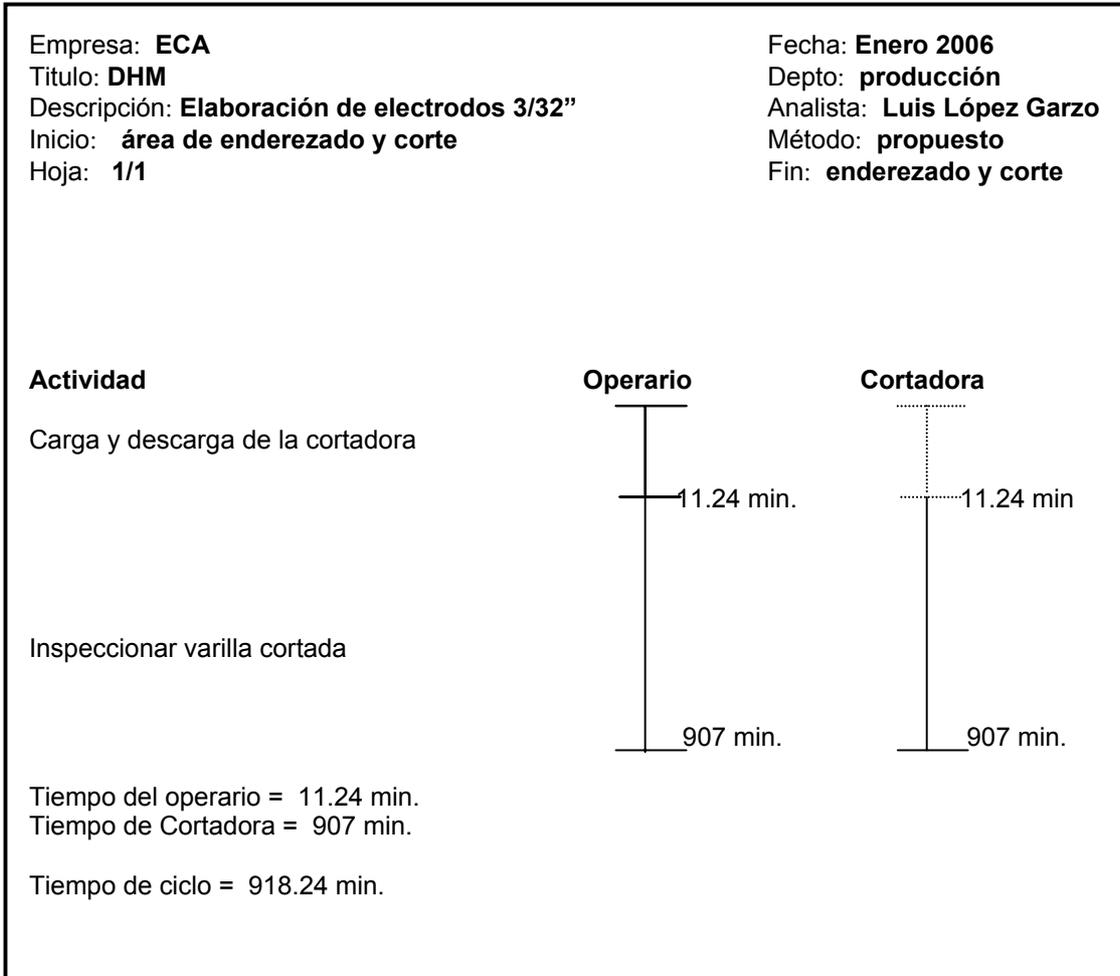
### **3.3.4 Diagrama hombre-máquina**

Este diagrama nos indica como interactúa el hombre y la maquinaria, teniendo en cuenta que en cada operación existe una máquina, aquí podemos determinar cuanto nos cuestan las horas hombre, las horas máquinas, y cuánto tiempo de ocio tenemos en cada uno para poder determinar una posible mejora en los tiempos de producción. El diagrama se encuentra en la figura 7.

**Figura 6 Diagrama de recorrido**



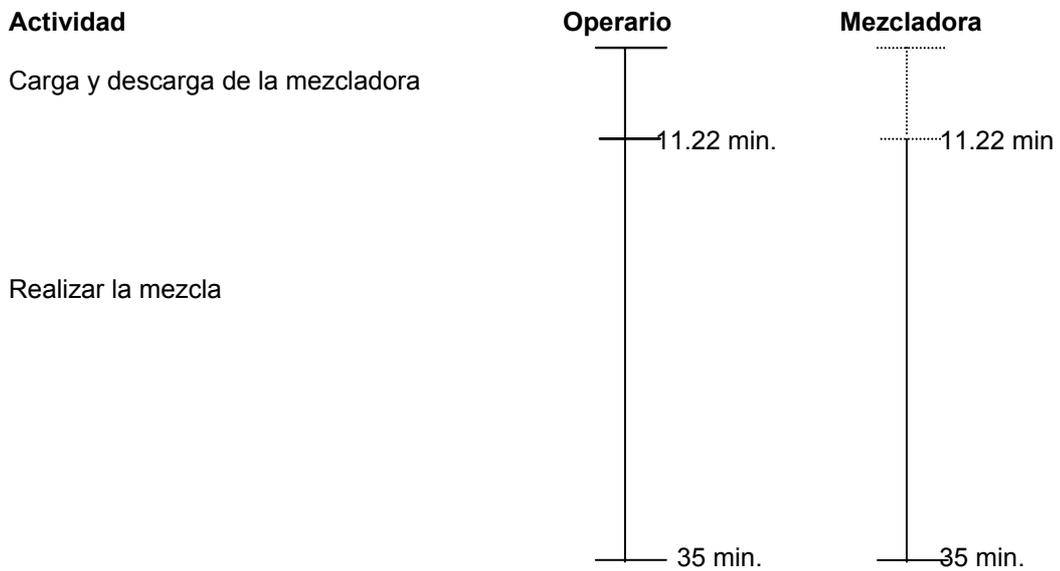
**Figura 7 Diagrama hombre-máquina**



## Continuación

Empresa: **ECA**  
Título: **DHM**  
Descripción: **Elaboración de electrodos 3/32"**  
Inicio: **área de mezcla**  
Hoja: **1/1**

Fecha: **Enero 2006**  
Depto: **producción**  
Analista: **Luis López Garzo**  
Método: **propuesto**  
Fin: **área de mezcla**



Tiempo del operario = 11.22 min.  
Tiempo de Cortadora = 35 min.

Tiempo de ciclo = 46.22 min.

## Continuación

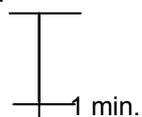
Empresa: **ECA**  
Titulo: **DHM**  
Descripción: **Elaboración de electrodos 3/32"**  
Inicio: **área de mezcladora**  
Hoja: **1/1**

Fecha: **Enero 2006**  
Depto: **producción**  
Analista: **Luis López Garzo**  
Método: **propuesto**  
Fin: **Área de mezcladora**

### Actividad

Carga y descarga de la Compactadora

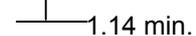
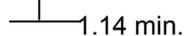
### Operario



### Compactadora



Compactar la mezcla



Tiempo del operario = 1 min.  
Tiempo de Cortadora = 1.14 min.

Tiempo de ciclo = 2.14 min.

