

Carlos Enrique Escobar Arévalo  
Hugo Leonel Ramos González  
Luis Alfredo Veliz Aguilar  
Luis Alexander Moreno Alvarado  
Cristian Adenio Coronado Salazar

MANUAL DE ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE CORTE Y  
EMPAQUETADO DE VARILLAS CORRUGADAS, EN PLANTA DE  
LAMINACIÓN “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, ESCUINTLA, ESCUINTLA.



Asesor General Metodológico:  
MSc. Daniel Humberto González Pereira

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, diciembre de 2020

Informe final de graduación

MANUAL DE ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE CORTE Y  
EMPAQUETADO DE VARILLAS CORRUGADAS, EN PLANTA DE  
LAMINACIÓN “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, ESCUINTLA, ESCUINTLA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Carlos Enrique Escobar Arévalo

Hugo Leonel Ramos González

Luis Alfredo Veliz Aguilar

Luis Alexander Moreno Alvarado

Cristian Adenio Coronado Salazar

En el acto de investidura previo a su graduación de Licenciatura en  
Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, diciembre de 2020

Informe final de graduación

MANUAL DE ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE CORTE Y  
EMPAQUETADO DE VARILLAS CORRUGADAS, EN PLANTA DE  
LAMINACIÓN “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, ESCUINTLA, ESCUINTLA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, diciembre de 2020

Esta tesis fue presentada por los autores,  
previo a obtener el título universitario de  
Licenciatura en Ingeniería Industrial, con  
Énfasis en Recursos Naturales Renovables.

F-14-04-2020-15  
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
PROGRAMA DE GRADUACIÓN  
Experto Metodológico  
ACUERDO DE ASIGNACIÓN DE PUNTEO  
17.11.2020.152



El / La Evaluador(a) Final del Trabajo de Graduación de la  
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que el / La Metodólogo(a) en Investigación Científica, ha dado su aprobación preliminar al trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento y me ha informado que el documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académicos al titular que formuló el mismo; de lo cual deviene procedente asignarle la puntuación correspondiente.

POR TANTO:

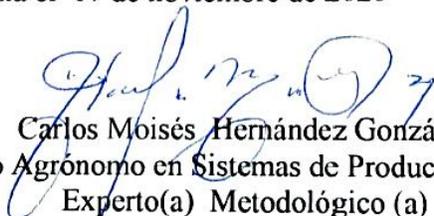
Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

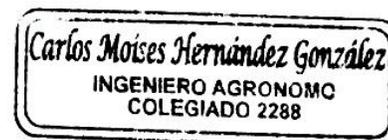
ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Asignación de Punteo al Trabajo de Graduación de mérito, de la manera siguiente:

1. Asignar **Setenta (70)** sobre la base de aprobación de puntos sobre la base de cien sobre cien (100/100) al trabajo de graduación denominado: **“MANUAL DE ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE CORTE Y EMPAQUETADO DE VARILLAS CORRUGADAS, EN PLANTA DE LAMINACIÓN “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, ESCUINTLA, ESCUINTLA.”** formulado por **Cristian Adenio Coronado Salazar**, titular del carné **14-029-0103**; **Carlos Enrique Escobar Arévalo**, titular del carné **14-035-0151**; **Hugo Leonel Ramos González**, titular del carné **14-035-0026**; **Luis Alfredo Veliz Aguilar**, titular del carné **11-018-0556**; **Luis Alexander Moreno Alvarado**, titular del carné **14-029-0032**; inscrito en la **Facultad de Ingeniería, de ésta universidad.**
2. Trasladar tres copias físicas y un archivo digital del trabajo de graduación a la Presidencia del Consejo Académico, para los efectos subsiguientes.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 17 de noviembre de 2020

  
Carlos Moisés Hernández González  
Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola  
Experto(a) Metodológico (a)



F-14-04-2020-14  
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
PROGRAMA DE GRADUACIÓN  
ASESORÍA DE TESIS  
ACUERDO DE APROBACIÓN PRELIMINAR DE TESIS



El Asesor en Metodología del Programa de Graduación de la  
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que he asesorado y firmado el trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento; y siendo que a mi criterio dicho documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico a quien formuló el mismo.

POR TANTO:

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Aprobación Preliminar de Trabajo de Graduación, de la manera siguiente:

1. Aprobar en forma preliminar el trabajo graduación denominado: MANUAL DE ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE CORTE Y EMPAQUETADO DE VARILLAS CORRUGADAS, EN PLANTA DE LAMINACIÓN "INDUSTRIA DEL ACERO S.A.", ESCUINTLA, ESCUINTLA., formulado por: Carlos Enrique Escobar Arévalo, titular del carné: 14-035-0151; Hugo Leonel Ramos González, titular del carné: 14-035-0026; Luis Alfredo Veliz Aguilar, titular del carné 11-018-0556; Luis Alexander Moreno Alvarado, titular del carné: 14-029-0032; Cristian Adenio Coronado Salazar, titular del carné: 14-029-010; inscritos en la Facultad Ingeniería, de ésta Universidad.
2. Trasladar el expediente al Experto Metodólogo designado para que le confiera la calificación que de acuerdo a los criterios técnicos considere conveniente.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 10 de agosto de 2020.

MSc. Daniel Humberto González Pereira  
Metodólogo





F-18-06-2018-01  
Universidad Rural de Guatemala  
Programa de Graduación  
Carta de aprobación  
Asesor General Metodológico  
Guatemala, 27 de noviembre de 2019

Asunto: Aprobación del informe final de graduación y solicitud de conformación de Tribunal Examinador.

Señor Coordinador General:

Tengo a honra dirigirme a usted, con la finalidad de informarle que, como Asesor General Metodológico del trabajo denominado: Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación "INDUSTRIA DEL ACERO S.A.", Escuintla, Escuintla., a cargo de los estudiantes: Carlos Enrique Escobar Arévalo; Carné: 14-035-0151; Hugo Leonel Ramos González; Carné: 14-035-0026; Luis Alfredo Veliz Aguilar; Carné: 11-018-0556; Luis Alexander Moreno Alvarado; Carné: 14-029-0032; Cristian Adenio Coronado Salazar; Carné: 14-029-0103; pertenecientes al grupo: 02-036-018-19; apruebo el informe final de graduación y solicito que se integre El Tribunal Examinador de esta tesis.

Me valgo de la ocasión para presentarle a usted, muestras distinguidas de mi consideración y estima.

MSc. Daniel Humberto González Pereira  
Asesor General Metodológico



C.C. Archivo personal

Señor  
Coordinador General  
Programa de Graduación  
Universidad Rural de Guatemala  
Presente

## **Dedicatoria**

- A Dios:** Divino creador, por darme la vida, salud, sabiduría, gracia, bendiciones y entendimiento.
- A mis padres:** Carlos Enrique Escobar Cubias y Norma Leticia Arévalo Rivera de Escobar. Por darme la vida y el privilegio de ser su hijo, a quienes respeto y amo profundamente, Por ello son la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mí meta, gracias padres por enseñarme a caminar por el camino correcto.
- A mis hermanos:** Sarahi Escobar, Keren Escobar, Jonathan Escobar. Por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.
- A mis familiares:** Por todo su cariño demostrado hacia mi persona.
- A mis amigos, vecinos y futuros colegas:** Que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.
- A Universidad Rural de Guatemala:** Por darme la oportunidad de alcanzar este logro académico.
- A Guatemala:** Mi patria querida. En especial al municipio de La Gomera, Escuintla.
- A los docentes:** De la carrera de Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables de la Universidad Rural de Guatemala, por guiar este proceso educativo y formar parte de otro objetivo alcanzado.
- A mi asesor metodológico:** MSc. Daniel Humberto González Pereira.  
Por su paciencia, dedicación y apoyo profesional.

**Carlos Enrique Escobar Arévalo.**

## **Dedicatoria**

- A Dios:** Divino creador, por darme la vida, sabiduría, fuerza, bendiciones y entendimiento.
- A mis padres:** Maximiliano Ramos Trigueros y Lilian Esther González Romero. Por ser la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mí meta, por sus sabios e invaluable consejos y por enseñarme a caminar por el camino correcto.
- A mis hermanos:** Juan Carlos, Wendy Elizabeth, José Alfredo, Jonathan. Por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.
- A mis familiares:** Por todo su cariño demostrado hacia mi persona.
- A mis amigos, vecinos y futuros colegas:** Que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.
- A Universidad Rural de Guatemala:** Por darme la oportunidad de alcanzar este logro académico.
- A Guatemala:** Mi patria querida. En especial al municipio de La Democracia, Escuintla.
- A los docentes:** De la carrera de Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables de la Universidad Rural de Guatemala, por guiar este proceso educativo y formar parte de otro objetivo alcanzado.
- A mi asesor metodológico:** MSc. Daniel Humberto González Pereira.  
Por su paciencia, dedicación y apoyo profesional.

**Hugo Leonel Ramos González.**

## **Dedicatoria**

- A Dios:** Divino creador, por darme la vida, sabiduría, fuerza, bendiciones y entendimiento.
- A mi esposa:** **Zury de Veliz**, tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían. Te lo agradezco muchísimo, amor.
- A mi madre:** **Mayda Aguilar**. Por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros te los debo a ti, entre lo que se incluye este. Me motivaste constantemente para alcanzar mis anhelos. Gracias madre.
- A mi suegra:** **Paula Meza**. Por el apoyo que siempre me brindo día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria. Le agradezco de todo corazón.
- A mis familiares:** Por todo el cariño demostrado hacia mi persona.
- A mis amigos, vecinos y futuros colegas:** En especial al **Ing. Henry González**, por el apoyo brindado de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.
- A Universidad Rural de Guatemala:** Por darme la oportunidad de alcanzar este logro académico.
- A Guatemala:** Mi patria querida. En especial a Escuintla, Escuintla.
- A los docentes:** De la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Rural de Guatemala, por guiar este proceso educativo y formar parte de otro objetivo alcanzado.
- A mi asesor metodológico:** MSc. Daniel Humberto González Pereira.  
Por su paciencia, dedicación y apoyo profesional.

**Luis Alfredo Veliz Aguilar.**

## **Dedicatoria**

- A Dios:** Divino creador, por darme la vida, sabiduría, fuerza, bendiciones y entendimiento.
- A mis padres:** Victor Moreno y Judith Alvarado. Por ser la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mi meta, por sus sabios e invaluable consejos y por enseñarme a caminar por el camino correcto.
- A mis hermanos:** Sandra, Victor, Marvin, Vilma, Cesar, Oscar, Evelin y Miriam. Por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.
- A mis familiares:** Por todo su cariño demostrado hacia mi persona.
- A mis amigos, vecinos y futuros colegas:** Que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.
- A Universidad Rural de Guatemala:** Por darme la oportunidad de alcanzar este logro académico.
- A Guatemala:** Mi patria querida. En especial a Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.
- A los docentes:** De la carrera de Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables de la Universidad Rural de Guatemala, por guiar este proceso educativo y formar parte de otro objetivo alcanzado.
- A mi asesor metodológico:** MSc. Daniel Humberto González Pereira.  
Por su paciencia, dedicación y apoyo profesional.

**Luis Alexander Moreno Alvarado.**

## **Dedicatoria**

- A Dios:** Divino creador, por darme la vida, sabiduría, muchas fuerzas, bendiciones y entendimiento a lo largo de la carrera haciéndome esforzado para lograrlo.
- A mis padres:** Socimo Adenio y Ana María. Por ser la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mí meta, por sus sabios e invaluable consejos y por enseñarme a caminar por el camino correcto lleno de humildad, trabajo y perseverancia.
- A mis hermanos:** Jorge Emmanuel y José Juan Pablo. Por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria, siendo este triunfo dedicado y de ejemplo para ellos.
- A mi novia:** Astrid Marilú, por su apoyo, amor, comprensión y motivación en los momentos que más la necesite estando siempre ahí.
- A mis familiares:** A mi tía Aracely y mis primos por todo su cariño y apoyo demostrado hacia mi persona.
- A mis amigos y futuros colegas:** Que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.
- A Universidad Rural de Guatemala:** Por darme la oportunidad de alcanzar y culminar este logro académico y así mismo por formar parte de esta gran casa de estudios.
- A Guatemala:** Mi patria querida por ser parte de la era del cambio. En especial al municipio de La Democracia, Escuintla.
- A los docentes:** De la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Rural de Guatemala, por guiar en este proceso educativo y formar parte de otro objetivo alcanzado.
- A mi asesor metodológico:** MSc. Daniel Humberto González Pereira.  
Por su paciencia, dedicación y apoyo profesional.

**Cristian Adenio Coronado Salazar.**

## **Prólogo**

De acuerdo al reglamento del programa de graduación de Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título universitario en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, se llevó a cabo el estudio denominado: “Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.”, se llevó a cabo para proponer las posibles soluciones a la problemática en la industria, por inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas.

Esta investigación tiene como finalidad ser útil a futuros estudiantes de diferentes universidades del país como fuente de consulta, al incluir los resultados obtenidos en la investigación y que puedan aplicarse en diferentes áreas de trabajo similares a los que se realizan en la “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte a dicha solución, tres resultados que son: Se cuenta con una Unidad Ejecutora; Se cuenta con un Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla; Se dispone del programa de capacitaciones a los colaboradores.

Estos resultados permitirán reducir las pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

## **Presentación**

Estudio de tesis titulado, “Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.”, fue realizada durante los meses de febrero a noviembre del año dos mil diecinueve, como requisito previo a optar el título universitario de Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Se determinó que el problema central es la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas.

En la investigación surgió una propuesta para solucionar el problema, formada por tres resultados. a) Se cuenta con una Unidad Ejecutora. b) Se cuenta con un Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla. c) Se dispone del programa de capacitaciones a los colaboradores.

## Índice general

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN.....	01
I.1.	Planteamiento del problema.....	02
I.2.	Hipótesis.....	02
I.3.	Objetivos.....	03
I.3.1	Objetivo general.....	03
I.3.2	Objetivo específico.....	03
I.4.	Justificación.....	03
I.5.	Metodología.....	04
I.5.1	Métodos.....	04
I.5.2	Técnicas.....	06
II.	MARCO TEÓRICO.....	08
II.1.	Manuales.....	08
II.2.	Planta de laminación.....	14
II.3.	Estandarización y estabilidad de los procesos.....	15
II.4.	Elaboración de productos de acero.....	19
II.5.	Proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas.....	27
II.6.	Buenas prácticas de manufactura en plantas de acero.....	32
II.7.	Legislación nacional.....	39
II.1.	Aspectos doctrinarios.....	08
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	46
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
IV.1	Conclusiones.....	53
IV.2	Recomendaciones.....	54
	Bibliografía	
	Anexos	

## Índice de cuadros

No.	Contenido	Página
1	Existencia de pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A., Escuintla, Escuintla, en los últimos 5 años.....	47
2	Las pérdidas financieras en la Planta de laminación de barras corrugadas, Industria del Acero S.A., se deben a la falta de un manual para la estandarización en el proceso de producción de varillas corrugadas.....	48
3	Las pérdidas financieras en la Planta de laminación de barras corrugadas de Industria del Acero S.A., se deben a la falta de un manual para la estandarización en el proceso de producción de varillas corrugadas.....	49
4	Las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas de Industria del Acero S.A., se deben a la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas.....	50
5	Las pérdidas financieras en Planta de laminación de barras corrugadas de Industria del Acero S.A., se pueden reducir al implementar un manual de estandarización.....	51
6	Falta de un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en la Planta de Laminación, Industria del Acero S.A., Escuintla, Escuintla.....	52

## Índice de figuras

No.	Contenido	Página
1	Clasificación de los manuales.....	12
2	Planta de laminación.....	14
3	Caja de laminación.....	15
4	Cilindros.....	16
5	Tren de laminado.....	18
6	Fabricación de palanquilla de acero.....	20
7	Tipos de perfiles.....	21
8	Especificaciones físicas de un angular.....	22
9	Perfiles cuadrados.....	23
10	Especificaciones de perfil cuadrado.....	23
11	Perfil plano o hembra.....	24
12	Especificaciones físicas del perfil plano.....	24
13	Perfiles Redondos.....	25
14	Especificaciones físicas del perfil redondo.....	25
15	Especificaciones físicas del perfil corrugado.....	26
16	Especificaciones técnicas del perfil corrugado.....	26
17	Alarcón tiene un gráfico donde muestra este elemento.....	29
18	Varillas corrugadas.....	30
19	Proceso de producción de la varilla corrugada.....	31
20	Talleres de varillas corrugadas.....	31
21	Talleres de varillas corrugadas.....	32
22	Techos.....	37
23	Techos industriales.....	37
24	Techos y estructuras.....	38

## Índice de gráficas

No.	Contenido	Página
1	Existencia de pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A., Escuintla, Escuintla, en los últimos 5 años.....	47
2	Las pérdidas financieras en la Planta de laminación de barras corrugadas, Industria del Acero S.A., se deben a la falta de un manual para la estandarización en el proceso de producción de varillas corrugadas.....	48
3	Las pérdidas financieras en la Planta de laminación de barras corrugadas de Industria del Acero S.A., se deben a la falta de un manual para la estandarización en el proceso de producción de varillas corrugadas.....	49
4	Las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas de Industria del Acero S.A., se deben a la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas.....	50
5	Las pérdidas financieras en Planta de laminación de barras corrugadas de Industria del Acero S.A., se pueden reducir al implementar un manual de estandarización.....	51
6	Falta de un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en la Planta de Laminación, Industria del Acero S.A., Escuintla, Escuintla.....	52

## I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se elaboró como uno de los requisitos establecidos por la Universidad Rural de Guatemala, previo a obtener el título universitario en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciatura, que es llevar a cabo una investigación, por lo tanto, se optó el estudio de “Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.”.

El estudio identifica la problemática existente, inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas. El estudio fue realizado durante los meses de febrero a noviembre del año dos mil diecinueve.

Al terminar el trabajo de graduación, se comprobó la hipótesis: Las pérdidas financieras en Planta Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, en los últimos cinco años, por la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, es debido a la falta de un manual de estandarización”.

El informe final de graduación o tesis está integrado de la siguiente forma: Prólogo y Presentación, además los siguientes capítulos:

I: Compuesto por: Introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y objetivos específicos, justificación, metodología conformada por métodos y técnicas tanto para la formulación como para la comprobación de la hipótesis.

II: Compuesto por: Marco teórico, que comprende aspectos conceptuales formados por aspectos doctrinarios y legales.

III: Compuesto por: Comprobación de la hipótesis. Formado por cuadros y gráficas de los resultados obtenidos de las encuestas relacionados a la variable dependiente “Y” e independiente “X” con su respectivo análisis.

IV: Compuesto por: Conclusiones y recomendaciones, luego bibliografía y anexos principales.

La propuesta la conforman tres resultados que son los siguientes:

Resultado uno: Se cuenta con una Unidad Ejecutora. Resultado dos: Se cuenta con un Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla Resultado tres: Se dispone del programa de capacitaciones a los colaboradores.

### **I.1. Planteamiento del problema**

El diagrama del árbol de problemas contiene el Efecto (variable dependiente o "Y") que es a su vez el reflejo del problema, el cual es las “Pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla”

El Problema central, se da por la “Inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla”.

Y la Causa principal del problema (variable independiente X) es debido a la “Falta de un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.”.

Todo esto seguido por la hipótesis planteada de la investigación con el diagnostico sintetizado para su comprobación final.

Al resolver el problema con esta propuesta, se reducirán las pérdidas financieras.

### **I.2. Hipótesis**

A través del Método del Marco Lógico, se elaboró el árbol de problemas, y se determinó la Variable Dependiente: Pérdidas financieras en Planta de Laminación

“INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, en los últimos 5 años. Además, la Variable Independiente: Falta de un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO”, Escuintla, Escuintla.

Con estas variables se elaboró la hipótesis es la siguiente: “Las pérdidas financieras en Planta Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, en los últimos cinco años, por la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, es debido a la falta de un manual de estandarización”.

### **I.3. Objetivos**

Con la finalidad de poder darle una solución a la problemática estudiada y contribuir a la solución de los problemas encontrados, se trazaron los siguientes objetivos:

#### **I.3.1. Objetivo general**

Reducir las pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

#### **I.3.2 Objetivo específico**

Lograr estabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

### **I.4. Justificación**

El desarrollo de la presente investigación y estudio que se realizó refleja la necesidad de implementar las medidas para reducir las pérdidas financieras en Planta de Laminación, ante la falta de un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas.

La investigación se realizó basada en fuentes de información primaria que ofrecen datos fidedignos; así mismo de otras fuentes constituyentes, el trabajo de campo que

se desarrolló con las personas que se encuentran dentro de la Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO”, Escuintla, Escuintla, sin dejar de tomar en cuenta la documentación existente sobre el tema.

La razón por la cual se realizó la investigación es porque en los últimos 5 años han existido pérdidas financieras.

Como aproximación y solución del problema expuesto, se hace necesario realizar un “Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.”.

Si se aplica la propuesta se evitarán las pérdidas financieras. Por lo contrario, si no se aplica continuara las mismas.

## **I.5. Metodología**

Para poder comprobar la hipótesis planteada se elaboró la siguiente metodología:

### **I.5.1. Métodos**

Se dividen en utilizados para la formulación de la hipótesis y para la comprobación de la hipótesis.

La metodología utilizada para la elaboración de la hipótesis y su comprobación se compone de métodos y técnicas.

#### **I.5.1.1. Métodos utilizados en la formulación de la hipótesis**

Los métodos utilizados en la formulación de la hipótesis fueron: El Método Deductivo y el Método del Marco Lógico.

##### **a) Método Deductivo**

Este se utilizó para identificar la problemática, que inicia con la observación de

fenómenos naturales y de esta manera definir la investigación planteada, por lo que fue necesario visitar Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

#### b) Método del Marco Lógico o la Estructura Lógica

Es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas.

El Método del Marco Lógico o la Estructura Lógica, sirvió para la estructura y elaboración de los árboles de problemas y objetivos, para establecer los resultados deseados y esperados dentro de la investigación, así mismo para fijar y establecer los insumos y tiempos por cada resultado. También para comprobar la hipótesis.

#### I.5.1.2. Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

Los métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis fueron los siguientes: Inductivo, de Síntesis, Estadístico, Coeficiente de correlación y Ecuación de línea recta.

#### a) Método Inductivo

Se estudian los fenómenos particulares, que darán soluciones generales.

Con este método se obtuvieron los resultados de la problemática, se utilizó para realizar encuestas y para diseñar conclusiones, de esta forma poder llegar a la hipótesis planteada.

#### b) Método de Síntesis

Una vez interpretada la información, se utilizó la síntesis para obtener conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; la que sirvió para hacer congruente la totalidad de la investigación.

### c) Método Estadístico

Con este método se determinaron los parámetros necesarios, que ayudaron a la comprobación de la hipótesis.

Al hacer uso de este método, se tabularon los resultados de la encuesta, en los cuadros y gráficas, para comprobar la variable “Y” y la variable “X”, así mismo para comprobar el problema.

### I.5.2. Técnicas

Las técnicas empleadas en la formulación y comprobación de la hipótesis fueron las siguientes:

#### I.5.2.1. Técnicas de investigación para la formulación de hipótesis

Las técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis, son las herramientas que se detallan a continuación:

#### a) Lluvia de Ideas

Se utilizó esta técnica para recopilar ideas de la problemática de todos los colaboradores de Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

#### b) Observación Directa

Por medio de esta técnica se observa el problema directo que se encontraba en la INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, y se recolectó dicha información.

#### c) Investigación Documental

Se utilizó, con el fin de no duplicar documentos, así mismo para obtener aportes y puntos de vista de otros investigadores sobre la problemática

#### I.5.2.2. Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis se aplicaron las siguientes herramientas:

##### a) Cuestionario

Se elaboró un cuestionario para investigar el efecto (variable dependiente “Y”) y otro cuestionario para investigar la causa (variable independiente “X”), y para el problema, se distribuyó el mismo a la muestra.

##### b) Entrevista

Para la entrevista se diseñaron boletas de investigación, para comprobar la variable dependiente “X” (Causa) e independiente “Y” (Efecto) de la hipótesis, esto fue realizado con el mismo personal que trabaja dentro Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla

##### c) Análisis

Esta técnica se aplicó al interpretar los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, “Y” y “X”, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis.

##### d) Coeficiente de correlación

Se utilizó dado que es una medida que permite conocer el grado de asociación lineal o variación conjunta entre dos variables (X, Y). Es independiente de la escala de medida de las variables.

##### e) Ecuación de línea recta

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió determinar el comportamiento de la variable tiempo respecto a casos sujetos de estudio en el tiempo con forme a una serie histórica dada.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Para fundamentar la investigación se procede la realización del marco teórico que está compuesto por los siguientes temas: Manuales, Planta de laminación, Estandarización y estabilidad de los procesos, Elaboración de productos de acero, Proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, Buenas prácticas de manufactura en plantas de acero, Legislación nacional.

### **II.1. Manuales**

Chiavenato (2009) dijo: “Los manuales administrativos son documentos que sirven como medios de comunicación y coordinación para registrar y transmitir en forma ordenada y sistemática tanto la información de una organización (antecedentes, legislación, estructura, objetivos, políticas, sistemas, procedimientos, elementos de calidad, etc.), como las instrucciones y lineamientos necesarios para que desempeñe mejor sus tareas”. (p. 244)

El manual como se suele conocer al instrumento administrativo que contiene los objetivos, políticas, funciones, tareas y relaciones integrales de cada unidad organizacional por separado y de las empresas como un todo. También se puede decir que es un documento, folleto, libro, carpeta, entre otros, en los que de una manera fácil de manejar (manuable) se concentran en forma sistemática, una serie de elementos administrativos para un fin concreto: orientar y uniformar la conducta que se pretende entre cada grupo humano en la empresa.

