



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

**ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DEL SISTEMA
DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ALAMBRE ESPIGADO,
EN UNA PLANTA DE ALAMBRE**

Tannya Luisa Barco Fernández

Asesorada por: Inga. Martha Guísela Gaitán Garavito

Guatemala, mayo de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ALAMBRE ESPIGADO, EN UNA PLANTA DE ALAMBRE

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

TANNYA LUISA BARCO FERNÁNDEZ

ASESORADO POR: INGA. MARTHA GUÍSELA GAITÁN GARAVITO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE **INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MAYO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRÁCTICO EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Miriam Rubio de Akú
EXAMINADOR	Ing. Roberto Valle González
EXAMINADOR	Ing. José Arturo Estrada Martínez
SECRETARIA	Inga. Marcia Invónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ALAMBRE ESPIGADO EN UNA PLANTA DE ALAMBRE,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, con fecha 11 de abril de 2006.



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tannya Luisa Barco Fernández', written over a white rectangular background.

Tannya Luisa Barco Fernández

Guatemala, 20 de febrero de 2009

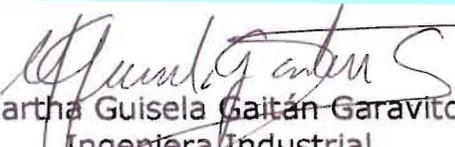
Ingeniero
Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, USAC.

Ingeniero Gómez:

Atentamente me dirijo a usted para someter a su consideración el Trabajo de Graduación de la estudiante: TANNYA LUISA BARCO FERNÁNDEZ, previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

El trabajo en referencia se titula ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ALAMBRE ESPIGADO EN UNA PLANTA DE ALAMBRE, el cual he asesorado y revisado; considerando que llena satisfactoriamente los requisitos recomiendo su aprobación.

Agradeciendo su atención a la presente y sin otro particular me suscribo,


Martha Guisela Gaitán Garavito
Ingeniera Industrial
ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ALAMBRE ESPIGADO EN UNA PLANTA DE ALAMBRE**, presentado por el estudiante universitario **Tannya Luisa Barco Fernández**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Renaldo Giron Alvarado
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 5977

Ing. Renaldo Giron Alvarado

Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala abril de 2009

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ALAMBRE ESPIGADO, EN UNA PLANTA DE ALAMBRE**, presentado por la estudiante universitaria **Tannya Luisa Barco Fernández**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2009.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ALAMBRE ESPIGADO, EN UNA PLANTA DE ALAMBRE**, presentado por la estudiante universitaria Tannya Luisa Barco Fernández, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Reinos
DECANO



Guatemala, mayo de 2009.

ACTO QUE DEDICO A:

Mi Señor Jesucristo

Por su misericordia y favor al ser mi fortaleza y mi guía en éste caminar, a quien doy toda la Gloria y Honor.

Mi mamá

María Luisa Fernández vda. de Barco, a quien agradezco profundamente su esfuerzo, sacrificio, y ejemplo de perseverancia para alcanzar las metas.

Mi papá

Rigoberto Barco Ramos (†), por su tierno amor.

Mi esposo

César Vinicio Solórzano, por su apoyo, amor y paciencia incondicional.

Mi amiga

Silvia Ordoñez, por su amistad sincera y su apoyo en todo momento.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
JUSTIFICACIÓN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA	1
1.1 Reseña historica	1
1.2 Misión de la empresa	3
1.3 Visión de la empresa	3
1.4 Departamento de Control de Calidad	3
1.4.1 Objetivos del Departamento	3
1.4.2 Descripción de Funciones	4
2. MARCO CONCEPTUAL	7
2.1 Descripción de la materia prima	7
2.1.1 Alambrón	7
2.2 Trefilado	7
2.3 Galvanizado	9
2.3.1 Decapado	9
2.4 Alambre espigado	9

2.4.1 Componentes del alambre espigado	10
2.5 Norma Internacional ASTM	10
2.5.1 Norma ASTM - 121 para alambre espigado galvanizado	11
3. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	13
3.1 Especificaciones del alambre espigado	13
3.1.1 Hoja técnica del producto	13
3.2 Proceso de producción para el alambre espigado	14
3.2.1 Secciones que intervienen en el proceso de producción para el alambre espigado	14
3.2.1.1 Sección de trefilado	15
3.2.1.2 Sección de galvanizado	15
3.2.1.3 Sección de espigado	15
3.2.2 Diagramas de operaciones del proceso	17
3.2.3 Diagramas de flujo del proceso	25
3.3 Procedimiento de Control de Calidad	36
3.4 Análisis de calidad del producto	38
3.4.1 Control de procesos	38
3.4.2 Capacidad del proceso	52
4. ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DEL CONTROL DE CALIDAD	53
4.1 Política de la Calidad de la empresa	53
4.2 Objetivos de la calidad	53
4.3 Descripción de la organización	54
4.3.1 Organigrama	54
4.3.1.1 Descripción de funciones	55

4.4 Sistema de Calidad	57
4.4.1 Normas utilizadas	57
4.4.1.1 Norma Internacional ASTM - 121	58
4.4.1.2 Norma Internacional ASTM - A90	58
4.4.1.3 Especificaciones de procesos que la empresa ha establecido para el trefilado	58
4.4.2 Procedimientos	59
4.4.2.1 Procedimiento para la inspección de calidad de la materia prima	59
4.4.2.2 Procedimiento para la inspección de calidad de la fase de trefilado	61
4.4.2.3 Procedimiento para la inspección de calidad de la fase de galvanizado	67
4.4.2.3.1 Procedimiento de decapado	72
4.4.2.4 Procedimiento para la inspección de calidad de la fase de espigado	77
5. DOCUMENTACIÓN Y CAPACITACIÓN DE ACUERDO A ESTÁNDARES	81
5.1 Documentación de procedimientos	81
5.1.1 Posible estructura para la documentación	81
5.1.2 Revisión y aprobación de autoridades de la empresa	82
5.2 Capacitación	82
5.2.1 Contenido	83
5.2.2 Programa de capacitación	84
5.3 Seguridad e higiene industrial	85
5.3.1 Enfermedad ocupacional	87
5.3.1.1 Equipo de protección personal	88

5.3.1.1.1	Protección de cabeza	88
5.3.1.1.2	Protección de ojos y cara	89
5.3.1.1.3	Protección de oído	91
5.3.1.1.4	Protección del torso	92
5.2.1.1.5	Protección de manos y pies	93
6.	SEGUIMIENTO	95
6.1	Guías y formatos	95
6.1.1	Guía y formato para el registro de datos para la inspección de la materia prima	95
6.1.1.1	Equipo requerido y período de toma de datos	97
6.1.2	Guía y formato para el registro de datos para la inspección de calidad de la fase de trefilado	98
6.1.2.1	Equipo requerido y período de toma de datos	99
6.1.3	Guía y formato para el registro de datos para la inspección de calidad de la fase de galvanizado	100
6.1.3.1	Equipo requerido y período de toma de datos	103
6.1.3.2	Guía y formato para el registro de datos para la inspección de calidad para el decapado	104
6.1.3.2.1	Equipo requerido y periodo de toma de datos	105
6.1.4	Guía y formato para el registro de datos para la inspección de calidad de la fase de espigado	106
6.1.4.1	Equipo requerido y período de toma de datos	109
6.2	Registros y archivos	110
6.2.1	Presentación de informes	110

6.2.1.1 Personal responsable del diagnóstico y acciones correctoras	111
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	117
APÉNDICE	119
ANEXOS	125

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Trefilado o estirado de alambre	8
2. Partes del alambre espigado	10
3. Planta de galvanizado de alambre	35
4. Diagrama de Pareto	39
5. Diagrama de Ishikawa	41
6. Gráfico de control de máquina núm. 1	42
7. Gráfico de control de máquina núm. 2	43
8. Gráfico de control de máquina núm. 3	44
9. Gráfico de control de máquina núm. 4	45
10. Gráfico de control de máquina núm. 5	46
11. Gráfico de control de máquina núm. 6	47
12. Gráfico de control de máquina núm. 7	48
13. Gráfico de control de máquina núm. 8	49
14. Gráfico de control de máquina núm. 9	50
15. Gráfico de control de máquina núm. 10	51
16. Organigrama del departamento de control de calidad	54
17. Inspección visual del alambrón	60
18. Medición del diámetro del alambrón	61
19. Máquina trefiladora	62
20. Medición del diámetro del alambre trefilado	63

21. Medición del diámetro	63
22. Medición del diámetro	64
23. Etiqueta de identificación del rollo de alambre	65
24. Medición del diámetro	66
25. Medición del diámetro	66
26. Etiqueta de identificación del rollo de alambre	68
27. Se amarran los rollos	69
28. Se amarran los rollos	69
29. Toma de muestras	70
30. Verificación de adherencia del zinc	71
31. Corte de muestras	72
32. Forma en que queda el alambre	73
33. Medición del diámetro	73
34. Medición del diámetro	74
35. Peso de la muestra	74
36. Muestra sumergida en el ácido clorhídrico	75
37. Extracción de muestras	75
38. Extracción de muestras	76
39. Medición del diámetro de la muestra	76
40. Forma en que se ubican los rollos en la máquina espigadora	78
41. Medición del diámetro del alambre espigado	78
42. Partes de un casco de protección	89
43. Lentes de protección	90
44. Lentes y careta de protección	91
45. Tapones para los oídos	92
46. Traje de protección contra el calor y la salpicadura de químicos	93
47. Guante de piel	94
48. Zapatos de piel con puntera de acero	94

49. Guía para el registro de datos	96
50. Formato: consumo de alambón	97
51. Guía para el registro de datos	98
52. Reporte de análisis físico de alambre trefilado	99
53. Guía para el registro de datos	100
54. Reporte de análisis físico de alambre galvanizado	102
55. Guía para el registro de datos	104
56. Reporte de análisis físico de recubrimiento de zinc en el alambre	105
57. Guía para el registro de datos	106
58. Reporte de alambre galvanizado para espigado	107
59. Guía para el registro de datos	108
60. Reporte de análisis físico de alambre espigado	109

TABLAS

I. Datos para el diagrama de Pareto	39
II. Porcentaje de piezas no conformes	52
III. Especificaciones del diámetro del alambre	59

LISTA DE SÍMBOLOS

C°	Grados centígrados
Lbf	Libra fuerza
N	Newton (Kg. * m/s ²)
g	Gramos
TLC	Tratado de libre comercio
SbH₃	Estibina (trihidruro de antimonio)
mm	Milímetros
%	Porcentaje
p	Fracción de unidades no conformes
LC	Límite de control central
LC_s	Límite de control superior
LC_i	Límite de control inferior

GLOSARIO

Esfuerzo de tensión	Cuando sobre un elemento actúa una fuerza perpendicular a su sección perpendicular causando estiramiento, aplastamiento o torsión.
Trabajo en frío	Trabajo de un metal a una temperatura cercana a la del ambiente, como en el estirado, prensado o estampado.
ASTM Internacional	Creada en 1,898, es una de las mayores organizaciones en el mundo que desarrollan normas voluntarias por consenso. ASTM es una organización sin ánimo de lucro que brinda un foro para el desarrollo y publicación de normas voluntarias aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios.
Norma ASTM	Como se usa en ASTM, una norma es un documento que ha sido desarrollado y establecido dentro de los principios de consenso de la organización, y que cumple los requisitos de los procedimientos y regulaciones de ASTM.

Galvanizado

Es el proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro. Su función es proteger la superficie del metal sobre el cual se realiza el proceso. El más común consiste en depositar zinc sobre hierro y así proteger al hierro de la oxidación al exponerse al oxígeno del medio ambiente.

Alambrón

Es un alambre de 5.5 mm de diámetro de acero al carbono con un contenido de hasta 0.08% de carbono.

Micrómetro

Es un instrumento de medición cuyo funcionamiento está basado en el tornillo micrométrico y que sirve para medir las mediciones de un objeto con alta precisión, del orden de centésimas de milímetros (0.01 mm) y de milésimas de milímetros (0.001 mm) (micra).

RESUMEN

A medida que la globalización ha llegado a nuestro país, las empresas han percibido la necesidad de ser competitivas para crecer y no morir, ante un mercado exigente en cuanto a la calidad de los productos que adquiere.

La industria de aceros cuenta con un amplio mercado, por consiguiente el número de competidores es cada vez mayor, por ello es muy importante contar con sistemas de control que evalúen y aseguren el nivel de calidad de sus productos. Estos sistemas deben permitir el progreso de la empresa garantizando excelentes resultados en la optimización de recursos, y en la minimización de desperdicios, que generan altos costos y atrasos en la producción.

Como parte de estos sistemas está la estandarización. El uso de estándares tiene el propósito de garantizar la adherencia a las recomendaciones que han demostrado la seguridad y efectividad de un procedimiento. Un estándar describe una serie de pasos que se deben realizar en forma secuencial durante el desarrollo de determinado procedimiento; debe ser divulgado, el personal que lo va a aplicar entrenado para lograr el cumplimiento de las recomendaciones y controlado en el tiempo para evaluar su eficacia.

Se ha realizado un análisis de la situación actual de la empresa, en el cual se han evaluado los procesos de producción, mediante gráficos control. Este análisis ha servido de base para plantear la Estandarización de Procedimientos, la cual pretende sistematizar los procedimientos del control de la calidad en la producción de alambre espigado.

JUSTIFICACIÓN

Por las condiciones económicas actuales de nuestro país y por expectativas generadas ante con la ratificación del Tratado de Libre Comercio (TLC), las industrias en general, se ven en la necesidad de conocer a fondo su proceso productivo, con el objeto de eliminar cualquier acción improductiva y optimizar los recursos empleados, es decir, reducir costos y elevar la productividad de la empresa, obteniendo con estas acciones ser competitivos no solo en el mercado local sino que también en el mercado global, el cual se vuelve cada vez más exigente en cuanto a calidad, servicio y precio.

Tomando en cuenta este panorama económico en nuestro país, se hace necesaria la estandarización de procedimientos, para un mejor control de la calidad en el producto, ya que su proceso de producción es grande. También ayudará a llevar registros e información importante.

OBJETIVOS

GENERAL

- ♦ Estandarizar los procedimientos del control de calidad en la producción de alambre espigado, conocido comercialmente como AG-400 en una planta de alambre.

ESPECÍFICOS

1. Dar a conocer el proceso productivo del alambre espigado, para entender el mismo e identificar los puntos de control.
2. Identificar las variables a monitorear en el proceso.
3. Evaluar estadísticamente las variables que determinan la calidad del alambre espigado.
4. Describir las normas a utilizar en la producción del alambre espigado.
5. Definir las políticas con las que se administrará el proceso de producción del alambre espigado AG – 400.
6. Definir los objetivos que se desean alcanzar en el proceso de producción del alambre espigado AG – 400.
7. Identificar las funciones de los inspectores de calidad para obtener así los resultados deseados.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas que desean ser competitivas, nacional e internacionalmente adoptan la Administración Total de la Calidad, cuyo objetivo es mejorar la calidad, reducir los costos y manejar un justo a tiempo en sus entregas. La calidad, se convierte de tal modo en una estrategia de negocios para alcanzar el éxito y mantenerse en él.

La industria de aceros cuenta con un amplio mercado, por consiguiente el número de competidores es cada vez mayor, por ello es muy importante contar con sistemas de control que evalúen y aseguren el nivel de calidad de sus productos. Estos sistemas deben permitir el desarrollo de la empresa garantizando excelentes resultados en la optimización de recursos, y en la minimización de desperdicios, que generan altos costos y atrasos en la producción.