## Continuación

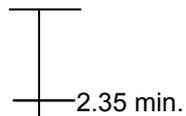
Empresa: **ECA**  
Titulo: **DHM**  
Descripción: **Elaboración de Electroodos 3/32"**  
Inicio: **área de extrusión**  
Hoja: **1/1**

Fecha: **Enero 2006**  
Depto: **producción**  
Analista: **Luis López Garzo**  
Método: **propuesto**  
Fin: **área de extrusión**

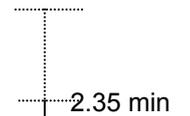
### Actividad

Carga y descarga de la extrusora

### Operario



### Extrusora



Realizar revestimiento

9.15 min.

9.15 min.

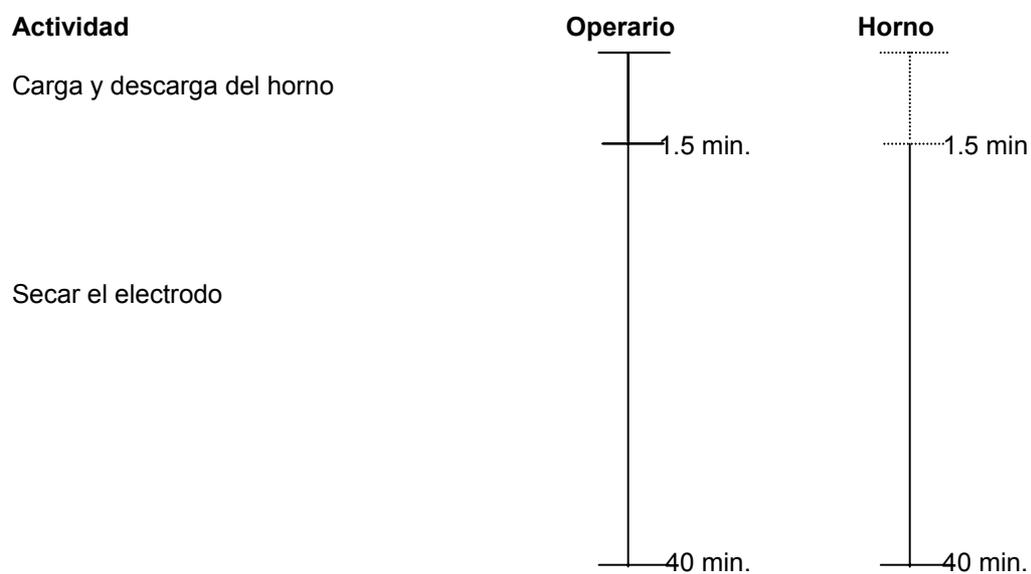
Tiempo del operario = 2.35 min.  
Tiempo de Cortadora = 9.15 min.

Tiempo de ciclo = 11.50 min.

## Continuación

Empresa: **ECA**  
Titulo: **DHM**  
Descripción: **Elaboración de Electroodos 3/32"**  
Inicio: **área de secado**  
Hoja: **1/1**

Fecha: **Enero 2006**  
Depto: **producción**  
Analista: **Luis López Garzo**  
Método: **propuesto**  
Fin: **área de secado**



Tiempo del operario = 1.5 min.  
Tiempo de Cortadora = 40 min.

Tiempo de ciclo = 41.5 min.

### 3.3.5 Balance de líneas

Un balance de líneas sirve para determinar el número de operarios necesarios por operación así como para determinar los cuellos de botella que nos estén generando retrasos en el proceso, también nos sirve para identificar la eficiencia con la que se está trabajando el proceso.

En la tabla IV se encuentra el balance de líneas del proceso de fabricación del electrodo.

**Tabla IV Balance de líneas**

Empresa: <b>ECA</b>	Fecha: <b>Enero 2006</b>
Título: <b>Balance de líneas</b>	Depto: <b>producción</b>
Descripción: <b>Elaboración de electrodos 3/32"</b>	Analista: <b>Luis López</b>
Inicio: <b>Área de enderezado y corte</b>	Método: <b>propuesto</b>
Hoja: <b>1/1</b>	Fin: <b>Área de empaque</b>

<b>Operación</b>	<b>Operarios Reales</b>	<b>Tiempo Estándar</b>
Enderezado y corte	3	918.24 min.
Elaboración de mezcla	2	48.36 min.
Extrusión	4	11.50 min.
Secado	1	41.5 min.
Empaque	4	3 min.

<b>Operación</b>	<b>Tiempo Estándar</b>	<b>Tiempo estándar permitido</b>
Enderezado y corte	15.35	48.36
Elaboración de mezcla	48.36	48.36
Extrusión	11.5	48.36
Secado	41.5	48.36
Empaque	3	48.36
	119.71	241.8

**Eficiencia = 49.51%**

### Continuación

$$TET = \sum \text{Tiemposporoperacion}$$

$$TET = 15.35 + 48.36 + 11.5 + 41.5 + 3$$

$$TET = 119.71$$

$$TEPT = \sum \text{Tiemposperenoperacion}$$

$$TEPT = 48.36 * 5$$

$$TEPT = 241.80$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{TET}{TEPT} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{119.71}{241.80} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = 49.51\%$$

La eficiencia la determina el área de extrusión ya que es esta la operación principal del proceso de elaboración del electrodo, se debe recordar que el ritmo de producción lo determinan las máquinas y no los operarios ya que es un proceso automatizado y es por ello que la eficiencia resulta un poco baja, pero se puede afirmar que el proceso es óptimo ya que se cumple con la producción deseada.

### **3.3.6 Diagrama bimanual**

Este diagrama muestra la secuencia de las operaciones realizadas por el operario tanto con la mano derecha como la mano izquierda, determinando los tiempos que el operario emplea para realizar una operación, el diagrama de las operaciones de cada estación se encuentran en la figura 8.

### **3.3.7 Control de tiempos muertos**

Los tiempos muertos son aquellos que demoran el proceso creando cuellos de botellas y es necesario identificarlos para proporcionar las posibles mejoras que se puedan tener para reducir el tiempo de producción, y así hacerlo mas eficiente.

Los tiempos que más demoran el proceso son:

- ✓ La reparación de la máquina extrusora la cual nos disminuye un tiempo considerado y nos produce un paro en la producción.
- ✓ La falta de materia prima para elaborar la mezcla la cual no es muy concurrente pero también nos produce paro en la producción.