Al hablar de manuales administrativos sin lugar a dudas son indispensables debido a la complejidad de las estructuras de las organizaciones y las personas que la conforman, el volumen de sus operaciones, los recursos de que disponen, la demanda de sus productos, servicios o ambos, y la adopción de tecnología de la información para atender adecuadamente todos estos aspectos, y más.

Cabe señalar que hoy en día las nuevas tecnologías nos permiten muy fácilmente tener

un excelente control de los procesos que se llevan a cabo en la organización. En un mundo tan competitivo en donde la competencia tiene jugadas económicas y estratégicas a la orden del día, es motivo para pensar que estas circunstancias obligan a diseñar y usar manuales administrativos que apoyen la atención del quehacer cotidiano, ya que en ellos se consignan, en forma ordenada, muchas de las tareas, elementos fundamentales para contar con una comunicación, coordinación, dirección y evaluación administrativas eficientes y capaz de obtener los mejores resultados.

Llevar a cabo un fino control que se pueda visualizar con consistencia y claridad se incluye un procedimiento por medio del cual se analiza con precisión y profundidad el marco de referencia para su diseño, elaboración, presentación, aprobación, manejo, revisión y actualización permanentes.

Las tecnologías cambian muy rápidamente y tener que correr a la velocidad que la tecnología lo exige, así como los mercados se manifiestan muy cambiantes, tanto en preferencias como exigencias, por lo tanto, los procesos deben mantenerse a la altura de los mercados exigentes.

No podemos pasar desapercibidos ante el hecho de que los manuales administrativos representan un elemento crucial para el proceso de toma de decisiones, la mejora continua y el logro de un desempeño por encima del estándar regular.

Hoy no se puede esperar a que una empresa sea reconocida únicamente por su calidad, sino también por su organización, la cual, manejada estratégicamente, motivara a los consumidores de bienes y/o servicios para mostrar preferencia ante el buen servicio.

Podemos decir que los manuales son instrumentos que contienen información sistemática sobre la historia, objetivos, políticas, funciones, estructura y especificaciones de puestos y/o procedimientos de una institución o unidad administrativa, conocidos por el personal.

Si en una organización se conoce a donde desea llegar, tanto en tiempo como en

estructura, utiliza la estrategia como poderosa arma, tendrá ventaja competitiva, la cual hará la diferencia en el mismo momento que pone a funcionar toda la maquinaria material como humana, capaz de llevar a la organización al siguiente nivel.

Los manuales no son duplicaciones de los instrumentos legislativos o legales, tales como leyes, decretos, reglamentos u órdenes, que son muy específicos y desprovistos de explicaciones, antecedentes y divulgación, más bien se pueden decir, que son instrumentos que marcan el rumbo a seguir, estos tienen una especie de linaje que ha de mantenerse actualizado y enfocado en las metas existente.

#### II.1.1. Importancia de los manuales

La importancia de los manuales se refleja en las ventajas que obtienen las empresas que los utilizan:

- Al llevar a cabo la elaboración de los manuales se aclaran muchos de los objetivos organizacionales, así como el trabajo necesario para conseguirlos.
- La observación es uno de los factores más importante en la elaboración de manuales, ya que se identifica los casos de duplicidad y posibles puntos de conflictos, que podrían causar cuellos de botella y por consiguiente desperdicio de recursos y gastos innecesarios.
- Permiten conocer más a fondo la descripción de cada puesto y su interrelación con los otros que se interrelacionan para alcanzar los objetivos organizacionales.
- Coadyuvan al adiestramiento y capacitación de nuevos colaboradores.
- Esta herramienta bien estructura hace saber a cada persona el alcance de sus facultades para la toma de decisiones, lo que conlleva mayor confianza en la actuación de las personas e incrementa la confianza entre directivos y subalternos.
- Apoya a los altos ejecutivos a la evaluación de las unidades orgánicas mediante el análisis del logro de los objetivos propuestos, lo que permite una mejor toma de

decisiones.

### II.1.2. Objetivos de los manuales

- Observar con determinación y mucha precisión la imagen documentada de una organización bien consolidada.
- Entender el significado de la información sistematizada para el quehacer cotidiano de una organización.
- Comprender en qué medida los manuales administrativos coadyuvan a mejorar el desempeño de una organización.
- Constatar las distintas versiones de manuales administrativos que se pueden elaborar para una mejor administración.
- Hacer ver la importancia necesaria que tienen los manuales de organización, de procedimientos y de gestión de la calidad para contar con herramientas de administración que agregaran valor sinigual en los diferentes campos operativos.
- Conocer el método y las técnicas para elaborar manuales administrativos, ya que según sea el caso, es importante conocer cuál será el campo de acción empresarial donde se aplicará cada uno según la necesidad.
- Unificar los enfoques funcionales y de procesos para crear valor en una organización, en consecuencia, alcanzar los objetivos organizacionales.

### II.1.3. Según su clasificación

Se puede observar que existe mucha diferencia entre unas empresas y otras, se toman en cuenta todos los aspectos los cuales nos permiten, poder clasificarlas de distintas formas.

Al mencionar que dichas empresas, cuentan con funciones, funcionarios y aspectos distintos, a continuación, se presentan los tipos de empresas según sus ámbitos y su

producción.

#### II.1.4. Según la actividad o giro

Las empresas pueden clasificarse, de acuerdo con la actividad que desarrollen, en:

- Empresas del sector primario.
- Empresas del sector secundario
- Empresas del sector terciario. (Definición, 2011)

**Figura 1**

Clasificación de los manuales



Fuente: Elaboración propia (2019).

#### II.1.5. Manuales de procedimientos

Estos manuales de presentarse por escrito, en forma narrativa y secuencial, en donde se debe mencionar cada una de las operaciones que se realizan en un procedimiento o proceso, para lo cual se anota el número de operación, el nombre de las áreas responsables de llevarlas a cabo y, en la descripción, explicar en qué consiste, cómo,

dónde y con qué se llevan a cabo. Si la descripción del procedimiento o proceso es general y comprende varias áreas, debe anotarse la unidad administrativa que tiene a su cargo cada operación; si se trata de una descripción detallada dentro de una unidad administrativa, tiene que indicarse el puesto responsable de cada operación y a quien corresponde.

#### II.1.6. Ventajas de los manuales administrativos

- Integra y mantiene un sólido plan de organización, con esto se logra que cada colaborador este consciente del papel que juega dentro de la organización.
- Establece dentro de sus mecanismos de control que todos los interesados tengan una adecuada comprensión del plan general, de sus propios papeles y relaciones pertinentes al puesto.
- Logra encontrar el punto exacto de cada proceso y da a entender de mejor manera el estudio de los problemas de organización y de los desafíos que enfrenta cada proceso.
- Establece los límites de cada tarea con el fin de evitar conflictos jurisdiccionales y la yuxtaposición de funciones en cada uno de los departamentos de la organización.
- Sirve de ruta o guía eficaz para la preparación, clasificación y compensación de personal, puesto que, el alcance de objetivos organizacionales se ve expuesto desde todos los ángulos de la organización.
- Identifica y establece la responsabilidad de cada puesto y su relación con los demás, permite en muchas ocasiones que los colaboradores puedan crear equipos de trabajo que verdaderamente funcionen
- Define las fuentes de aprobación y el grado de autoridad de los diversos niveles de autoridad lo cual evita malos entendidos en el personal.

#### II.1.7. Desventajas de los manuales administrativos

- Algunas organizaciones evalúan la necesidad de un manual, por creer que son muy

pequeñas.

- Directivos creen que los manuales son demasiado caros, limitativo y laborioso preparar un manual y conservarlo al día.

- Se puede pensar que los colaboradores no se empeñaran por hacer algo más de lo que establece el manual

## **II.2. Planta de laminación**

Las plantas de laminación son espacios muy amplios destinados al proceso de manufacturación de la principal materia prima como lo es el acero, esta permite a través de sus instrumentos, es decir todo la maquinaria y equipo que se utiliza en la transformación del acero, cabe señalar que el equipo utilizado tiene un valor muy considerable dentro del mercado, ya que deben traerse del extranjero.

Por medio del proceso de laminación como bien lo estipula Enríquez (2010), “se modifican a formas comerciales los perfiles colados en lingoteras o en máquinas de colada continua. Algunas de estas formas son aptas para su empleo directo. Otras, han de sufrir modificaciones adicionales como el caso de la chapa o alambre”. (p. 1)

### **Figura 2**

Planta de laminación



Fuente: Planta de laminación de perfiles de Industrias del Acero, S.A.

### II.3. Estandarización y estabilidad de los procesos

Es interesante el punto de vista de Berciano (2010, p.55), quien indica: “en su forma más elemental, un laminador está constituido por dos o más cilindros que giran en sentidos contrarios entre sí. La distancia entre las superficies cilíndricas enfrentadas es siempre menor que el espesor inicial del lingote, por lo que éste, al pasar entre los dos cilindros se aplasta y se alarga proporcionalmente a la reducción de sección”.

Considerar que el objetivo de la laminación es producir una deformación permanente en el material de partida, aprovecha la ductilidad del acero, que es mucho mayor en caliente, ya que de lo contrario no podría alcanzar el grosor deseado. Para ello se hace pasar al material a laminar entre dos cilindros que giran a la misma velocidad y en sentido contrario y cuya separación es inferior al espesor del material de entrada.

La presión que ejercen los cilindros sobre el material hace que se reduzca el espesor del mismo, esto aumenta proporcionalmente, en consecuencia, la longitud del producto que emerge de los cilindros se hace más grande.

El equipo elemental para laminar se conoce como “caja de laminación”. Consta de una estructura que sirve de chasis y de unos cilindros que realizan la laminación. Los componentes principales de una caja son:

**Figura 3**

Caja de laminación



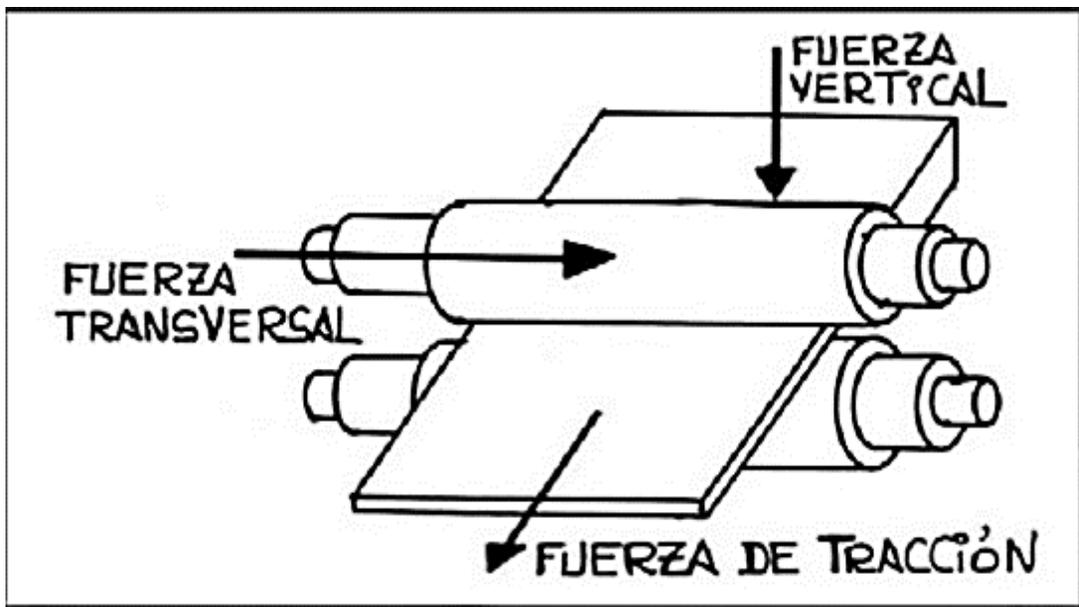
Fuente: Bascotecnia Steel (s.f.)

- Cilindros: Los cilindros para laminar planos son de tabla lisa, mientras que los destinados a obtener otras formas son perfilados (figuras 3 y 4). Para evitar la flexión de los cilindros por efecto de los elevados esfuerzos de la componente vertical, la longitud de la “tabla” no debe superar más de 3,5 veces el diámetro.

La superficie de los cilindros de laminación debe ser muy dura para reducir el desgaste. No obstante, el material debe ser tenaz, pues se ve sometido a fuertes sollicitaciones dinámicas durante el trabajo. Han de ser más duros que el acero a laminar.

**Figura 4**

Cilindros



Fuente: Blanco, Rodríguez, Torres. (s.f.)

- Laminación en caliente

Hay dos etapas en la laminación en caliente:

- Calentamiento y laminación desbastadora de los lingotes y estuches obtenidos en la colada en lingotera para transformarlos en blooms (palanquillas) o slabs (planchones), según sean los requerimientos.

Nuevo calentamiento seguido de laminación forjadora y acabadora de los blooms y slabs obtenidos en el paso anterior o en máquina de colada continua para obtener, respectivamente, largos o planos, según sea el perfil deseado.

En la laminación en caliente se aprovecha la ductilidad del acero, es decir, su capacidad de deformación que es tanto mayor cuanto más elevada sea su temperatura, la temperatura es un factor muy importante a observar en el proceso. Ésta oscila entre 800 °C y 1250 °C.

La concepción de los hornos de calentamiento, aunque el objetivo sea común (llevar las piezas a laminar hasta la temperatura prescrita para ello) varían en su diseño y operación, según se trate de trenes desbastadores o laminadores, por lo que se debe tener cuidado en el diseño de la planta y la maquinaria necesaria.

- Calentamiento de lingotes obtenidos en colada antigua

Al continuar con la laminación en caliente, como ya se ha dicho, se realiza a altas y elevadas temperaturas, lo que exige que el material esté a punto, es decir, a la temperatura adecuada, tanto en la superficie como en el interior. Es lo que se denomina “empapado”, lo que permitirá una ductilidad perfecta.

En fábricas integrales los hornos de calentamiento de lingotes utilizan como combustible una mezcla de gas de batería de coque y gas de horno alto, los dos son generados en la propia planta. En las siderúrgicas no integrales se utilizan combustibles exteriores, como gasoil o gas natural, los cuales se consiguen más fácilmente en el mercado.

El componente que provoque combustión de los quemadores puede ser aire soplado por un ventilador u oxígeno puro. Los hornos pueden ser “de fosa” o de cámara con recuperación de calor de los humos si el componente de combustión es aire.

El conjunto de una planta laminadora está compuesto por los hornos de recalentar, laminación propiamente dicha, sistemas de enfriamiento y los equipos de

empaquetado.

### II.3.1. Hornos.

Estos incluyen una barra empujadora que introduce la palanquilla fría por una ventana lateral. Esta palanquilla empuja a las demás y una ya caliente es forzada a salir por otra ventana situada en la pared opuesta. La palanquilla caliente cae a un transportador de rodillos comandados por el que llega, previamente despuntada, al tren de laminación para ejecutar el proceso de ductilidad del material.

### II.3.2. Tren de laminación

Hay que considerar obtener redondos de diámetro inferior a 10 mm se emplean trenes de serpenteo, los cuales han de ser de gran velocidad, ya que la ductilidad del acero decrece muy rápidamente al bajar de temperatura. El diámetro mínimo al que se llega con estos laminadores es de unos 4 mm. Si se desean diámetros más pequeños ha de recurrirse al trefilado o a la extrusión. Los cilindros dedicados a la elaboración de perfiles son acanalados, y reproducen en negativo la forma del perfil que se desea.

**Figura 5**

Tren de laminado



Fuente: Baranov, S. (s.f.)

#### **II.4. Elaboración de productos de acero**

La elaboración de producto de acero es el proceso de transformar el acero por medio de máquinas diversas utilizadas en la laminación y que dan como resultado la ductilidad de los materiales que han entrado a un proceso de transformación.

Cabe señalar que en los últimos años la tecnología en esta rama ha dado grandes saltos y ha hecho posible que actualmente se pueda manufacturar el acero, en cualquier forma y tamaño convenido con los clientes.

Salazar (2011), nos indica que “La fabricación de lingotes de acero comienza a partir de la clasificación de chatarra ferrosa de acuerdo con su densidad y composición química.

La misma es posteriormente cargada en cestas en donde se le agrega cal, coque (combustible obtenido de la destilación de la roca sedimentaria orgánica, un tipo de carbón mineral que contiene entre un 45 y un 85% de carbono calentada a temperaturas muy altas en hornos cerrados y a la cual añaden calcita para mejorar su combustión) y escorias sintéticas. Estas cestas son vaciadas en un horno, el cual funde la chatarra y le eleva la temperatura”. (p. 15)

Seguido el proceso, al momento de alcanzar los 1600°C se traslada el acero líquido al horno, donde se da el proceso de refinamiento, se ajustan todos los elementos químicos acorde a la composición requerida.

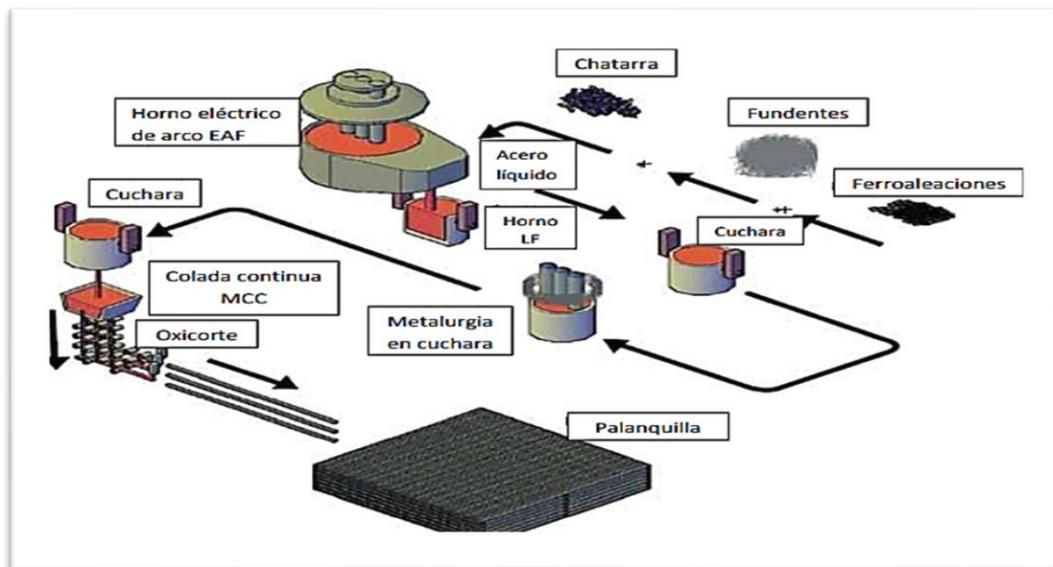
La etapa siguiente es llamada colada continua, el cual es un proceso siderúrgico en el que el acero es vertido directamente en un molde de fondo para su transformación en lingote, desplazable, cuya sección transversal tiene la forma geométrica del producto que se desea fabricar, en este caso la palanquilla.

Posteriormente, el acero líquido es procesado en la máquina de colada continua, convirtiéndose en lingotes de acero sólido, los cuales se deben enderezar y cortar a la

medida requerida para el proceso de laminación. Finalmente, los lingotes son enviados a bodegas abiertas para el proceso de enfriamiento y posterior traslado a las plantas de laminación.

**Figura 6**

Fabricación de palanquilla de acero



Fuente: Aceros de Guatemala: fabricación de palanquilla de acero (2019)

#### II.4.1. Tipos de perfiles

Según los requerimientos que los clientes soliciten a las diferentes empresas del sector metalúrgico, así también las empresas podrán satisfacer la demanda de los diferentes perfiles que se fabrican, dentro de estos perfiles se procesan:

- Angulares

Estos perfiles angulares se suelen utilizar principalmente en el sector de las estructuras metálicas y de acero para la construcción, así como para el sector de la fabricación de maquinaria, la herrería artesanal también es uno de sectores más demandantes de este tipo de perfil, ya que se fabrican puertas, balcones, verjas y todo tipo de herrería que necesite una casa.

**Figura 7**  
Tipos de perfiles



Fuente: Productos fabricados por Aceros de Guatemala

#### II.4.2. Especificaciones físicas del angular

Esta clase de perfil es laminado en caliente, cuya sección tiene forma de "L", sus lados son iguales y forman un ángulo de  $90^\circ$  entre sí. Este perfil después de ser laminado es enderezado en frío mediante el proceso de la sección de rodillos de enderezado de la planta de laminación, los cuales se encargan de ejercer presión sobre el perfil con el objetivo de corregir torceduras o defectos físicos.

Los ángulos estructurales o perfiles angulares se aplican en la construcción de estructuras metálicas livianas y pesadas, donde las partes van unidas por soldadura o apernadas y son capaces de soportar esfuerzos dinámicos. También son utilizados en estructuras remachadas, atornilladas o soldadas, este perfil es de gran utilidad por la

gran aplicación en la construcción.

#### II.4.2. Especificaciones físicas del angular

**Figura 8**

Especificaciones físicas de un angular

<b>Perfil Angular</b>			
<b>Descripción Ala x Espesor</b>	<b>Medidas (mm) nominales</b>		<b>Libras por unidad</b>
	<b>Ala</b>	<b>Espesor</b>	
3/4" x 1/8"	19	3,2	11,77
1" x 1/8"	285,4	3,2	16,00
1" x 3/16"	25,4	4,7	22,71
1 1/4" x 1/8"	31,7	3,2	21,1
1 1/4" x 3/16"	31,7	4,7	28,63
1 1/2" x 1/8"	38,1	3,2	24,77
1 1/2" x 3/16"	38,1	4,7	33,78
1 1/2" x 1/4"	38,1	6,4	44,40
2" x 1/8"	50,8	3,2	31,21
2" x 3/16"	50,8	4,7	44,01
2" x 1/4"	50,8	6,4	59,14

Fuente: Ficha técnica control de calidad, Aceros de Guatemala

#### II.4.3. Cuadrados

El perfil cuadrado suele ser suministrado en forma recta cuya sección transversal constante es cuadrada. El uso estructural es poco común, dadas las dificultades de conexión, pero es posible en estructuras livianas.

Se utiliza acero cuadrado como elemento de tracción y como perfil de relleno. Muchas empresas lo utilizan para la elaboración de productos denominados de hierro forjado, principalmente en ciudades con construcciones coloniales.

**Figura 9**

Perfiles cuadrados



Fuente: Planta de laminado, perfiles Aceros de Guatemala

#### II.4.3.1. Especificaciones Técnicas del perfil cuadrado

**Figura 10**

Especificaciones de perfil cuadrado

<b>Perfil Cuadrado</b>		
<b>Designación</b>	<b>Medida mm</b>	<b>Libras por unidad</b>
3/8"	9,5	9,10
1/2"	12,7	16,19

Fuente: Ficha técnica de Perfil Cuadrado. Aceros de Guatemala

#### II.4.4. Planos

Estos perfiles planos denominados también como hembras son perfiles con sección transversal rectangular, su principal uso es para estructuras donde se requiere una capacidad de soporte de carga alta. Es muy utilizado este tipo de perfil en las herrerías, debido a que pueden ser moldeables y pueden ser transformados en diferentes formas para crear adornos.

**Figura 11**

Perfil plano o hembra



Fuente: Planta de laminación de perfiles. Aceros de Guatemala

#### II.4.4.1. Especificaciones físicas del perfil plano

**Figura 12**

Especificaciones físicas del perfil plano

Descripción	Medidas (mm)		Libras por unidad
	Ala	Espesor	
1" x 1/8"	12,7	3,2	3,58
1" x 3/16"	19,0	3,2	6,55
1" x 1/4"	25,4	3,2	8,60

Fuente: Planta de laminación de perfiles. Aceros de Guatemala

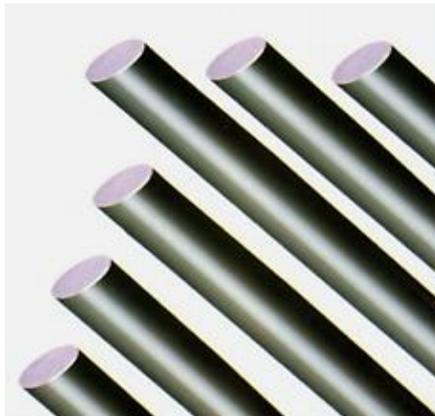
#### II.4.5. Lisos

Cabe mencionar que, este tipo de perfiles es utilizado para la fabricación de eslabones, estribos y otros trabajos de herrería, tiene sección transversal redonda de diferentes medidas. La tipología específica de este material es la construcción metálica ligera y sus aplicaciones directas de tracción. Es muy utilizado en la elaboración de balcones de tipo colonial.