Como parte de estos sistemas está la estandarización de los procedimientos que se llevan a cabo para asegurar la calidad; estandarización que ayudará a la empresa a mantener sus niveles de calidad, a facilitar la información cuando sea necesaria, así como dar una buena capacitación a los colaboradores.

El presente trabajo de graduación pretende aplicar los conceptos de Gestión de Calidad y del Control Estadístico de la Calidad en la estandarización de los procedimientos en la planta de alambre, para lograr así un suficiente aprovechamiento de los recursos, y una excelente calidad del producto final.

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 Reseña histórica

Aceros de Guatemala, S.A. se dedica a la fabricación de productos derivados del acero, utilizados principalmente para la construcción, a partir de materia prima nacional e importada.

Es conformada por cuatro plantas de producción:

- Planta de galvanización de lámina
- Planta de laminación de perfiles
- Planta de laminación de barras
- Planta de alambre y clavo

Se inicia en 1963 la Corporación Aceros de Guatemala, con la primera empresa fundada para la producción de clavos. Rápidamente se amplía hacia otros productos de acero, como grapas, alambre espigado y varilla para construcción. En 1971 con el objeto de hacer la producción más competitiva, la Corporación se extiende con una planta de galvanizado de alambre y lámina, así como dos hornos de arco eléctrico para la fabricación de lingote de acero.

En 1979 la fábrica de laminación se duplica para producir varilla de construcción, lo que llevaría a la corporación a ocupar un lugar importante en el mercado. Desde 1982 se amplía la red de distribución a mayoreo y detalle, contando a la fecha con nueve distribuidoras.

Años más tarde, en 1987 la corporación adquiere INTUPERSA (Industria de tubos y perfiles). Buscando mayor eficiencia en la fabricación de los diferentes productos se crea SIDEQUA (Siderúrgica de Guatemala), uno de los proyectos más importantes en la historia de la industria del acero en Centro América. Esta inicia operaciones en 1994, llevando a cabo el proceso de fabricación de lingote de acero a partir de la recolección de chatarra y empleando los métodos más avanzados en tecnología y cuidado del medio ambiente. Es así como, al contar la corporación con su propia materia prima, es capaz de alcanzar una mayor productividad.

Con el fin de satisfacer los requerimientos de energía eléctrica, se inicia en 1995 la construcción del centro de Energía Escuintla. Este no sólo garantiza el suministro de energía eléctrica a las empresas de la corporación, sino además vender al sistema nacional y al mercado de mayoreo. Contribuyendo así a proporcionar herramientas para que Guatemala y Centro América tengan la energía necesaria para aceptar los retos que el nuevo mundo globalizado plantea.

En 1995 la corporación adquiere INDETA (Industria Transformadora de Alambre), empresa dedicada a la fabricación de varilla de construcción, alambres, clavos y otros productos, basada en el creciente mercado de la construcción, el cual constituye uno de los de mayor crecimiento en la economía del país.

La Corporación Aceros de Guatemala ha desarrollado sus diferentes productos satisfaciendo parte importante del mercado de Guatemala y Centro América.

1.2 Misión de la empresa

Dedicarse a la investigación, desarrollo, producción y distribución de productos básicos de acero y productos afines para la construcción en Centroamérica, Panamá y el sur de México, con miras a la expansión hacia América del Sur, México, el Caribe y los Estados Unidos de América.

1.3 Visión de la empresa

Obtener el liderazgo total en Guatemala y Centroamérica en sus líneas de productos y lograr una participación importante en mercados del sur de México, el Caribe, Norte y Sudamérica. Ser una empresa altamente profesional, rentable y respetada fortaleciendo su competitividad por medio de alianzas estratégicas con las empresas más dinámicas y prestigiosas del sector.

1.4 Departamento de Control de Calidad

Es la parte de la administración de la empresa que se encarga de velar por que los productos, cumplan con los requerimientos internos, así como de su entrega a tiempo. Dicho departamento consta de un Gerente de Calidad, el Jefe de Calidad, el Asistente del Jefe de Calidad, y luego le siguen los inspectores de Calidad.

1.4.1 Objetivos del Departamento

- ✦ Controlar la calidad de la materia prima, producto en proceso y producto terminado en los diferentes procesos sistemas productivos de la planta.

- ✦ Evaluar y llevar un récord estadístico sobre los productos de materia prima e insumos adquiridos a los diversos proveedores.
- ✦ Apoyar a cada una de las plantas en el proceso para la mejora de la calidad de sus productos.
- ✦ Realizar reportes con análisis estadísticos para cada producto que se fabrica.
- ✦ Identificar constantemente las causas que originan los problemas de calidad y seguir procedimientos adecuados para su corrección o mejoramiento.

1.4.2 Descripción de funciones

- Jefe de control de calidad
 - ✦ Planifica, desarrolla y controla proyectos de mejoramiento de la calidad en las diferentes plantas.
 - ✦ Supervisa y apoya las actividades del personal del departamento.
 - ✦ Busca puntos de potencial para mejorar en las plantas la optimización de la productividad.
 - ✦ Analiza y avala reportes de calidad.
 - ✦ Realiza la búsqueda del mejoramiento tecnológico del equipo e instrumentación de cada uno de los laboratorios.
 - ✦ Realiza las tareas administrativas propias del puesto.
- Asistente del jefe de control de calidad
 - ✦ Asiste al jefe en las funciones del departamento de control de calidad.
 - ✦ Analiza los reportes de calidad.

- ✦ Lleva el control de las necesidades de equipo y herramienta del personal de control de calidad.
 - ✦ Propone y elabora proyectos para mejorar los procesos si fuese necesario.
 - ✦ Supervisa el desempeño del personal operativo.
- Digitador de control de calidad
 - ✦ Procesa datos de los reportes diarios de todas las plantas.
 - ✦ Procesa datos estadísticos sobre productos y materia prima de todas las plantas de producción.
 - ✦ Controla el inventario de insumos, útiles y papelería para el personal de todas las plantas.
 - ✦ Recibe y entrega correo del departamento de control de calidad.
- Inspector de control de calidad en materia prima
 - ✦ Controla la calidad de materia prima que se usa en cada proceso de producción.
 - ✦ Clasifica la materia prima de acuerdo a la norma de calidad establecida.
 - ✦ Garantiza la calidad de la materia prima antes de entrar al proceso.
 - ✦ Lleva un récord de los proveedores de materia prima.
- Inspector de control de calidad de producto en proceso
 - ✦ Controla la calidad del producto durante el proceso.
 - ✦ Identificar e informar inmediatamente sobre cualquier falla que ocurra durante el proceso.
 - ✦ Realizar las inspecciones necesarias a lo largo del proceso.

- ✦ Controla la calidad del producto terminado en el área de empaque.
 - ✦ Controla que la identificación de los productos sea la correcta.
 - ✦ Garantiza el producto antes de ser despachado.
- Laboratorista físico químico
 - ✦ Lleva a cabo todos los análisis de laboratorio necesarios, de procesos específicos.
 - ✦ Lleva a cabo el análisis y tratamiento del agua de caldera.
 - ✦ Controla el uso de los compuestos químicos en los procesos.
 - ✦ Determina la concentración ideal de compuestos químicos a usar en los procesos.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Descripción de la materia prima

La materia prima utilizada para la elaboración de alambre espigado es el alambrón.

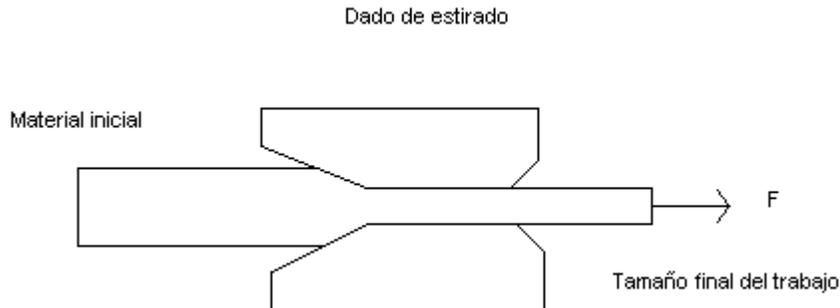
2.1.1 Alambrón

El alambrón es un alambre de 5.5 mm. de diámetro de acero al carbono con un contenido de hasta 0.08% de carbono, que según la nomenclatura de la American Iron and Steel Institute (Instituto americano del hierro y el acero) se designa como AISI 1008. Lo anterior garantiza que sea un material dúctil al inicio del proceso, para luego ser trefilado.

2.2 Trefilado

El trefilado o estirado es una operación donde la sección transversal de una barra, varilla o para éste caso el alambrón, se reduce al tirar del material a través de la abertura de un dado, como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Trefilado o estirado de alambre



Fuente: Aceros de Guatemala

Aunque la presencia de esfuerzos de tensión es obvia en el estirado, la compresión también juega un papel muy importante, ya que el material se comprime al pasar a través de la abertura del dado. Por esta razón, la deformación que ocurre en el estirado se llama algunas veces compresión indirecta. La diferencia básica entre el estirado de barras y el estirado de alambre es tamaño del material que se procesa.

El número de dados puede variar entre cuatro y doce. El término estirado continuo se usa para describir este tipo de operación, debido a las grandes corridas de producción que pueden alcanzarse con los rollos de alambre, ya que pueden soldarse al tope con el siguiente rollo para hacer la operación verdaderamente continua.

El trefilado o estirado se realiza generalmente como una operación de trabajo en frío. Se usa más frecuentemente para producir secciones redondas, pero también se pueden estirar secciones cuadradas y de otras formas.

Las ventajas del estirado en estas aplicaciones incluyen: estrecho control dimensional, buen acabado de superficie, adaptabilidad para producción

económica en masa o en lotes, propiedades mecánicas mejoradas (como resistencia y dureza).

2.3 Galvanizado

El galvanizado es un recubrimiento de zinc sobre otra pieza (en este caso el alambre). El alambre es pasado por un baño de zinc fundido (galvanización por inmersión en caliente). El alambre es usualmente tratado térmicamente en la misma operación pasando por plomo fundido, sal fundida o un horno silenciador seguido de una limpieza o una operación de conservación precediendo al galvanizado.

2.3.1 Decapado

El decapado es un método de prueba para pesar el recubrimiento de zinc en artículos de hierro o acero galvanizado. Este método provee un estándar para determinar el peso del recubrimiento para compararlo con los requerimientos especificados. Un recubrimiento de zinc en artículos de hierro o acero protege de la corrosión.

2.4 Alambre espigado

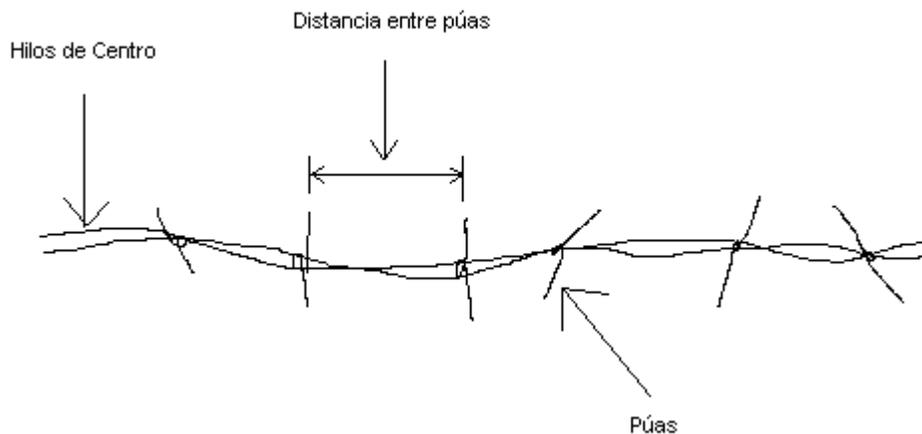
El alambre espigado está fabricado de alambre trefilado galvanizado, cuyos hilos de centro son retorcidos de forma uniforme y son entorchados por púas; dichas púas también son alambre trefilado galvanizado.

2.4.1 Componentes del alambre espigado

Los componentes o partes del alambre espigado son:

- ✦ Los hilos del Centro que conforman el centro o cuerpo del alambre espigado.
- ✦ Las púas, que están entorchadas al centro o cuerpo del alambre. Estas púas se entorchan a la misma distancia entre ellas.

Figura 2. Partes del alambre espigado



Fuente: Tannya Barco

2.5 Norma Internacional ASTM

¿Qué es ASTM International?

”Creada en 1898, ASTM International es una de las mayores organizaciones en el mundo que desarrollan normas voluntarias por consenso. ASTM es una organización sin ánimo de lucro, que brinda un foro para el

desarrollo y publicación de normas voluntarias por consenso, aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios. Los miembros de ASTM, que representan a productores, usuarios, consumidores, el gobierno y el mundo académico de más de 100 países, desarrollan documentos técnicos que son la base para la fabricación, gestión y adquisición, y para la elaboración de códigos y regulaciones.”¹

Estos miembros pertenecen a uno o más comités, cada uno de los cuales cubre un área temática, como por ejemplo acero, petróleo, dispositivos médicos, gestión de la propiedad, productos para el consumidor, y muchos más. Estos comités desarrollan más de las 11,000 normas ASTM que se pueden encontrar en el Annual Book of ASTM Standards (Libro anual de las normas ASTM), de 77 volúmenes.

¿Qué es una norma?

“Como se usa en ASTM, una norma es un documento que ha sido desarrollado y establecido dentro de los principios de consenso de la organización, y que cumple los requisitos de los procedimientos y regulaciones de ASTM. Las normas elaboradas por consenso se elaboran con la participación de todas las partes que tienen intereses en el desarrollo o uso de las normas.”²

2.5.1 Norma ASTM A – 121 para alambre espigado galvanizado

La Norma ASTM A-121 se refiere a las especificaciones estandarizadas para alambre espigado de acero galvanizado.

¹ Fuente: www.astm.org

² Fuente: www.astm.org

3. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

3.1 Especificaciones del alambre espigado

Las especificaciones o características del alambre espigado tales como la descripción del producto, su uso principal, presentación, materia prima, están indicadas en una hoja técnica del producto.

3.1.1 Hoja técnica del producto

La hoja técnica del producto nos ayuda a conocer los atributos que posee el mismo, para una evaluación sencilla y rápida.

Hoja Técnica del Producto

NOMBRE DEL PRODUCTO:

Alambre Espigado AG-400

Código: ALAB0016

Descripción Producto de Alambre Trefilado Galvanizado, cuyos hilos de centro son entorchados con púas. Dichas púas también son de alambre trefilado.

Uso Principalmente es utilizado para cercar lotes, fincas, viviendas, etc.

Presentación Rollos de 400 varas de longitud \approx 36 libras.
Diámetro de Centro: 1.67 mm.
Diámetro de Púa: 1.67 mm.

Materia Prima

Tipo de Materia Prima Alambrón.

Dimensiones 400 varas de largo.
1.67 mm. de diámetro tanto en púa como en centro.

Normas Para la Materia Prima ASTM A-641: Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Carbon Steel Wire.

Normas para el Proceso ASTM A-121- 92a: Especificación Estandarizada para Alambre Espigado de Acero Galvanizado.
ASTM A-700-90: Prácticas para Métodos de Empaque.

ESPECIFICACIONES

ALAMBRE ESPIGADO							
Nombre Comercial	Tipo de Máquina	Calibre Alambre de Centro	Calibre Alambre de Púas	Distancia entre Púas (Pulg.)	Peso X rollo (Lbs.)	Longitud Púa (mm.)	Largo de rollo (Varas)
AG-400	IOWA	15	15	5	36 ± 0.90	12.5	400

- La variación del peso no debe exceder del 2.5% del valor nominal aceptado
- La tolerancia permitida en el diámetro del alambre es de ± 0.05 mm.
- La longitud de la púa, medida desde el entorchado debe ser un mínimo de 9.5 mm. (3/8 de pulgada).