Producto: Electrodo  
 Analista: Luis López Garzo  
 Pagina: 1/1

Operación: Enderezado y corte  
 Descripción: Elaboración del electrodo  
 Fecha: Enero 2006

Figura 8 Diagrama bimanual

	Descripción de la Actividad Mano izquierda					Minutos					Descripción de la actividad Mano derecha						
	O	T	B	D		Tiempo	O	T	B	D		Tiempo	O	T	B	D	
1	○	↑	▽	◐			○	↑	▽	◐		0.5	○	↑	▽	◐	Alcanzar atril
2	○	↑	▽	◐		0.05	○	↑	▽	◐		0.05	○	↑	▽	◐	Tomar atril
3	○	↑	▽	◐		0.07	○	↑	▽	◐		0.07	○	↑	▽	◐	Precolocar en posición
4	○	↑	▽	◐		0.1	○	↑	▽	◐		0.1	○	↑	▽	◐	Colocar el atril en la base
5	○	↑	▽	◐		0.03	○	↑	▽	◐		0.03	○	↑	▽	◐	Espera
6	○	↑	▽	◐		1.5	○	↑	▽	◐		1.5	○	↑	▽	◐	Colocar el alambre en la maquina
7	○	↑	▽	◐		0.03	○	↑	▽	◐		0.03	○	↑	▽	◐	Espera
8	○	↑	▽	◐		2.5	○	↑	▽	◐		2.5	○	↑	▽	◐	Posicionar la varilla
9	○	↑	▽	◐		0.01	○	↑	▽	◐		0.01	○	↑	▽	◐	Espera

Continuación

Producto: Electrodo  
 Analista: Luis Lopez Garzo  
 Pagina: 1/1

Operación: Elaboración de mezcla  
 Descripción: Elaboración del electrodo  
 Fecha: Enero 2006

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Minutos		Descripción de la actividad				
											Tiempo	Tiempo	O	T	B	D	O
Sostener recipientes para colocar los materiales	Pesar los materiales	Tomar materiales	Colocar los materiales en la mezcladora	Tomar mezcla	Espera	Colocar la mezcla en la compactadora	Espera	Agarrar cilindro	Empacar cilindro	Colocar cilindro en bandejas	1	0.5	O	T	B	D	Alcanzar materiales para la mezcla
Pesar los materiales	Tomar materiales	Colocar los materiales en la mezcladora	Tomar mezcla	Espera	Colocar la mezcla en la compactadora	Espera	Agarrar cilindro	Empacar cilindro	Colocar cilindro en bandejas	0.5	0.5	O	T	B	D	Pesar los materiales	
Tomar materiales	Colocar los materiales en la mezcladora	Tomar mezcla	Espera	Colocar la mezcla en la compactadora	Espera	Agarrar cilindro	Empacar cilindro	Colocar cilindro en bandejas	0.03	0.03	0.03	O	T	B	D	Tomar materiales	
Colocar los materiales en la mezcladora	Tomar mezcla	Espera	Colocar la mezcla en la compactadora	Espera	Colocar la mezcla en la compactadora	Espera	Agarrar cilindro	Empacar cilindro	Colocar cilindro en bandejas	2.3	2.3	O	T	B	D	Colocar los materiales en la mezcladora	
Tomar mezcla	Espera	Colocar la mezcla en la compactadora	Espera	Colocar la mezcla en la compactadora	Espera	Agarrar cilindro	Empacar cilindro	Colocar cilindro en bandejas	5	5	5	O	T	B	D	Tomar mezcla	
Espera	Colocar la mezcla en la compactadora	Espera	Colocar la mezcla en la compactadora	Espera	Colocar la mezcla en la compactadora	Espera	Agarrar cilindro	Empacar cilindro	Colocar cilindro en bandejas	0.7	0.7	O	T	B	D	Colocar la mezcla en el recipiente	
Colocar la mezcla en la compactadora	Espera	Agarrar cilindro	Empacar cilindro	Colocar cilindro en bandejas	1.3	1.3	0.6	0.02	0.15	0.1	1.3	O	T	B	D	Colocar la mezcla en la compactadora	
Espera	Agarrar cilindro	Empacar cilindro	Colocar cilindro en bandejas	0.6	0.02	0.15	0.1	0.02	0.15	0.1	0.6	O	T	B	D	Compactar la mezcla	
Agarrar cilindro	Empacar cilindro	Colocar cilindro en bandejas	0.02	0.15	0.1	0.02	0.15	0.15	0.1	0.15	0.02	O	T	B	D	Agarrar cilindro	
Empacar cilindro	Colocar cilindro en bandejas	0.15	0.1	0.15	0.1	0.15	0.1	0.15	0.1	0.15	0.15	O	T	B	D	Empacar cilindro	
Colocar cilindro en bandejas	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	O	T	B	D	Colocar cilindro en bandejas	

## Continuación

Producto: Electrodo  
 Analista: Luis López Garzo  
 Pagina: 1/1

Operación: Extrusión  
 Descripción: Elaboración del electrodo  
 Fecha: Enero 2006

	Descripción de la Actividad Mano izquierda					Minutos					Descripción de la actividad Mano derecha						
	O	T	B	D		Tiempo		O	T	B	D		Tiempo	O	T	B	D
1						0.15							0.15				
2						3							3				
3						4							4				
4						2.5							2.5				
5													1				
6						0.5							0.5				
7													0.01				
8						1.5							1.5				
9						3.3							3.3				

Continuación

Producto: Electrodo  
 Analista: Luis López Garzo  
 Pagina: 1/1

Operación: Secado  
 Descripción: Elaboración del electrodo  
 Fecha: Enero 2006

Descripción de la Actividad	Mano izquierda					Mano derecha				
	O	T	B	D	Tiempo	O	T	B	D	Tiempo
1 Agarrar bandejas con los electrodos					1.5					1.5
2 Introducir bandejas en el horno					1					1
3 Sacar bandejas del horno					1.7					1.7
4 Colocar electrodos en la ventilación					0.7					0.7

## Continuación

Producto: Electrodo  
 Analista: Luis López Garzo  
 Pagina: 1/1

Operación: Empaque y etiquetado  
 Descripción: Elaboración del electrodo  
 Fecha: Enero 2006

Descripción de la Actividad	Minutos								Descripción de la actividad		
	O	T	B	D	Tiempo	O	T	B		D	
1 Mano izquierda Alcanzar bandejas con los electrodos					0.6					0.6	Alcanzar bandejas con los electrodos
2 Tomar electrodos					0.4					0.4	Tomar electrodos
3 Espera					0.5					0.5	Inspeccionar electrodo
4 Pesar los electrodos					0.7					0.7	Pesar los electrodos
5 Colocar los electrodos en la caja					1.5					1.5	Colocar los electrodos en la caja
6 Cerrar la caja					0.3					0.3	Cerrar la caja
7 Etiquetar la caja					0.1					0.1	Etiquetar la caja
8 Colocar caja en el lugar destinado para producto terminado					0.4					0.4	Colocar caja en el lugar destinado para producto terminado

## 4. IMPLEMENTACIONES AL PROCESO

### 4.1 La calidad en el proceso

La calidad del proceso esta dada en base a un buen control de la materia prima, una buena mezcla la cual es de suma importancia ya que si la mezcla no lleva la especificaciones necesarias el electrodo no se realizara correctamente y el producto terminado estará defectuoso, al igual que en el secado del electrodo debe de seguirse las especificaciones para que temperatura debe de llevar el horno para cada tipo de electrodo ya que si no es secado correctamente quedará aguado y no servirá para la soldadura requerida por los clientes.

#### 4.1.1 Tabla de especificaciones de secado del electrodo

La tabla V indica que temperatura debe de tener el horno a la hora de ser ingresados cada tipo de electrodo.

**Tabla V Especificaciones de secado**

<b>Tipo de Electrodo</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
LH 7018	450
447 <sup>a</sup>	160
6011	130
P44	130
6010	160

#### 4.1.2 Manual de fórmulas y especificaciones para la elaboración del electrodo

Este manual indica la cantidad necesaria de materia prima para poder realizar la mezcla con su respectivo tipo de electrodo, las cuales se encuentran en la tabla VI.