#### II.4.6. Redondos

**Figura 13**

Perfiles Redondos



Fuente: Planta de laminación de perfiles. Aceros de Guatemala

##### II.4.6.1. Especificaciones físicas del perfil redondo

**Figura 14**

Especificaciones físicas del perfil redondo

Diámetro Nominal	Medida mm	Libras por unidad	
		6 m	9 m
3/8"	9,3	7,23	10,85
1/2"	12,5	12,88	19,32
5/8"	15,6	20,62	30,32
3/4"	18,8	29,68	44,11

Fuente: ficha técnica, Aceros de Guatemala

## II.4.7. Corrugado

**Figura 15**

Especificaciones físicas del perfil corrugado



Fuente: Planta de laminado. Aceros de Guatemala

### II.4.7.1. Especificaciones técnicas del perfil corrugado

**Figura 16**

Especificaciones técnicas del perfil corrugado

Número Designación	Diámetro Nominal (pulg.)	Especificaciones del empaque Varilla por Quintal			
		6 mts.	9 mts.	12 mts.	15 mts.
3	3/8	13.500	9.000	6.750	5.400
4	1/2	7.606	5.070	3.803	3.042
5	5/8	4.871	3.247	2.436	1.948
6	3/4	3.382	2.255	1.691	1.353
7	7/8	2.485	1.657	1.243	0.994
8	1	1.903	1.269	0.951	0.761
9	1 1/8	1.494	0.996	0.747	0.598
10	1 1/4	1.180	0.787	0.590	0.472
11	1 3/8	0.956	0.637	0.478	0.382

Fuente: Ficha técnica. Perfil hierro corrugado. Aceros de Guatemala

## **II.5. Proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas**

Los procesos son diversas fases a las que se somete un elemento para obtener un cambio que se desea. Álvarez dijo: “En el lenguaje común, existe una diferencia clara entre los conceptos de “proceso” y “procedimiento”; el “proceso” implicaría una serie de actos o fenómenos que se suceden en el tiempo, mientras que el “procedimiento” es un método, un esquema, una forma de hacer las cosas”.

Notamos que los elementos que destaca Álvarez son importantes, y son importantes de definir dado que, si no se posee una claridad de los conceptos, será difícil entonces determinar los lineamientos que se deben seguir.

De lo anterior sabemos que los procesos suceden en función del tiempo y que los procedimientos son esquemáticos en su forma de realizarlos, ambos deben conformar elementos importantes al definir las actividades a realizar para la transformación de un elemento o material del cual se desea realizar.

Existen diversas formas de proceso, estas diversas formas son importantes de identificar pues como es bien conocido, en muchas ocasiones se utiliza la frase “no son las personas, son los procesos” porque no hay claridad de los procesos y peor aún no hay un entendimiento genuino de lo que quizá es un proceso, por tal razón es importante destacar algunos tipos de procesos.

Según Montenegro (2009)

La razón para detenerse, aunque sea con brevedad, en los diferentes modelos de procesos, es la necesidad que tiene el diseñador de saber de qué tipo de herramientas dispone para sus necesidades y cuáles son los impactos de elegir uno u otro tipo de procesos, antes de tomar una decisión.

- Procesos síncronos

Definición: Se trata de aquellos procesos que establecen un diálogo síncrono con su

contrapartida, sea éste un servidor, un Web Service externo o cualquier otra transacción, externa o interna.

- Procesos colaborativos

Se trata de aquellos procesos en los cuales existe la participación de un tercero que tiene que llevar a cabo una tarea en nuestro proceso. Esta tarea se reflejará en una aportación de información o el lanzamiento de otro proceso dentro o fuera del ámbito de nuestro sistema.

- Procesos en tiempo real (on-line).

Definición: Se trata de los procesos que ejecutan tareas para cada uno de los expedientes de forma individual. Entran en esta categoría, al menos, todas las transacciones hechas para seres humanos, aunque puedan disparar después acciones masivas.

- Procesos por lotes (batch processing).

Se trata de los procesos que ejecutan unas tareas de forma masiva. Esto quiere decir que seleccionarán todos los expedientes para los cuales hay que hacer una determinada tarea y la harán en bloque para todos ellos.

De lo anterior que menciona Montenegro provee una idea clara desde la perspectiva de los modelos de proceso, y algo más importante de destacar Montenegro (2009) dijo: “El proceso secuencial es la descripción más inmediata e intuitiva, que suele consistir en una secuencia de tareas encadenadas. Incluso las personas de mente menos orientada al proceso consiguen identificar con bastante precisión los hitos o actividades principales del proceso ideal, es decir de aquel en que todo llega a buen término sin errores. Es también muy intuitivo, una vez diseñada la secuencia, identificar la condición que cumplen todos los expedientes que pasan por esa tarea”.

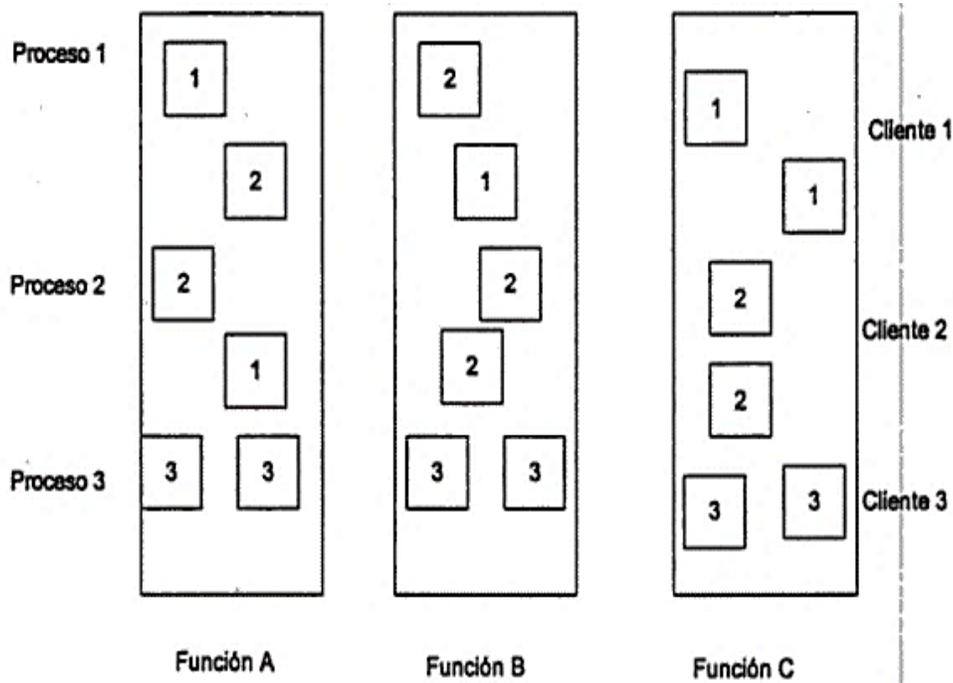
Es en esta última definición de Montenegro donde se centra la atención

correspondiente dado que el proceso secuencial es inmediato e intuitivo en donde personas con mente menos orientadas a procesos identifican los elementos de una manera rápida y es fácil de procesar y trabajar.

Al tener claro lo anterior la pregunta sería la misma pregunta que plantea Juan Ángel Alarcón González en su libro Reingeniería de los procesos donde cuestiona: “¿Por qué actuar sobre los procesos?, El mismo da una respuesta firme y dice Alarcón: “Según se ha dicho anteriormente, un proceso es un conjunto de actividades que, con un input recibido, es capaz de crear un producto de valor para el cliente”.

**Figura 17**

Alarcón tiene un gráfico donde muestra este elemento



Fuente: Alarcón, P.19 Reingeniería de los procesos

### II.5.1. Definición de varillas corrugadas

Es necesario tener una definición clara de lo que es la varilla corrugada para ello en el libro de organización y control de obras castro dijo: “Tubos de acero corrugado y galvanizado son los conductos construidos con chapas de acero corrugadas y

galvanizadas, normalmente curvadas, que se unen mediante pernos y tuercas, para formar secciones cerradas.

La forma, dimensiones y tolerancias de los tubos de acero corrugado serán las definidas en proyectos. Se utilizarán formas y corrugaciones de las chapas que hayan sido ampliamente sancionadas por la práctica”.

Esto da un panorama de lo que son las varillas corrugadas. Al unir el aspecto de los procesos y este aspecto, se puede comprender que los procesos de empaquetado y corte de varillas corrugadas son importantes y que son claves en el desarrollo de este mismo.

### **Figura 18**

Varillas corrugadas



Fuente: Donau Stahl Handel (s.f.)

#### II.5.2. Proceso de producción de la varilla corrugada

Villavicencio (2014) dice: El proceso comienza en el horno de recalentamiento.

La materia prima es transportada por montacargas hasta el área de carga al horno, donde es verificada su rectitud.

La palanquilla para alcanzar la temperatura ideal y ser transformada en producto final, tiene un tiempo de 2:30 horas aproximadamente.

La palanquilla egresa del horno a una temperatura de 1200°C.

El proceso de producción de la varilla corrugada es un proceso que se realiza a altas temperaturas en donde no se debe olvidar utilizar el equipo de protección personal.

Al tener la varilla se procede al elemento de corte.

**Figura 19**

Proceso de producción de la varilla corrugada



Fuente: Grupo empresarial BSV (s.f.)

**Figura 20**

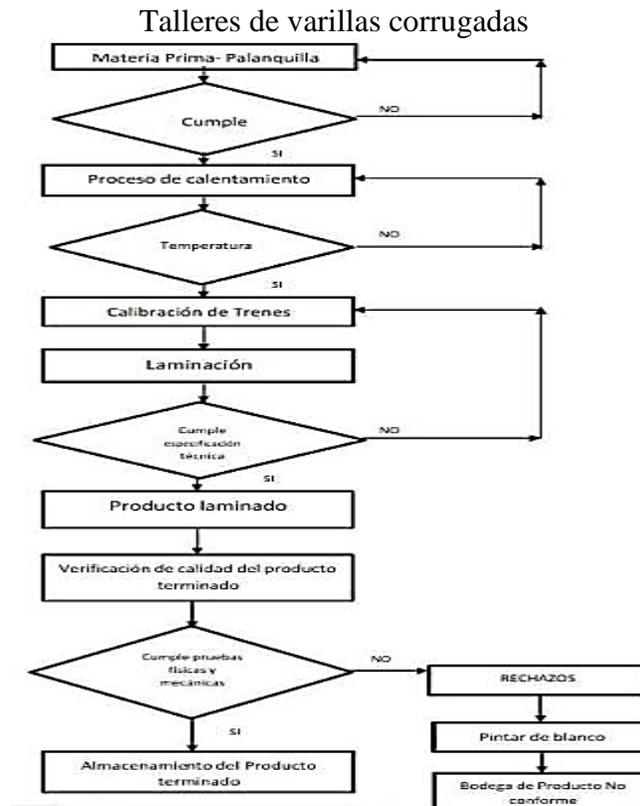
Talleres de varillas corrugadas



Fuente: Talleres y Aceros, S.A. (s.f.)

El proceso de producción lo podemos ver definido por el siguiente diagrama elaborado por Villavicencio:

**Figura 21**



Fuente: Villavicencio (2014)

## II.6. Buenas prácticas de manufactura en planta de acero

De acuerdo a lo mencionado por Torres (2009)

Las buenas prácticas de manufactura, son normas emanadas por el ministerio de Salud para regular a todas las empresas de alimentos que operan en Guatemala, son normas dirigidas a conseguir la inocuidad de los alimentos que elaboran las empresas de alimentos, así como también para garantizar la sanitización de las instalaciones de operación de las fábricas de alimentos, dichas normas cobraron importancia a raíz de la ley de unificación aduanera de todos los Países Centro Americanos que entro en vigencia a finales del 2007.

Las buenas prácticas de manufactura son principios que iniciaron al tener como principal objetivo la industria de alimentos pero que se han extendido a diferentes mercados y diferentes empresas como lo es en este caso la de acero.

“Las Buenas Prácticas de Manufactura son normas emitidas por el Ministerio de Salud, para regular a todas las empresas de alimentos especialmente, sin embargo, sus principios pueden ser utilizados en empresas de otras índoles para asegurar un ambiente sano y seguro para los trabajadores”. (González, 2012, p.17)

Estos principios son cubiertos y contemplados en diferentes áreas y aspectos, los cuales se abordarán y permitirán conocer las mejores prácticas para la planta de acero.

#### II.6.1. BPM en edificios

Según Torres (2009):

Entre las actividades que se pueden aplicar para mantener los alrededores limpios se incluyen, pero no se limitan a:

Almacenamiento de equipo en desuso de forma adecuada, remover basura y desperdicios, recortar la grama, eliminar la hierba, y todo aquello dentro de las inmediaciones del edificio, que pueda contribuir una atracción o refugio para los insectos y roedores.

Mantener patios y lugares de estacionamiento limpios para que estos no se constituyan una fuente de contaminación.

Mantenimiento adecuado de los drenajes de la planta para evitar contaminación e infestación.

Operación en forma adecuada de los sistemas para el tratamiento de los desperdicios.

Estos son algunos de los elementos que Torres indica, sin embargo, cada planta debe tomar las medidas pertinentes necesarias para garantizar que sus edificios cuentan con

los lineamientos de buenas prácticas de manufactura que garantice un buen cumplimiento en todo el proceso.

Lo anterior también permitirá tener a sus trabajadores protegidos y comprometidos con mantener las buenas prácticas de manufactura que en el término final procesos claramente definidos permitirán a los colaboradores poderlos cumplir y apoyar en el proceso de buenas prácticas de manufactura, por el contrario, procesos poco definidos y no bien estructurados no permiten que el personal pueda concentrarse y cumplir con lo que se espera de ellos y el impacto en la empresa en términos de las buenas prácticas de manufactura.

#### II.6.2. Buenas prácticas de manufactura en Instalaciones Físicas

Las instalaciones físicas al igual que los edificios juegan un papel muy importante en el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura y deben verse y analizarse varios factores que garanticen el cumplimiento de estas y uno de ellos es el de las instalaciones físicas.

Según Torres (2009):

Los edificios y estructuras de la planta serán de un tamaño, construcción y diseño que faciliten su mantenimiento y las operaciones sanitarias para cumplir con el propósito de la elaboración y manejo de los alimentos, así como del producto terminado en forma apropiada.

Los edificios e instalaciones deberán ser de tal manera que impidan que entren animales, insectos, roedores y/o plagas u otros contaminantes del medio como humo, polvo, vapor u otros.

Los edificios e instalaciones deberán incluir un área específica para vestidores, con muebles adecuados para guardar implementos de uso personal.

Estos son algunos de los elementos que destaca torres en las buenas prácticas de

manufactura, las plantas de acero deberán garantizar aspectos importantes en sus plantas, como la ubicación de la maquinaria en el cual deben elaborar un croquis y ubicar los mejores espacios y lugares que no causen riesgos en el entorno y hacia los trabajadores.

De acuerdo al tipo de maquinaria que se utiliza, deberán identificarse los botones de seguridad que detienen la maquinaria en caso ocurra un accidente o una emergencia que amerite el detener el proceso, todo esto debe estar dentro de la instalación física para garantizar el cumplimiento de buenas prácticas de manufactura.

La pintura en las instalaciones es otro elemento que se debe considerar dado que en la industria los colores tienen diferentes significados:

Según Torres (2009):

- A. Verde: Agua Caliente.
- b. Verde/rallas azules: Agua fría.
- c. Verde/rallas celestes: Agua destilada.
- d. Verde/rallas rojas: Agua para incendios.
- e. Celeste: Aire comprimido.
- f. Gris/rallas rojas: Vapor, incendios.
- g. Violeta/rallas amarillas: Ácidos y álcalis.
- h. Verde/rallas violetas: Aguas desecho de laboratorio.
- i. Negro: Aguas negras.
- j. Naranja: Servicios eléctricos.
- k. Amarillo ocre: Gases excepto el aire.

l. Café: Aceites minerales.

m. Gris plata: Vapor.

n. Rojo:

o. Amarillo:

Es importante dar a conocer el significado de los colores a cada uno de los trabajadores, operarios, supervisores y diferentes jefaturas, esto porque todos deben conocer los diferentes significados para poder contribuir con el proceso de buenas prácticas de manufactura dentro de las instalaciones.

Lo anterior permitirá tener un mismo nivel de comunicación y todos hablaran el mismo proceso, esta estandarización dará lugar a que esto pueda realizarse de forma adecuada dentro de las instalaciones.

Los colores también influyen en el estado de animo de la persona lo que hace necesario que haya colores acordes a lo que se realiza porque esto también repercute en la producción misma.

Los techos son elementos que también que se deben considerar en las buenas prácticas de manufactura.

Según Torres (2009)

a. Los techos deberán estar contruidos y acabados de forma que reduzcan al mínimo la acumulación de suciedad y condensación, así como el desprendimiento de partículas.

b. No son permitidos los cielos de techos falsos debido a que son fuentes de acumulación de basura y anidamiento de plagas.

Existen diferentes condiciones y análisis en los techos, estos deben ser previamente estudiados y analizados para poder tener condiciones adecuadas en las instalaciones

en esta materia.

No se debe olvidar que los factores determinantes de un techo son la impermeabilidad, duración, seguridad, pendiente, aislación térmica y aislación acústica y que los diferentes tipos de techos más conocidos son: Techos de dos aguas, techos dientes de sierra, techos curvo

**Figura 22**

Techos



Fuente: Metalmecánica P&H (2018)

**Figura 23**

Techos industriales



Fuente: Padilla & Portugal Constructores (s.f.)

## Figura 24

### Techos y estructuras



Fuente: Estructuras y Techos S.A. (2015)

#### II.6.2. Buenas Prácticas de manufactura Iluminación de los edificios

“Todo el establecimiento estará iluminado ya sea con luz natural y/o artificial, que posibilite la realización de las tareas”. (Torres, 2009, p. 130)

La iluminación son elementos importantes y fundamentales en el trabajo de las plantas, esto permite poder realizar buenas prácticas de manufactura, para establecer los lineamientos de lúmenes en las diferentes áreas de trabajo se debe consultar el acuerdo gubernativo 229-2014 y sus reformas, donde se explica de forma concreta, clara y ordenada cuales son las cantidades de lúmenes que se deben tener por áreas de trabajo dependiente la operación que realizan.

#### II.6.3. Buenas Prácticas de manufactura ventilación de los edificios:

Según Torres (2009)

a. Debe existir una ventilación adecuada para: evitar el calor excesivo, permitir la circulación de aire suficiente, evitar la condensación de vapores y eliminar el aire contaminado de las diferentes áreas.

b. La dirección de la corriente de aire no deberá ir nunca de una zona contaminada a

una zona limpia y las aberturas de ventilación estarán protegidas por mallas para evitar el ingreso de agentes contaminantes.

La ventilación es un elemento importante en las plantas porque permite que los elementos contaminantes en el aire puedan salir y proveer un aire limpio para quienes laboran.

#### II.6.4. Buenas prácticas de manufactura control de plagas

Según Torres (2009)

La planta debe contar con un programa escrito para controlar todo tipo de plagas, que incluya como mínimo:

- a. Identificación de plagas.
- b. Mapeo de estación.
- c. Productos aprobados utilizados.
- d. Hojas de seguridad de los productos.

Los productos químicos utilizados dentro y fuera del establecimiento deben estar registrados en el respectivo Ministerio de Salud y aprobados por EPA (Agencia de protección del medio ambiente).

Toda planta debe contar con su control de plagas que garantice la no inclusión de plagas dentro de la misma, algunos elementos característicos pueden ser las barreras físicas que impidan el ingreso de plagas, inspecciones periódicas, etc.

#### **II.7. Legislación Nacional**

Existen diversos lineamientos legales que sobre salen en todos estos procesos a realizar, basarse en las leyes y reglamentos de país y locales es clave para mantener una estructura legal sólida que garantice el libre ejercicio de las operaciones.

### II.7.1. Reglamento de localización industrial

En la municipalidad de Guatemala existe un reglamento específico de localización industrial que, aunque es diseñado específicamente para Guatemala, muchos de sus artículos son utilizables para cualquier departamento y hace referencia al código civil como una manera íntegra de realización de las actividades.

Artículo 465. “El propietario, en ejercicio de su derecho, no puede realizar actos que causen perjuicio a otras personas y especialmente en sus trabajos de explotación industrial, está obligado a abstenerse de todo exceso lesivo a la propiedad del vecino”. (Código Civil)

Artículo 466. “El que sufre o está amenazado con un daño porque otro se exceda o abusa en el ejercicio de su derecho de propiedad, puede exigir que se restituya al estado anterior, o que se adopten las medidas del caso, sin perjuicio de la indemnización por el daño sufrido”. (Código Civil).

Artículo 467. “El propietario tiene derecho de defender su propiedad por los medios legales y de no ser perturbado en ella, si antes no ha sido citado, oído y vencido en juicio”. (Código Civil).

Artículo 468. “Nadie puede construir a menos de dos metros de distancia de una pared ajena o medianera, aljibes, pozos, cloacas, letrinas, acueductos, hornos, fraguas, chimeneas, establos ni depósitos de agua ni de materias corrosivas, sin construir las obras de resguardo necesarias y con sujeción a cuantas condiciones se prevengan en los reglamentos de policía y de sanidad.

Dentro de poblado se prohíbe depositar materias inflamables o explosivas, salvo lo que establezcan reglamentos especiales; e instalar máquinas y fábricas para trabajos industriales que sean peligrosos, nocivos o molestos”. (Código Civil).

Estos artículos dan la importancia legal que se tienen en el ámbito de las plantas y los espacio para asegurar la protección civil de los vecinos y personas que ocupan las

diferentes áreas.

## II.7.2. Aspectos legales de seguridad e higiene Industrial

“La Constitución Política es la más relevante en cuanto a leyes en la República de Guatemala y está sobre todas las demás. La sección séptima, de la Constitución Política de la República, tiene contemplada la salud, seguridad y asistencia social, especialmente en los Artículos 93 al 95 y el 100”. (González, 2012, p. 11)

### II.7.2.1. Constitución política de Guatemala

Artículo 93. “Derecho a la salud. El goce de la salud es derecho fundamental del ser humano, sin discriminación alguna”. (Constitución política de Guatemala).

Artículo 95. “La salud, bien público. La salud de los habitantes de la Nación es un bien público. Todas las personas e instituciones están obligadas a velar por su conservación y restablecimiento”. (Constitución política de Guatemala).

Artículo 100. “El Estado reconoce y garantiza el derecho a la seguridad social para beneficio de los habitantes de la Nación. Su régimen se instituye como función pública, en forma nacional, unitaria y obligatoria. El Estado, los empleadores y los trabajadores cubiertos por el régimen, con la única excepción de lo preceptuado por el artículo 88 de esta Constitución, tienen obligación de contribuir a financiar dicho régimen y derecho a participar en su dirección, se procura su mejoramiento progresivo.

La aplicación del régimen de seguridad social corresponde al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, que es una entidad autónoma con personalidad jurídica, patrimonio y funciones propias; goza de exoneración total de impuestos, contribuciones y arbitrios, establecidos o por establecerse.

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social debe participar con las instituciones de salud en forma coordinada”. (Constitución política de Guatemala).

Es importante destacar la importancia que tienen los artículos de la constitución política de la república, de velar y garantizar la salud de los trabajadores, aspectos que no pueden ser violentados por ninguna entidad, empresa privada o pública, debe velarse por cumplirse lo descrito en la “Carta Magna” de Guatemala.

En esto hay dos reglamentos que van alineados con la Constitución política de la República de Guatemala, estos son: El código de trabajo y el reglamento del IGSS.

El Código de Trabajo es la segunda ley más importante en cuanto al orden jerárquico. En la sección segunda y capítulo cuatro de este código, se habla de los reglamentos interiores de trabajo. Y en su Artículo 60, expone que debe comprender las reglas relativas a la seguridad e higiene industrial, para evitar riesgos en las zonas de trabajo. (González, 2012, p 11)

### II.7.3. Código de trabajo

Artículo 60. “El reglamento interior de Trabajo debe comprender las reglas de orden técnico y administrativo necesarias para la buena marcha de la empresa; las relativas a higiene y seguridad en las labores, como indicaciones para evitar que se realicen los riesgos profesionales e instrucciones para prestar los primeros auxilios en caso de accidente y, en general, todas aquellas otras que se estimen necesarias para la conservación de la disciplina y el buen cuidado de los bienes de la empresa”. (Código de trabajo).

Entendemos en este artículo la importancia desde la perspectiva del código de trabajo de la seguridad e higiene industrial que deben estar claramente especificados y definidos para los trabajadores.

En el reglamento del IGSS, González (2012) dijo: “En este conjunto de leyes se encuentra una variedad de artículos dedicados a contrarrestar los accidentes y lesiones en los empleados, así como, las obligaciones de los patronos, además de especificar los casos individuales de cualquier necesidad física de los empleados en términos de

su salud”.

Tanto el Ministerio de Trabajo como el IGSS en su compromiso por velar que las normas de salud e higiene industrial puedan cumplirse, actualizaron en el 2014 el reglamento de salud y seguridad ocupacional y lo establecieron en el acuerdo gubernativo 229-2014 el cual todas las empresas deben obedecer basadas en la naturaleza de sus actividades. Pero es claro el compromiso tanto de patronos como de trabajadores lo cual se puede ver en sus primeros artículos.

#### II.7.4. Reglamento de salud y seguridad ocupacional

Artículo 1. “El presente reglamento tiene por objeto regular las condiciones generales de Salud y Seguridad Ocupacional, en las cuales deben ejecutar sus labores los trabajadores de entidades y patronos privados, del Estado, de las municipalidades y de las instituciones autónomas, semiautónomas y descentralizadas con el fin de proteger la vida, la salud y su integridad, en la prestación de sus servicios”. (Reglamento de salud y seguridad ocupacional).

Artículo 4. “Todo patrono o su representante, intermediario, proveedor, contratista o subcontratista, y empresas terceras están obligados a adoptar y poner en práctica en los lugares de trabajo, las medidas de SSO para proteger la vida, la salud y la integridad de sus trabajadores, especialmente en lo relativo:

- a. A las operaciones y procesos de trabajo.
- b. Al suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal, certificado por normas internacionales debidamente reconocidas.
- c. A las edificaciones, instalaciones y condiciones ambientales en los lugares de trabajo.
- d. A la colocación y mantenimiento de resguardos, protecciones y sistemas de emergencia a máquinas, equipos e instalaciones”. (Reglamento de salud y seguridad

ocupacional).