Fuente: Aceros de Guatemala, S.A.

3.2 Proceso de producción para el alambre espigado

Se sabe que un proceso de producción son todos los pasos lógicos u ordenados para fabricar un producto; estos pasos se han agrupado en “secciones” en la producción del alambre espigado.

3.2.1 Secciones que intervienen en el del proceso de producción para el alambre espigado

El proceso de producción se ha dividido en 3 secciones principales: la sección de trefilado, sección de galvanizado y la sección de espigado.

3.2.1.1 Sección de trefilado

El proceso de producción inicia con el traslado de la materia prima (alambrón, de grado 1006 y diámetro de 5.5 mm.) de la bodega de materia prima a la trefiladora, utilizando un montacargas. Luego es trefilado y posteriormente se traslada la canasta a la bodega en donde en una báscula se pesa e identifica el alambre, para conocer en que máquina se trefilo y la persona que realizó la inspección. Dicha bodega provee el alambre trefilado a las diferentes áreas de producción como lo es el área de clavo, galvanizado y recocido.

3.2.1.2 Sección de galvanizado

Este proceso inicia con el ingreso del alambre trefilado al área de galvanizado. Allí son colocadas las canastas para galvanizar. Una vez colocadas las canastas, el alambre pasa por un horno a una temperatura de 1160 C° a 1200 C° donde es calentado, seguidamente pasa por una pileta de agua a temperatura ambiente para quitar la escoria. Luego pasa a una pileta de ácido clorhídrico y después a una pileta de agua para quitar o limpiar el ácido clorhídrico, seguidamente pasa a otra pileta para enjuagarlo a continuación entra a un tanque de amonio para blanquear el alambre. Entra luego a una cámara de secado para después entrar a la bóveda de baño de zinc donde se recubre el alambre con zinc; esta bóveda tiene una temperatura de aproximadamente 1200 C°. Por último pasa por una peineta con waípe que limpia el alambre del exceso de zinc para luego ser embobinado y trasladado a la bodega.

3.2.1.3 Sección de espigado

De la bodega se traslada los rollos de alambre galvanizado a la sección de espigado; allí se colocan 4 rollos de alambre por cada máquina. Una vez colocados los rollos, el inspector de calidad lleva a cabo la revisión del alambre galvanizado que se va a espigar; revisa que los diámetros son los correctos para el “centro” del alambre así como de la espiga. Luego de esto la máquina inicia a espigar el alambre; 2 de los 4 rollos son utilizados para formar el “centro” o “cuerpo” del alambre, y los otros 2 forman las púas o espigas.

Conforme el alambre es espigado, es enrollado por la máquina, siendo la longitud de 400 varas ($335.28 \text{ m} = 2.75 \text{ pies}$) para el rollo de alambre AG-400. Cuando ya está completo el proceso, el inspector realiza la toma de la muestra. La muestra es un rollo completo, éste se desenrolla para contar la cantidad de púas que hay en 7.60 metros (25 pies), y se mide una distancia entre púas al inicio del rollo, una en el medio y una al final de los 7.60 metros; además se corta un metro para medir el diámetro de la púa, el diámetro del hilo del “centro” o “cuerpo”, se revisa la punta. Luego se traslada dicha muestra al laboratorio químico, en donde se le realizarán la prueba de adherencia de zinc. Se forman tarimas de 60 rollos para pesarlo en la báscula de la bodega; luego se traslada al área de empaque y se forman tarimas de 72 rollos; estas tarimas son llevadas a la bodega de producto terminado.

3.2.2 Diagrama de operaciones del proceso

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: AGSA	ANALISTA: Tannya Barco
PLANTA: Alambre	INICIO: Bodega Materia Prima
PROCESO: Trefilado de alambón	FINALIZA: Bodega Temporal
MÉTODO: Actual	
HOJA: 1 de 2	FECHA: Junio 2006

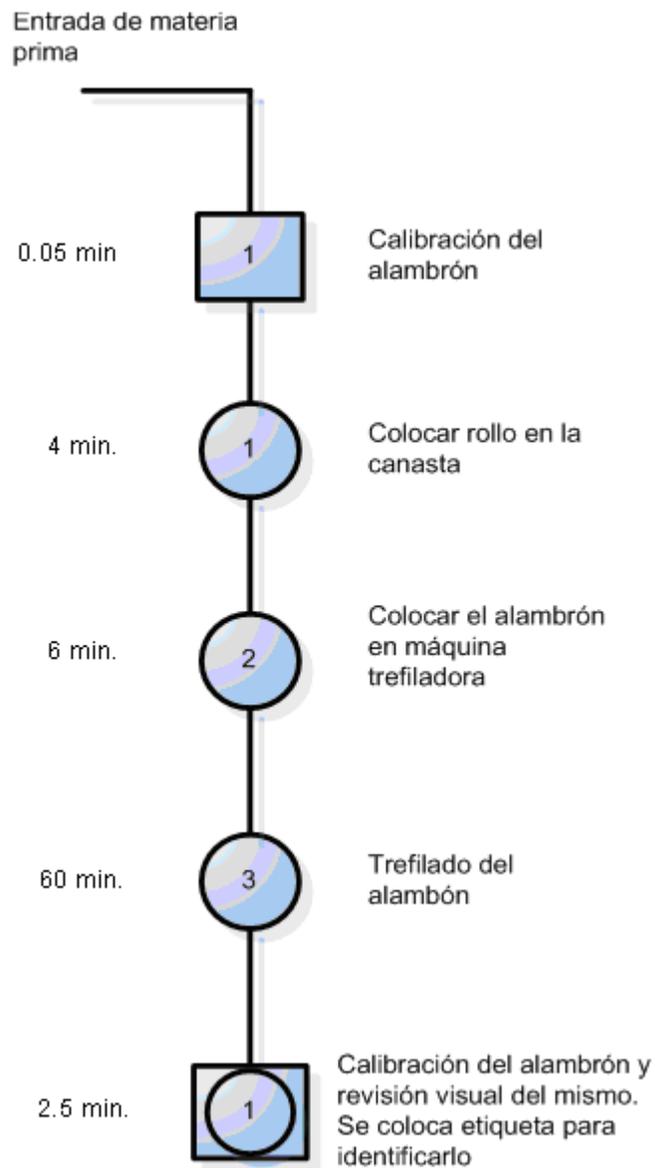


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: AGSA	ANALISTA: Tannya Barco
PLANTA: Alambre	INICIO: Bodega Materia Prima
PROCESO: Trefilado de alambrón	FINALIZA: Bodega Temporal
MÉTODO: Actual	
HOJA: 2 de 2	FECHA: Junio 2006

<i>Simbolo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tiempo, minutos</i>	<i>Distancia, metros</i>
	3	70	-
	1	0.05	-
	1	2.5	-
	-	-	-
TOTAL	5	72.55	-

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: AGSA	ANALISTA: Tannya Barco
PLANTA: Galvanizado de alambre	INICIO: Bodega Materia Prima
PROCESO: Galvanizado de alambre	FINALIZA: Bodega Temporal
MÉTODO: Actual	
HOJA: 1 de 4	FECHA: Junio 2006

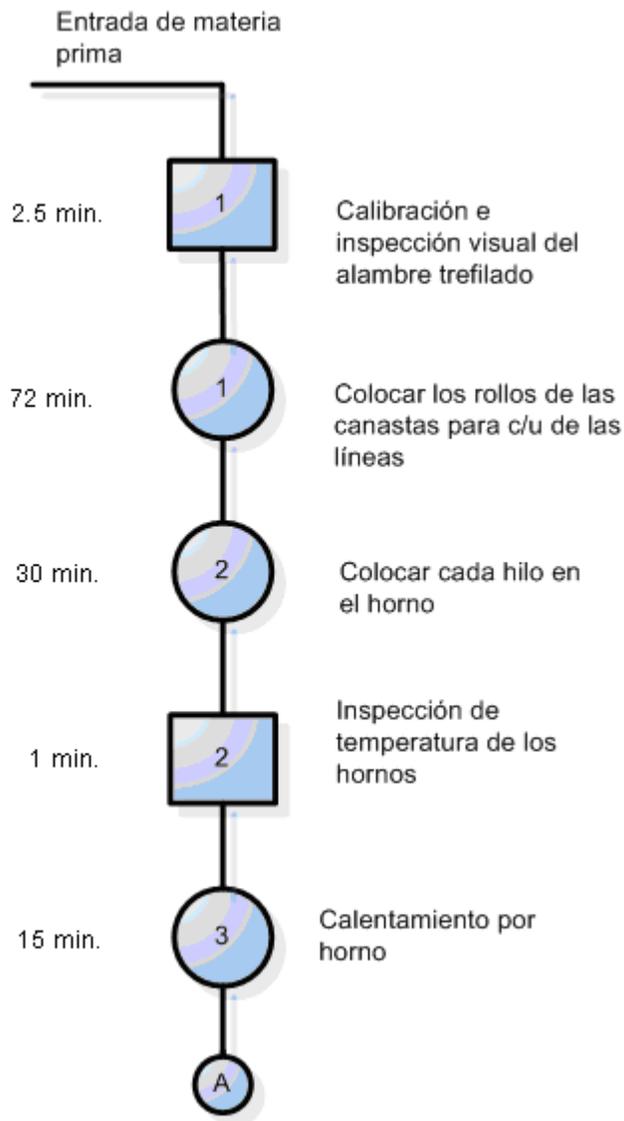


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: **AGSA**

PLANTA: Galvanizado de alambre

PROCESO: Galvanizado de alambre

MÉTODO: Actual

HOJA: 2 de 4

ANALISTA: Tannya Barco

INICIO: Bodega Materia Prima

FINALIZA: Bodega Temporal

FECHA: Junio 2006

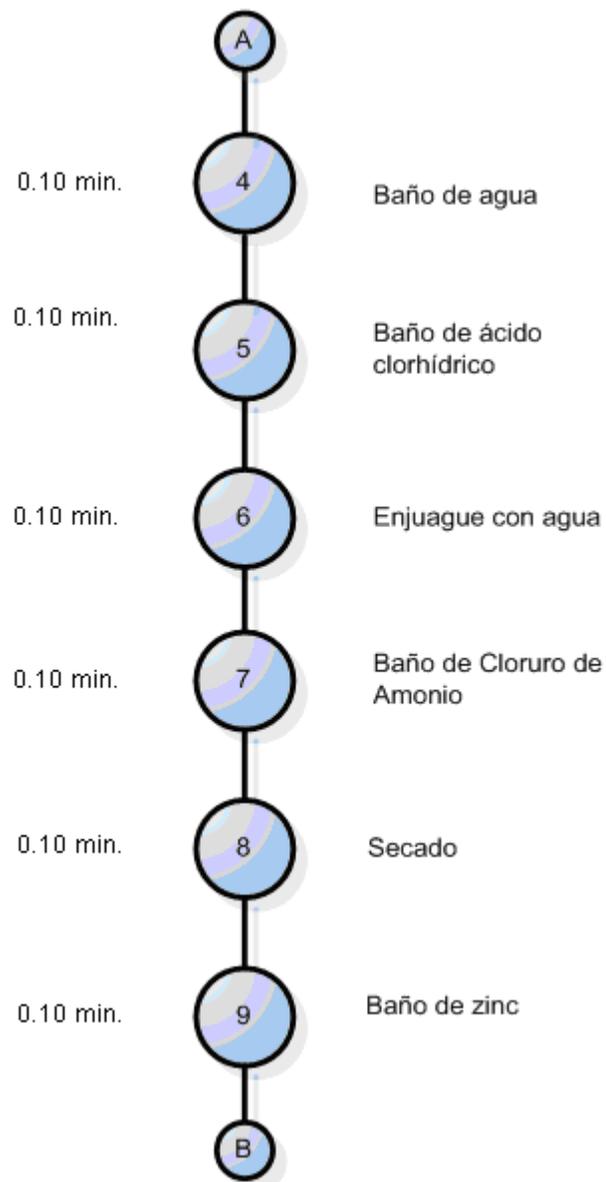


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: **AGSA**

PLANTA: Galvanizado de alambre

PROCESO: Galvanizado de alambre

MÉTODO: Actual

HOJA: 3 de 4

ANALISTA: Tannya Barco

INICIO: Bodega Materia Prima

FINALIZA: Bodega Temporal

FECHA: Junio 2006

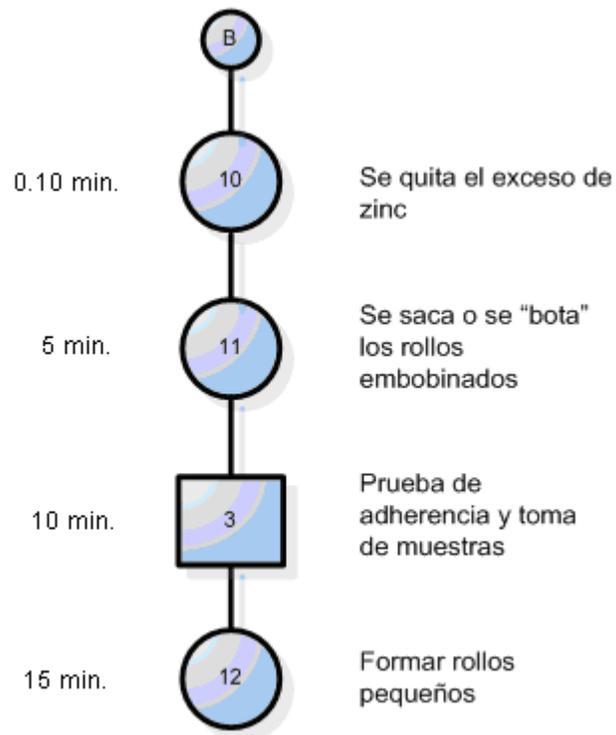


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: AGSA	ANALISTA: Tannya Barco
PLANTA: Galvanizado de alambre	INICIO: Bodega Materia Prima
PROCESO: Galvanizado de alambre	FINALIZA: Bodega Temporal
MÉTODO: Actual	
HOJA: 4 de 4	FECHA: Junio 2006

<i>Simbolo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tiempo, minutos</i>	<i>Distancia, metros</i>
	12	137.7	-
	3	13.5	-
	-	-	-
	-	-	-
<i>TOTAL</i>	15	151.2	-

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: AGSA	ANALISTA: Tannya Barco
PLANTA: Alambre	INICIO: Bodega Materia Prima
PROCESO: Espigado de alambre galv.	FINALIZA: Bodega Temporal
MÉTODO: Actual	
HOJA: 1 de 2	FECHA: Junio 2006