**Tabla VI Manual de fórmulas y especificaciones**

212 A 1/8"	
Flux de primera	400 lb
Flux de segunda	40 lb
Sodio	52.8 lb
Potasio	17.2 lb
Gliserina	3.13 onz
Agua	2 lb.

447	3/32"	1/8"
Potasio	130 lb	117 lb
Sodio	51 lb	51 lb
Potasa	1.4 onz	1.4 onz
Flux de segunda	40 lb	40 lb
Flux de primera	400 lb	400 lb

335 A para 1/8" y 3/32"	
Potasio	83 lb
Sodio	121 lb
Agua	8 lb
Flux de Primera	300 lb
Flux de Segunda	50 lb

#### **4.1.3 Control en producción diaria en base a hojas de verificación**

El control diario de operación es una hoja la cual se estará implementando, para que los operarios apunten la producción tanto en la máquina pequeña como en la máquina grande, ahí deberán de anotar el operario que está trabajando en el momento ya sea en el día o noche, el No. de lote que se está produciendo, el calibre y el peso del rollo procesado y al final de la hoja se deberá de tener la producción total del día.

La hoja de control de producción diaria se encuentra en la figura 9.

#### **4.1.4 Control diario de operación**

El control de producción diaria se debe de colocar la fecha, el turno, la máquina que está trabajando, el operador, la hora de arranque y la hora de cierre; tanto como todos los fallos que ocurren durante el proceso de producción los cuales están indicados por siglas y cada sigla tiene su significado, la cual los operarios tienen un listado del significado de cada sigla, la cual se muestra en la figura 10.



**IADASA**

**ECA**

CONTROL DIARIO DE OPERACION

Fecha \_\_\_\_\_

Maquina \_\_\_\_\_

Turbin \_\_\_\_\_

Operador \_\_\_\_\_

HORA DE ARRANQUE \_\_\_\_\_

HORA DE CIERRE \_\_\_\_\_

PARADA	ARRANQUE	CAUSA												OBSERVACION
		C D E	S P O	M R	C D P	C A D	C A D	R A D	R C D	R C D	R C D	F M P		

Continuación

CAMBIO DE DADOS CONTROL DE PROCESO

	INICIAL	FINAL	TOTAL	BLOCK	DADO	1	2	3	4	5	RAZON	HEAT	SAE	CARB	CAL	TEIS	DIAM.		
																	I	F	
HOROMETRO M/AQ.			1																
HOROMETRO M/C.			2																
AMPERIOS			3									LUB.	1	2	3	4	5	6	Lbs.
			4																
			5																
			6																
			7																

Continuación

**IADASA**

**ECA**

**SIGNIFICADO DE CAUSAS**

<b>ME</b>	Manto Eléctrico
<b>CDQ</b>	Cambio dado quebrado
<b>SPR</b>	Soldar puntos rollo
<b>MM</b>	Manto Mecánico
<b>CDR</b>	Cambio dado rayado
<b>CP</b>	Cambio de programa
<b>AP</b>	Alambre Picado
<b>RAD</b>	Rotura alambre decapadora
<b>CDO</b>	Cambio dado ovalado
<b>RAB</b>	Rotura alambre block
<b>CDD</b>	Cambio dado por dimensión
<b>FS</b>	Fallo de soldadura
<b>RM</b>	Reparación mecánica
<b>RE</b>	Reparación eléctrica
<b>CR</b>	Cambio de rollo por problemas
<b>FMP</b>	Falta de materia prima

## **4.2 De las mejoras obtenidas en el proceso del electrodo**

La eficiencia del proceso de fabricación de electrodo se puede observar que no es muy buena pero dado que la eficiencia la determinan las máquinas debemos de analizar y revisar qué es más factible si la reparación o la compra de nuevas máquinas para la elaboración del proceso ya que con ello podremos aumentar la eficiencia de la línea y así tener un proceso mas rápido.

La calidad de la solución la podemos mejorar colocando gente más capacitada para la elaboración de la mezcla ya que la persona encargada de la misma es una persona empírica, la cual realiza la mezcla con los datos y pesos que se le han proporcionado y no existe una persona la cual verifique los estándares de la misma.

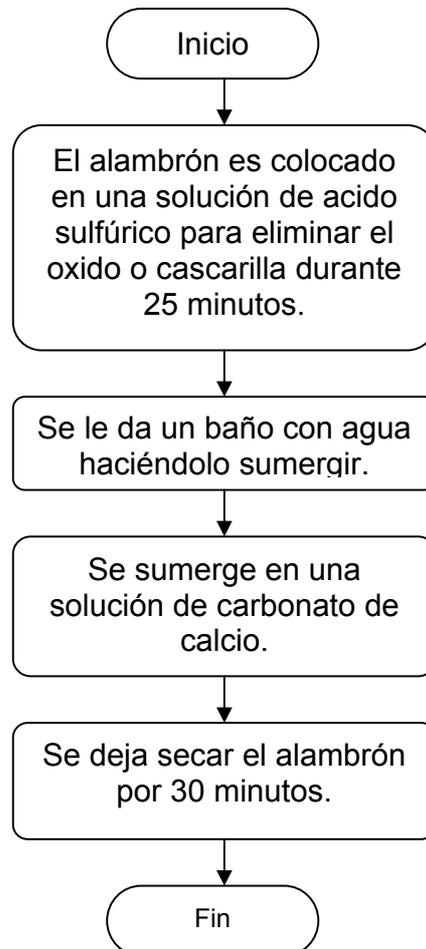
## **4.3 Control en el proceso de la materia prima**

El control de la materia prima para realizar la varilla con la que se forma el electrodo comienza en la planta de trefilado donde es necesario revisar el decapado del alambón, verificando que no lleve oxido en ninguna parte, el número de pasos a seguir para la realización del alambre, y en las pruebas de torsión, tensión y medición del diámetro del rollo de alambre.

#### **4.3.1 En el decapado del alambón**

La primera fase del proceso de trefilación decapando el alambón. El alambón que se utiliza es de un acero de bajo carbón. El decapado se realiza así: los rollos de alambón son sumergidos en una solución de ácido sulfúrico, el cual desprende el recubrimiento que trae el alambón o cascarilla, y además lo limpia del óxido y corrosión. No deben quedar residuos de ácido en el alambón por lo que este se lava en agua y sumerge posteriormente en una solución de carbonato de calcio para que esto propicie una mejor adherencia del lubricante de trefilación el cual se puede observar en la figura 11.

**Figura 11 Flujograma trefilado**



#### **4.3.2 En el número de pasos a seguir**

En la máquina trefiladora se hace pasar el alambón decapado realizando reducciones consecutivas de diámetro. El diámetro final del producto (calibre del alambre) y el diámetro del alambón (materia prima) determinan la cantidad de pasos necesarios para obtener dicho calibre. Cada paso es una reducción de diámetro y para cada calibre de alambre hay un programa de pasos determinado.

Al salir del último paso el alambón deberá tener el diámetro deseado. Y la bobina de alambre trefilado es colocada en atriles. A cada bobina se le chequea ovalación, superficie, medida y se le efectúan pruebas de resistencia a la tensión y torsión.

El control de materia prima y producción se anota en el reporte de producción y control de lotes. En el mismo se consignan los siguientes datos generales: correlativo de lote de producción, el calibre del producto final o alambre terminado, nombre y firma del jefe de planta. Datos de materia prima: nombre del operador que cargo la materia prima, fecha en que se cargo, diámetro, # de heat o colada, SAE y peso del alambón, hora de inicio y hora final del proceso de cada rollo de alambón como se puede observar en la figura 12.