Artículo 6. “Se prohíbe a los Patronos:

- a. Poner o mantener en funcionamiento maquinaria o equipo que no esté debidamente protegida en los puntos de transmisión de energía, en las partes móviles y en los puntos de operación.
- b. constituir como requisito para obtener un puesto laboral, el resultado de la prueba VIH/SIDA.
- c. Considerar la infección de VIH/SIDA, como causal para la terminación de la relación laboral.
- d. Discriminar y estigmatizar a las personas que viven con VIH/SIDA, de igual manera, violar la confidencialidad y el respeto a la integridad física y psíquica de la cual tienen derecho estas personas.
- e. Permitir la entrada a los lugares de trabajo a personas en estado etílico o bajo la influencia de algún narcótico o estupefaciente”. (Reglamento de salud y seguridad ocupacional).

La importancia que destaca el reglamento hacia los patronos en la búsqueda de mantener las condiciones de salud y seguridad industrial de manera que garantice la salud del colaborador. El reglamento también da lineamientos e indicaciones para los trabajadores.

Artículo 8. “Todo trabajador está obligado a cumplir con las normas sobre SSO, indicaciones e instrucciones que tengan por finalidad proteger su vida, salud e integridad corporal y psicológica.

Así mismo está obligado a cumplir con las recomendaciones técnicas que se le dan, en lo que se refiere al uso y conservación del equipo de protección personal que le sea suministrado, a las operaciones y procesos de trabajo indicados para el uso y

mantenimiento de la maquinaria”. (Reglamento de salud y seguridad ocupacional).

Con esto podemos entender que el espíritu del reglamento de salud y seguridad ocupacional lleva una responsabilidad compartida que debe acatarse y cumplirse, esta responsabilidad compartida tiene sus implicaciones y en donde nuestra empresa objeto de estudio del presente trabajo está también sujeta. Las implicaciones del patrono y los trabajadores son tal que debe existir un comité de salud y seguridad ocupacional constituido por representantes del patrono y representantes de los trabajadores.

Artículo 10. “Todo lugar de trabajo debe contar con un comité bipartito de SSO. Estos Comités Bipartitos de Salud y Seguridad Ocupacional, deben ser integrados con igual número de representantes de los trabajadores y del patrono, los cuales no deben ser sustituidos por ninguna clase de comisión o brigada que tengan funciones similares. Las atribuciones y actividades de estos comités deben estar debidamente autorizadas con su libro de actas.

Departamento de Salud y Seguridad Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Previsión Social o la Sección de Seguridad e Higiene del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, y sus funciones deben ser desarrolladas en el reglamento interior de trabajo correspondiente y los lugares de trabajo que cuenten con menos de diez trabajadores, deben contar con un monitor de salud y seguridad ocupacional quien tendrá a su cargo la gestión de prevención de riesgos laborales, sus atribuciones y actividades deben estar debidamente autorizados con su libro de actas.

Departamento de Salud y Seguridad Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Previsión Social o la Sección de Seguridad e Higiene del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social”. (Reglamento de salud y seguridad ocupacional).

Con esto en mente se deben elaborar todos los procesos establecidos en la empresa “INDUSTRIA DEL ACERO, S.A.” dado que los temas de seguridad y aspectos legales pueden representar pérdidas financieras para la empresa.

### **III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Se presenta a continuación los cuadros y las gráficas obtenidas en el trabajo de campo realizado por el investigador; las que se clasifican de la manera siguiente:

Del cuadro y gráfica del 1 a la 5, se refiere a la comprobación de la variable dependiente; del cuadro y grafica 6, se obtienen los datos para comprobar la variable independiente o causa principal.

Se hace la observación que con el cuadro y grafica 1 se comprueba la variable dependiente; y, con el cuadro y grafica 6 se comprueba la variable independiente contenida en la hipótesis de trabajo formulada

### III.1. Cuadros y gráficas para la comprobación del efecto o variable dependiente

(Y)

(Personal financiero)

**Cuadro 1**

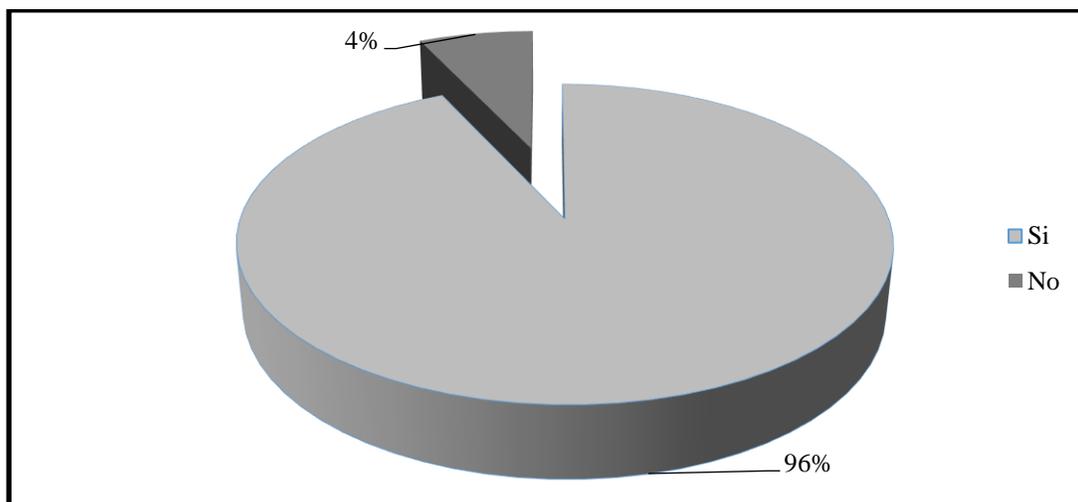
Existencia de pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A., Escuintla, Escuintla, en los últimos 5 años.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	24	96
No	1	4
Totales	25	100

Fuente: Información obtenida del personal departamento financiero de la Planta de Laminación, INDUSTRIA DEL ACERO S.A.

**Gráfica 1**

Existencia de pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A., Escuintla, Escuintla, en los últimos 5 años.



Fuente: Información obtenida del personal departamento financiero de la Planta de Laminación, INDUSTRIA DEL ACERO S.A.

#### Análisis

Se puede apreciar en el cuadro y grafica anteriores, que el 96 % de los encuestados consideran que existen pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A., Escuintla, Escuintla, en los últimos 5 años. Y el 4 % considera que no. Con esto se comprueba la variable dependiente.

## Cuadro 2

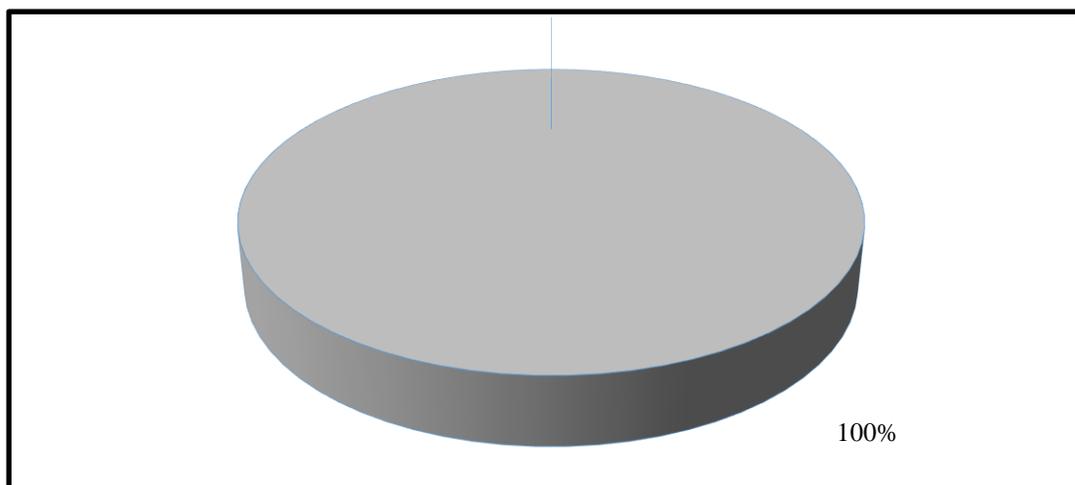
Las pérdidas financieras en la Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A., se deben a la falta de un manual para la estandarización en el proceso de producción de varillas corrugadas.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	25	100
No	0	0
Totales	25	100

Fuente: Información obtenida del personal departamento financiero de la Planta de Laminación, INDUSTRIA DEL ACERO S.A.

## Gráfica 2

Las pérdidas financieras en la Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A., se deben a la falta de un manual para la estandarización en el proceso de producción de varillas corrugadas.



Fuente: Información obtenida del personal departamento financiero de la Planta de Laminación, INDUSTRIA DEL ACERO S.A.

## Análisis

Se puede apreciar en el cuadro y grafica anteriores, que el 100 % de los encuestados consideran que las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A se deben a la falta de un manual para la estandarización en el proceso de producción de varillas corrugadas. Con esto se comprueba la variable dependiente.

### Cuadro 3

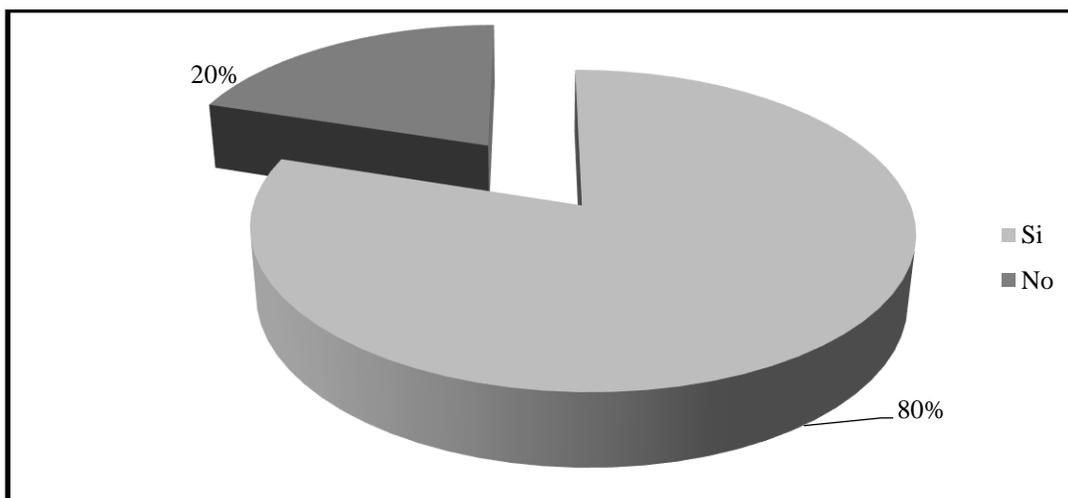
Las pérdidas financieras en la Planta de laminación de varillas corrugadas de Industria del Acero S.A., se deben al mal funcionamiento de equipos para producción de varillas corrugadas.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	20	80
No	5	20
Totales	25	100

Fuente: Información obtenida del personal departamento financiero de la Planta de Laminación, INDUSTRIA DEL ACERO S.A.

### Gráfica 3

Las pérdidas financieras en la Planta de laminación de varillas corrugadas de Industria del Acero S.A., se deben al mal funcionamiento de equipos para la producción de varillas corrugadas.



Fuente: Información obtenida del personal departamento financiero de la Planta de Laminación, INDUSTRIA DEL ACERO S.A.

### Análisis

Se puede apreciar en el cuadro y grafica anteriores, que el 80 % de los encuestados consideran que con un plan de mantenimiento preventivo reduce las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A se deben a la falta de un manual para la estandarización en el proceso de producción de varillas corrugadas. Y con el 20 % se comprueba la variable dependiente.

#### Cuadro 4

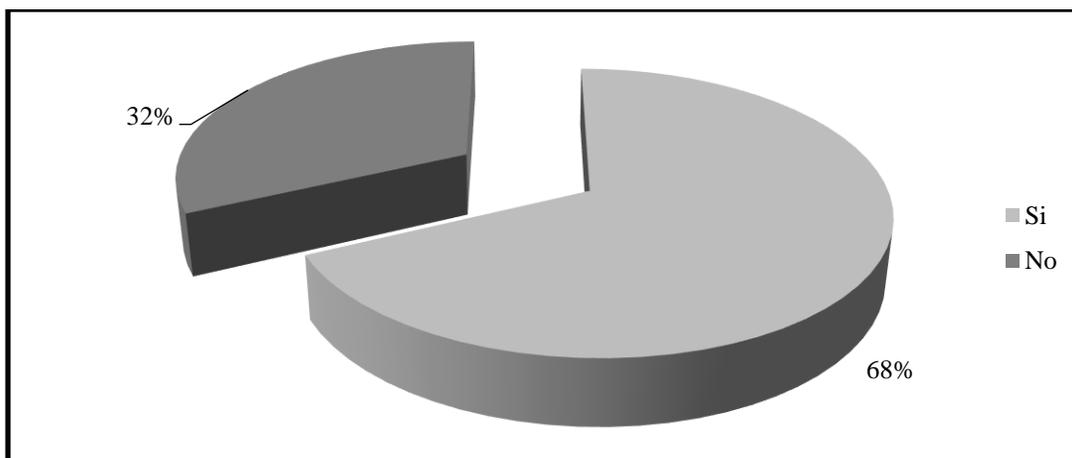
Las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas de Industria del Acero S.A., se deben a la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	17	68
No	8	32
Totales	25	100

Fuente: Información obtenida del personal departamento financiero de la Planta de Laminación, INDUSTRIA DEL ACERO S.A.

#### Gráfica 4

Las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas de Industria del Acero S.A., se deben a la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas.



Fuente: Información obtenida del personal departamento financiero de la Planta de Laminación, INDUSTRIA DEL ACERO S.A.

#### Análisis

Se puede apreciar en el cuadro y grafica anteriores, que el 68 % de los encuestados consideran que las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A., se deben a la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, son frecuentes, a diferencia que el 32 % consideran que no. Con esto se comprueba la variable dependiente.

### Cuadro 5

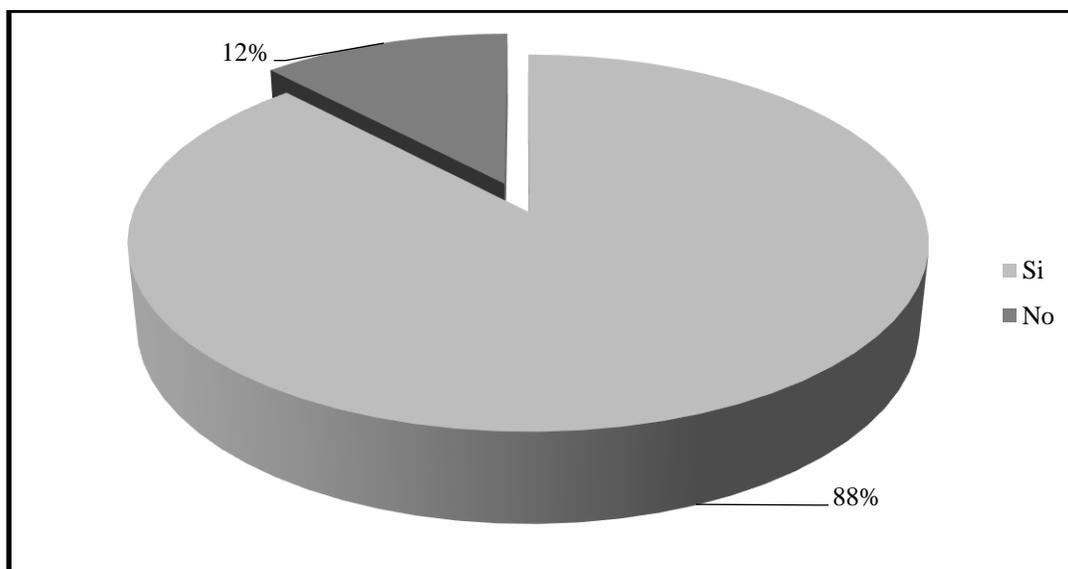
Las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas de Industria del Acero S.A., se pueden reducir al implementar un manual de estandarización.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	22	88
No	3	12
Totales	25	100

Fuente: Información obtenida del personal departamento financiero de la Planta de Laminación, INDUSTRIA DEL ACERO S.A.

### Gráfica 5

Las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas de Industria del Acero S.A., se pueden reducir al implementar un manual de estandarización.



Fuente: Información obtenida del personal departamento financiero de la Planta de Laminación, INDUSTRIA DEL ACERO S.A.

### Análisis

Se puede apreciar en el cuadro y grafica anteriores, que el 88 % de los encuestados consideran que las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A se pueden reducir al implementar un manual de estandarización. Y con el 12 % se comprueba la variable dependiente.

### III.2. Cuadros y gráficas para la comprobación de la causa o variable independiente (X)

(Personal operativo)

**Cuadro 6**

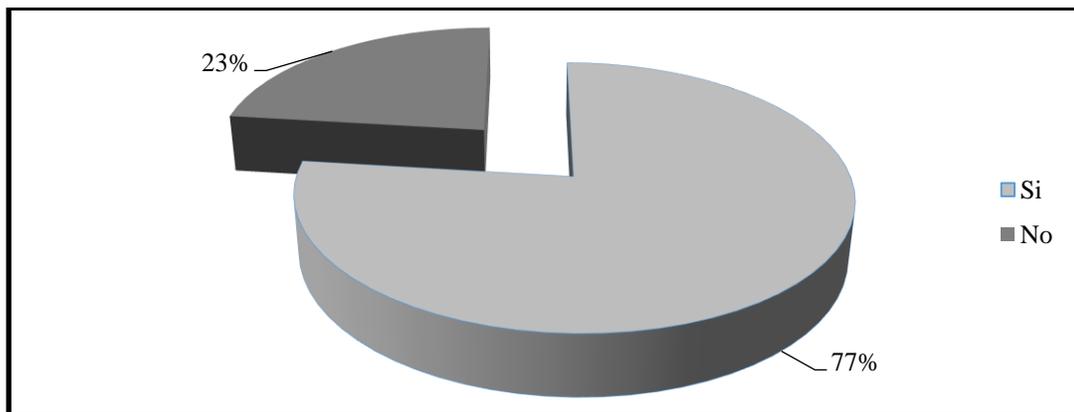
Falta de un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en la Planta de Laminación, Industria del Acero S.A., Escuintla, Escuintla.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	33	77
No	10	23
Totales	43	100

Fuente: Información obtenida del personal operativo del departamento de producción de la empresa

**Gráfica 6**

Falta de un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en la Planta de Laminación, Industria del Acero S.A., Escuintla, Escuintla.



Fuente: Información obtenida del personal operativo del departamento de producción de la empresa

#### Análisis

Se puede apreciar en el cuadro y grafica anteriores, que el 77 % de los encuestados consideran que falta un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en la Planta de Laminación, Industria del Acero S.A., Escuintla, Escuintla. Y con el 23 % se comprueba la causa principal.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **IV.1. Conclusiones**

1. Se comprueba la hipótesis: “Las pérdidas financieras en Planta Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, en los últimos cinco años, por la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, es debido a la falta de un manual de estandarización”.
2. Pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla
3. Falta de un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO”, Escuintla, Escuintla.
4. Inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO”, Escuintla, Escuintla.
5. Para reducir las pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, se debe de capacitar al personal.

## **IV.2. Recomendaciones**

1. Implementar la propuesta: Un plan para reducir las pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla.
2. Estabilizar el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO”, Escuintla, Escuintla.
3. Crear un manual de mantenimiento preventivo que ayudará a reducir las pérdidas financieras por corte y empaquetado de varillas corrugadas, en planta de Laminación INDUSTRIA DEL ACERO”, Escuintla, Escuintla.
4. Supervisar el corte y empaquetado de varillas corrugadas para reducir la falta de pérdidas financieras.
5. Capacitar al personal para reducir las pérdidas financieras en la planta de laminación de la INDUSTRIA DEL ACERO”, Escuintla, Escuintla.

## Bibliografía

### Textos

1. Alarcón, J. (1998). Reingeniería de procesos empresariales: *Teoría y práctica de la Reingeniería de la empresa a través de su estrategia, sus procesos y sus valores corporativos*. Fundación Confemetal: España.
2. Castro, D. y Aja, L. (2005). *Organización y control de obras*. Servicio Publicaciones de la Universidad de Cantabria: España.
3. Devenport H. T. (1996). *Innovación de procesos*. Madrid: Díaz de Santos, 1996.
4. Evans, J. R. *Administración y control de calidad*. México: Cengage Learning, 2008.
5. Hansen, G, et al (1994). *Control de calidad teoría y aplicación*. Madrid: Díaz de Santos.
6. Juran, J.M. (1990). *Manual de Control de Calidad*. Madrid. Reverte.
7. Navarro, J. (2003). *Estadística Aplicada*. Madrid: Díaz de Santos
6. Render, B. (2004). *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson Educación,
7. Walpole, R. E.; Myers, R. H.; Myers, S. (1999). *Probabilidad y estadística y para ingenieros*. 6ª ed México: Pearson Educación.

### Tesis

8. Montenegro S. (2009). Metodología de definición de procesos. Proyecto Fin de carrera. Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid.
9. González, E. (2012). *Mejoramiento de Instalaciones y condiciones de trabajo para*

*la administración de la seguridad e higiene industrial en la empresa Industrias MAGA.* Facultad de Ingeniería Mecánica Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala.

10. Salzar, P. (2011). *Propuesta de Mejoramiento de eficiencia del proceso de laminación de perfiles a través de la disminución de la pérdida metálica para industria metalmecánica.* Facultad de Ingeniería Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala.
11. Villavicencio, C. (2014). *Diseño y Optimización del Sistema de Producción: Proceso de fabricación de la varilla de acero de la Empresa Andec S.A.* Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil, Ecuador.

### **E-grafía**

12. Alvarez A. (s.f). *Apuntes de Derecho Procesal laboral, Procesos y procedimientos.* Obtenido de: <https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/6871/Procesal4.pdf?sequence=32> Fecha de visita 07/05/2019/Hora:7:00 P.M.

### **Leyes**

13. Constitución Política de la República de Guatemala, Asamblea Nacional Constituyente, 1986.
14. Congreso de la República de Guatemala. --Código de Trabajo, Decreto Número 1441 - 1941.
15. Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional. Acuerdo Gubernativo Número 229-2014.