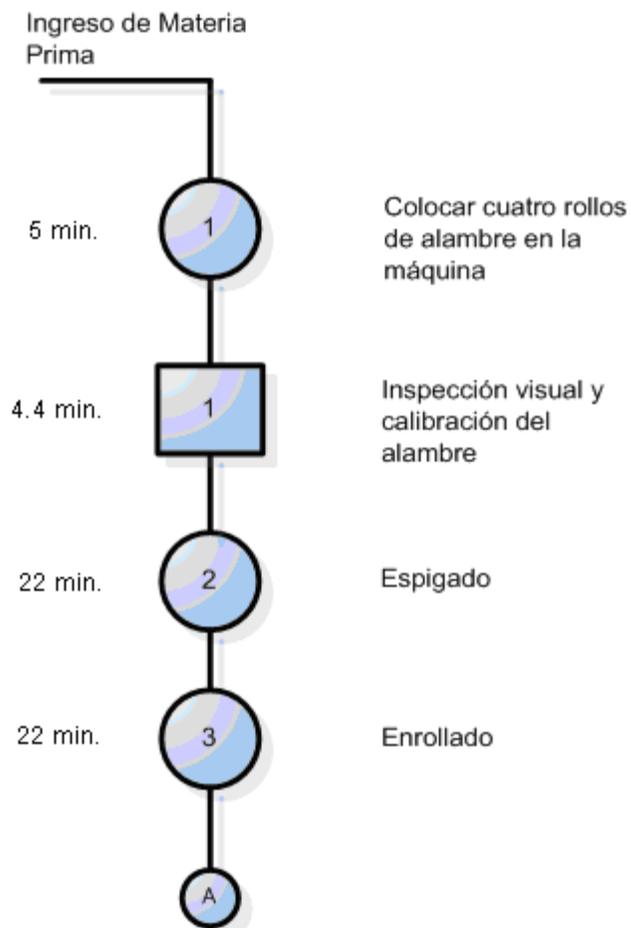
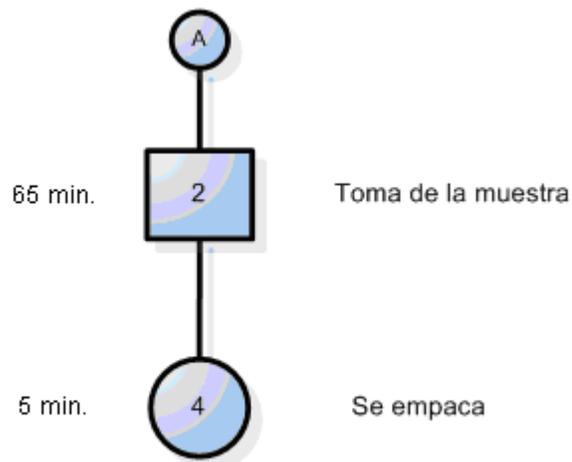


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: AGSA PLANTA: Alambre PROCESO: Espigado de alambre galv. MÉTODO: Actual HOJA: 2 de 2	ANALISTA: Tannya Barco INICIO: Bodega Materia Prima FINALIZA: Bodega Temporal FECHA: Junio 2006
---	--



<i>Simbolo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tiempo, minutos</i>	<i>Distancia, metros</i>
○	4	54	-
□	2	69.4	-
◻	-	-	-
➔	-	-	-
<i>TOTAL</i>	6	123.4	-

3.2.3 Diagrama de flujo del proceso

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	
EMPRESA: AGSA	ANALISTA: Tannya Barco
PLANTA: Alambre	INICIO: Bodega Materia Prima
PROCESO: Trefilado de alambón	FINALIZA: Bodega Temporal
MÉTODO: Actual	
HOJA: 1 de 3	FECHA: Junio 2006

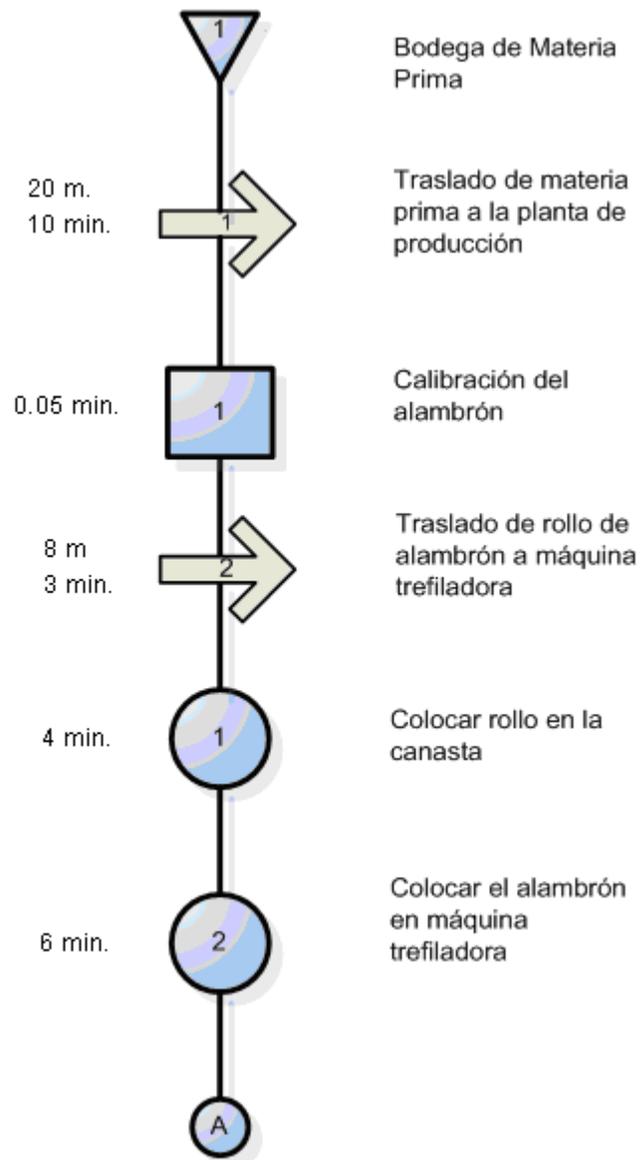


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: **AGSA**
PLANTA: Alambre
PROCESO: Trefilado de alambón
MÉTODO: Actual
HOJA: 2 de 3

ANALISTA: Tannya Barco
INICIO: Bodega Materia Prima
FINALIZA: Bodega Temporal
FECHA: Junio 2006

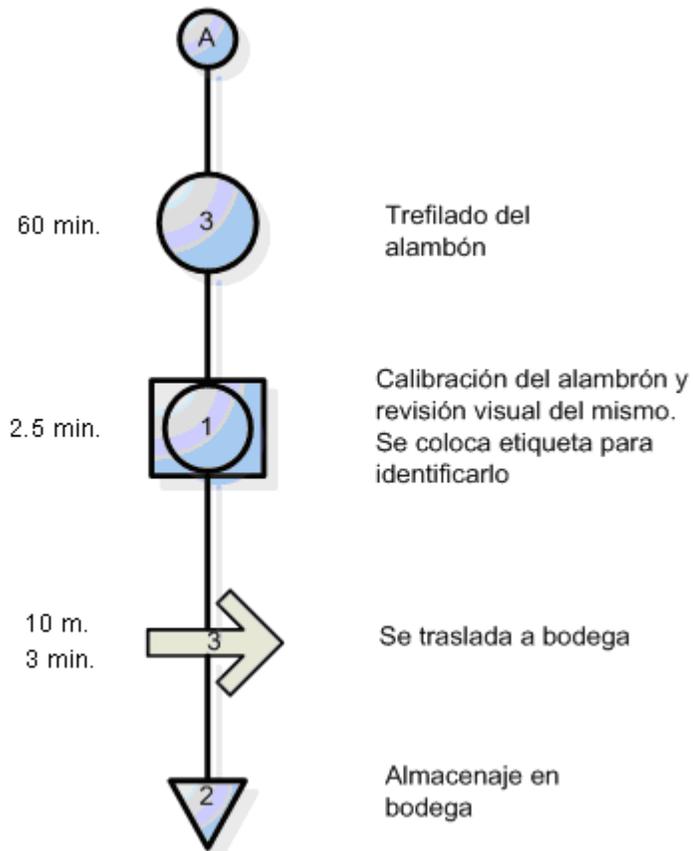


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: AGSA	ANALISTA: Tannya Barco
PLANTA: Alambre	INICIO: Bodega Materia Prima
PROCESO: Trefilado de alambrón	FINALIZA: Bodega Temporal
MÉTODO: Actual	
HOJA: 3 de 3	FECHA: Junio 2006

<i>Simbolo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tiempo, minutos</i>	<i>Distancia, metros</i>
	3	70	-
	1	0.05	-
	1	2.5	-
	3	16	38
TOTAL	8	88.55	38

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: **AGSA**

PLANTA: Galvanizado de alambre

PROCESO: Galvanizado de alambre

MÉTODO: Actual

HOJA: 1 de 4

ANALISTA: Tannya Barco

INICIO: Bodega Materia Prima

FINALIZA: Bodega Temporal

FECHA: Junio 2006

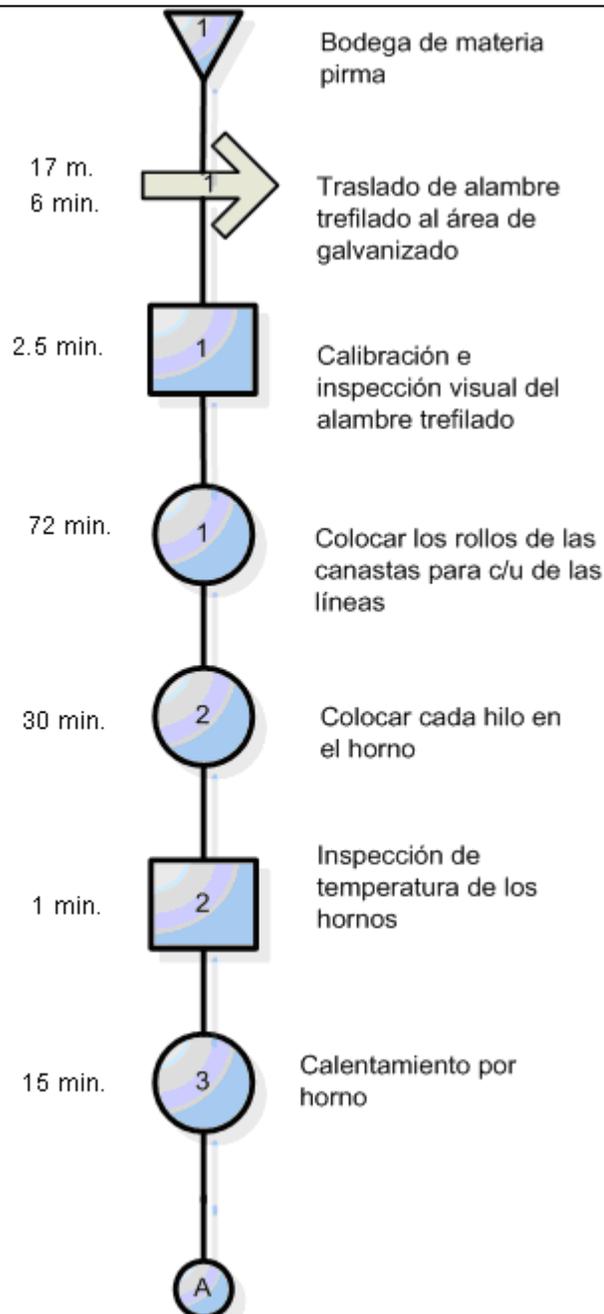


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: **AGSA**

PLANTA: Galvanizado de Alambre

PROCESO: Galvanizado de alambre

MÉTODO: Actual

HOJA: 2 de 4

ANALISTA: Tannya Barco

INICIO: Bodega Materia Prima

FINALIZA: Bodega Temporal

FECHA: Junio 2006

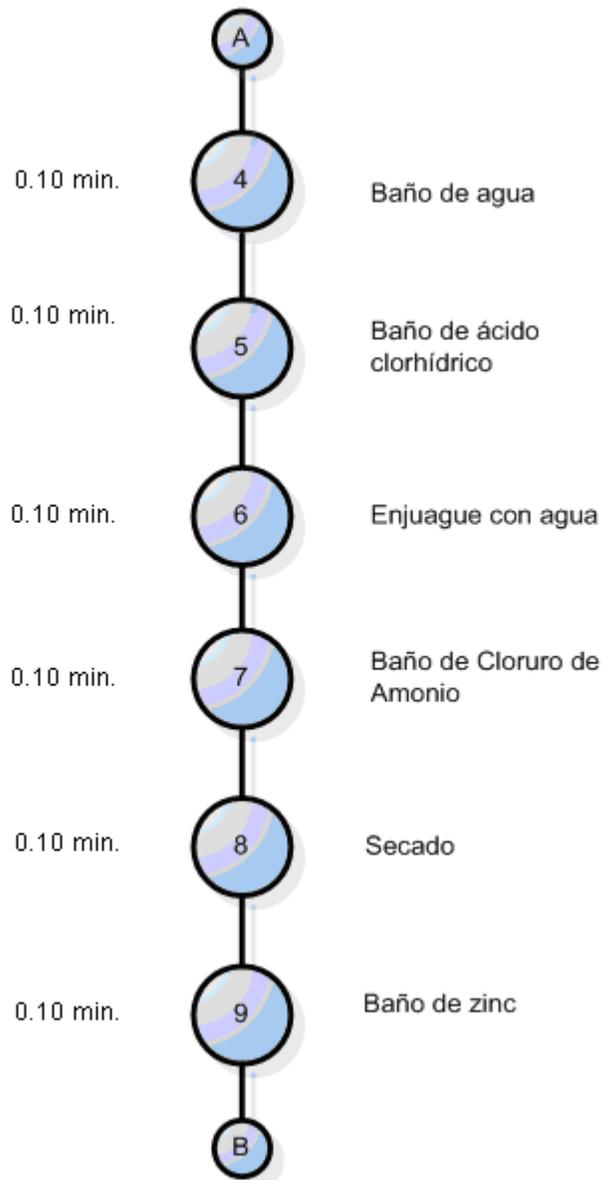


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: AGSA	ANALISTA: Tannya Barco
PLANTA: Galvanizado de Alambre	INICIO: Bodega Materia Prima
PROCESO: Galvanizado de alambre	FINALIZA: Bodega Temporal
MÉTODO: Actual	
HOJA: 3 de 4	FECHA: Junio 2006

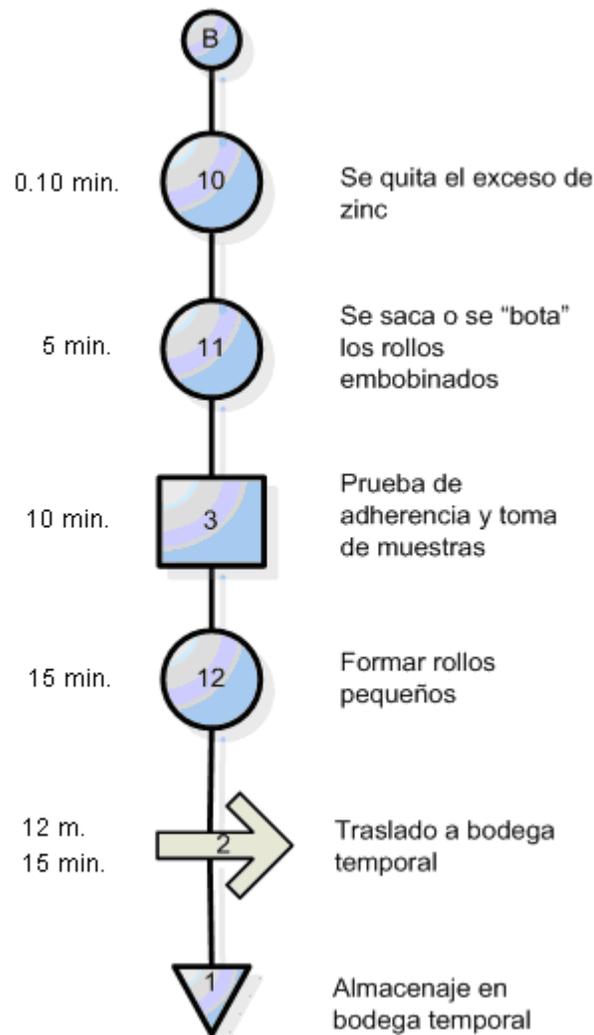


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: AGSA	ANALISTA: Tannya Barco
PLANTA: Galvanizado de Alambre	INICIO: Bodega Materia Prima
PROCESO: Galvanizado de alambre	FINALIZA: Bodega Temporal
MÉTODO: Actual	
HOJA: 4 de 4	FECHA: Junio 2006