Datos de lo que se produjo con esta materia prima: Por cada rollo de alambre producido, peso, nombre del operador, fecha y hora de inicio del rollo de producto terminado.

Figura 12 Control de la materia prima

<b>IADASA</b>	<b>ECA</b>
Operador: _____	Fecha: _____
Diametro: _____	SAE: _____
No. de Heat: _____	Peso: _____
	Hora de inicio: _____
	Hora final: _____
No. de lote: _____	Calibre: _____
	_____
	Firma del jefe de planta

Fuente IADASA

### 4.3.3 En las pruebas a realizarse en el alambre

Cada rollo de alambre trefilado terminado es identificado. El peso, el resultado de la prueba de tensión, identificación de lote de producción, fecha de fabricación, operador de la máquina, SAE y el número de colada del alambón, calibre y diámetro del alambre, es anotado en una etiqueta de identificación y colocada en cada rollo (bobina de alambre en un atril) como se puede observar en el figura 13.

El producto terminado conforme es entregado a bodega de producto terminado. El producto terminado no conforme se ubica en el área de producto en observación en donde el jefe de planta determina si se reprocesa o se desecha a la chatarra.

**Figura 13 Etiqueta de identificación**

<b>IADASA</b>		<b>ECA</b>	
Peso:	_____	Operador:	_____
Prueba de tension:	_____	SAE:	_____
No. de lote:	_____	No. de colada:	_____
Fecha:	_____	Calibre:	_____
Diámetro:	_____		

**Fuente electrodos de Centro América**



## **5. SEGUIMIENTO Y SUPERVISIÓN**

### **5.1 De la materia prima**

La materia prima debe de ser revisada cada vez que se prepara un rollo, esto se puede observar en las hojas de verificación de decapado, en los apuntes de cuántas veces el alambón es pasado por los dados, las pruebas a tensión, torsión, dureza y resistencia.

#### **5.1.1 Hojas de verificación en producción diaria**

Las hojas de verificación de producción diaria nos brinda un esquema de lo que se esta produciendo durante el día de trabajo es necesario colocarle a producción tanto en la máquina pequeña como el la máquina grande, ahí deberán de anotar el operario que esta trabajando en el momento ya sea en el día o noche, el número de lote que se este produciendo, el calibre y el peso del rollo procesado y al final de la hoja se deberá de tener la producción total del día la cual podemos observar en la figura 14.

#### **5.2.1 Del proceso del electrodo**

Para poder llevar un buen control en el proceso del electrodo es de suma importancia seguir con los estándares de calidad establecidos, siguiendo con el manual de especificaciones deseadas en la realización de la mezcla y en el control del secado del electrodo como se puede observar en las tablas V y VI.



### **5.2.2 Manual de fórmulas para la elaboración de pasta**

El manual de formulas se les proporciona a la persona encargada de realizar la mezcla así como una hoja de control la cual lleva y especifica cuanta materia prima a utilizado para realizar las distintas mezclas con ello se puede reducir el desperdicio de la misma.

El manual de formulas y especificaciones con la cual la persona encargada de realizar la mezcla la podemos observar en la tabla VI.

### **5.2.3 Especificaciones necesarias**

Las especificaciones con las cuales se elabora el electrodo comienza con el requerimiento de producción proporcionado por el jefe de planta en base a este pronóstico se debe de realizar la mezcla siguiendo el manual de formulas y especificaciones así se elabora el electrodo deseado, utilizando los manuales de la tabla V y VI.

### **5.2.4 Tablas de especificaciones del secado**

La tabla de especificaciones de secado la tienen colocada ellos a un lado del horno el cual ellos pueden observar dependiendo del tipo de electrodo que vayan a secar dar la temperatura correcta, la cual podemos observar en la tabla V.



## CONCLUSIONES

1. Un buen estudio de tiempos es de suma importancia, ya que es donde se determina los cuellos de botella, los cuales retrasan el proceso y generan pérdidas a la planta.
2. Se determina la estructura organizacional de Fabrigás, sus distintas divisiones como su fundación e instalaciones hasta la fecha; se determina la organización de Electroodos de Centro América (ECA), como está distribuida y la cantidad de trabajadores dentro de la planta.
3. Se determinan los significados del estudio de tiempos, los diagramas de operaciones, flujo, recorrido, hombre-máquina y bimanual, y el balance de líneas, los cuales determinan cómo se deben realizar cada uno de éstos.
4. Se analiza los diagramas del proceso, determinando así los tiempos improductivos que tiene el proceso; se determinó la cantidad de operarios con la cual cuenta la planta y a qué eficiencia se labora.
5. Una de las posibles mejoras, las cuales son obvias, es el manejo de materiales, los cuales son trasladados y procesados incorrectamente por los operarios, tanto como la modernización de la maquinaria es de suma importancia, ya que éstos son los que generan el mayor cuello de botella y retraso del proceso, y por consiguiente baja la eficiencia.

6. Se determinan las hojas de verificación, las cuales fueron la de control de materia prima, y control diario de producción; en el proceso del electrodo se establecieron tablas de secado y de realización de mezcla.
  
7. Una de las mejores soluciones para que el proceso se encuentre mejorando constantemente, sería la supervisión diaria de las hojas de verificación, para determinar si los operarios están realizando correctamente el proceso.

## **RECOMENDACIONES**

Toda empresa busca una mayor productividad y menores costos, por lo que es aquí donde interviene el estudio de tiempos, ya que éste no sólo determina la eficiencia del proceso sino que llega hasta bajar costos con la no pérdida de tiempo en las estaciones que generan cuellos de botella.

Es necesario que los operarios tengan conocimiento de qué tanto es lo que se tardan en realizar las operaciones, y buscar la manera que el operario trabaje de forma más rápida.

En el manejo de la materia prima se debe tener en cuenta cómo los operarios estén trabajando, para ello se debe supervisar las hojas implementadas como la hoja de producción diaria y el control del proceso de materia prima, y no sólo esas sino también las hojas que ya existen como el control del peso, pruebas de tensión, torsión y ensayos que se le hagan al alambre.

En el proceso de fabricación del electrodo, es de suma importancia que se supervise que el operario esté utilizando correctamente la materia prima para realizar la mezcla, ya que aquí se puede generar muchas pérdidas no sólo de materia prima sino que también de producto terminado, y si una mezcla no es hecha con las especificaciones determinadas, no se podrá hacer el electrodo correctamente, también se debe supervisar que el operario del horno lo coloque a la temperatura correcta, ya que de no ser así, el electrodo puede quemarse y resultaría pérdida.

Es de suma importancia que se tomen en cuenta los cuellos de botella que son generados por la maquinaria en el área de extrusión, ya que esta maquinaria no es la más moderna, se deberá analizar si es necesario adquirir una más moderna, o reparar la que ya se tiene, porque aquí baja la eficiencia y por ende la productividad del proceso.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Boteo Calderón, Rubén Darío (1999). Aplicación de la ingeniería de métodos a la industria guatemalteca. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, Escuela de Mecánica Industrial.
2. Fuentes González, Gloria Julissa (2003). Estudio de tiempos y movimientos a las operaciones realizadas en una pequeña industria de productos lácteos. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, Escuela de Mecánica Industrial.
3. Hodson, William (1996). **Manual del ingeniero industrial**. Editorial Mc Graw Hill, cuarta edición.
4. Krik, Edward V. (1989). **Fundamentos de ingeniería**. Limusa S.A.
5. Krick, Edward V. (1982). **Ingeniería de métodos**. Limusa México.
6. Miller, David (1992). **Ingeniería Industrial e investigación de operaciones**. Editorial Limusa México.
7. Moller, Walter (1997). **Estudio de métodos y tiempos**. Quinta edición México, editorial Mac Graw Hill.
8. Mundul, Marvin E. (1984). **Estudio de tiempos y movimientos**. Compañía Editorial Continental, S.A. de México.