## **Anexos**

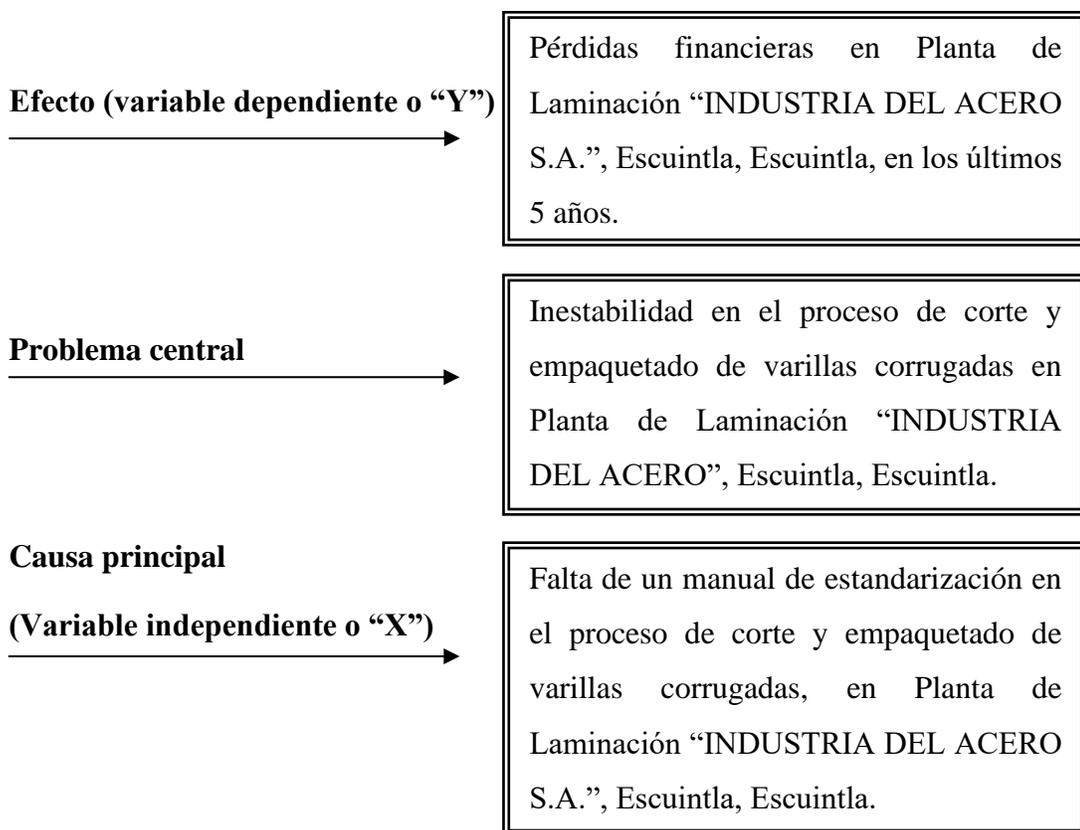
## Índice de anexos

No.	Contenido	Página
1	Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.....	01
2	Diagrama del medio de solución de la problemática.....	03
3	Boleta de investigación para la comprobación del efecto general.....	04
4	Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal.....	06
5	Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra.....	07
6	Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.....	08
7	Anexo metodológico de la proyección.....	09

## Anexo 1. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos

### Árbol de problemas

De acuerdo con la investigación realizada en Planta de Laminación de Varillas Corrugadas “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, y con la aplicación del método científico y del marco lógico fue posible identificar el siguiente problema central, así como la causa y efecto general:



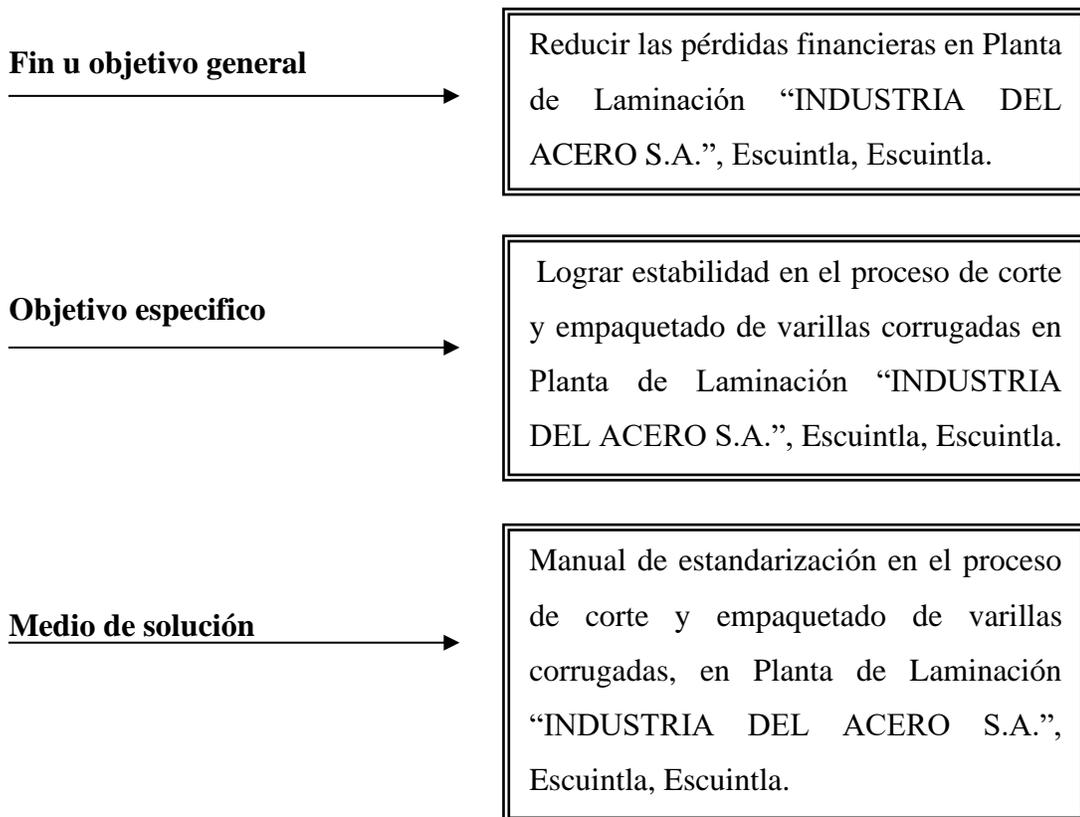
### Hipótesis causal:

“Las pérdidas financieras en Planta Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, en los últimos cinco años, por la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, es debido a la falta de un manual de estandarización”

**Hipótesis interrogativa:**

¿Es la falta de un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas y la inestabilidad, las causas de las pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, en los últimos 5 años?

**Árbol de objetivos**

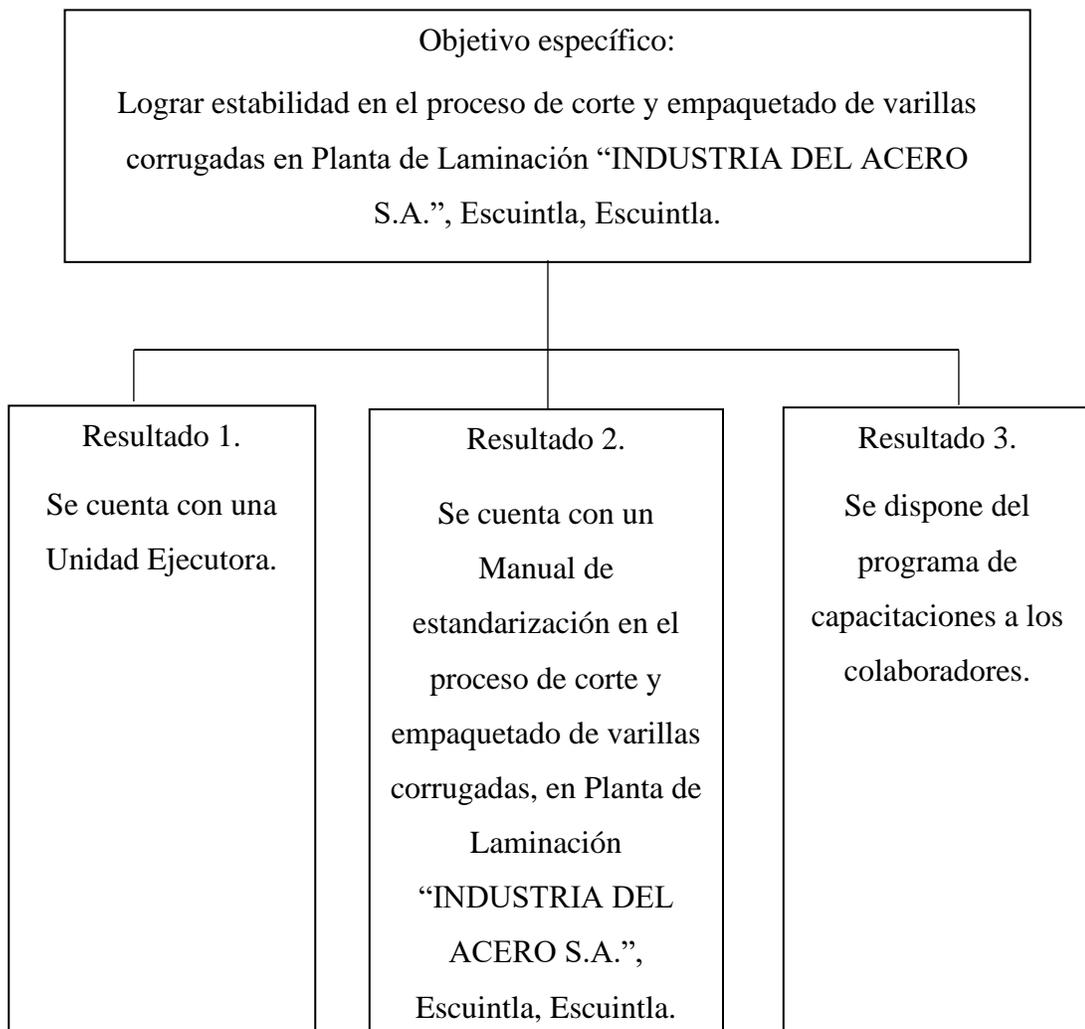


**Título de tesis:**

Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

## Anexo 2. Diagrama del medio de solución de la problemática

Con la finalidad de proporcionar a la Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, una solución para reducir las pérdidas financieras, se plantea la siguiente propuesta de solución a la problemática:



### **Anexo 3. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general**

Universidad Rural de Guatemala

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta tiene por objeto comprobar la variable dependiente: Pérdidas financieras en Planta de Laminación INDUSTRIA DEL ACERO S.A., Escuintla, Escuintla, en los últimos 5 años.

Esta boleta está dirigida al departamento financiero de la Planta de Laminación, INDUSTRIA DEL ACERO S.A.; Tamaño de la población es de 25 personas, se realizará un censo.

Instrucciones: A continuación, se les presentan varias preguntas a los que les deben responder y marcar con una “x” la respuesta que considere correcta.

1. ¿Sabe usted si existen pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A., Escuintla, Escuintla, en los últimos 5 años?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

2. ¿Cree usted que las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A se deben a la falta de un manual para la estandarización en el proceso de producción de varillas corrugadas?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

3. ¿Cree usted que las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, INDUSTRIA DEL ACERO S.A se deben a mal funcionamiento de equipos para la producción de varillas corrugadas?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

4. ¿Considera usted que las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A se deben a la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

5. ¿Considera usted que las pérdidas financieras en Planta de laminación de varillas corrugadas, Industria del Acero S.A se pueden reducir al implementar un manual de estandarización?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

#### **Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal**

Universidad Rural de Guatemala

Boleta de Investigación

Variable independiente

Objetivo: Esta boleta tiene por objeto comprobar la variable independiente: Falta de un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas en Planta de Laminación, INDUSTRIA DEL ACERO S.A., Escuintla, Escuintla.

Esta boleta de encuesta, está dirigida a personal operativo del departamento de producción de la empresa (43), mediante una encuesta.

Instrucciones: A continuación, se le presenta una pregunta a la que debe responder y marcar con una “x” la respuesta que considere correcta.

1. ¿Cree usted que hace falta un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en la Planta de Laminación, Industria del Acero S.A., Escuintla, Escuintla?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

## Anexo 5. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Anexo metodológico para el cálculo de la muestra

Población finita y cualitativa

A continuación, se desarrolla el anexo del cálculo de la muestra al 90% del nivel de confianza y al 10 % de error de muestreo por el método aleatorio de población finita cualitativa, que fue dirigida a los colaboradores de Empresa Industria del Acero S.A., Escuintla, Escuintla. El nivel de confianza considerado (Z) según la curva de Lorenz corresponde al valor de 1.645. Se aclara que se utilizó el 50% del valor “p”, debido a que no se contaban con investigaciones previas. Para recibir toda la información se tomó una muestra del total de los 43 colaboradores.

### Calculo del tamaño de la muestra Caso: Población finita cualitativa.

$$n = \frac{N Z^2 pq}{Nd^2 + Z^2 pq}$$

N =	43.00
Z =	1.645
Z <sup>2</sup> =	2.70603
p =	0.50
q =	0.50
d =	0.10
d <sup>2</sup> =	0.01
NZ <sup>2</sup> pq =	29.09
Nd <sup>2</sup> =	0.43
Z <sup>2</sup> pq =	0.68
Nd <sup>2</sup> + Z <sup>2</sup> pq =	1.11
<b>n =</b>	<b>26.29</b>

N= Población

Z= Valor "Z" en tabla

p= Probabilidad de éxito (Probabilidad que ocurra)

q= Probabilidad de fracaso (Probabilidad que no ocurra)

d= Margen de error permitido(determinado por el responsable de la investigación)

n= Muestra

## Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Este coeficiente es un indicador estadístico que indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento grafico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.95, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplifica es la siguiente:  $y = a + bx$ .

Los datos utilizados en las variables X y Y, representan la condición actual e histórica del efecto.

Año	X (años)	Y (Efecto) Pérdidas financieras en Planta de Laminación "INDUSTRIA DEL ACERO, S.A." (Quetzales)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2014	1	175500	175500	1	30800250000.00
2015	2	190250	380500	4	36195062500.00
2016	3	210963	632889	9	44505387369.00
2017	4	235149	940596	16	55295052201.00
2018	5	300000	1500000	25	90000000000.00
Totales	15	1111862	3629485	55	256795752070.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	3629485
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	256795752070.00
$\sum Y=$	1111862
$n\sum XY=$	18147425
$\sum X*\sum Y=$	16677930
NUMERADOR	1469495

FORMULA:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	1283978760350.00
$(\sum Y)^2=$	1236237107044.00
$n\sum X^2 - (\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2=$	47741653306
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)$	2387082665300.00
Denominador:	1545018.662
r=	0.951117961

### Análisis:

Al realizar el cálculo matemático estadístico se determinó un coeficiente de correlación equivalente a 0.95, este dato es estadísticamente aceptable por lo que se puede a realizar una proyección.

## Anexo 7. Anexo metodológico de la proyección

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió determinar el comportamiento de la variable tiempo respecto a casos sujetos de estudio en el tiempo con forme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente  $y = a + bx$

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables el coeficiente de correlación debe oscilar de  $\geq 0.80$  y  $\leq 1$ ; cuyo cálculo es parte integrante de este documento

A continuación, se presenta los cálculos y tabla de análisis de varianza para proyectar los datos correspondientes.

Proyección lineal  $Y = a + bx$

AÑO	X (años)	Y (Efecto) Pérdidas financieras en Planta de Laminación "INDUSTRIA DEL ACERO, S.A." (Quetzales)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2014	1	175500	175500	1	30800250000.00
2015	2	190250	380500	4	36195062500.00
2016	3	210963	632889	9	44505387369.00
2017	4	235149	940596	16	55295052201.00
2018	5	300000	1500000	25	90000000000.00
Totales	15	1111862	3629485	55	256795752070.00

n=	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	3629485
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	256795752070.00
$\sum Y =$	1111862
$n \sum XY =$	18147425
$\sum X * \sum Y =$	16677930
NUMERADOR	1469495
Denominador de b:	
$n \sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	29389.9
Numerador de a:	
$\sum Y =$	1111862
$b * \sum X =$	<b>440848.5</b>
Numerador de	
a:	<b>671013.5</b>
a=	<b>134202.7</b>

FORMULAS:

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

FORMULAS:

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

ECUACION DE LA RECTA $Y= a+(b*x)$				
Y=	a	+	(b * X)	
Y=	134202.7	+	29389.9	X
Y=	134202.7	+	29389.9	6
Y=	310542.1			

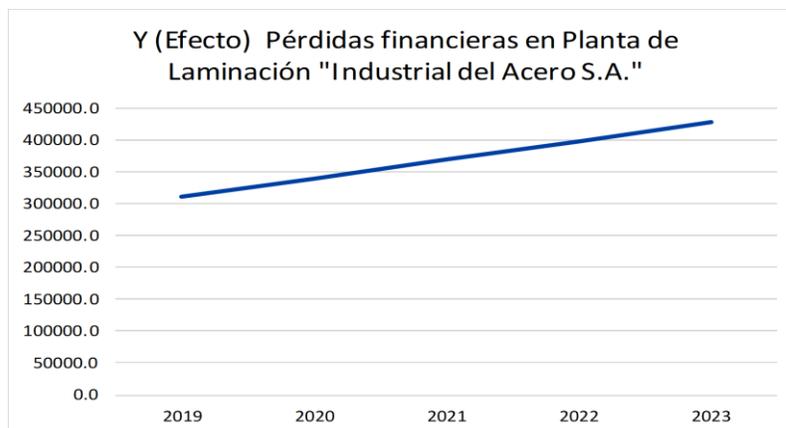
ECUACION DE LA RECTA $Y= a+(b*x)$				
Y=	a	+	(b * X)	
Y=	134202.7	+	29389.9	X
Y=	134202.7	+	29389.9	7
Y=	339932			

ECUACION DE LA RECTA $Y= a+(b*x)$				
Y=	a	+	(b * X)	
Y=	134202.7	+	29389.9	X
Y=	134202.7	+	29389.9	8
Y=	369321.9			

ECUACION DE LA RECTA $Y= a+(b*x)$				
Y=	a	+	(b * X)	
Y=	134202.7	+	29389.9	X
Y=	134202.7	+	29389.9	9
Y=	398711.8			

ECUACION DE LA RECTA $Y= a+(b*x)$				
Y=	a	+	(b * X)	
Y=	134202.7	+	29389.9	X
Y=	134202.7	+	29389.9	10
Y=	428101.7			

Años	Y (Efecto) Pérdidas financieras en Planta de Laminación "Industrial del Acero S.A."
2019	310542.1
2020	339932.0
2021	369321.9
2022	398711.8
2023	428101.7

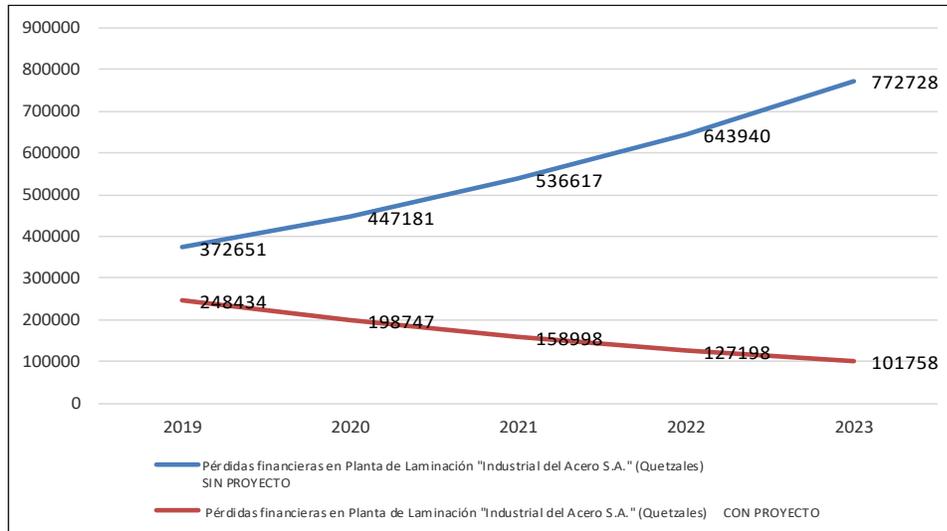


Cálculo de proyección de la línea recta con Proyecto.		
2019	310542	248434
2020	339932	198747
2021	369322	158998
2022	398712	127198
2023	428102	101758

Y(2019)= Y(2018)-20%	
Y(2019)= 451930 - 20% =	248434
Y(2020)= Y(2019)-20%	
Y(2020)= 24600 - 20% =	198747
Y(2021)= Y(2020)-20%	
Y(2021)= 19680 - 20% =	158998
Y(2022)= Y(2021)-20%	
Y(2022)= 15744 - 20% =	127198
Y(2023)= Y(2022)-20%	
Y(2023)= 12595 - 20% =	101758

Años	Pérdidas financieras en Planta de Laminación "Industrial del Acero S.A." (Quetzales) SIN PROYECTO	Pérdidas financieras en Planta de Laminación "Industrial del Acero S.A." (Quetzales) CON PROYECTO	Diferencial
2019	372651	248434	124217
2020	447181	198747	248434
2021	536617	158998	377619
2022	643940	127198	516742
2023	772728	101758	670970
Sumatoria			1937981

### Gráfica comparativa con y sin proyecto



### Análisis:

De no aplicarse la propuesta las pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A., para el año 2023 ascenderán a la suma de Q.772,728.00; de aplicarse la propuesta las pérdidas verán una reducción muy significativa, ubicándolas en Q.101,758.00 para el mismo año.

Carlos Enrique Escobar Arévalo  
Hugo Leonel Ramos González  
Luis Alfredo Veliz Aguilar  
Luis Alexander Moreno Alvarado  
Cristian Adenio Coronado Salazar

## **TOMO II**

MANUAL DE ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE CORTE Y  
EMPAQUETADO DE VARILLAS CORRUGADAS, EN PLANTA DE  
LAMINACIÓN “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, ESCUINTLA, ESCUINTLA.



Asesor General Metodológico:  
MSc. Daniel Humberto González Pereira

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, diciembre de 2020

Esta tesis fue presentada por los autores,  
previo a obtener el título universitario de  
Licenciatura en Ingeniería Industrial, con  
Énfasis en Recursos Naturales Renovables.

## **Prólogo**

De acuerdo al reglamento del programa de graduación de Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título universitario en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, se llevó a cabo el estudio denominado: “Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.” llevado a cabo para proponer las posibles soluciones a la problemática en la industria, por inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas.

Esta investigación tiene como finalidad ser útil a futuros estudiantes de diferentes universidades del país como fuente de consulta, al incluir los resultados obtenidos en la investigación y que puedan aplicarse en diferentes áreas de trabajo similares a los que se realizan en la “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte a dicha solución, tres resultados que son: Se cuenta con una Unidad Ejecutora; Se cuenta con un Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla. Se dispone del programa de capacitaciones a los colaboradores.

Estos resultados permitirán reducir las pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

## **Presentación**

Estudio de tesis titulado, “Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.”, fue realizada durante los meses de febrero a noviembre del año dos mil diecinueve, como requisito previo a optar el título universitario de Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Se determinó que el problema central es la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas.

En la investigación surgió una propuesta para solucionar el problema, formada por tres resultados. a) Se cuenta con una Unidad Ejecutora. b) Se cuenta con un Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla. c) Se dispone del programa de capacitaciones a los colaboradores.

## Índice

No.	Contenido	Página
I.	RESUMEN.....	01
II.	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN.....	06
II.1.	Conclusión.....	06
II.2.	Recomendación.....	06
	Anexos	

## I. RESUMEN

El presente trabajo de investigación, “Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.”, es una propuesta de solución a la problemática en la INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

El planteamiento del problema refleja pérdidas financieras en los últimos cinco años, al ser la causa la falta de un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO”, Escuintla, Escuintla.

La hipótesis es: “Las pérdidas financieras en Planta Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, en los últimos cinco años, por la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, es debido a la falta de un manual de estandarización”.

Se tienen como objetivos de la siguiente investigación:

-Objetivo general: Reducir las pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

- Objetivo específico: Lograr estabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

La investigación se justifica porque en los últimos 5 años hay pérdidas financieras en Planta Laminación, y no existe un Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

Si se aplica la propuesta se evitará las pérdidas financieras. Por lo contrario, sino se aplica la propuesta continuarán las pérdidas financieras en Planta de Laminación

“INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

La metodología utilizada reunió un conjunto de métodos y técnicas para la obtención de resultados y la comprobación de las variables dependiente e independiente, así como la formulación y comprobación de la hipótesis.

Para poder comprobar la hipótesis planteada “Las pérdidas financieras en Planta Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A”, Escuintla, Escuintla”, en los últimos cinco años, por la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, es debido a la falta de un manual de estandarización.

Los métodos utilizados en la formulación de la hipótesis fueron: El Método Deductivo y el Método del Marco Lógico. El primero se utilizó para identificar la problemática, que inicia con la observación de fenómenos naturales y de esta manera definir la investigación planteada, por lo que fue necesario visitar la INDUSTRIA DEL ACERO S.A.

El método del Marco Lógico o la Estructura Lógica, sirvió para la elaboración de los árboles de problemas y objetivos, para establecer los resultados deseados y esperados dentro de la investigación, así mismo para fijar y establecer los insumos y tiempos por cada resultado. También para comprobar la hipótesis.

Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

Los métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis fueron los siguientes: Inductivo, de Síntesis y Estadístico.

Las técnicas empleadas en la formulación y comprobación de la hipótesis fueron las siguientes: Lluvia de ideas, Observación Directa, Investigación Documental, Cuestionario, Entrevista y Análisis.

Para la entrevista se diseñaron boletas de investigación, para comprobar la variable dependiente “X” (Causa) e independiente “Y” (Efecto) de la hipótesis, esto fue

realizado con el mismo personal que trabaja dentro de la INDUSTRIA DEL ACERO S.A.

La técnica de Análisis se aplicó al interpretar los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, “Y” y “X”, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis.

El Marco Teórico que constituyó una base que sustenta la propuesta con aspectos doctrinarios acorde a la investigación que ayudaron a la comprensión de la temática en relación.

Los anexos son:

Anexo 1. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos

El diagrama del problema, el efecto (variable o dependiente Y) la causa (variable independiente “X”) y propuesta de solución. Así como la hipótesis identificada u objetivo de la investigación con el diagnóstico esquematizado para su posterior comprobación.

En el diagrama de los objetivos de trabajo de acuerdo con la problemática causa y efecto incluidos en el árbol de problemas. Son el objetivo general, el objetivo específico y el medio de solución o nombre del trabajo.

Anexo 2. Diagrama del medio de solución de la problemática

El que corresponde al objetivo específico “Lograr estabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.”, esquematizado en tres resultados, que serán desarrollados en su orden.

Anexo 3. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general

Variable dependiente “Y”; Pérdidas financieras en Planta de Laminación

“INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, en los últimos 5 años. Aplicada al departamento financiero de la Planta de Laminación, INDUSTRIA DEL ACERO S.A. Su objetivo es reducir las pérdidas financieras.

Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal

Variable independiente “X”: Falta de un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO”, Escuintla, Escuintla. Su objetivo es proponer un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas.

Anexo 5. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

Los sujetos de esta investigación y estudio son los empleados que laboran en la INDUSTRIA DEL ACERO S.A. Para recibir toda la información se tomó una muestra del total de los 43 colaboradores, así poder realizar el cálculo de muestra cuantitativa. La muestra la conforman 43 trabajadores de la INDUSTRIA DEL ACERO S.A

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. El Coeficiente de correlación debe oscilar de  $\geq + - 0.80$  a  $+ - \leq 1$ .

Anexo 7. Anexo metodológico de la proyección

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió determinar el comportamiento de la variable tiempo respecto a casos sujetos de estudio en el tiempo con forme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un

comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente  $y=a+bx$ .

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables el coeficiente de correlación debe oscilar de  $\geq + - 0.80$  a  $+ - \leq 1$ .

## **II. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN**

### **II.1. Conclusión**

Se comprueba la hipótesis: Pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, en los últimos cinco años., por fallas frecuentes en maquinaria, es debido a la falta de Plan de mantenimiento preventivo. Con el 90% de nivel de confianza y con el 10% de error muestra.