<i>Simbolo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tiempo, minutos</i>	<i>Distancia, metros</i>
	12	137.7	-
	3	13.5	-
	-	-	-
	2	21	29
<i>TOTAL</i>	17	172.2	29

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: AGSA PLANTA: Alambre PROCESO: Espigado de alambre galv. MÉTODO: Actual HOJA: 1 de 3	ANALISTA: Tannya Barco INICIO: Bodega Materia Prima FINALIZA: Bodega Temporal FECHA: Junio 2006
---	--

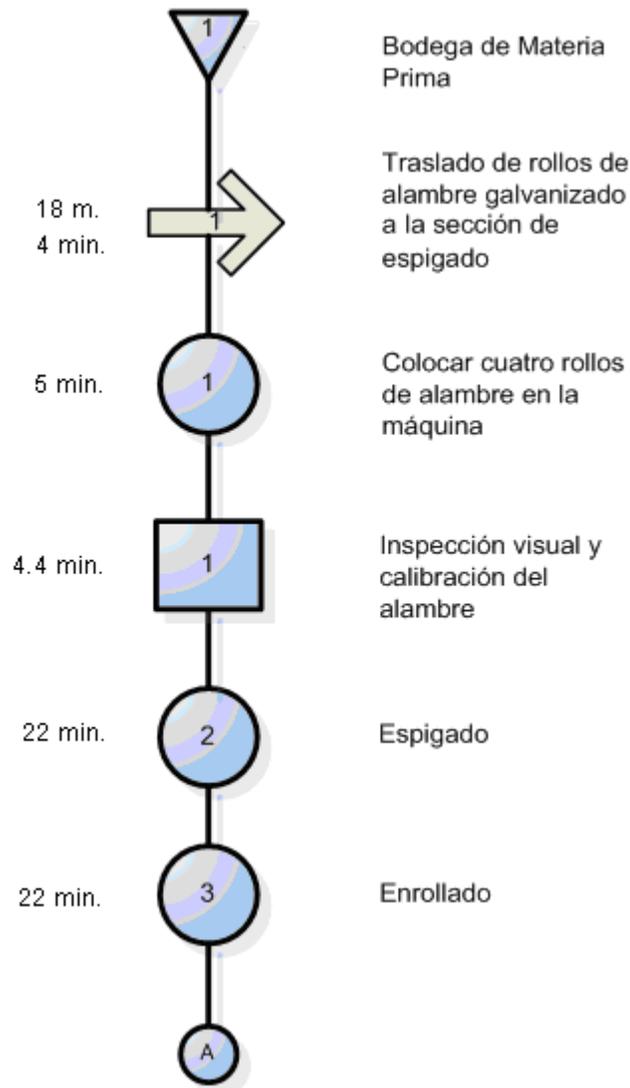


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: AGSA	ANALISTA: Tannya Barco
PLANTA: Alambre	INICIO: Bodega Materia Prima
PROCESO: Espigado de alambre galv.	FINALIZA: Bodega Temporal
MÉTODO: Actual	
HOJA: 2 de 3	FECHA: Junio 2006

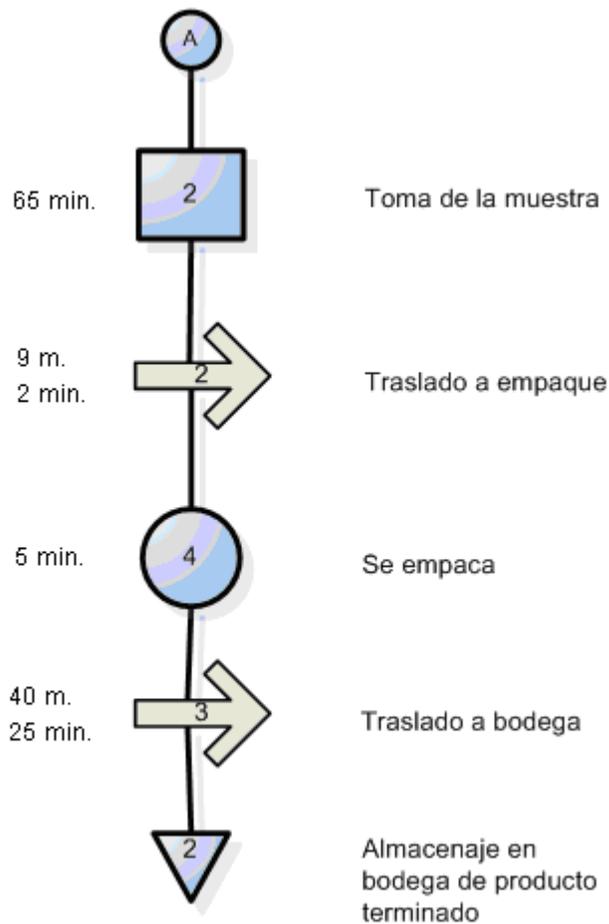
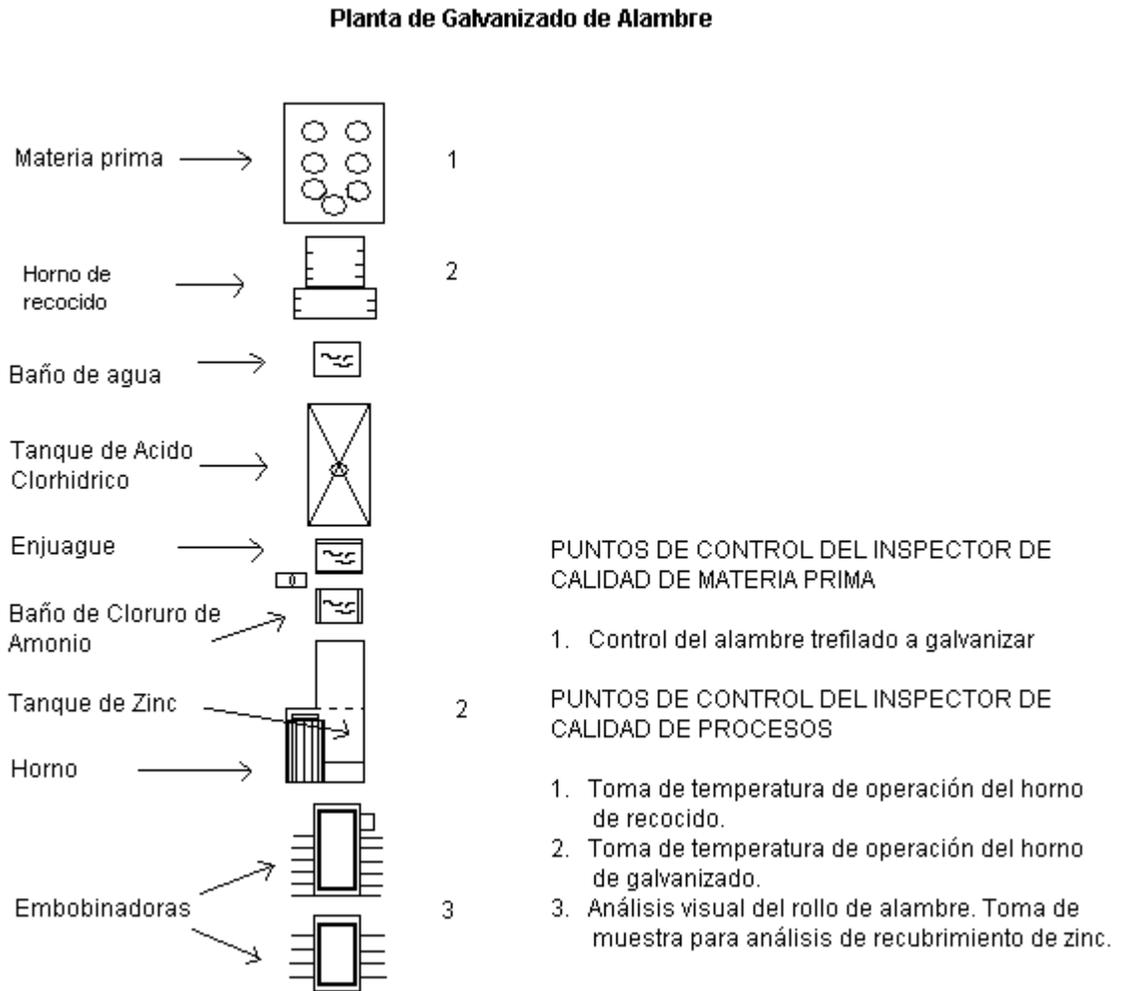


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: AGSA	ANALISTA: Tannya Barco
PLANTA: Alambre	INICIO: Bodega Materia Prima
PROCESO: Espigado de alambre galv.	FINALIZA: Bodega Temporal
MÉTODO: Actual	
HOJA: 3 de 3	FECHA: Junio 2006

<i>Simbolo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tiempo, minutos</i>	<i>Distancia, metros</i>
	4	54	-
	2	69.4	-
	-	-	-
	3	31	67
<i>TOTAL</i>	9	154.4	67

Figura 3. Planta de galvanizado de alambre



Fuente: Aceros de Guatemala

3.3 Procedimientos de Control de Calidad

Sección de trefilado

En esta área son revisados de manera visual los rollos de alambón para ser trefilados. Se observa que no exista oxidación, agua o grasa, de ser así se etiquetan de manera que sea visible al operario de montacargas para que no sea tomado para trefilado. Se calibra el alambre para verificar sus requerimientos.

Ya que el rollo está colocado en la máquina trefiladora es nuevamente revisado por el inspector de procesos. Se realiza una inspección visual y se calibra el alambre que esta por ser trefilado y así mismo el alambre que esta saliendo de la máquina trefiladora (el alambre que acaba de ser trefilado). Al terminar de trefilar todo el rollo estos son colocados en canastas se identifican con una etiqueta para luego ser trasladado a la bodega.

Sección de galvanizado

En esta área el inspector de calidad de materia prima debe calibrar el alambre de cada una de las canastas que van a ser galvanizadas (en total son 24 canastas). Se controla la temperatura de operación del horno de recocido y del horno de galvanizado. Se revisa de forma visual las bobinas de alambre ya galvanizado y toma una muestra de cada bobina, para luego entregarla al laboratorio para realizar las pruebas de recubrimiento de zinc. Se toman muestras pequeñas de cada bobina para revisar la adherencia del zinc en el alambre.

Sección de decapado

En esta área se reciben las muestras de alambre galvanizado tomadas por el inspector de calidad para realizar la prueba de recubrimiento de zinc. Las muestras son dobladas de tal forma que quepan en la pesa. Se pesan y calibran antes de ser sumergidos en ácido el cual hace que se desprenda el zinc del alambre. Luego se pesan y calibran nuevamente; estos datos son ingresados en una fórmula matemática la cual nos indica la cantidad de recubrimiento en onzas /pie que esta en el alambre para verificar que esté dentro de los requerimientos. Si el resultado de esta prueba no es aceptable se informa de inmediato al encargado de la planta de galvanizado para hacer las correcciones necesarias.

Sección de espigado

Aquí el inspector de calidad calibra los rollos que son colocados en las máquinas espigadoras para verificar que sean del calibre correcto; además los inspecciona de forma visual para constatar que se encuentren secos y sin dobleces. Luego del espigado toma una muestra de 7.6 m para inspeccionar los requerimientos tales como: la distancia entre púas, calibre, entorchado y punta de púas. Esta muestra se entrega al laboratorio químico físico para realizar la prueba respectiva.

3.4 Análisis de calidad del producto

En este punto se analizan tanto las características del producto como los factores que intervienen en proceso que de alguna manera pueden afectar la calidad del alambre espigado.

3.4.1 Control de procesos

En la sección de espigado

Se realiza un análisis mediante el diagrama de Pareto, en la sección de espigado ya que es aquí donde más frecuentemente presenta el producto especificaciones fuera de los estándares establecidos.

Diagrama de Pareto

“Es un gráfico de barras verticales que separa los problemas muy importantes de los menos importantes, estableciendo un orden de prioridades. Según el cual, el 80% de los problemas son provenientes de apenas el 20% de las causas. A continuación los datos obtenidos.”³

Tipos de Falla ocurridas en el proceso:

A = Diámetro de los hilos de centro no cumple con el requerimiento de 1.67 ± 0.05 mm.

B = Diámetro de la púa no cumple con el requerimiento de 1.67 ± 0.05 mm.

C = Distancia entre púas es distinta al requerimiento de 5 pulg = 0.127 m.

D = Punta de la púa no es filosa, se ve redonda o semi redonda

E = Falta firmeza de la espiga o púas sobre el centro

³ es.wikipedia.org/wiki/diagrama_de_pareto

F = La cantidad de púas en 7.6 m es menor a 60

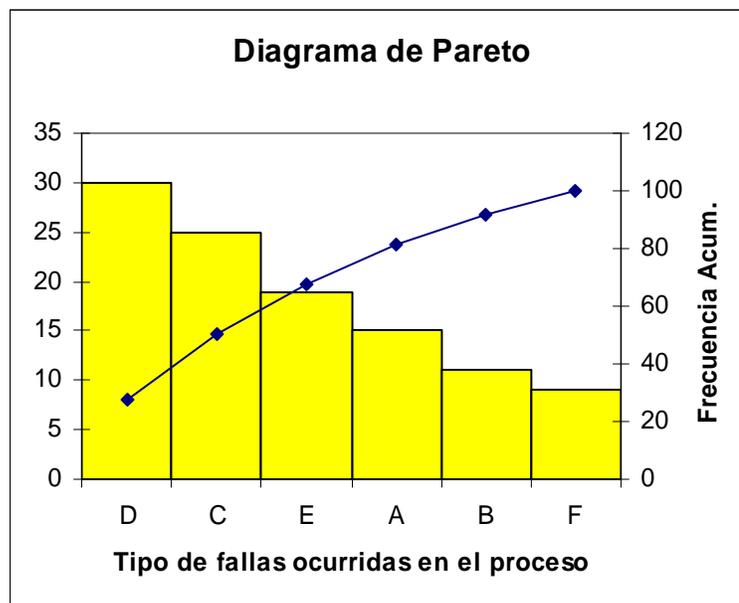
Se tomaron 25 muestras de 40 observaciones cada una. Estas muestras se tomaron de 7.6 m. x rollo.