9. Niebel, Benjamín W. (1996). **Ingeniería Industrial métodos, tiempos y movimientos**. Novena edición. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. México.
10. Sandoval López, Edgar Roberto (2004). Estudio de tiempos en el departamento de producción de una empresa litográfica. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, Escuela de Mecánica Industrial.
11. Schoedder (1992). **Administración de operaciones**. Tercera edición México, editorial Mac Graw Hill.

## **APÉNDICE**

### **COMENTARIOS**

Existen varias consideraciones al hacer un estudio de tiempos, que es la determinación de tiempos improductivos que retrasen el proceso y bajen la eficiencia de la línea, la cual genere pérdidas en el proceso.

Los aspectos más importantes en los cuales se debe basar un estudio de tiempo, es en los diagramas de operaciones y flujo que determinan el orden cronológico del proceso, con los tiempos generales por operación, el diagrama de recorrido, el cual nos muestra de forma gráfica cómo está distribuida la planta, y con éste se puede determinar la mejor ubicación de maquinaria para reducir los tiempos, el balance de líneas, el cual identifica la eficiencia de la línea y la cantidad de operarios que se necesitan para cada operación, el diagrama hombre-máquina, el cual determina cuánto tiempo utiliza un operador para manejar una maquinaria, y con éste poder determinar si existen tiempos de ocio del operario o la maquinaria, el diagrama bimanual, el cual identifica los tiempos que utiliza el operario para realizar determinada tarea.

En el proceso de control de materia prima se debe determinar cómo el operario está trefilando el alambro, y con ello poder tener una materia prima o producto terminado de calidad, en base a las hojas de verificación de control de proceso de producción, en el control que se le haga al rollo de alambre como la prueba de tensión, torsión y ensayos.

El control del proceso de fabricación del electrodo debe ser continuo en base a tablas de especificaciones la cual los operarios son de su conocimiento y con ello realizar un producto de calidad.



## ANEXOS

### Anexo 1 Hidroeléctricas

#### Río Capulín

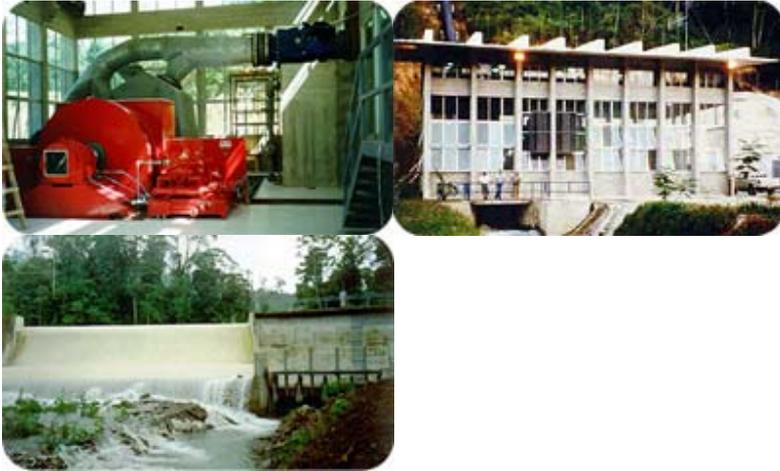


#### Matanzas



## Continuación

### Río Bobos



### Río las Vacas



## Continuación

### San Isidro Chilasco



## Equipo automotriz

Equipo para talleres

Equipo para despacho y control de combustibles



Bombas comerciales de 220v, 110v, 24v y 12v

Contadores volumétricos, mecánicos y electrónicos

## Continuación

### Lubricación y servicios

Engrasadora manual y eléctrica



Sistema de alineación y balanceo de llantas



### Herramienta de mano

Llaves Allen

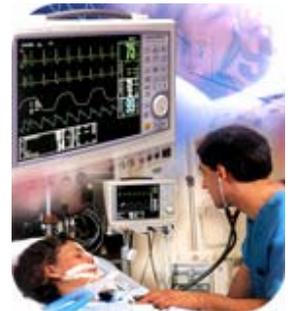


Herramienta para roscar y cortadora de tubería



**Continuación**

**Equipo médico**



**Fijaciones y empaquetaduras**

**Clavos para tarimas y construcción, grapas para muebles y tapicería, sellos para alta temperatura, planchas teflonadas y pernos de anclaje para concreto.**



## Continuación

### Generadores

Premium 3000



Premium plus 5000



Industrial 11000



### Herramienta eléctrica y abrasivos

#### Abrasivos

Discos para pulir y cortar



#### Herramienta eléctrica

Pulidoras, barrenos, barrenos magnéticos, cortadoras de discos, sierras circulares y sierras sables.



## Continuación

### Neumática y transmisión de potencia

#### Compresores



#### Seguridad Industrial

#### Extintidor



## Continuación

### Soldaduras eléctricas

#### Soldadoras para electrodo revestido

##### Infra



##### Miller



##### Cilindros



## Continuación

**Bolsa de resucitación**



**Desfibriladores**



**Electrocardiógrafos**



**Holter**



**Cascos**



**Guantes**



**Lentes**



**Mascarillas**



## Continuación

### Sobretudo (overoles)



### Poleas



### Polipastos eléctricos



### Polipastos manuales



### Pruebas de esfuerzo



**Continuación**

**A la venta en México**  
**Bombas de aceite**



**Bombas de engrase**



**Cilindros hidráulicos**



**Gatos hidráulicos**



**Porta-herramientas (portapowers)**



**Prensa hidráulica**





## ANEXO 2

### **Manual de seguridad de gases:**

#### *Características de los gases:*

Los gases representan uno de los tres estados comunes de la materia: sólido, líquido, y gaseoso. Hay muchas sustancias que pueden existir en los tres estados, el agua por ejemplo, puede existir como líquido, sólido (hielo) o gas (vapor de agua).

Otros ejemplos son los gases oxígeno y nitrógeno, que se convierten en líquido a temperaturas muy bajas; al bajar aún mas esta temperatura alcanzan el estado sólido.

El gas se define como un estado de la materia, que se puede expandir indefinidamente y que toma la forma del recipiente que lo contiene, ocupando todo el espacio disponible de dicho contenedor.

En este sentido, los sólidos y los líquidos se diferencian de los gases en que los sólidos tienen su forma y volúmenes propios, y los líquidos adquieren la forma del recipiente que los contiene pero tienen volumen propio.

Los gases tienen cinco propiedades físicas fundamentales que los hacen a la vez útiles y potencialmente peligrosos. Estas características son:

- a. Los gases son mucho más ligeros que los líquidos y los sólidos.
- b. Las moléculas de los gases siempre están en movimiento.