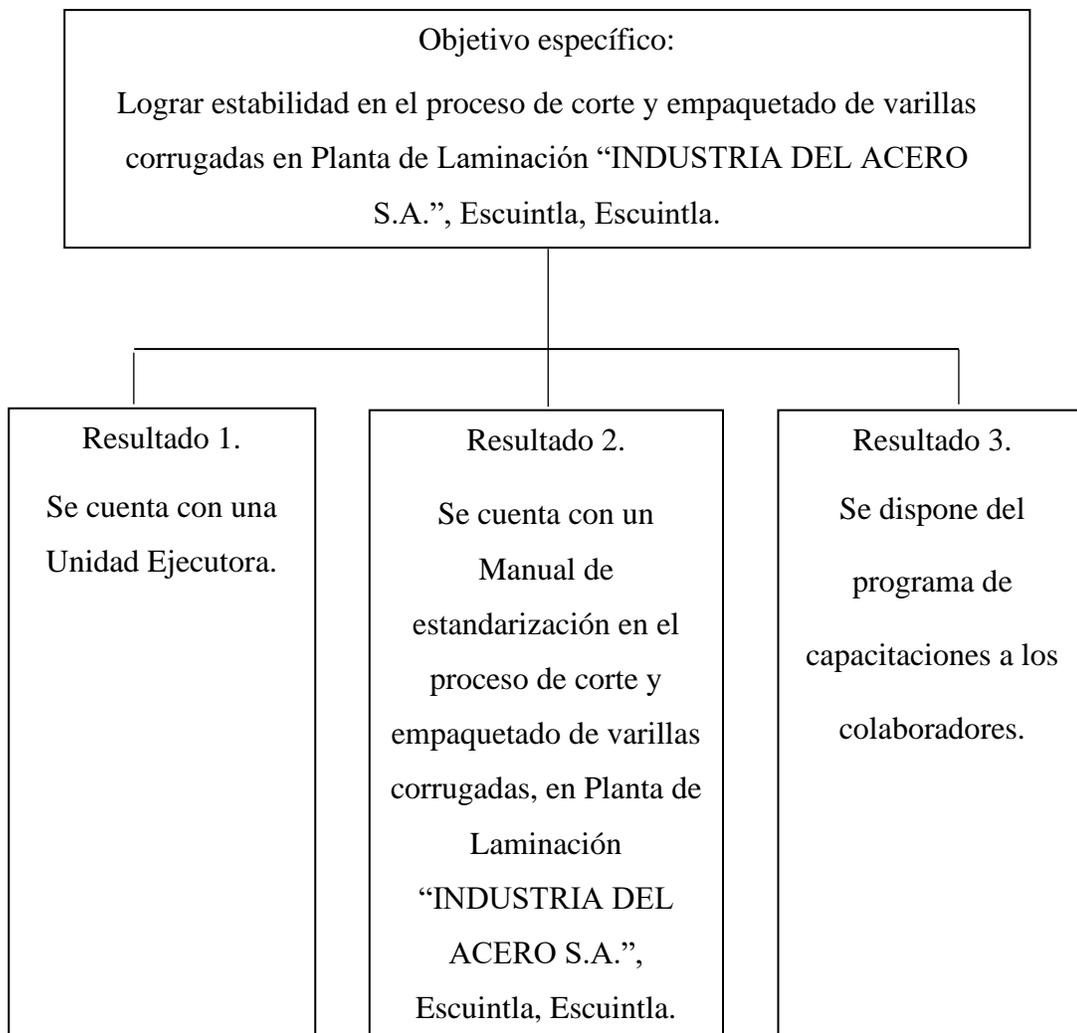
### **II.2. Recomendación**

Implementar la propuesta: Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

Anexos

### **Anexo 1. Diagrama del medio de solución de la problemática**

La Unidad Ejecutora es la encargada de la implementación de Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, con el objetivo de Reducir las pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, y previamente se desarrollará un programa de capacitaciones para el personal involucrado.



## **Anexo 2. Descripción general de la propuesta**

### **1. Introducción**

El problema de la investigación es la Inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO”, Escuintla, Escuintla., lo anterior tiene como efecto pérdidas financieras en los últimos 5 años. La causa del problema es la falta de un manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas.

La hipótesis que se comprobó fue: “Las pérdidas financieras en Planta Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, en los últimos cinco años, por la inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, es debido a la falta de un manual de estandarización”.

El objetivo general es reducir la pérdida financiera. El objetivo específico es lograr estabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas. El medio de solución está formado por tres resultados que son: Se cuenta con una Unidad Ejecutora, Se cuenta con un Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, y se dispone del programa de capacitaciones a los colaboradores.

## **1.1. Descripción de resultados**

Se pretende con el siguiente Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla, disminuir las pérdidas financieras. Integrada por tres resultados, con estos se pretende solucionar el problema. Los resultados se desarrollan a continuación:

### **Resultado 1. Se cuenta con una Unidad Ejecutora**

La Unidad Ejecutora estará integrada por un Jefe de proceso y un Coordinador de proceso con el título de Ingeniero Industrial, ellos velarán para reducir las pérdidas financieras.

Para el desarrollo del resultado se llevó a cabo lo siguiente, reclutamiento y selección de un Ingeniero Industrial, todo esto por el Departamento de Recursos Humanos.

Se gestiona la compra de equipo y mobiliario necesario para estandarizar el corte y empaquetado de varillas corrugada.

Se llevó a cabo la ejecución de la propuesta por medio de un plan.

**Resultado 2. Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en planta de laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.**

<p><b>Acero S.A</b></p> 	<p><b>“MANUAL DE ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE CORTE Y EMPAQUETADO DE VARILLAS CORRUGADAS, EN PLANTA DE LAMINACIÓN “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, ESCUINTLA, ESCUINTLA”</b></p>
---	---

**1. Introducción**

Una de las principales causas de generación de mermas por producto no conforme y materia prima no procesada por interrupción de ritmo, es la variabilidad en el método de producción, además una de las causas principales de la pérdida del cliente es la variabilidad en las características principales del producto.

Aquellas que generalmente el cliente no espera encontrar al momento de la adquisición del producto y son ocasionadas por diversos factores que pueden ser controlados por medio de la validación de procesos, maquinaria y equipo.

Para minimizar la probabilidad de variación es necesario considerar 4 fases de suma importancia en el proceso de producción: verificación del diseño de la maquinaria, instalación de la misma respecto a especificaciones del proveedor, verificación de la operación y por último un control estadístico del proceso de producción, así como los métodos de muestreo utilizados en el procedimiento de compras.

En estas cuatro fases se validará: espacio, manuales de procedimientos, cimentación, ergonomía, presiones, velocidades, calibración de los rodillos, temperatura de los motores, temperatura del horno de recocido, calidad de materia prima.

Análisis estadístico de pesos y resistencia del producto final para determinar si está

bajo control según las Normas Coguanor, establecidas para materiales de construcción.

## **2. Objetivos**

### 2.1. Objetivo general

Lograr una producción más limpia, al disminuir las pérdidas de materia prima por producto no conforme y materia prima no procesada por interrupción de la continuidad del proceso, aumento de la productividad y eficiencia de la línea de laminado a través de una validación de procesos.

### 2.2. Objetivos específicos

1. Reducción de mermas generadas en el proceso.
2. Instalaciones de trabajo más seguras para el trabajador.
3. Aumento de la productividad y eficiencia de la planta de laminación
4. Realización de tablas de estandarización para la calibración de molinos de laminación.
5. Actualizar y mejorar los programas de seguridad industrial existentes.
6. Reducir el número de paros no programados
7. Reducir la probabilidad de variación en el producto.
8. Controlar parámetros críticos de variación del producto durante el proceso.
9. Realización de pruebas de laboratorio al producto final.

## **3. Responsables**

a) De la realización del plan

- Estudiantes de la investigación

b) De la autorización y aval del plan estratégico

- Dueño y Administrador de la Empresa Industria del Acero S. A.

c) Del control y monitoreo de aplicación del plan

- Ingeniero Industrial jefe del departamento de varillas corrugadas.

- Coordinador de área.

d) De la aplicación del plan

- Los trabajadores planilleros de la empresa Industria del Acero S. A.

#### **4. Alcance**

Este plan abarca todo el departamento de producción de varilla corrugada de la empresa Industria del Acero S. A; pudiéndose generalizar a todas las secciones en donde se utiliza hierro como materia prima para elaborar diferentes productos.

#### **5. Contenido**

##### **5.1. Compromiso con un servicio de calidad**

Creamos desarrollo económico, social, laboral y ambiental para contribuir con un país más prósperos y desarrollado.

Estamos comprometidos con: La garantía de la calidad de nuestros servicios, la seguridad, salud, desarrollo y bienestar de nuestros trabajadores, la búsqueda de la sustentabilidad social, ambiental y municipal, en una conducta ética en nuestras acciones.

### Cuadro 1

Valores del departamento de aguas y drenajes de la municipalidad de Escuintla.

<b>VALOR</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
Responsabilidad:	Todo colaborador sea capaz de tomar decisiones conscientemente, llevar a cabo conductas que persigan mejorarse a uno mismo y/o ayudar a los demás, admitir los errores y corregirlos al ameritarlo.
Integridad:	Que todo colaborador tenga la característica de ser correcto, educado, atento, probo e intachable.
Respeto:	Que el colaborador pueda reconocer, aceptar, apreciar y valorar las cualidades del prójimo y sus derechos. Es decir, el respeto es el reconocimiento del valor propio y de los derechos de los individuos y de la sociedad.
Compromiso:	Capacidad que tiene el colaborador para tomar conciencia de la importancia que tiene que cumplir con el desarrollo de su trabajo dentro del tiempo estipulado para ello. Al comprometernos, ponemos al máximo nuestras capacidades para sacar adelante la tarea encomendada.
Superación:	Es una acción que requiere inmediatez, planeación, esfuerzo y trabajo permanente. Por lo tanto, podríamos decir que la superación es aquel valor que nos motiva a perfeccionarnos, ya sea desde lo humano, espiritual, profesional, económico.
Puntualidad	La virtud de coordinarse cronológicamente para cumplir una tarea requerida o satisfacer una obligación antes o en un plazo anteriormente comprometido o hecho a otra persona.
Solidaridad	Valor humano por excelencia, que se define como la colaboración mutua en las personas, como aquel sentimiento que mantiene a las personas unidas en todo momento, sobre

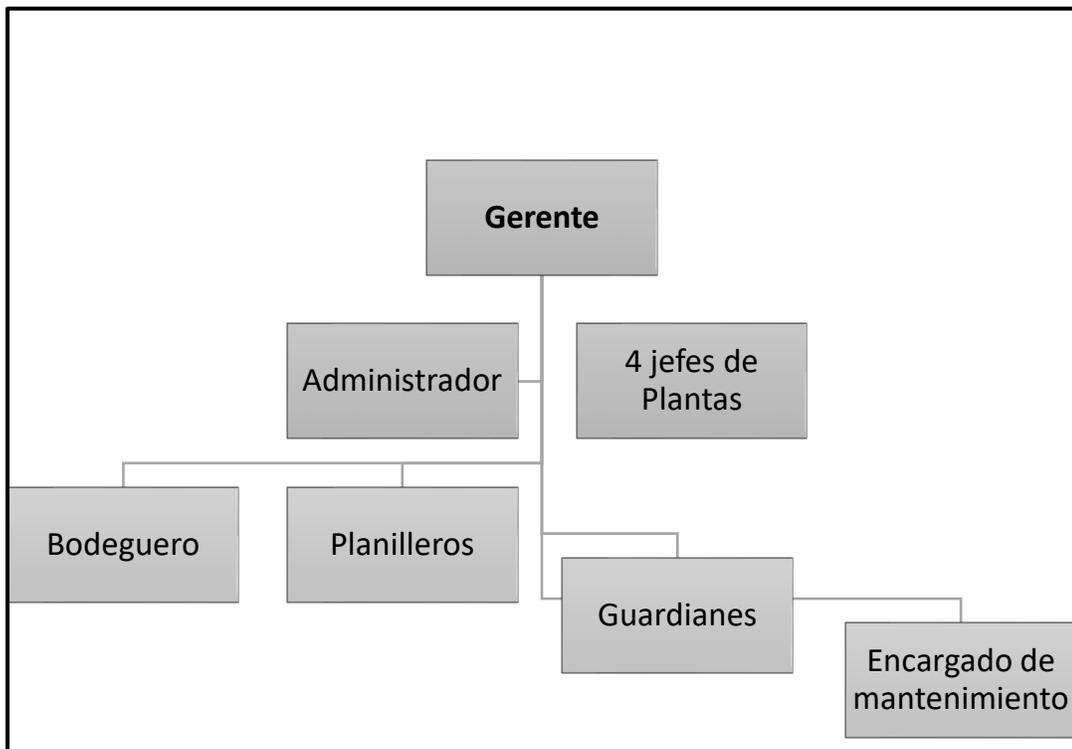
	todo si se vivencian experiencias difíciles en el trabajo o en otras actividades.
Trabajo en Equipo	Integración armónica de funciones y actividades desarrolladas por diferentes personas, esto con la finalidad de lograr actividades más coordinadas y un mejor logro de los objetivos.
Comunicación	Para mantener informado de todos aquellos sucesos y poder buscar una solución conjunta.
Colaboración	Para todas las actividades que se desarrollen dentro de la empresa.
Calidad	En todos los productos que son manufacturados por la empresa

Fuente: Elaboración propia (2019).

## 6. Organigrama propuesto para Industria del Acero S. A.

**Figura 1**

Organigrama de Industria del Acero S. A.



Fuente: Elaboración propia (2019)

## 6. Procedimiento para el “Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en planta de laminación Industria del Acero S.A.”, Escuintla, Escuintla”

### 6.1. Utilización en la industria

La varilla corrugada es utilizada para refuerzos de concreto, ornamentación y construcciones con diseño sismo-resistente.

La varilla lisa se utiliza para ornamentación, elementos arquitectónicos, metalistería, forjas y múltiples aplicaciones de la industria metalmeccánica.

El alambre de amarre es utilizado regularmente para armar estructuras para columnas de edificios.

**Tabla 1**  
Especificaciones de varilla corrugada, planta de laminación

TABLA DE ESPECIFICACIONES DE VARILLA CORRUGADA PLANTA DE LAMINACIÓN														
CÓDIGO	MEDIDA (mm)		PESO EN LBS			VARILLA 8 POR QUINTAL			VARILLA 8 POR LIO			LIO 8 POR ATADO		
			Aprobado	Mín	Máx	6 mts	9 mts	12 mts	6 mts	9 mts	12 mts	6 mts	9 mts	12 mts
K-340	7.7		67.7	67.2	68.2	14	9.5	7	28	19	14	20	20	20
PK-345	8.2		76.8	76.3	77.3	14	9.5	7	28	19	14	20	20	20
PK-445	11.2		79	78.5	79.5	8	5.5	4	16	11	8	20	20	20
CÓDIGO	MEDIDA (mm)		PESO EN LBS			VARILLA 8 POR QUINTAL			VARILLA 8 POR LIO			LIO 8 POR ATADO		
			Aprobado	Mín	Máx	6 mts	9 mts	12 mts	6 mts	9 mts	12 mts	6 mts	9 mts	12 mts
3/8 leg	9.27		98.5	98.5	99.5	14	9.5	7	28	19	14	20	20	20
1/2 leg	12.32		99.5	99.5	100.5	8	5.5	4	16	11	8	20	20	20
5/8 leg	15.5		98	98	99	5	3.5	2.5	10	7	5	20	20	20
3/4 leg	18.53		98	98	99	3.5	2.35	2	7	4.7	4	10	10	10
1 leg	24.64		99	99	100	2	1.35	1	4	2.7	2	10	10	10

**Tabla 2**

Especificaciones según norma

TABLA DE ESPECIFICACIONES SEGÚN NORMA												
CÓDIGO	MEDIDA (mm)		peso long. (Kg./m)	r (mm)	PERIMETRO	ÁREA	Esp. Long (mm)	Ancho de Rib.	Altura	Est. fluenc. (MPa)	Carga para fluencia (KN)	Esfuerzo máximo (Mpa)
K-340	7.7		0.366	7.667	24.071	46.108	6.66	3.63	0.38	275.7	12.7	413.6
										413.6	19	620.5
PK-345	8.2		0.414	8.159	25.632	52.283	6.66	3.63	0.38	275.7	14.4	413.6
										413.6	21.6	620.5
PK-445	11.2		0.746	10.945	34.21	94.08	8.89	4.85	0.51	275.7	25.9	413.6
CÓDIGO	MEDIDA (mm)		peso long. (Kg./m)	r (mm)	PERIMETRO	AREA	Esp. Long (mm)	Ancho de Rib.	Altura	Est. fluenc. (MPa)	Carga para fluencia (KN)	Esfuerzo máximo (Mpa)
3/8 leg	9.27		0.526	9.248	29.053	67.172	6.66	3.63	0.38	275.7	19.6	413.6
										414	29.49	621
1/2 leg	12.32		0.934	12.321	38.708	119.229	8.89	4.85	0.51	275.7	34.9	413.6
										413.6	52.4	620.5
5/8 leg	15.5		1.459	15.395	48.365	186.144	11.1	6.07	0.71	275.7	54.6	413.6
										413.6	81.9	620.5
3/4 leg	18.53		2.101	18.475	58.04	267.9	13.33	7.26	0.97	413.6	117.9	620.5
1 leg	24.64		3.735	24.632	77.384	476.529	17.78	9.73	1.27	413.6	209.7	620.5

## 6.2. Varillas de acero

Las varillas de acero corrugado se fabrica de palanquilla de acero de 40000 PSI y 60000 PSI o como normalmente se conoce como Grado 40 y grado 60, esto lo que indica es la resistencia de la varilla a la torsión y al depender de los requerimientos del cliente se distribuyen todas las medidas.

La varilla corrugada se clasifica también por varilla legítima y comercial, las dos son de alta calidad, la elección depende de las condiciones de la construcción, la carga que se aplicará y el presupuesto con el que se cuenta para realizar la construcción.

Se aconseja que si se realizan grandes construcciones se utilice varilla legítima con la finalidad de tener una mayor resistencia en la edificación.

### 6.3. Comercialización

La varilla se comercializa en toda Guatemala y en parte de Centro América y la competencia principal son los productos similares de manufactura guatemalteca y productos similares de manufactura de otros países e importados a Guatemala.

#### 6.3.1. Legítimo

En varilla corrugada legítima se produce varilla de 3/8", varilla de 1/2", varilla de 5/8", varilla de 3/4", varilla de 1", varilla de 1" 1/4", varilla de 1" 3/8" se le conoce como legítimo a aquella varilla que cumple con todos los parámetros establecidos en la norma ASTM en lo referente el diámetro, el peso y la resistencia a la tensión.

#### 6.3.2. Milimétrico

Las medidas milimétricas que se producen son 7,7 milímetros, 8,2 milímetros, 9,27 milímetros, 11,2 milímetros, 12,32 milímetros, 15,5 milímetros, 18,53 milímetros y 24,64 milímetros, se le conoce como comercial a aquella varilla que varía en un pequeño porcentaje en el diámetro o el peso, pero siempre sigue en el cumplimiento de las pruebas mecánicas establecidas en la norma.

#### 6.3.3. Comercial

En medida comercial se produce K-340, PK-345, PK-445 (tabla I y II página 4). La diferencia de precios de legítimo, comercial y milimétrico no es significativa respecto al valor total de una construcción.

Por lo general las medidas de 3/8 y 1/2 pulgada se utilizan en viviendas o construcciones de uno o dos niveles. Para estructuras más altas como edificios o bodegas se utiliza 5/8, 3/4, 7/8, 1 pulgadas, entre otros, estas medidas gruesas también se utilizan para la construcción de puentes y muros de contención.

### 6.4. Requisitos mínimos de calidad, normas a seguir

Se debe de cumplir con una serie de normas para la fabricación de varilla corrugada

que determine la funcionalidad de la misma, estas normas se mencionarán en capítulos posteriores como la ASTM A-615 y COGUANOR NGO 36011-2005.

#### 6.5. Procesos

El proceso en general para la fabricación de varilla corrugada es el laminado en caliente, para la fabricación de alambre de amarre se utiliza el proceso de trefilación y para la fabricación de varilla lisa es el proceso de en enderezado de alambón.

#### 6.6. Laminación de varilla corrugada

El proceso de laminación inicia con el calentamiento de la palanquilla en el horno de laminación, luego es extraído por medio del empujador del horno hacia la barredora y luego es trasladado al primer pase que se denomina desbaste, se dirige a los preparadores para reducción de área, luego pasan a los continuos que reducen área y le dan forma a la varilla, luego pasa por el finish que se encarga de imprimir la varilla corrugada, símbolo de la empresa y número de varilla, luego pasa a corte por medio de la C-41.

Luego pasa a cama de enfriamiento para posteriormente pasar a la cizallas de corte a medida, como paso final a las amarradoras para realizar los atados de producto terminado y ser almacenados en bodega de producto terminado.

##### 6.6.1. Descripción de procesos de laminación

El laminado es un proceso de deformación volumétrica, en el que se reduce el espesor inicial del material trabajado, mediante las fuerzas de compresión que ejercen 2 rodillos sobre el material de trabajo.

##### - Selección de materia prima

Como sucede con todo buen producto el proceso inicia con la debida selección de materias primas, se escogen únicamente aquellas que satisfagan los más altos estándares de calidad, apropiado para el proceso de productos largos.

- Calentamiento de palanquilla

La materia prima se somete a un proceso gradual de calentamiento, el cual se lleva a cabo en un horno automatizado operado a base de Bunker, el cual cuenta con un filtro de gases residuales en su chimenea para reducir el impacto al medio ambiente, el horno tiene una capacidad de calentamiento de 70 toneladas por hora se eleva la materia prima a una temperatura de 1150 grados centígrados, proporcionándole la estructura austenítica necesaria.

- Laminado en caliente

En este proceso la palanquilla es sometida a una reducción en su sección transversal desde su inicial 150 x 150 milímetros hasta llegar a un diámetro de la varilla deseada se reduce según sea el caso hasta 300 veces su área inicial, esta reducción se hace por medio del desbaste, preparadores, continuos y acabadores.

- Cama de enfriamiento

Para el proceso de enfriamiento se cuenta con una cama tipo galopante, la misma tiene a la entrada un sistema de arrastre-frena colas para la recepción, manejo y distribución en una doble canaleta del producto proveniente del proceso.

- Sistema de corte a medida

Sincronizada con la cama de enfriamiento el sistema de corte a medida, cuenta con una cizalla mecánica para el corte de producto terminado a 6, 9 y 15 metros.

- Sistema de empaque semiautomático

El lío proveniente del área de corte pasa al área de empaque, los líos son contados y amarrados en forma de atados de 1 tonelada cada uno.

## 6.7. Diagrama de flujo del proceso de laminación

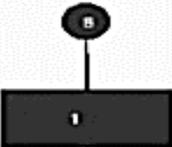
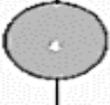
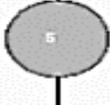
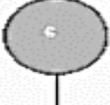
El diagrama de flujo o diagrama de actividades, es la representación gráfica del

algoritmo o proceso.

Se utiliza en disciplinas como programación, economía, procesos industriales y psicología cognitiva. Un diagrama de flujo siempre tiene un único punto de inicio y un único punto de término.

**Figura 2**

Diagrama de flujo proceso de laminación

SIMBOLOGIA	PROCEDIMIENTO	DESCRIPCION
	Cabina central	Todo el proceso de laminado es supervisado y controlado desde una cabina central, temperatura del horno, sincronización y velocidades de los motores controlándose con un circuito cerrado de televisión para la operación y el monitoreo del proceso.
	Sistema de Corte o Medida:	Sincronizada con la cama de enfriamiento el sistema de corte o medida, cuenta con una cizalla mecánica de 150 Ton. Para el corte del producto terminado a 6, 9 y 12 metros de longitud, distribuyendo en forma automática los fós hacia el área de amare.
	Cama de Enfriamiento	Para el proceso de enfriamiento se cuenta con una cama tipo galopante, la cama tiene una longitud de 45 metros y un pazo de 12 cms, con capacidad de alojamiento de 42 posiciones, sincronizada para la recepción de una pieza por alojamiento. Cuenta con un sistema de emparejado de varillas para la optimización de corte a medida y control.
	Amaradoras	Los fós provenientes del área de corte pasan al área de empaque, en esta los fós son contados y amarrados en forma de atados de 2 toneladas cada uno.

## 6.8. Control de calidad

Cuenta con un moderno laboratorio de Control de Calidad, equipado con una máquina de ensayos de tracción, compatible con las normas ASTM A-615 y COGUANOR NGO 36011-2005, con una capacidad de carga máxima de 500 kilo Newton, para ensayos en diámetros desde ¼ de pulgada en grado 33 hasta 1 3/8 de pulgada en grado 40 y 1 1/8 de pulgada en grado 60.

El equipo es totalmente automatizado a través de PLC y ordenador computarizado, sobre el cual corre una aplicación en ambiente Windows que monitorea en tiempo real los resultados de la prueba, los registra y almacena para permitir su posterior consulta e impresión.

## 6.9. Producción más Limpia

Entre los aspectos a considerar en la Producción más Limpia esta la utilización de las materias primas en el proceso, emisión de gases, utilización del recurso hídrico, proceso de tratamiento de agua entre otros.

### 6.9.1. Aspectos a considerar

La implementación de un programa de Producción más Limpia en una empresa es un proceso compuesto de 5 etapas.

- Planeamiento y organización.
- Auditoría de Producción Más Limpia.
- Estudio de Factibilidad.
- Implementación y seguimiento de las opciones de Producción Más Limpia.
- Mantenimiento.

#### 6.9.1.1. Primera etapa

- a) Planeamiento y organización.

- Involucrar y obtener el compromiso de la gerencia.

- Establecer el equipo conductor del proyecto.

Definir objetivos generales.

- Elaborar el plan de trabajo.

- Identificar barreras y soluciones.