Tabla I Datos para el diagrama de Pareto

Tipo de Falla	No. de fallas	% Acumul.
D	30	27.52
C	25	50.46
E	19	67.89
A	15	81.65
B	11	91.74
F	9	100

Fuente: Tannya Barco

Figura 4. Diagrama de Pareto



Fuente: Tannya Barco

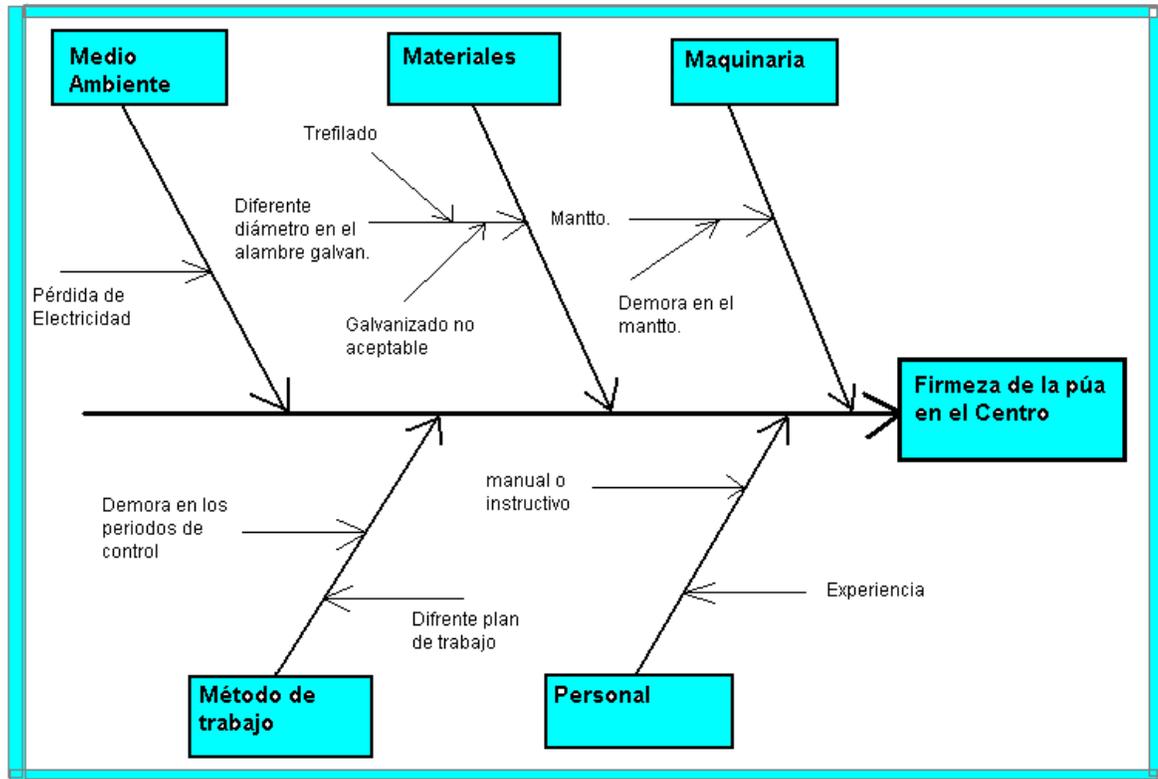
El gráfico muestra que los tipos de falla A, B y F son elementos o factores poco importantes, pero los tipos de falla D, C y E son elementos o factores muy importantes en la contribución de las fallas ya que representa un 67.89% de las fallas o defectos del producto.

Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa o llamado también diagrama de Causa y Efecto, es una técnica gráfica utilizada con frecuencia, que ayuda a apreciar con claridad la relación de un problema y sus posibles causas que pueden estar contribuyendo a que él ocurra.

Se estableció claramente el problema (efecto) y mediante una lluvia de ideas se encontraron las diferentes categorías así como de la identificación de las causas del problema.

Figura 5. Diagrama de Ishikawa



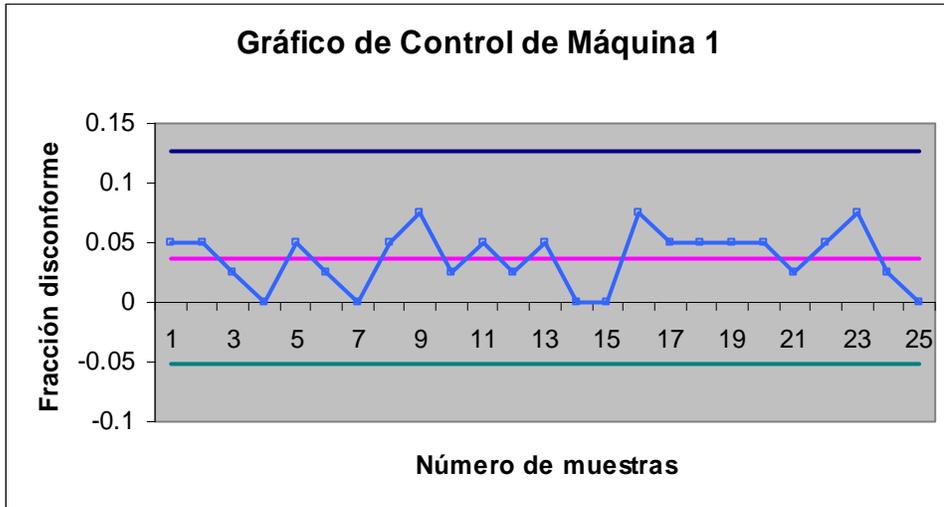
Fuente: Tannya Barco

Se realizó un análisis de cada categoría así como de sus ramificaciones, determinándose que el mantenimiento y la demora del mismo son factores que afectan la calidad del producto.

Gráficos de Control

Para el caso en estudio se utilizó gráficos por atributos de fracción defectuosa, la deficiencia del producto que se toma como defectuosa es la falta de firmeza de la púa sobre el centro del alambre, lo que hace que la púa gire sobre el centro y no sea estable o firme. Se tomaron 25 muestras de 40 observaciones cada una.

Figura 6. Gráfico de control de la máquina núm. 1



Fuente: Tannya Barco

Límite de control central

$$LC : \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad LC = 0.0370$$

Límite de control superior

$$LC_S = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0370 + 3\sqrt{\frac{0.0370(1-0.0370)}{40}}$$

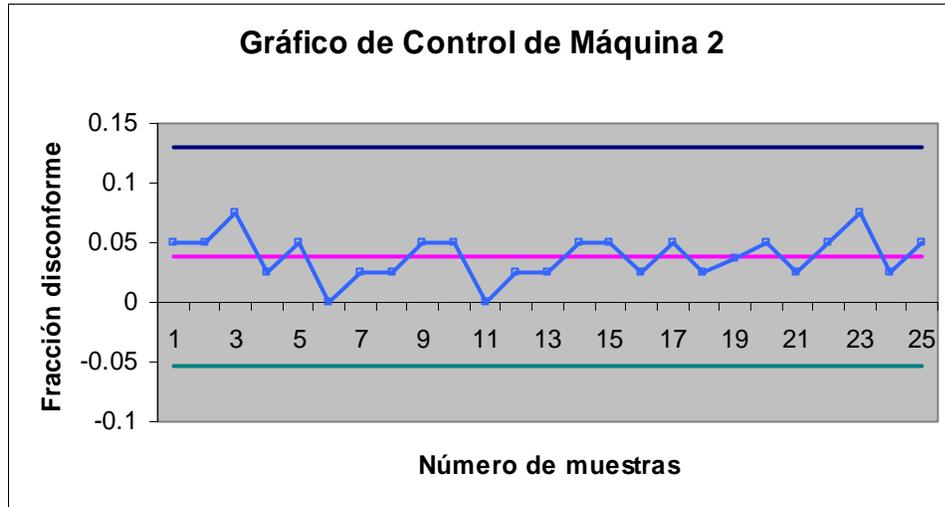
$$LC_S = 0.1265$$

Límite de control inferior

$$LC_i = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0370 - 3\sqrt{\frac{0.0370(1-0.0370)}{40}}$$

$$LC_i = -0.0525$$

Figura 7. Gráfico de control de la máquina núm. 2



Fuente: Tannya Barco

Límite de control central

$$LC: \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad LC = 0.0385$$

Límite de control superior

$$LC_S = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0385 + 3\sqrt{\frac{0.0385(1-0.0385)}{40}}$$

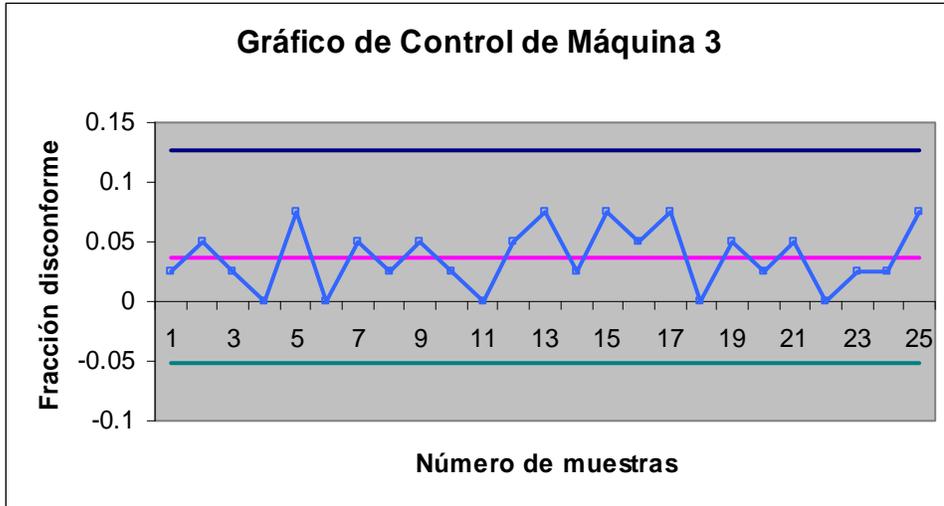
$$LC_S = 0.1298$$

Límite de control inferior

$$LC_i = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0385 - 3\sqrt{\frac{0.0385(1-0.0385)}{40}}$$

$$LC_i = -0.0528$$

Figura 8. Gráfico de control de la máquina núm. 3



Fuente: Tannya Barco

Límite de control central

$$LC : \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad LC = 0.0370$$

Límite de control superior

$$LC_S = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0370 + 3\sqrt{\frac{0.0370(1-0.0370)}{40}}$$

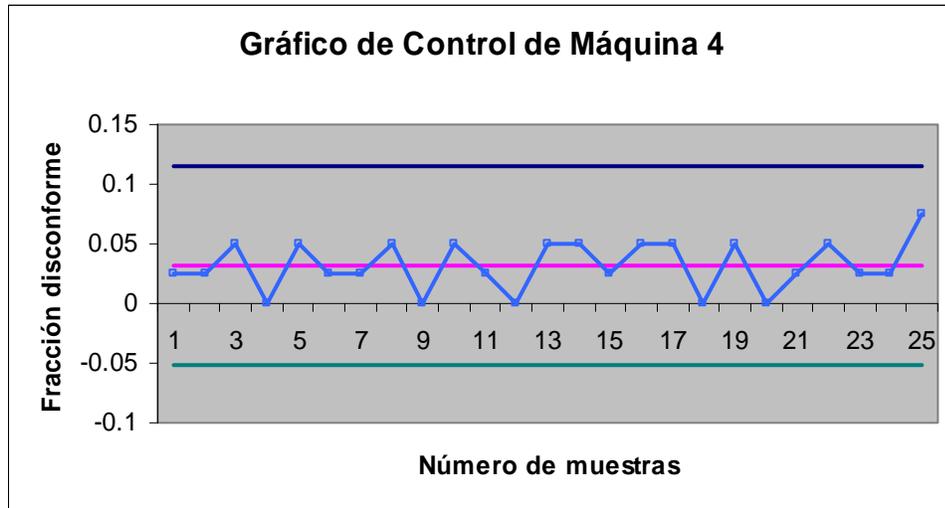
$$LC_S = 0.1265$$

Límite de control inferior

$$LC_I = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0370 - 3\sqrt{\frac{0.0370(1-0.0370)}{40}}$$

$$LC_I = -0.0525$$

Figura 9. Gráfico de control de la máquina núm. 4



Fuente: Tannya Barco

Límite de control central

$$LC: \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad LC = 0.0320$$

Límite de control superior

$$LC_S = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0320 + 3\sqrt{\frac{0.0320(1-0.0320)}{40}}$$

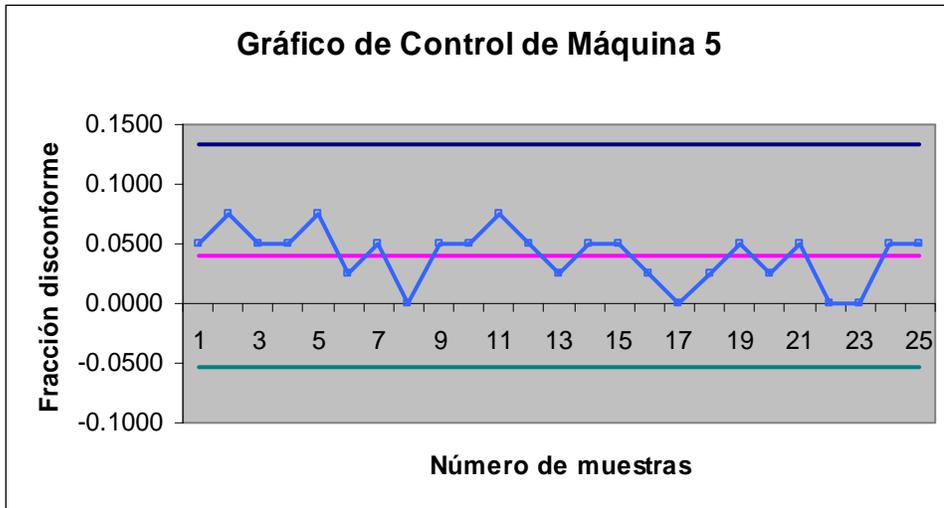
$$LC_S = 0.1155$$

Límite de control inferior

$$LC_I = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0320 - 3\sqrt{\frac{0.0320(1-0.0320)}{40}}$$

$$LC_I = -0.0515$$

Figura 10. Gráfico de control de la máquina núm. 5



Fuente: Tannya Barco

Límite de control central

$$LC : \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad LC = 0.0400$$

Límite de control superior

$$LC_S = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0400 + 3\sqrt{\frac{0.0400(1-0.0400)}{40}}$$

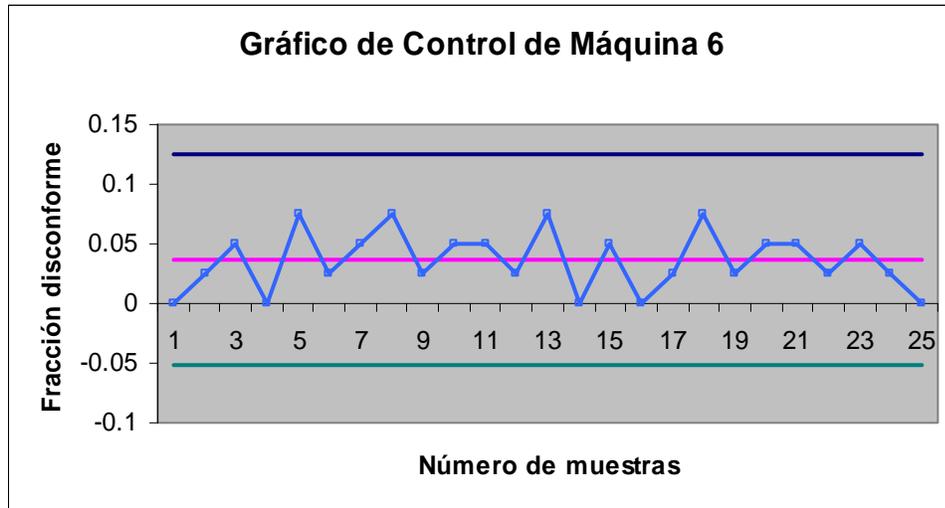
$$LC_S = 0.1330$$

Límite de control inferior

$$LC_i = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0400 - 3\sqrt{\frac{0.0400(1-0.0400)}{40}}$$

$$LC_i = - 0.0530$$

Figura 11. Gráfico de control de la máquina núm. 6



Fuente: Tannya Barco

Límite de control central

$$LC: \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad LC = 0.0360$$

Límite de control superior

$$LC_S = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0360 + 3\sqrt{\frac{0.0360(1-0.0360)}{40}}$$