- c. Los gases, en caso de fuga, se distribuirán eventualmente por sí mismos a través del aire en una habitación u otro espacio cerrado.
- d. Algunos gases tienen olor y otros no.
- e. La mayoría de los gases son invisibles, aunque algunos si son visibles

Para comprender mejor el comportamiento de los gases, consideramos a un gas como una colección de partículas extremadamente pequeñas llamadas moléculas. Tal como se mencionó, las moléculas del gas siempre están en movimiento. Cuando se encuentran en un espacio determinado, como un contenedor, las moléculas crean presiones al chocar con las paredes del contenedor. El nivel de presión depende del número de choques moleculares que ocurran en un área definida, por unidad de tiempo. A mayor cantidad de colisiones mayor presión. Por lo tanto, la presión se puede elevar comprimiendo el gas al poner más moléculas en el mismo espacio para producir más colisiones, o bien aumentando la temperatura para lograr que las moléculas del gas se muevan más rápido, y haciéndolas así chocar con más frecuencia. En ambos casos, el incremento de presión resulta del aumento de choques moleculares contra las paredes del recipiente.

#### *Tipos de gases:*

Desde el punto de vista de sus características físicas y de envasado, los gases se dividen en cuatro tipos principales:

#### *Gases comprimidos*

Independientemente de la presión, son completamente gaseosos dentro del rango normal de temperaturas, permanecen en estado gaseoso a cualquier presión. El oxígeno, el hidrógeno y el nitrógeno son ejemplos de este tipo de gases.

### *Gases comprimidos licuados*

Existen en ambos estados, líquido y gaseoso, dentro de los cilindros a temperaturas. El dióxido de carbono, óxido nítrico y el propano son ejemplos de este tipo de gases.

### *Gases comprimidos disueltos*

El acetileno es un gas comprimido en una solución. Para transportar y almacenar con seguridad el acetileno, éste se disuelve en una solución líquida en cilindros rellenos de un material sólido de alta porosidad.

### *Gases criogénicos*

Estos productos existen a temperaturas menores de  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  y se transportan y almacenan en contenedores especiales térmicamente aislados, especialmente diseñados para proteger a los gases del calor externo. El oxígeno, el nitrógeno y el argón son ejemplos de gases criogénicos que existen en estado líquido a muy bajas temperaturas

## **Oxígeno**

### *Descripción*

El oxígeno, gas que hace posible la vida y es indispensable para la combustión, constituye más de un quinto de la atmósfera (21% en volumen, 23% en peso). Este gas es incoloro, inodoro y no tiene sabor. A presión atmosférica y temperaturas inferiores a  $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ , es un líquido ligeramente azulado, un poco más pesado que el agua. Todos los elementos (salvo los gases inertes) se combinan directamente con él, usualmente para formar óxidos, reacción que varía en intensidad con la temperatura.

### *Producción*

El proceso consiste en purificar y secar el aire y luego enfriarlo hasta -190 °C, temperatura a la cual se licúa. El estado líquido permite separar cada uno de sus componentes por destilación. Este método asegura una eficiente obtención de gases de alta pureza.

### *Uso Industrial*

El oxígeno, por sus propiedades comburentes, es usado en procesos de combustión para obtener mayores temperaturas.

En mezclas con acetileno u otros gases combustibles, es utilizado en soldadura y corte de metales. Por sus propiedades oxidantes, es utilizado en diversas aplicaciones en siderurgia, industria papelera, electrónica, química, etc.

### *Uso Médico*

El oxígeno es utilizado ampliamente en medicina, en diversos casos de deficiencia respiratoria, resucitación, anestesia, en creación de atmósferas artificiales, terapia hiperbárica, tratamiento de quemaduras respiratorias, etc.

## **Nitrógeno**

### *Descripción*

El nitrógeno es el mayor componente de nuestra atmósfera (78% en volumen, 75.5% en peso). Es un gas incoloro, inodoro y sin sabor, no tóxico y casi totalmente inerte. A presión atmosférica y temperatura menor a -196 °C, es un líquido incoloro, un poco más liviano que el agua. Es un gas no inflamable y sin propiedades comburentes. Se combina sólo con algunos de los metales más activos como litio y magnesio; formando nitruros con hidrógeno, oxígeno y otros elementos.

Por su escasa actividad química, es usado como protección inerte contra contaminación atmosférica en muchas aplicaciones en que no se presentan altas temperaturas.

### *Producción*

El proceso consiste en purificar y secar el aire y luego enfriarlo hasta -190 °C, temperatura a la cual se licúa. El estado líquido permite separar cada uno de sus componentes por destilación. Este método asegura una eficiente obtención de gases de alta pureza.

### *Uso Industrial*

Por ser un gas químicamente inerte con respecto a la mayoría de los elementos, y a la simpleza y seguridad de operación que lo caracterizan, además de ser “no tóxico”, el nitrógeno tiene muchas y valiosas aplicaciones en diversos campos industriales tales como:

- Procesos de empaque de alimentos y medicamentos
- Purgado de tuberías en sistemas de refrigeración
- Remoción de gases disueltos en líquidos y agitación de estos
- Inhibidor del crecimiento de bacterias anaeróbicas
- Llenado de ciertas lámparas incandescentes
- Presurización de envases de pared delgada
- Envasado de cerveza, aceites, refrescos carbonatados y no carbonatados
- Propulsión de líquidos a través de tuberías.
- Tratamiento de resinas alcalinas en industria de pinturas.
- Llenado y purgado de cables de alta tensión.
- Protección de líquidos que son sensibles al oxígeno y también de líquidos volátiles.

El nitrógeno líquido tiene gran aplicación industrial debido a su baja temperatura (-196 °C), por lo que es grandemente usado en:

- Congelamiento rápido de frutas y verduras.
- Refrigeración de carnes, aves y mariscos.
- Procesos en la fabricación de dulces, chicles y chocolates.
- Procesos en la pulverización de plásticos.
- Congelamiento de tuberías de líquidos para reparaciones de emergencia.
- Como fuente productora de nitrógeno gaseoso.

#### *Uso Médico*

El nitrógeno es usado en medicina principalmente en estado líquido, donde se aprovecha su baja temperatura e inercia química para congelación, preservación y control de cultivos, tejidos, etc. Es empleado también en criocirugía.

En estado gaseoso se utiliza en aplicaciones neumáticas en equipo medico.

#### **Acetileno**

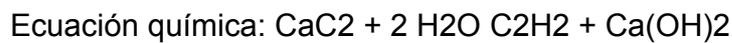
##### *Descripción*

El acetileno es un gas compuesto por carbono e hidrógeno en proporción 12 a 1 aprox. en peso. En condiciones normales es un gas incoloro un poco más liviano que el aire. El acetileno 100% puro es inodoro, pero el gas de uso comercial tiene un olor característico, semejante al ajo. No es un gas tóxico ni corrosivo. Es muy inflamable. Arde en el aire con llama luminosa, humeante y de alta temperatura. El límite inferior y superior de inflamabilidad es 2.8% y 93% en volumen de acetileno en aire.

El acetileno puro sometido a presión es inestable, se descompone con inflamación dentro de un amplio rango de presión y temperatura. Por esto, en el cilindro se entrega diluido en un solvente, que generalmente es acetona, impregnado en un material poroso contenido en el cilindro, que almacena el acetileno en miles de pequeñas cavidades independientes. En esta forma, el acetileno es seguro en su transporte y almacenamiento.