- Involucrar y obtener el compromiso de la gerencia.

El compromiso de la gerencia es la fuerza impulsora para el desarrollo de un proyecto de Producción más Limpia, pues implica disponer de recursos materiales, humanos y financieros para lograr los objetivos. Es importante señalar que para que la alta gerencia sea consciente de la necesidad de implantar un programa de esta naturaleza, esta debe estar informada de los beneficios que puede lograr las medidas de Producción más Limpia.

#### b) Responsabilidades de la alta gerencia

- Integrar un comité de Producción más Limpia que sea responsable de la implementación y coordinación de las actividades del programa.

- Nombrar a una persona del equipo como responsable que tenga la jerarquía y la autoridad suficiente para garantizar la realización del programa.

- Garantizar los recursos económicos y humanos necesarios para el apoyo del programa.

- Difundir las metas del programa en la planta y en las oficinas de la empresa y estimular la participación y el interés de todos los empleados.

#### c) Establecer el equipo conductor del proyecto

Todas las áreas afectadas por la evaluación de la Producción más Limpia deberán

involucrar al menos un representante en el equipo de trabajo (Comité de Producción más Limpia).

El tamaño del equipo estará conformado según la estructura organizacional de la empresa. El comité de la Producción más Limpia puede incluir requisitos de los miembros del comité de Producción Más Limpia:

- Conocimientos adecuados sobre los procesos de la planta.
- Capacidad y creatividad para desarrollar y evaluar medidas de ahorro de energía y de la prevención de la contaminación.
- Autoridad para implementar los cambios en la empresa.
- Pro actividad.

El comité de la Producción más Limpia puede incluir, entre otros, a miembros de la gerencia de la empresa, gerentes de producción, ingenieros, químicos y a responsables de la línea de producción, mantenimiento o control de calidad.

Generalmente, la participación de los consultores externos, expertos en el tema de prevención de la contaminación o de ahorro de energía, se concentra principalmente en las actividades del diagnóstico de Producción más Limpia y en algunos casos en la evaluación técnica detallada de las medidas identificadas durante la auditoria.

### **FASE I. Descripción del proceso de laminación**

A continuación, se menciona los pasos que lleva el producto en la fase de laminado, este es el paso más importante del proceso, ya que aquí es donde adquiere la forma final.

#### **Paso 1.1. Selección de materia prima**

Como sucede en todo buen producto el proceso inicia con la debida selección de las materias primas, se escogen únicamente aquellas que satisfagan los más estrictos

estándares de calidad, apropiadas para el proceso de productos largos.

La materia prima se presenta como Billet o Palanquilla, provienen principalmente de molinos certificados ubicados en América, Europa y Asia.

### **Paso 1.2. Calentamiento de la palanquilla**

La materia prima se somete a un proceso gradual de calentamiento, el cual se lleva a cabo en un horno automatizado operado a base de Bunker número 6, el cual cuenta con un filtro de gases residuales en su chimenea para reducir el impacto al medio ambiente, el horno tiene una capacidad de calentamiento de 70 toneladas por hora, se eleva la materia prima a una temperatura alrededor de los 1,150 grados centígrados, proporcionándole la estructura austenítica necesaria para el proceso de laminado.

Hay que destacar que a esta temperatura la composición química de la materia prima, definida por el proveedor, no se ve afectada, más bien durante el proceso de laminado en caliente, se ordena su estructura cristalina interna, mejora las propiedades mecánicas (límite de fluencia y esfuerzo máximo), da como resultado una varilla óptima para aplicaciones sísmicas, condiciones necesarias en nuestro mercado natural como es Centro América, el Caribe y el sur de México.

En el momento en que la palanquilla alcanza la temperatura requerida, en aproximadamente 112 minutos, está lista para iniciar el proceso de laminación.

### **Paso 1.3. Laminación en caliente**

En este proceso la palanquilla es sometida a una reducción en su sección transversal desde su inicial 150 x 150 milímetros hasta llegar al diámetro de la varilla deseada, se reduce según sea el caso hasta 300 veces su área inicial, cabe mencionar que de cada tramo de palanquilla de 12 metros se obtiene hasta 1 400 metros de varilla terminada, en un tiempo aproximado de 95 a 115 segundos.

Durante el primer paso del proceso de laminado, la palanquilla es sometida a un trío-

desbaste, el cual es movido por una fuerza motriz de 1 500 caballos de fuerza, en este paso la sección inicial de la materia prima se reduce de 16 900 milímetros cuadrados a 6 400 milímetros cuadrados, el siguiente paso es el proceso continuo de la siguiente forma:

#### **Paso 1.4. Preparadores**

Una combinación de 5 grupos de motores, reductores y castillos independientes con motores de 800 caballos de fuerza, forman el tren preparador, para lograr 6 reducciones intermedias, los castillos cuentan con rodillos de 17 pulgadas de diámetro (420 milímetros) ubicados en línea y trabaja en cascada.

#### **Paso 1.5. Continuos**

Seguidamente una serie de 9 grupos de motores, reductores y castillos independientes con motores de 500 HP conforman el tren continuo, donde se logra hasta 9 reducciones, cuentan con rodillos de 12 a 14 pulgadas (320 – 360 milímetros) ubicados en línea y trabaja en cascada, tienen la versatilidad de poder desmontares en parejas para cubrir una amplia gama de diámetros requeridos, con velocidad de salida desde 10 metros por segundo hasta 21 metros por segundo.

#### **Paso 1.6. Cizallas de corte en caliente**

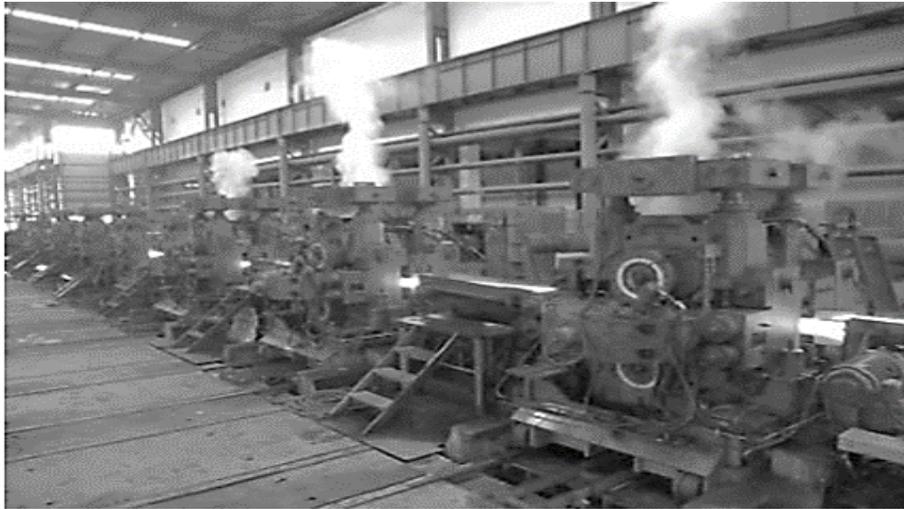
Durante el proceso se cuenta con cuatro cizallas de corte, las primeras tres para corte de punta y cola de lingote en proceso (CV-50, CV-40 y CV-30), y una última la CV-20 HS para corte de varilla terminada con una capacidad de corte de 400 mm<sup>2</sup> a una velocidad de 36 metros por segundo.

#### **Paso 1.7. Cabina central**

Todo el proceso de laminado es supervisado y controlado desde una cabina central, temperatura del horno, sincronización y velocidades de los motores (preparadores y continuos), contándose con un circuito cerrado de televisión para la operación y el monitoreo del proceso.

### **Figura 3**

#### Proceso de laminación



Fuente: Planta aceros Suárez (s.f.)

Un sistema de alarmas, gobernado y controlado por una red de PLC'S en las áreas de trabajo y un PLC de alta velocidad central controlan el proceso de cascada.

#### **Paso 1.8. Cama de enfriamiento**

Para el proceso de enfriamiento se cuenta con una cama tipo galopante, la misma tiene a la entrada un sistema de arrastre-frena colas para la recepción, manejo y distribución en una doble canaleta del producto proveniente del proceso, la cama tiene una longitud de 80 metros y un paso de 12 centímetros, con capacidad de alojamiento de 42 posiciones, sincronizada para la recepción de una pieza por alojamiento.

Cuenta con un sistema de emparejado de varillas para la optimización del corte a medida y conteo. Cabe mencionar que tiene la opción de trabajar con cursor este se usa para medidas gruesas ( $3/4 - 1 \ 3/8$  pulgadas).

#### **Paso 1.9. Sistema de corte a medida**

Sincronizada con la cama de enfriamiento el sistema de corte a medida, cuenta con una cizalla mecánica de 150 toneladas para el corte del producto terminado a 6, 9 y

12 metros de longitud, se distribuyen en forma automática los líos hacia el área de amarre. Un PLC se encarga del conteo y selección de los líos para su correcto empaquetamiento.

#### **Paso 1.10. Sistema de empaque semi-automático**

Los líos provenientes del área de corte pasan al área de empaque, en esta los líos son contados y amarrados en forma de atados de 2 toneladas cada uno. Para el proceso se cuenta con 4 amarradoras automáticas con una velocidad de 9 amarres por minuto, forma dos líneas de amarre, controladas a través de un PLC y monitoreo computarizado.

#### **Paso 1.11. Almacenamiento y distribución**

El producto terminado es resguardado en bodegas debidamente equipadas para su fácil almacenamiento y manejo, se logra con ello atender las exigencias de calidad y servicio demandadas por los clientes. Para garantizar la exactitud en la entrega de los productos, se cuenta con una moderna bascula digital Tipo Canister, con una capacidad de 30 toneladas.

**Figura 4**

Almacenaje de producto terminado



Fuente: Planta aceros Suárez (s.f.)

## **FASE II. Puntos críticos del proceso**

El horno de laminación por la temperatura, calibración del molino, área de acabadores, programaciones en cabina central

## **FASE III. Políticas de calidad del producto**

Son aquellas que permiten a la empresa, seguir los lineamientos para poder cumplir con las características del producto terminado, que pueda llamársele de calidad.

### **PASO 3.1. Norma ASTM A-615**

a) Esta especificación trata sobre barras de acero al carbono lisas y corrugadas para refuerzo de concreto en tramos cortados y rollos. Se permiten las barras de acero que contienen adiciones de aleaciones, tales como con las series de aceros aleados del Instituto Americano del Hierro y el Acero, y de la Sociedad de Ingenieros del Automotor, si el producto resultante cumple todos los otros requisitos de esta especificación.

b) Las barras tienen cuatro niveles mínimos de límite de fluencia: a saber, 40 000 (280 Mega pascales), 60 000 (420 Mega pascales), 75 000 libras por pulgada cuadrada (520 Mega pascales), y 80 000 (550 Mega pascales), designadas como Grado 40 (280), Grado 60 (420), Grado 75 (520), y Grado 80 (550), respectivamente.

c) Las barras lisas, en tamaños de hasta 2 1/2 pulgadas. (63,5 milímetros) de diámetro, incluidos, en rollos o tramos cortados, en el momento en que son ordenadas, deben ser suministradas bajo esta especificación en Grado 40 (280), Grado 60 (420), Grado 75 (520), y Grado 80 (550). Para propiedades de ductilidad (alargamiento y flexión), deben aplicarse las disposiciones de ensayo del tamaño de barra corrugada del diámetro nominal más pequeño que esté más cercano.

La soldadura del material en esta especificación debería ser abordada con cuidado debido a que no han sido incluidas disposiciones específicas para mejorar su

electrosoldabilidad. En el caso de que el acero va a ser electrosoldado, debería usarse un procedimiento de soldadura adecuado para la composición química y el uso o servicio previsto.

d) Esta especificación es aplicable para órdenes de compra en unidades pulgada-libra (como la especificación A 615) o en unidades SI (como la especificación A 615M).

e) Los valores indicados en unidades pulgada-libra o en unidades SI deben ser considerados como los estándares. Dentro del texto, las unidades SI se muestran entre corchetes. Los valores indicados en cada sistema no son exactamente equivalentes; por eso, cada sistema debe ser utilizado independientemente del otro.

La combinación de valores de los dos sistemas puede resultar en una no conformidad con la especificación.

f) Esta norma no pretende dirigir todas las inquietudes sobre seguridad, si las hay, asociadas con su utilización. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de su uso.

### **PASO 3.2. Productos de segunda calidad**

Por medio de pruebas físicas y mecánicas de tensión realizadas en laboratorios de Control de calidad, se determina si las varillas cumplen con las cualidades y especificaciones técnicas establecidas en las Normas Coguanor 36011, ASTM A-615 y el manual de control de calidad de la empresa.

### **FASE IV. Procedimientos para la clasificación de varillas de primera y segunda categoría**

Es importante identificar los productos que cumplen con las características fijadas por la empresa y los que no cumplen, también es necesario indicar la disposición de aquellos que no cumplen.

#### **PASO 4.1. Deformación de la superficie**

Si por fallas ajenas a procedimientos de producción se adhieren partículas de escoria o cascarillas en los rodillos de laminado, se presentan desprendimientos en el aspecto físico de la varilla, defecto que tiende a disminuir el área transversal de la varilla y, por consiguiente, su resistencia a la tensión (tracción) para la construcción, muestra su punto de ruptura en el área del desprendimiento.

Si la varilla es legítima y presenta dicho defecto en la superficie de la corruga, pero no presenta dos huellas continuas a lo largo de 8 centímetros de longitud y las pruebas de deformación no muestran valores por debajo de los límites requeridos según la tabla V para varilla de primera clase esta se clasificará como de primera.

**Tabla 3**

Clasificación de varillas de primera calidad

<b>LEGÍTIMO</b>	<b>CLASIFICACIÓN DE CALIDAD</b>		
Propiedad	Varilla de Primera	Varillas de Segunda	Chatarra
Fluencia	100%	80%	<80%
Esfuerzo Max.	100%	80%	<80%
Elongación	100%	80%	<80%

Fuente: Planta aceros Suárez (s.f.)

En el caso que la varilla no fuese legítima, y presenta el defecto de deformación en la superficie, se le practicarán pruebas físicas y mecánicas. Si los resultados se encuentran entre los límites establecidos en la referencia de la tabla B para varillas de primera clase, las varillas se clasificarán de primera calidad.

**Tabla 4**

Clasificación de varillas no legítimas

<b>COMERCIAL</b>	<b>CLASIFICACIÓN DE CALIDAD</b>		
Propiedad	Varilla de Primera	Varillas de Segunda	Chatarra
Fluencia	100%	80%	<75%
Esfuerzo Max.	100%	80%	<75%
Elongación	80%	60%	<60%

Fuente: Planta aceros Suárez (s.f.)

En caso que la muestra de varilla con deformación no cumpla con los requerimientos mostrados en la tabla V y VI para varillas de primera clase, tanto en propiedades físicas como mecánicas, está varilla se clasificará como varilla de segunda calidad.

Si las varillas muestran fisuras o pliegues la sección que presente este defecto es eliminada para luego proceder a seccionarla en longitudes establecidas para retazo. Si el defecto aparece en longitudes menores a retazo esta será clasificada como chatarra, la cual es seccionada en longitudes no mayores a 1,50 metros de largo.

#### **PASO 4.2. Ribete**

Si por fallas en el proceso de producción, en el calibre de corrugado o acabador final se ingresa materia prima en exceso y se presenta un rebalse, modifica el alto del ribete de la varilla de acero corrugado, caso contrario al ingresar menos cantidad de materia prima disminuye el alto de ribete. Las varillas que presentan diferencias en lo ribetes, deberán clasificarse conforme a la siguiente tabla:

**Tabla 5**  
Clasificación de varillas en base a ribete

<b>Medidas</b>	<b>Varilla de primera</b>	<b>Varilla de segunda</b>
K-340	1,5 mm	2,5 mm
PK-345	2,0 mm	2,5 mm
P-345	2,0 mm	3,5 mm
3/8 Leg	2,0 mm	3,5 mm
K-440	2,5 mm	4,0 mm
PK-445	2,5 mm	4,0 mm
P-445	2,5 mm	4,0 mm
1/2 Leg	2,5 mm	4,0 mm
5/8 Leg	3,0 mm	4,0 mm

Fuente: Planta aceros Suárez (s.f.)

Si la varilla que presenta este defecto en no. 6 o mayor se evaluará la opción de reprocesarla.

### **PASO 4.3. Aleta**

Si existen fallas desproporcionadas en los ajustes de los rodillos de laminación, ocurre una deformación de la simetría física de la varilla, formándose un incremento del ribete en el diámetro de la varilla corrugada.

Si la varilla de acero corrugado presente el defecto de aleta y muestra que el largo o ancho de ribete es igual o excede el diámetro de la varilla, este será clasificado como chatarra, para luego ser seleccionado en longitudes menores a retazo.

### **PASO 4.4. Varilla cruzada**

Si la varilla pasa por lo rodillo y éstos presentan ligeros desajustes mecánicos, causan desalineación en el centro de la varilla a esto se le conoce como defecto de varilla cruzada.

## **FASE V. Procedimientos de control de calidad actuales**

Se extraen muestras del proceso por póliza utilizada, de las cuales se realiza el análisis de pesos, marcas en la varilla, forma, largo y pruebas de tensión deformación para comprobar su punto de fluencia y ruptura.

### **PASO 5.1. Procedimientos de muestreo**

Para el análisis de pesos se extrae en el proceso una varilla se secciona y se verifica el peso promedio, para las pruebas de tensión deformación se realiza por póliza a utilizar de la misma manera se extrae una varilla en el proceso y seccionándola.

### **PASO 5.2. Listas de chequeo y registros de control del proceso**

Se realizan listas de chequeo de temperaturas, presiones, revoluciones, temperaturas del horno, consumo de combustible, calibración del molino de laminación como un método para la recolección e interpretación de datos.

### **PASO 5.3. Manuales de defectos del producto**

Son manuales que contienen todos los defectos que la varilla puede presentar y que modifican las características con las que deben cumplir, de acuerdo a las tolerancias establecidas.

### **PASO 5.4. Parámetros de aceptación del producto**

Son los parámetros establecidos para peso de la varilla, límite fluencia, profundidad de corruga, separación, ancho del ribete, área, esto con la finalidad de asegurar la calidad del producto.

### **FASE VI. Dimensiones y características de los rodillos de laminación**

Cada una de estas máquinas, dependen del material a procesar, las condiciones de lubricación y el paso del molino a ubicar.

Sus características también dependen de los trabajos a realizar.

### **FASE VII. Métodos de calibración de molinos**

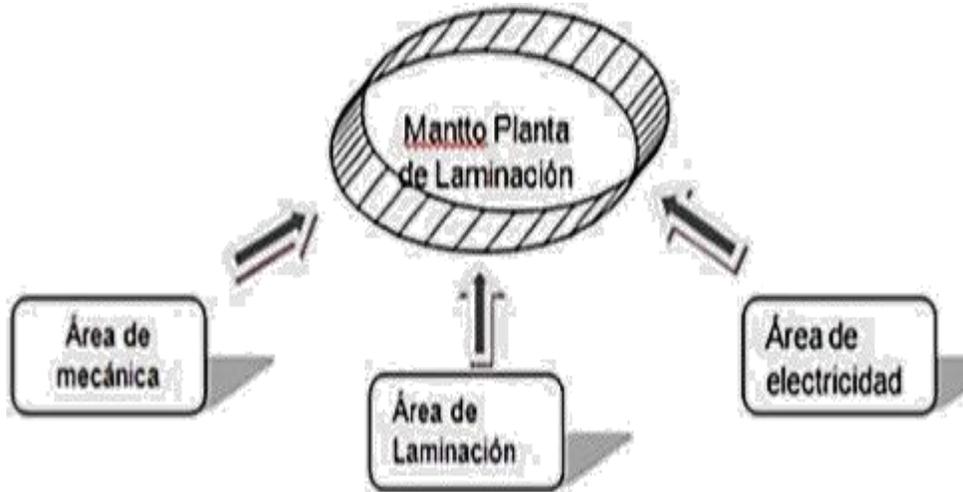
La calibración depende de la medida a producir, los parámetros a considerar son las velocidades de los molinos, abertura de frenacolas, luz entre rodillos, temperatura del horno, corte de cizallas

### **FASE VIII. Programación de mantenimientos**

La programación de mantenimiento de planta de laminación está dividida en 3 áreas con el objetivo de tener un mejor control de maquinaria y equipos, es imperativo regirse a la programación, de esta depende el éxito del buen funcionamiento de todo el aparato de producción.

**Figura 5**

Esquema programación de servicio de mantenimiento



Fuente: Planta aceros Suárez (s.f.)

Dentro de cada área se contempla tres etapas que tienen como finalidad prolongar la vida de la maquinaria y equipos, reducir el número de paros no programados y reducción de costos por pérdidas de activos.

**Tabla 6**

Etapa número 1

Paso	Objetivo
CHEQUEO RUTINARIO DURANTE EL PROCESO	Se realiza con el fin de verificar que el equipo cumpla con las especificaciones de funcionamiento establecidas, presión, temperatura, revoluciones por minuto, vibración y realizar todas aquellas correcciones que no afecten la continuidad de proceso de producción.
REVISIONES DE FUNCIONAMIENTO	Este tipo de revisiones se hace con el fin de verificar todas aquellas características previamente establecidas de buen funcionamiento del equipo y poder detectar cualquier avería que afecte la continuidad de la producción y contribuya a la variabilidad del producto.
PARÁMETROS DE OPERACIÓN	Las listas de chequeo son una herramienta indispensable de verificación de parámetros de funcionalidad, en estas listas se establece los parámetros mínimos y máximos de funcionalidad de los equipos, se realiza una inspección de campo y de acuerdo a los resultados de dicha inspección se toman las medidas necesarias si dichos equipos presentan alguna anomalía.

Fuente: Planta aceros Suárez (s.f.)

**Tabla 7**

Etapa número 2

<b>Paso</b>	<b>Objetivo</b>
Mantenimiento semanal	Los mantenimientos semanales se hacen con la finalidad de eliminar averías que durante el chequeo diario se han detectado, se realizan todas aquellas reparaciones que no requieran mucho tiempo y tengan un impacto mayor en la continuidad del proceso de producción.
Mantenimiento mensual	Se programa considerando historial de tiempo de vida, número de toneladas físicas y especificaciones del proveedor del tiempo de vida según la utilidad en el proceso, en periodos de un mes.
Mantenimiento trimestral	Se utiliza el mismo proceso del mantenimiento mensual solo que en este caso la programación se hace en periodos de tres meses de producción.
Mantenimiento semestral	Se utiliza el mismo proceso del mantenimiento mensual solo que en este caso la programación se hace en periodos de 6 meses de producción.
Mantenimiento por hora de operación	Aquí se considera la verificación y cambio de piezas establecido con una programación en horas de uso del equipo.
Control de repuestos	Tiene como finalidad contar con un inventario preciso en donde se cuente con todos aquellos repuestos que son necesarios mantener en <i>stock</i> , por cualquier eventualidad con énfasis en todos aquellos que con la falta de los mismos el proceso es interrumpido por tiempos prolongados, se considera necesario en este plan de mantenimiento contar con una clasificación de maquinaria por departamento en donde se detalla los repuestos que son necesarios para mantener el funcionamiento correcto y que la continuidad del proceso no se vea afectado.
Control de equipos alternos	En el caso de los equipos alternos se contemplan con una prioridad alta, su revisión es diaria para asegurarse que al momento que un equipo falle estos puedan entrar a auxiliar sin ningún problema ni falla.
Control de equipos <i>back up</i>	Tenerlos disponibles cuando se requiera un cambio de equipos en el proceso.

Fuente: Planta aceros Suárez (s.f.)

**Tabla 8**

Etapa número 3

<b>Paso</b>	<b>Objetivo</b>
Flujogramas rutinarios	El objetivo de este paso es estandarizar los procedimientos de cambio de repuestos para hacer el proceso más sencillo y emplear el menor tiempo posible, además de asegurarnos que se coloque de la manera correcta los repuestos empleados evitando pérdidas de tiempo por colocación incorrecta de los mismos.
Políticas de mantenimiento	Las políticas se han creado con la finalidad de realizar todos los procesos de una forma sistemática y coherente, en ellas se establecen una serie de procedimientos y responsabilidades, esto con la finalidad de cumplir con todas las normas que la empresa establece para la realización de actividades que se consideran de suma importancia.
Bitácoras de mantenimiento	La finalidad de las bitácoras de mantenimiento es poseer un registro de todas las actividades que se realizan en la planta en lo referente al mantenimiento, en ellas se incluye la actividad que se realizó, la fecha en la que se realizó, herramientas y equipo empleado durante el proceso y fotos de la avería ocasionada en los equipos.
Programa de mantenimientos largos	Programar la maquinaria y equipo que para su mantenimiento necesita un tiempo prolongado.

Fuente: Planta aceros Suárez (s.f.)

## **FASE IX. Descripción de los castillos de laminación**

Regulación axial de los cilindros horizontales: se realiza de forma manual sobre ambos cilindros, por medio de un tornillo sin fin, que actúa sobre la pista interna del rodamiento de rodillos.

### **PASO 9.1. Ampuestas de los cilindros horizontales**

Las 4 ampuestas están conectadas, dos a dos por medio de husillos de ajuste (que las sujetan con sus tuercas). Las ampuestas están apoyadas en el contenedor por medio de los soportes. Los cilindros están apoyados en 4 rodamientos de rodillos lisos para las cargas radiales y en dos rodamientos axiales para las axiales.