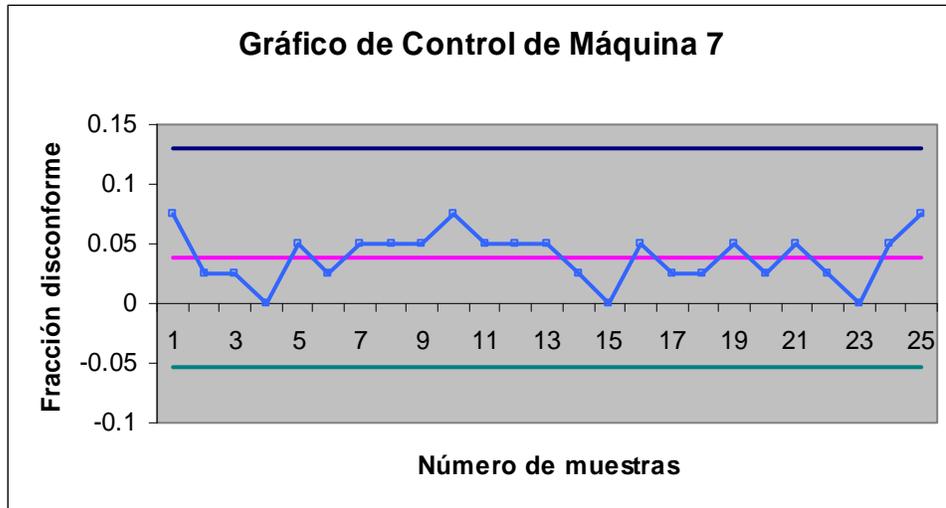
$$LC_S = 0.1244$$

Límite de control inferior

$$LC_I = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0360 - 3\sqrt{\frac{0.0360(1-0.0360)}{40}}$$

$$LC_I = -0.0524$$

Figura 12. Gráfico de control de máquina núm. 7



Fuente: Tannya Barco

Límite de control central

$$LC : \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad LC = 0.0390$$

Límite de control superior

$$LC_S = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0390 + 3\sqrt{\frac{0.0390(1-0.0390)}{40}}$$

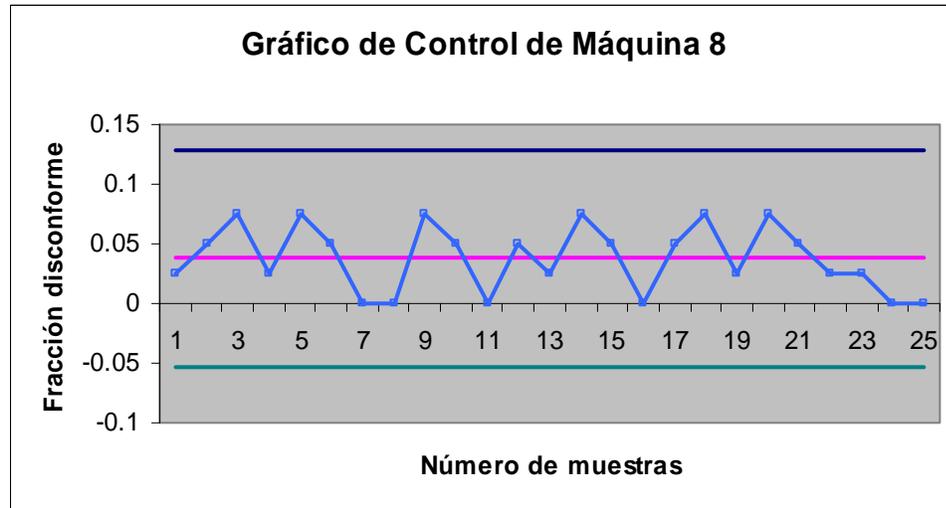
$$LC_S = 0.1308$$

Límite de control inferior

$$LC_I = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0390 - 3\sqrt{\frac{0.0390(1-0.0390)}{40}}$$

$$LC_I = -0.0528$$

Figura 13. Gráfico de control de máquina núm. 8



Fuente: Tannya Barco

Límite de control central

$$LC: \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad LC = 0.0380$$

Límite de control superior

$$LC_S = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0380 + 3\sqrt{\frac{0.0380(1-0.0380)}{40}}$$

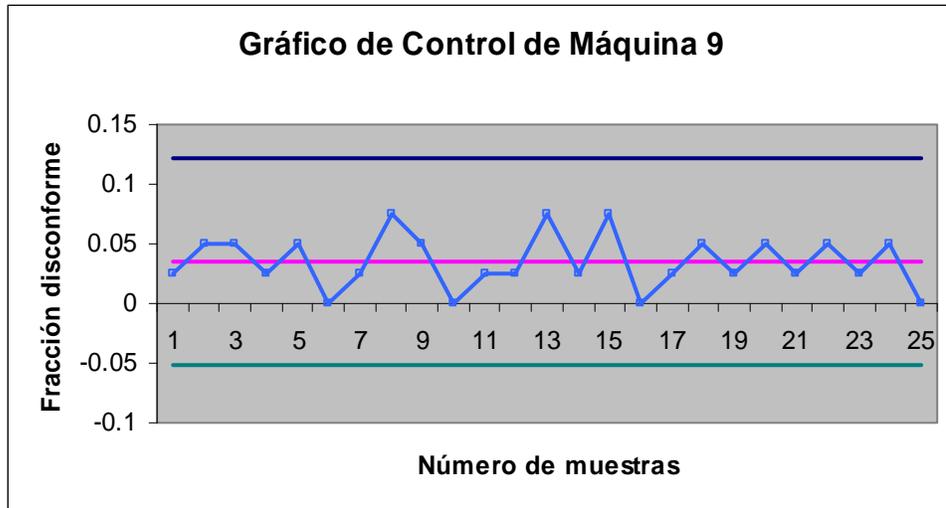
$$LC_S = 0.1287$$

Límite de control inferior

$$LC_I = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0380 - 3\sqrt{\frac{0.0380(1-0.0380)}{40}}$$

$$LC_I = -0.0527$$

Figura 14. Gráfico de control de máquina núm. 9



Fuente: Tannya Barco

Límite de control central

$$LC : \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad LC = 0.0350$$

Límite de control superior

$$LC_S = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0350 + 3\sqrt{\frac{0.0350(1-0.0350)}{40}}$$

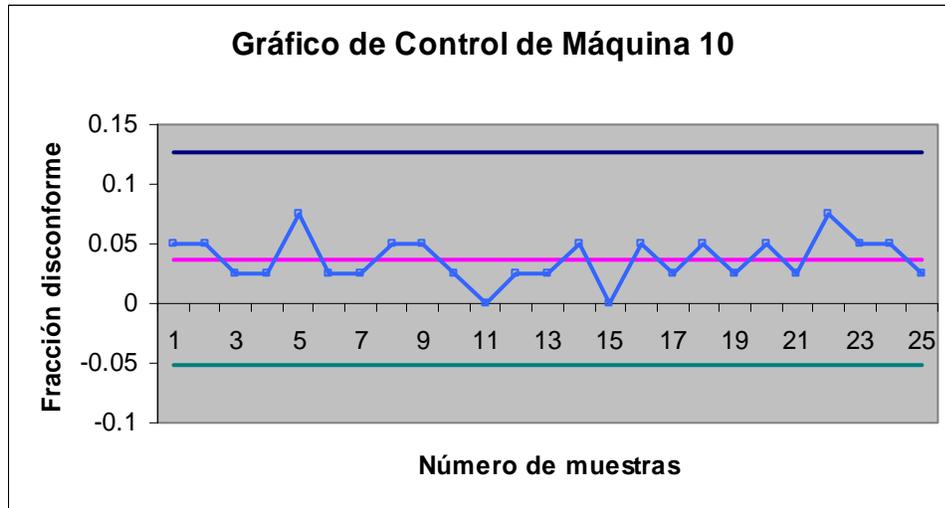
$$LC_S = 0.1222$$

Límite de control inferior

$$LC_i = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0350 - 3\sqrt{\frac{0.0350(1-0.0350)}{40}}$$

$$LC_i = -0.0522$$

Figura 15. Gráfico de control de máquina núm. 10



Fuente: Tannya Barco

Límite de control central

$$LC: \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad LC = 0.0370$$

Límite de control superior

$$LC_S = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0370 + 3\sqrt{\frac{0.0370(1-0.0370)}{40}}$$

$$LC_S = 0.1265$$

Límite de control inferior

$$LC_I = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0370 - 3\sqrt{\frac{0.0370(1-0.0370)}{40}}$$

$$LC_I = -0.0525$$

Al examinar los diagramas, se observa que se tiene un proceso bajo control, ya que no existe algún patrón presente o causa asignable de variación.

3.4.2 Capacidad del proceso

A continuación vemos el porcentaje de piezas no conformes de cada máquina.

Tabla II Porcentaje de piezas no conformes

No. Máquina	% No conforme
1	3.70
2	3.85
3	3.70
4	3.20
5	4.00
6	3.60
7	3.90
8	3.80
9	3.50
10	3.70

Fuente: Tannya Barco

4. ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DEL CONTROL DE CALIDAD

4.1 Política de la calidad de la empresa

Suministrar productos de la más alta calidad para lograr la satisfacción de los clientes, a través de la aplicación de las normas ASTM, que son requerimientos de calidad.

Es necesario hacer énfasis en la utilización de métodos estadísticos de control de calidad en el proceso por parte del departamento de Control de Calidad, para cumplir con las especificaciones acordadas.

Para cumplir con la calidad deseada, los problemas de calidad que surjan deben ser identificados y resueltos con la mayor rapidez posible en conjunto con la planta de producción. Todos los niveles administrativos de la organización deben comprometerse en el apoyo para el departamento de Control de Calidad y a la planta de producción para logra el aseguramiento de la calidad.

4.2 Objetivos de la calidad

- ✦ Proporcionar producto de la mejor calidad para lograr la satisfacción del cliente.
- ✦ Garantizar que el producto cumpla con las especificaciones deseadas basándose en las normas ASTM - A90 Y ASTM – 121.
- ✦ Minimizar las fallas en el proceso de producción por medio del control de la materia prima.

- ✦ Vigilar el proceso de producción mediante el control estadístico.
- ✦ Sistematizar la recepción de materia prima evitar problemas en el proceso productivo y en el producto final.

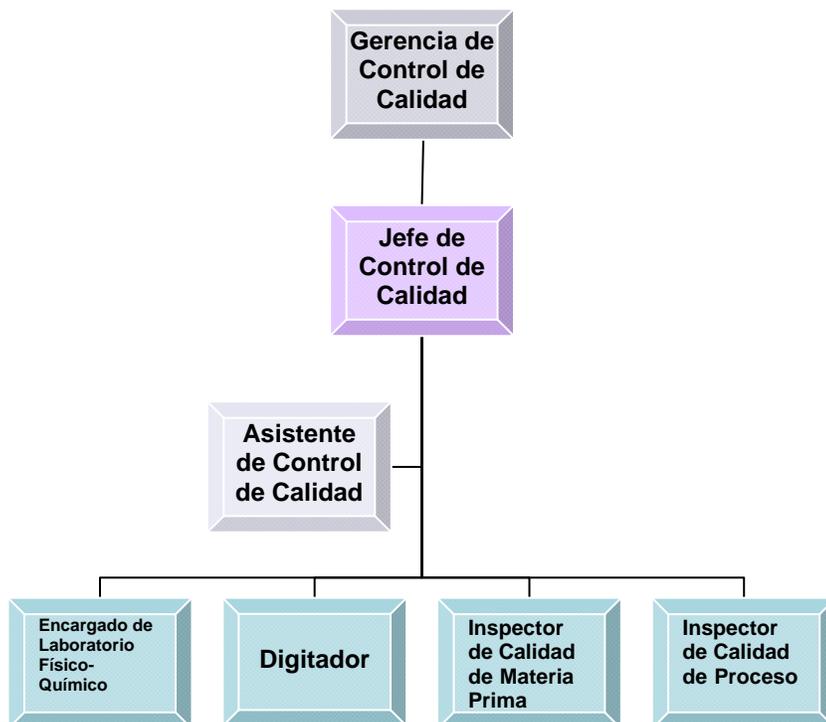
4.3 Descripción de la organización

La estructura organizativa del departamento de Control de Calidad se puede ver mediante su organigrama.

4.3.1 Organigrama

El organigrama es vertical, que representa la jerarquía dentro del departamento.

Figura 16. Organigrama del departamento de Control de Calidad



Fuente: Aceros de Guatemala

4.3.1.1 Descripción de funciones

Gerente de Control de Calidad

- ✦ Planificar, desarrollar y controlar proyectos de mejoramiento de la calidad en las diferentes plantas de las empresas con conforman la corporación.
- ✦ Supervisar y apoyar las actividades de cada departamento de calidad de la corporación.
- ✦ Buscar puntos de potencial mejora en las diferentes plantas de la corporación para optimizar la productividad.
- ✦ Realizar las tareas administrativas propias del puesto.

Jefe de Control de Calidad

- ✦ Planificar, desarrollar y controlar proyectos de mejoramiento de la calidad en las diferentes plantas de la empresa.
- ✦ Supervisar y apoyar las actividades del departamento.
- ✦ Buscar puntos de potencial mejora en las plantas para optimizar la productividad.
- ✦ Analizar y avalar reportes de calidad y búsqueda del mejoramiento tecnológico del equipo e instrumentación de cada uno de los laboratorios.
- ✦ Realizar las tareas administrativas propias del puesto.

Asistente del jefe de Control de Calidad

- ✦ Asistir al jefe en las funciones del departamento de control de calidad.
- ✦ Analizar los reportes de calidad.
- ✦ Llevar el control de las necesidades de equipo y herramienta del personal de control de calidad.
- ✦ Proponer y elaborar proyectos de los procesos de calidad.

- ✦ Supervisar el desempeño del personal operativo.

Encargado de Laboratorio Físico-Químico

- ✦ Lleva a cabo el análisis de concentración en las soluciones químicas, que determinan la calidad de preparación pre-galvanización y terminación post-galvanización del alambre.
- ✦ Realiza el análisis y tratamiento del agua de caldera.
- ✦ Controla el uso de los compuestos químicos en los procesos.

Digitador de Control de Calidad

- ✦ Alimenta la base de datos de cada uno de los controles realizados en todas las plantas.
- ✦ Procesa datos estadísticos de productos y materia prima de todas las plantas de producción.
- ✦ Elabora reportes mensuales de calidad de todas las plantas.
- ✦ Realiza el control del inventario de insumos, útiles y papelería para el de todas las plantas de producción.
- ✦ Lleva a cabo la recepción y entrega del correo del departamento de Calidad.

Inspector de Control de Calidad en materia prima

- ✦ Realiza el control de calidad de la materia prima a utilizar en cada proceso de producción.
- ✦ Clasifica la materia prima de acuerdo a la norma de calidad establecida.
- ✦ Garantiza la calidad de la materia prima antes que ésta entre al proceso de producción.
- ✦ Lleva un récord de los proveedores de materia prima, y un informe estadístico de la calidad de la misma.

Inspector de Control de Calidad del producto en proceso

- ✦ Controla la calidad del producto durante el proceso.
- ✦ Identifica e informa inmediatamente sobre cualquier falla que ocurra durante el proceso que afecte la calidad del producto.
- ✦ Realiza inspecciones a lo largo del proceso de producción.
- ✦ Controla la calidad del producto terminado y su correcta identificación en el área de empaque.
- ✦ Garantiza la calidad del producto antes de ser despachado.