### *Producción*

El proceso para la producción de este gas consiste en combinar carburo de calcio y agua, en un generador continuo, especialmente diseñado para obtener el máximo de seguridad. De la reacción se desprende acetileno a una presión inferior a 8.7 psi. (0.6 bar).



### *Usos*

Como agente calorífico es un combustible de alto rendimiento, utilizado grandemente en las aplicaciones oxiacetilénicas. Las temperaturas alcanzadas por esta mezcla varían según la relación acetileno-oxígeno, pudiendo llegar a más de 3000 °C. En la industria química, por su gran reactividad, es utilizado en síntesis de muchos productos orgánicos.

## **Argón**

### *Descripción*

El argón es el más abundante de los gases raros en el aire (0.9 % en vol.). Es incoloro, sin sabor, no es tóxico, ni inflamable. Es un 30 % más pesado que el aire; además es extremadamente inerte, caracterizado por una perfecta estabilidad física y química, a cualquier temperatura y presión.

Es un excelente conductor de la electricidad. A presión atmosférica y temperatura inferior de  $-186\text{ }^{\circ}\text{C}$  es un líquido incoloro, más pesado que el agua. El proceso utilizado para la producción de los gases atmosféricos (argón, nitrógeno y oxígeno) es conocido como rectificación del aire.

### *Usos*

- Soldadura en atmósfera de gas inerte (procesos MIG, TIG, plasma).
- Metalurgia y siderurgia, para tratamientos térmicos en atmósfera protectora, desgasificación y desulfuración, etc.
- En electricidad y electrónica, para relleno de ampollitas, tubos fluorescentes, etc., en los que previene la oxidación de los filamentos incandescentes.
- En laboratorios especializados es utilizado para aplicaciones en cromatografía, espectrofotometría, etc.

## **Hidrogeno**

### *Descripción*

El hidrógeno es el gas más liviano conocido (14 veces más liviano que el aire). A presión y temperatura normales, es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es un gas muy inflamable, arde en el aire con una llama casi invisible de matiz azul pálido. Cuando es enfriado a su punto de ebullición de  $-258.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el hidrógeno se vuelve un líquido transparente 14 veces más liviano que el agua. Por sus propiedades químicas, el hidrógeno es un reductor muy potente, que tiene gran afinidad por el oxígeno y por todos los oxidantes.

El proceso mas utilizado para la obtención de hidrógeno consiste en separar los dos componentes constituyentes del agua (oxígeno e hidrógeno) por medio de electrólisis, obteniéndose hidrógeno de una gran pureza.

### *Usos*

- El hidrógeno es utilizado, por sus propiedades reductoras, en combustión, crackeo (rompimiento de cadenas largas) de hidrocarburos, como componente de atmósferas reductoras en la industria metalúrgica, industria química y en la industria alimenticia.
- El hidrógeno de alta pureza se emplea como combustible en detectores de ionización de llama, cromatografía de gases, etc.

### **Helio**

#### *Descripción*

El helio en condiciones normales es un gas sin color, olor ni sabor. Está presente en el aire en muy baja concentración (5 ppm). Es un gas 7 veces más liviano que el aire. Es sumamente inerte, no inflamable y el menos soluble en líquidos de todos los gases.

El helio se licúa a temperaturas extremadamente bajas (-268.9 °C) y para congelarlo debe ser enfriado a una temperatura cercana al cero absoluto (-271.4 °C) punto en que además se le debe aplicar una presión de 435.114 psi, siendo la única sustancia que permanece fluida a tan bajas temperaturas, por lo que es de gran importancia para la investigación científica., siendo un componente escaso del aire, su extracción desde la atmósfera es impráctica. Normalmente se obtiene de algunos yacimientos petrolíferos que lo contienen en altas concentraciones.

### *Usos*

- Se usa helio, asociado con oxígeno o aire, para crear atmósferas respirables en inmersión submarina, y en ciertas enfermedades de vías respiratorias. En fase líquida el helio es un elemento fundamental para el funcionamiento de los equipos de imagen por resonancia magnética.
- Se utiliza como atmósfera inerte de protección en soldadura (MIG, TIG, plasma).
- Por su baja densidad y no inflamabilidad, es usado para inflar globos publicitarios, meteorológicos, de diversión, etc.
- Por su capacidad de mantenerse fluido a bajas temperaturas y su elevada conductividad térmica, puede ser usado en criogenia, en aplicaciones especiales de refrigeración y en enfriamiento de equipos industriales.
- Se usa también en detección de fugas.
- Es ampliamente utilizado como gas de arrastre para cromatografía gaseosa.

### ***Dióxido de carbono***

#### *Descripción*

El dióxido de carbono en condiciones normales, es un gas incoloro e inodoro, con sabor ligeramente picante, existe en la atmósfera en baja concentración, entre 0.03 y 0.06% en volumen.

Su punto triple (donde coexisten los tres estados de la materia) se produce a  $-56.57\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $75.2\text{ psia}$ . Bajo esa presión el dióxido de carbono sublima es decir pasa directamente de sólido a gas sin pasar por la fase líquida. A presión de una atm. el  $\text{CO}_2$  sublima si la temperatura es de  $-78.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El  $\text{CO}_2$  sólido se conoce comúnmente como "hielo seco".

A presiones mayores de 75.2 psia y temperaturas menores de 31.06 °C (punto crítico), el CO<sub>2</sub> se presenta en forma líquida y gaseosa simultáneamente, fases que existen en equilibrio en un contenedor cerrado. El dióxido de carbono, es obtenido de la combustión de carbón, gas natural u otro hidrocarburo, de yacimientos naturales o de los procesos de fermentación.

### *Usos*

- El CO<sub>2</sub>, se utiliza ampliamente en la creación de atmósferas protectoras para soldaduras al arco y MIG. En las fundiciones se utiliza como agente endurecedor de moldes y arena.
- En la industria alimenticia tiene importantes aplicaciones:
- Carbonatación de bebidas, aguas minerales, etc.
- Protección de vinos, cervezas y jugos de frutas contra la oxidación por contacto con aire.
- En congelación.
- Analgésico antes de la matanza de animales.
- En enlatado de productos.
- Por sus características inertes, se usa también como agente extintor fuego y en el manejo, transporte y procesos de manufactura de materiales inflamables.

### ***Oxido nítrico***

#### *Descripción*

En condiciones normales de presión y temperatura, es un gas incoloro prácticamente inodoro y sin sabor. No es tóxico ni inflamable y es aproximadamente 1.5 veces más pesado que el aire. Bajo condiciones normales es estable y generalmente inerte, pero mantiene la combustión de manera semejante al oxígeno, aunque es un comburente más suave.

El óxido nítrico es relativamente soluble en agua, alcohol, aceites y en varios productos alimenticios. Tiene la particularidad de que al disolverse en el agua no le cambia la acidez, como ocurre con el CO<sub>2</sub>.

### *Usos*

- Por su inercia química y naturaleza no tóxica, es usado en el envasado a presión de productos alimenticios y como propelente en aerosoles.
- En laboratorios (espectrometría),
- Como agente de reacción en la fabricación de varios compuestos orgánicos e inorgánicos.
- Como refrigerante en forma gaseosa o líquida, para congelación por inmersión de productos alimenticios.
- El uso principal del óxido nítrico, mezclado con oxígeno, es como analgésico y anestésico inhalable en medicina y odontología.