### **PASO 9.2. Sistema de equilibrio mecánico**

Aplicado las 4 ampuestas, su función es eliminar el juego en la rosca de los husillos y

entre las tuercas y las ampuestas. El peso de cada ampuesa se transmite a dos conjuntos de arandelas de platillo ubicados entre las contratuercas y las ampuestas.

El esfuerzo de equilibrado es constante, independientemente de la distancia entre los centros de la caja

### **PASO 9.3. Ampuestas de los cilindros verticales**

Las dos ampuestas están conectadas entre sí por medio de 4 tirantes (los cuales forman una estructura de anillo estrecho). Las ampuestas están apoyadas en los soportes de las ampuestas horizontales. Las verticales se desmontan fácilmente cuando se requiera una configuración dúo. Los dos cilindros verticales no están accionados y se apoyan en dos rodamientos de rodillos cónicos para las cargas radiales y de empuje.

### **PASO 9.4. Mecanismos de ajuste de luces de los cilindros verticales**

El mecanismo de ajuste de luces de los cilindros verticales está instalado en cada una de las ampuestas verticales a fin de permitir la regulación independiente de la luz entre cilindros por medio de un motor hidráulico o manualmente por medio de llave.

### **PASO 9.5. Borriones porta guías**

Montados en la entrada y la salida de la unidad de laminación, sobre los soportes de las ampuestas, se puede ajustar verticalmente para la alineación de las guías. Los borrones son de diseño estándar para poder alojar las guías.

### **PASO 9.6. Mecanismos de ajuste de luces de los cilindros horizontales**

El mecanismo está instalado en la parte superior de la unidad de laminación, para permitir tanto la regulación simétrica como independiente de la luz de los cilindros, por medio de motor hidráulico o manualmente por medio de llave. Está provisto de dos indicadores analógicos y soporte para generador de impulsos.

a) Cubierta

Apta a proteger la unidad de laminación.

#### b) Contenedor

Apto para alojar la unidad de laminación, que descansa sobre aquél en los soportes de la ampuesas, (en configuración universal o dúo). El contenedor está dotado de cuatro contratueras hidráulicas. El contenedor se reemplaza junto con la unidad de la caja.

#### c) Motores

Para instalar los motores se debe de verificar en que pase del molino se instalaran y verificar la potencia, revoluciones, torque y porcentaje de reducción de área.

#### d) Cajas reductoras

Las cajas reductoras están equipadas con engranajes helicoidales, dimensionados según las normas ANSA-AGMA. Engranajes de transmisión en acero NICRMO, (cementados) montados sobre rodamientos de rodillos y se complementan con los siguientes equipos.

#### e) Árboles de accionamiento

Transmite el par de laminación por medio de árboles telescópicos universales conectados a los cilindros y a la reductora por medio de manguitos de acoplamiento.

### **PASO 9.7. Protección de alargadera**

a) Manguitos de acoplamiento: los manguitos de acoplamiento transmiten el par de la reductora a los árboles por medio de un ajuste cónico, y de los árboles a los cilindros de laminación por medio de caras planas.

b) Porta árboles: porta árboles auto centranes se apoyan por medio de rodamientos de bolas. La porta árboles cubre automáticamente la gama completa de diámetros de los cilindros de las cajas.

La porta árboles se mueve con la caja y se desengancha manualmente por medio de una palanca, en el momento en que se reemplaza la unidad de laminación.

### c) Rodillos de laminación

La selección del material y dureza de un cilindro depende del producto a laminar, layout del laminador, canales de laminador y condiciones de laminador, una de las características que más se debe de tener en cuenta es la refrigeración del mismo, una mala refrigeración puede ser causa del deterioro o acortamiento de tiempo de vida del cilindro.

Una refrigeración eficiente se da si la temperatura del cilindro no supera los 60 grados centígrados.

Medida después de unos minutos de detener el laminador.

Los valores de caudal que se recomienda para devastadores son 25 m<sup>3</sup>/h/sd, 21 m<sup>3</sup>/h/sd, 14 m<sup>3</sup>/h/sd, estos son los valores que se recomiendan para mantener una refrigeración adecuada en el molino de laminación.

Entre las cosas más importantes que se deben de considerar en un cilindro laminador es el inicio del ciclo de calentamiento hasta la temperatura de operación que se considera que no la alcanza hasta que hayan pasado por lo menos 20 lingotes o barras a laminar.

Si no se considera esta temperatura inicial de los rodillos tiende a presentarse los gradientes de calentamiento del cilindro en direcciones transversales y longitudinales.

El cilindro está diseñado para esas gradientes, pero las tensiones térmicas por un errado gradiente de calentamiento pueden fracturar el cilindro transversalmente, como: pasar barras sin refrigeración, quemar los canales con insuficiente refrigeración, parada del laminador y sobre-enfriamiento de los cilindros. Todos los cilindros están inicialmente en compresión.

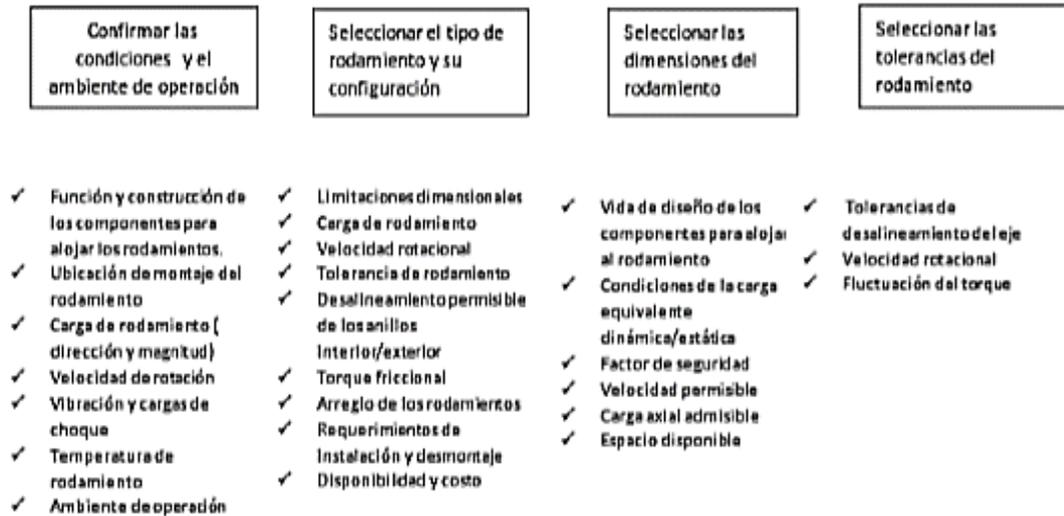
### d) Cojinetes

Un cojinete en ingeniería es la pieza o conjunto de ellas sobre las que se soporta y gira

el árbol transmisor de momento giratorio de una máquina.

**Figura 6**

Esquema para la selección de cojinete



Fuente: Planta aceros Suárez (s.f.)

De acuerdo con el tipo de contacto que exista entre las piezas (deslizamiento o rodadura), el cojinete puede ser un cojinete de deslizamiento o un rodamiento respectivamente. Para la selección de los cojinetes y rodamientos en los castillos laminadores se debe tener en cuenta varios factores y analizar alternativas.

El espacio disponible para los rodamientos es generalmente limitado. En la mayoría de los casos, el diámetro del eje (o el diámetro interior del rodamiento) se ha determinado de acuerdo a otras especificaciones de diseño de la maquinaria. Por lo tanto, el tipo y dimensiones de los rodamientos. Por esta razón todas las tablas de dimensiones se organizan de acuerdo a los diámetros interiores estándares.

**PASO 9.8. Carga de rodamiento**

Las características, magnitudes y dirección de las cargas que actúan sobre un rodamiento son extremadamente variables. En general, las capacidades básicas de carga mostradas en las tablas de dimensiones de los rodamientos indican su capacidad de manejo de carga.

No obstante, el determinar el tipo de rodamiento apropiado, se debe prestar atención si la carga actuante es solamente una carga radial o una carga axial combinada, etcétera.

En caso de que se consideren rodamientos de bolas y de rodillo de las mismas series de dimensiones, el rodamiento de rodillos tiene una mayor capacidad de carga y es capaz de sobreponerse a grandes vibraciones y cargas de choque.

#### **PASO 9.9. Velocidad de rotación**

La velocidad permisible de un rodamiento diferirá al depender del tipo de rodamiento, su tamaño, tolerancias, tipo de jaula, carga aplicada, condiciones de lubricación y condiciones de enfriamiento.

#### **PASO 9.10. Tolerancias de los rodamientos**

Los rodamientos rígidos de bolas, los de bolas a contacto angular y los de rodillos cilíndricos se recomiendan para alta precisión rotacional.

#### **PASO 9.11. Rigidez**

Deformaciones elásticas, ocurren a lo largo de la superficie de contacto de los elementos rodantes y las pistas de un rodamiento bajo carga. Con ciertos tipos de equipos, se necesitan reducir esta deformación al mínimo posible.

#### **PASO 9.12. Desalineamiento de los anillos interiores y exteriores**

La flexión del eje, variaciones en la precisión del eje o el alojamiento y los errores de montaje, resultan en un cierto grado de desalineamiento.

#### **FASE X. Procedimientos estándar de operación**

Durante el proceso de operación se producen una serie de mermas, algunas se producen durante paros de producción, otras durante la calibración del molino y las que se generan como parte del proceso, entre ellas se pueden mencionar, chatarra no

relaminable, punta y cola, punta de varilla y el retazo de varilla.

### **PASO 10.1. Manejo de mermas producida durante el proceso**

Son las varillas que poseen alguno de los defectos físicos antes mencionados tales como ribete, aleta, varilla cruzada, picado de varilla, etc., y que no pueden sacarse al mercado.

#### a) Producto en proceso

Con la intención de salvaguardar la calidad de los productos ofrecidos. Las varillas que fueran degradadas a chatarra son seccionadas a una longitud en las cuales no puedan ser comercializados como productos de primera calidad.

#### b) Producto en retazo

Según las especificaciones del mercado, la longitud mínima que debe de poseer una varilla de acero para ser clasificada como retazo debe ser el límite mínimo indicado en la tabla de límites de longitud para clasificación de chatarra y retazo.

**Tabla 9**

Límite de longitud clasificación de chatarra

Tabla de límites de longitud para clasificación de chatarra y retazo (metros)				
Varilla No.	Chatarra		Retazo	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
2	0,01	1,50	1,50	6,97
3	0,01	1,89	1,90	6,97
4	0,01	1,89	1,90	6,97
5	0,01	2,49	2,50	6,97
6	0,01	2,49	2,50	6,97
7	0,01	2,49	2,50	6,97
8	0,01	2,49	2,50	6,97

Fuente: Planta aceros Suárez (s.f.)

Las varillas clasificadas como retazo deben encontrarse entre los límites establecidos en la tabla y las que no cumplan son degradadas a chatarra las cuales serán seccionadas a una medida que no puedan ser comercializadas como varillas de primera calidad.

c) Punta y cola

Esta merma se genera en el corte de la cizalla, el cortar la punta y la cola del material en el proceso garantiza que el material ingresara sin mayor dificultad al siguiente pase y evitar trabones en la salida del mismo.

d) Escoria

La escoria se genera en la reducción del cuadro de 120 X 120 milímetros en los diferentes pases, inicia desde el devaste 20 y finaliza en continuo 8 que es el que le proporciona los acabados finales a la varilla. Estas mermas son pesadas en el día y son contabilizadas por ticket que emite báscula y son ingresadas en el reporte mensual de producción y que refleja la productividad del día y el porcentaje de materia prima utilizada comparada con la utilizada.

### **PASO 10.2. Cambio de rodillos de laminación**

Para el cambio de rodillos de laminación se cuenta con un programa de cambio, en el cual se toma en cuenta el tiempo de vida útil del rodillo, además se considera el desgaste al que se somete, el cual depende del castillo en cual está instalado.

Entre las principales causas por las que se realizaría un cambio de rodillos están:

a) Aparición de grietas

b) Rajadura

c) Quebraduras

d) Desgaste

### **PASO 10.3. Verificación de calibre en rodillos de laminación**

Los rodillos se calibran con cada cambio de medida, se realiza en el taller de máquinas y herramientas, se monta en un torno donde se le da su forma cilíndrica para posteriormente realizarle los surcos en la máquina corrugadora, para ello existen planos para cada medida.

#### PASO 10.4. Corruaga del rodillo

Se realiza en la máquina corrugadora, para ello hay planos de calibración que indican la profundidad, ancho y separación, esto depende de la medida que se vaya a producir.

#### PASO 10.5. Calibración de cambio de medida

En el momento en que se realiza la calibración del molino para las diferentes medidas se debe tener en consideración la altura y el ancho de la figura a continuación se presentan las tablas con las medidas que se deben obtener en preparadores y continuos para las diferentes medidas.

**Tabla 10**  
Calibración de medida

PK - 345, 8.2 mm					
	ALTO	ANCHO	REDUCCIONES DE AREAS		
P5	19.0 mm	52.9 mm			
P6	31.0 mm	24.3 mm	562 mm <sup>2</sup>	580 mm <sup>2</sup>	597 mm <sup>2</sup>
C0	13.8 mm	35.0 mm	373 mm <sup>2</sup>	385 mm <sup>2</sup>	396 mm <sup>2</sup>
C1	21.3 mm	16.8 mm	270 mm <sup>2</sup>	278 mm <sup>2</sup>	286 mm <sup>2</sup>
C2	10.5 mm	25.0 mm	206 mm <sup>2</sup>	212 mm <sup>2</sup>	219 mm <sup>2</sup>
C3	16.6 mm	13.2 mm	169 mm <sup>2</sup>	174 mm <sup>2</sup>	179 mm <sup>2</sup>
C4	12.6 mm	18.2 mm	136 mm <sup>2</sup>	140 mm <sup>2</sup>	145 mm <sup>2</sup>
C5	7.8 mm	18.7 mm	119 mm <sup>2</sup>	123 mm <sup>2</sup>	126 mm <sup>2</sup>
C6	12.4 mm	9.8 mm	94 mm <sup>2</sup>	97 mm <sup>2</sup>	100 mm <sup>2</sup>
C7	6.2 mm	16.0 mm	78 mm <sup>2</sup>	80 mm <sup>2</sup>	83 mm <sup>2</sup>
PK - 445, 11.2 mm					
	ALTO	ANCHO	REDUCCIONES DE AREAS		
P5	19.5 mm	52.9 mm			
P6	30.8 mm	24.1 mm	540 mm <sup>2</sup>	557 mm <sup>2</sup>	573 mm <sup>2</sup>
C0	14.8 mm	35.0 mm	406 mm <sup>2</sup>	419 mm <sup>2</sup>	431 mm <sup>2</sup>
C1	23.2 mm	18.2 mm	309 mm <sup>2</sup>	319 mm <sup>2</sup>	328 mm <sup>2</sup>
C2	12.1 mm	25.0 mm	245 mm <sup>2</sup>	253 mm <sup>2</sup>	260 mm <sup>2</sup>
C3	17.2 mm	13.6 mm	177 mm <sup>2</sup>	183 mm <sup>2</sup>	188 mm <sup>2</sup>
C4	13.2 mm	18.2 mm	147 mm <sup>2</sup>	151 mm <sup>2</sup>	156 mm <sup>2</sup>
C5	8.4 mm	22.0 mm	137 mm <sup>2</sup>	141 mm <sup>2</sup>	145 mm <sup>2</sup>
3/8 LEG					
	ALTO	ANCHO	REDUCCIONES DE AREAS		
P5	20.5 mm	52.9 mm			
P6	32.0 mm	34.0 mm	623 mm <sup>2</sup>	643 mm <sup>2</sup>	662 mm <sup>2</sup>
C0	16.1 mm	35.0 mm	450 mm <sup>2</sup>	464 mm <sup>2</sup>	478 mm <sup>2</sup>
C1	23.4 mm	25.0 mm	341 mm <sup>2</sup>	352 mm <sup>2</sup>	362 mm <sup>2</sup>
C2	12.8 mm	25.0 mm	262 mm <sup>2</sup>	270 mm <sup>2</sup>	278 mm <sup>2</sup>
C3	18.2 mm	14.3 mm	198 mm <sup>2</sup>	204 mm <sup>2</sup>	210 mm <sup>2</sup>
C4	14.1 mm	20.2 mm	172 mm <sup>2</sup>	177 mm <sup>2</sup>	182 mm <sup>2</sup>
C5	9.4 mm	22.0 mm	158 mm <sup>2</sup>	163 mm <sup>2</sup>	167 mm <sup>2</sup>
C6	14.0 mm	10.9 mm	125 mm <sup>2</sup>	129 mm <sup>2</sup>	133 mm <sup>2</sup>
C7	7.5 mm	17.0 mm	102 mm <sup>2</sup>	105 mm <sup>2</sup>	108 mm <sup>2</sup>

Fuente: Planta aceros Suárez (s.f.)

### **PASO 10.6. Utilización de equipo de seguridad industrial en el proceso de producción**

Debido a que el proceso de producción de varilla es un proceso de alta peligrosidad se cuenta con una cuadrilla de seguridad industrial que se encarga de velar por el cumplimiento de las normas específicas para cada puesto.

En el proceso de producción es de uso obligatorio el casco, lentes, orejeras y guantes de seguridad industrial, así como también en el proceso de calibración de los rodillos debe llevarse a cabo mediante el bloqueo y etiquetado de maquinaria para evitar accidentes que puedan dañar la integridad física del trabajador.

Para los trabajos en altura se lleva un proceso de utilización de arnés, colocación de línea de vida, delimitación de área de trabajo y autorización de la realización del trabajo por parte del jefe inmediato.

Se cuenta con una señalización peatonal para evitar accidentes por el paso de cargadores frontales y camiones encargados de trasladar producto terminado.

### **PASO 10.7. Control de producción**

Se realiza desde cabina central por medio de un proceso automatizado, en ella se lleva el control de la temperatura del horno laminador, revoluciones de los motores, potencia, niveles de aceite de las cajas reductora, corte de las cizallas y cierre de los frena colas.

### **PASO 10.8. Empaquetado del producto**

Se realiza atreves de atados que es un grupo de líos con determinado número de varillas, depende de la media todos los atados representan 2 toneladas teóricas.

### **PASO 10.9. Trazabilidad del producto**

Se realiza por medio de etiquetado de líos, que indican el número de etiqueta, fecha

en la que se procesó, tipo de varilla y grado del material que se procesó.

#### **PASO 10.10. Planes de acción y correcciones durante el proceso**

Este proceso se realiza para la temperatura del molino, cambio de calibre, velocidades de los motores y luz entre rodillos de los castillos laminadores, con la finalidad de evitar paros programados.

#### **PASO 10.11. Análisis de registros y cheklist de control de los parámetros de funcionalidad de los equipos**

Se analizarán los registros y listas de verificación, para temperatura de rodillos, temperatura del horno laminador, revoluciones, potencia de los motores, calibración del molino en general.

#### **PASO 10.12 Cumplimiento de Norma Coguanor para fabricación de materiales para la construcción**

Estas normas se deben de cumplir para las pruebas mecánicas y físicas del producto terminado, dependen de la medida que se haya producido, estas normas se mencionarán posteriormente en los análisis mecánicos del producto del capítulo tres específicamente en las pruebas de tensión deformación.

#### **PASO 10.13. Realización de pruebas de resistencia del material**

Estas pruebas se realizan en el laboratorio de control de calidad con ayuda de una máquina de pruebas de tensión deformación, además de ello se avalan por medio de certificados que son emitidos por la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### **PASO 10.14. Límite de proporcionalidad**

El ensayo de tracción de un material, consiste en someter a una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la probeta.

Este ensayo mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente. Las velocidades de deformación en un ensayo de tensión suelen ser muy pequeñas. Es el mayor esfuerzo en el que el esfuerzo es directamente proporcional a la deformación.

a) Límite de cedencia

Es el punto en el cual la deformación del material se produce sin incremento sensible del esfuerzo. El límite de fluencia es el nivel de tensión a partir del cual el material elástico lineal se deforma plásticamente en un ensayo de uniaxial de tracción.

b) Límite elástico

También denominado límite de elasticidad y límite de fluencia, es la tensión máxima que un material elastoplástico puede soportar sin sufrir deformaciones permanentes.

c) Tensión máxima

Es el esfuerzo que un material, puede resistir antes de llegar al punto de ruptura. La tensión de ruptura se obtiene por lo general al realizar un ensayo de tracción y se registra la tensión en función de la deformación (o alargamiento); el punto más elevado de la curva tensión-deformación es la tensión de ruptura.

## **Resultado 3. Programa de capacitación a los colaboradores**

### **3.1. Taller de “Capacitaciones”**

<p style="text-align: center;">Acero S.A</p> 	<h3><b>TALLER DE “CAPACITACIONES”</b></h3>
--	--

#### **3.1.1. Introducción**

Como respuesta a la problemática de pérdidas financieras que se presenta en Planta de Laminación, se capacitara al personal del área de corte y empaquetado de varillas Corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla. Con la finalidad de lograr estabilidad de corte y empaquetado y de esta manera disminuir las pérdidas financieras.

#### **3.1.2. Dirigido a**

El programa está dirigido al personal del área de empaquetado de varillas Corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla”.

#### **3.1.3. Objetivo general**

Establecer un manual de estandarización para los procesos de corte y empaquetado de varillas Corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.

#### **3.1.4. Objetivos específicos**

- a) Lograr estabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas.
- b) Reducir las pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.

#### **3.1.5. Duración**

8 horas

### **3.1.6. Fechas y horario**

**Fecha:** 5/10/2019.

**Horario:** De 8:30 a.m. a. 4:30 p.m.

### **3.1.7. Metodología**

Se utilizará un grado de interacción de trabajo en conjunto facilitador-Participante, de modo de capacitar a los trabajadores de Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A., Escuintla, Escuintla.

### **3.1.8. Contenido**

#### **Módulo I. Manuales**

Objetivo: Capacitar lo relativo a manuales.

Temas:

1. Importancia de los manuales
2. Objetivos de los manuales
3. Según su Clasificación
4. Según la actividad o giro
5. Elaboración propia
6. Ventajas de los Manuales Administrativos
7. Desventajas de los Manuales Administrativos
8. Planta de laminación
9. Estandarización y estabilidad de los procesos
10. Hornos.

## 11. Tren de laminación

Actividad del Módulo:

-Caso de análisis.

-Proyección de video.

-Preguntas de debate.

### **Módulo II. Planta de laminación**

Objetivo: Dar a conocer todo lo relativo de planta de laminación.

Temas:

1. Estandarización y estabilidad de los procesos
2. Laminación en caliente.
3. Hornos.
4. Tren de laminación

Actividad del Módulo:

-Caso de análisis.

-Proyección de video.

-Preguntas de debate

### **Módulo III. Elaboración de productos de acero**

Objetivo: Dar a conocer la elaboración de los productos acero.

Temas:

1. Tipos de perfiles

2. Especificaciones físicas del angular.
3. Tipos de perfiles
4. Angulares
5. Especificaciones Técnicas del perfil cuadrado
6. Planos
7. Especificaciones físicas del perfil plano

Actividad del Módulo:

-Caso de análisis.

-Proyección de video.

-Preguntas de debate.

#### **Módulo IV. Proceso de empaquetado y corte de varillas corrugadas**

Objetivos: Elaboración del proceso de empaquetado y corte de varillas corrugadas.

Temas:

1. Definición de varillas Corrugadas
2. Proceso de producción de la varilla corrugada.

Actividad del Módulo:

-Caso de análisis.

-Proyección de video.

-Preguntas de debate.

### 3.2. Programa de Capacitación

ACEROS S.A 		<b>PROGRAMA DE CAPACITACIÓN</b>		
FECHA	ACTIVIDAD	HORA	UBICACIÓN	RESPONSABLE
05/10/2019	Bienvenida y presentación del responsable	8.30 a.m.-9.00 a.m.	Salón de usos múltiples de Planta	Carlos Enrique Escobar Arévalo
05/10/2019	Módulo I	9.00 a.m.-10.00 a.m.	Salón de usos múltiples de Planta	Cristian Adenio Coronado Salazar
05/10/2019	Módulo II	10.00 a.m.-01.00 a.m.	Salón de usos múltiples de Planta	Luis Alfredo Veliz Aguilar
05/10/2019	Almuerzo	1.00 p.m.-2.00 p.m.	Comedor de Planta	Carlos Enrique Escobar Arévalo
05/10/2019	Módulo III	2.00 p.m.-3.00 p.m.	Salón de usos múltiples de Planta	Luis Alexander Moreno Alvarado
05/10/2019	Módulo IV	3.00 p.m.-4.00 p.m.	Salón de usos múltiples de Planta	Hugo Leonel Ramos González
05/10/2019	Cierre	4.00 p.m.-4.30 p.m.	Salón de usos múltiples de Planta	Cristian Adenio Coronado Salazar

### Anexo 3. Matriz de la estructura lógica

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Objetivo general. Reducir las pérdidas financieras en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.	Reducir las pérdidas financieras en 20% anual en los primeros cuatros y 10% el año final.	Estados financieros	Ingeniería externa ayudará a alcanzar el objetivo
Objetivo específico. Lograr estabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.	Cero inestabilidad en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas	Libro de control del proceso	Ingeniería externa ayudará a alcanzar el objetivo
Resultado 1: Se cuenta con una Unidad Ejecutora			
Resultado 2: Se cuenta con un Manual de estandarización en el proceso de corte y empaquetado de varillas corrugadas, en Planta de Laminación “INDUSTRIA DEL ACERO S.A.”, Escuintla, Escuintla.			
Resultado 3: Se dispone del programa de capacitaciones a los colaboradores.			