4.4 Sistema de calidad

Sí un producto satisface todas la necesidades del consumidor, ese producto ganará integridad y confianza de los consumidores, por esta razón las empresas terminan asociándose a la calidad. Tomando como base la premisa anterior se define un sistema de calidad como un conjunto de acciones planificadas previamente para el mantenimiento y la mejora continua de la calidad dentro de la empresa; para llevar a cabo dichas acciones la empresa se basa en algunas normas internacionales.

4.4.1 Normas utilizadas

A continuación se hace referencia de las normas utilizadas dentro de la empresa para la elaboración del alambre espigado AG-400.

4.4.1.1 Norma internacional ASTM – 121⁴

ASTM Designación: A 121 – 92a⁵ (ver Anexo 1).

4.4.1.2 Norma internacional ASTM – A90⁶

Norma ASTM A-90⁷

Método estándar de prueba para pesar el recubrimiento en artículos de hierro o acero galvanizado (ver Anexo 2).

4.4.1.3 Especificaciones de procesos que la empresa ha establecido para el trefilado

Norma COPANT 686⁸

Alambrón de acero destinado a trefilación y laminación en frío.

Para los alambros de aceros comunes de bajo carbono ($C < 0.30\%$) las tolerancias admisibles del diámetro serán de ± 0.40 mm y la ovalidad admisible es de 0.05 mm.

⁴ Fuente: Aceros de Guatemala y www.astm.org/FAQ/whatisastms_answer.html

⁵ Fuente: Aceros de Guatemala y www.astm.org/Standards/A121.htm

⁶ Fuente: Aceros de Guatemala y www.astm.org/Standards

⁷ Fuente: Aceros de Guatemala y www.astm.org/Standards/A90.htm

⁸ Fuente: Aceros de Guatemala y www.copant.org

Tabla III Especificaciones del diámetro del alambre

Alambre trefilado				
Calibre	AGSA		INDETA	
	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
17	1.45	1.540		
16	1.600	1.700	1.600	1.700
15	1.750	1.850	1.780	1.880
14	2.000	2.100	2.060	2.160
13	2.380	2.450	2.360	2.460
9	3.800	3.900	3.710	3.810

Fuente: Aceros de Guatemala

4.4.2 Procedimientos

4.4.2.1 Procedimiento para la inspección de la materia prima

Inspección de Consumo de materia prima

1. Verificar con el encargado de la planta, la cantidad de rollos que se recibirán.
2. Al momento de entrar los rollos a la planta hacer una inspección visual de forma general de todo el rollo de alambrón, para verificar si tiene algún defecto, como por ejemplo: aceite, agua u óxido. Si lo tuviere entonces se debe de pintar de color rojo a los lados donde presenta defectos el alambrón, de tal modo el defecto quede en medio de las marcas rojas.
3. Identificar cada rollo de alambrón con pedazo de lámina; dicha identificación debe llevar el código interno, número de rollo correlativo el cual se lo asignara el inspector de materia prima, el grado de alambrón, diámetro y ovalidad.

Figura 17 Inspección visual del alambrón



Fuente: Planta Aceros de Guatemala

4. Si fuese necesario rechazar un rollo por defectos, se debe hacer una marca con pintura de color blanco de tal modo que sea visible al montacargas para que lo saque de la planta, además se deberá colocar una nota que indique qué es RECHAZADO, y llenar el formato PD – 00 (ver anexos). Observar: en la planta Z no se marcan con pintura rollos de alambrón.
5. Verificar el diámetro del alambrón de acuerdo al producto que se fabricará.
6. Anotar en el formato: código interno, proveedor, colada, rollo y grado de cada rollo de alambrón.
7. Medir el diámetro del alambrón y anotarlo en el formato.

Figura 18 Medición del diámetro del alambrón



Fuente: Planta de Aceros de Guatemala

8. Determinar la ovalidad, hacer una inspección visual de la apariencia del rollo.
9. Llenar el formato respectivo y luego entregarlo al departamento de Control de Calidad

Ver formato en el capítulo 6, en la sección 6.1.1

4.4.2.2 Procedimiento para la inspección de calidad en la fase de trefilado

Análisis Físico del alambre trefilado durante el proceso

Figura 19 Máquina trefiladora



Fuente: Planta de Aceros de Guatemala

1. Dirigirse a la máquina de la cual se tomará los datos.
2. Anotar el código interno del rollo de alambón que se está trefilando.
3. Anotar la hora a la que se esta realizando la inspección en el registro.
4. Solicitar al operario que detenga la máquina un instante para hacer las mediciones.
5. Una vez trefilado el alambre (esto es ya que esta en la canasta), se verificará el diámetro final del alambre. Tomar dos mediciones con el micrómetro en una misma sección transversal y anotar el diámetro mayor; dicha medición debe estar dentro del rango permisible para cada calibre, de no estar dentro de éste rango se debe notificar de inmediato al operario para que haga las correcciones necesarias.

Figura 20 Medición del diámetro del alambre trefilado



Fuente: Planta Acero de Guatemala

6. Calcular la ovalidad, ésta debe ser menor o igual a 0.30mm. Sí no cumple con esto debe notificarlo al operario de la máquina para que haga las correcciones necesarias como lo es revisar que la máquina no tenga desperfectos o que los dados ya estén desgastados.

Figura 21 Medición del diámetro del alambre trefilado



Fuente: Planta de Aceros de Guatemala

Figura 22 Medición del diámetro del alambre trefilado

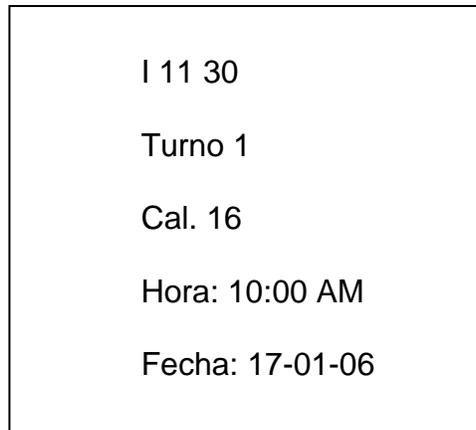


Fuente: Planta de Aceros de Guatemala

7. Inspeccionar visualmente los rollos de alambre trefilado, estos no deben contener ralladuras o cualquier otra clase de defecto. Si hubiese algún defecto se debe notificar al operario y supervisor de turno para que tomen las medidas correctivas como revisar la máquina trefiladora no tenga ningún desperfecto o sí es necesario el cambio de dados. (Sí rechaza un rollo por defectos deberá llenar el formato PD – 00 (ver anexos) y entregarla a quien corresponda). Sí el rollo no posee defectos debe colocar B de lo contrario debe colocar M.
8. Indicar al operario que ya puede poner en marcha la máquina, luego de tomar los datos.
9. Se debe anotar cualquier observación pertinente en la casilla de OBSERVACIONES, si fuese necesario utilice el formato de para otras observaciones.
10. Hacer una nueva etiqueta (ésta es de un pedazo de lamina) anotando en ella: el código interno del rollo (el mismo código que le asignaron en el

área de materia prima), el turno, el número de máquina trefiladota, hora y fecha en que se inspeccionó.

Figura 23 Etiqueta de identificación del rollo de alambre



Fuente: Planta Aceros de Guatemala

11. Colocar la etiqueta (ésta es de un pedazo de lámina) al centro del rollo de alambre trefilado para evitar algún accidente.
12. Cuando sea necesario el cambio de dados, anotar el número de máquina, el diámetro, ovalidad y la hora a la que se realizó dicho cambio.
13. Al final del turno se debe calibrar el diámetro del alambre trefilado en cada una de las máquinas trefiladotas y registrarlo.
14. Llenar el formato AFAT – 02 de forma clara y correcta (ver anexos).
15. Entregarlo al departamento de Control de Calidad.
16. Éste procedimiento debe realizarse cada dos horas.

Control de Calidad del alambre trefilado a galvanizar.

1. Anotar el código interno y el calibre de cada una de las canastas de alambre trefilado según el número de línea al que corresponde.

2. Medir el diámetro del alambre trefilado y anotarlo en el formato correspondiente. Si existiera alguna variación en el diámetro el cual indique que se trata de otro calibre, avisar inmediatamente al operario para sustituir el rollo de alambre trefilado por uno de diámetro correcto.

Figura 24 Medición del diámetro



Fuente: Planta de Aceros de Guatemala

Figura 25 Medición del diámetro



Fuente: Planta de Aceros de Guatemala

3. Ésta inspección se realizará cada 4 horas durante el turno, esto es 3 veces durante el turno.
4. En cada período de tiempo en que se realice la inspección y toma de datos, se deberá entregar el formato GALV – 01 debidamente lleno al

inspector de procesos, para que éste haga la inspección y toma de muestras del alambre galvanizado (botada). El inspector de procesos deberá entregarla de nuevo al inspector de materia prima para las siguientes inspecciones de alambre trefilado a galvanizar.

5. Entregar el formato GALV – 01 debidamente lleno al departamento de Control de Calidad. Al final del turno.
6. **Observar.** El inspector de calidad de materia prima es el encargado de recoger en el laboratorio Físico – Químico el reporte de recubrimiento de zinc de las muestras tomadas. Este reporte debe ser entregado al digitador en el departamento de Control de Calidad, para que se hagan los cálculos de recubrimiento de zinc e imprimir un nuevo reporte el cual contiene una gráfica.
7. Con el nuevo reporte debe dirigirse al área de galvanizado y graficar en la pizarra la misma gráfica que aparece en el nuevo reporte.
8. Entregar el reporte de Recubrimiento de Zinc al jefe de planta.

Ver formato en el capítulo 6, sección 6.1.2

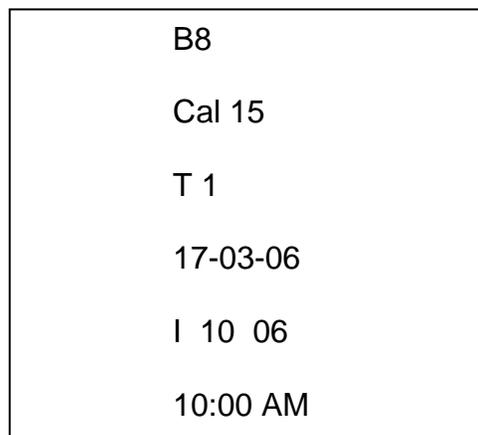
4.4.2.3 Procedimiento para la inspección de calidad en la fase de galvanizado

Análisis del alambre galvanizado.

1. En el panel de control de temperatura de: el horno de recocido, la bóveda y el baño de zinc observar que la temperatura se encuentre entre los 700 °C y 1200 °C. Anotar las temperaturas respectivamente en cada casilla del formato.
2. Identificar cada rollo de alambre trefilado que sale de las bobinas con una etiqueta, a la cual se le debe anotar el número de la bobina o hilo al que pertenece, por ejemplo la bobina o hilo número 8 se anota: B8, el

calibre del hilo que esta recibiendo la bobina, el turno, la fecha, el código interno que el inspector de materia prima le coloco al alambre antes de ser galvanizado (éste dato se obtiene del formato GALV – 01) y la hora a la que se identifico las bobinas.

Figura 26 Etiqueta de identificación del rollo de alambre



Fuente: Planta Aceros de Guatemala

B8: es el número de bobina o hilo, Cal 15: es el calibre 15, T1: indica el turno 1, la fecha, el código interno y la hora. Ésta etiqueta deberá ser colocada al centro del rollo, puesto que es de metal puede causar daño físico al operario.

Figura 27 Se amarran los rollos



Fuente: Planta Aceros de Guatemala

Figura 28 Se amarran los rollos



Fuente: Planta Aceros de Guatemala

3. Tomar una muestra de cada rollo de alambre galvanizado de 1.20 metros, el cual debe ser identificado con cinta adhesiva anotando el número de bobina o hilo al que pertenece el rollo.

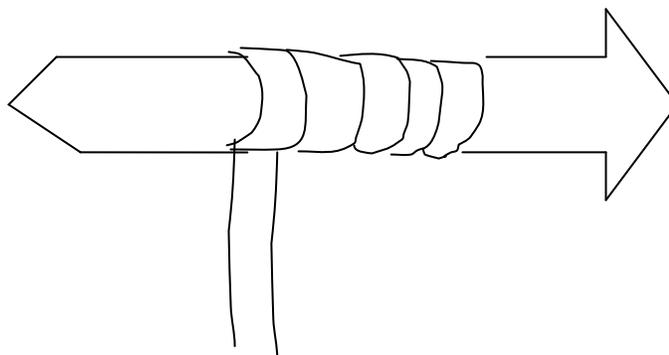
Figura 29 Toma de muestras



Fuente: Planta Aceros de Guatemala

4. Verificar que el recubrimiento de zinc del alambre que llega a cada bobina no contenga defectos (excesos de zinc o grumos, partes no cubiertas, demasiado opaco, manchas negras, etc.) y a la vez que sea brillante. Revisar que los rollos no se enreden. Si se encuentra algún defecto en el alambre o rollo enredado se notificara de inmediato a los operarios del área para que realicen las correcciones correspondientes y llenar el formato PD – 00, entregarlo al supervisor de producción y la copia al Jefe de Control de Calidad.
5. Observar la dureza del alambre de cada bobina. Si es maleable o suave (fácil de doblar) o si es duro.
6. Cortar un pedazo de alambre de aproximadamente 20 cm de largo de cada una de la bobinas. Enrollar este trozo de alambre en un clavo para verificar la adherencia del zinc. Sí el zinc se desprende entonces la adherencia es mala de lo contrario es buena.

Figura 30 Verificación de adherencia de zinc



Fuente: Tannya Barco

7. Medir el diámetro de cada una de las muestras. Agrupar las muestra de 1 a 12 y por aparte agrupar las muestras de la bobina o hilo de la 13 a 24.
8. Observar en el marcador de la máquina recogedora la velocidad a la que se esta embobinando el alambre. Como existen dos máquinas recogedoras entonces se anotan las dos velocidades.
9. Verificar cuantas bobinas enrollaron exitosamente el alambre para poder sacar rollos y el calibre de cada uno de ellos.
10. Llenar el formato AG – 02 de forma clara y correcta.
11. Llevar las muestras al laboratorio Físico-Químico para hacer el decapado.
12. Este procedimiento se realizará cada 4 horas.

Ver formato en el capítulo 6, sección 6.1.3

4.4.2.3.1 Procedimiento de decapado

Decapado del Alambre Galvanizado.

1. Cortar cada una de las muestras a 60 cm sin quitar su identificación en orden correlativo.

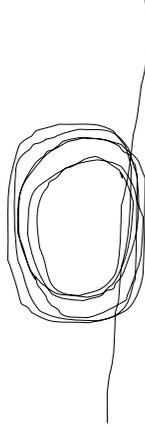
Figura 31 Corte de muestras



Fuente: Laboratorio Aceros de Guatemala

2. Limpiar las muestras de grasa u otra sustancia para no afectar el peso de la misma.
3. Doblar el alambre enrollándolo a tamaño de un puño de manera que quepa en la balanza.

Figura 32 Forma en que queda el alambre



Fuente: Tannya Barco

4. Con el micrómetro tomar dos mediciones en una misma sección, promediarlas y anotar el resultado en la casilla “Diámetro” de los datos “Pre-prueba” en el formato Rzinc – 02. Esto para cada una de las muestras.

Figura 33 Medición del diámetro



Fuente: Laboratorio Aceros de Guatemala

Figura 34 Medición del diámetro



Fuente: Laboratorio Aceros de Guatemala

5. Pesar la muestra en la balanza en gramos y anotarlo en la casilla “peso”. De los datos “Pre-prueba (1)”, cada dato debe ser anotado al número de bobina o hilo correspondiente.

Figura 35 Peso de la muestra



Fuente: Laboratorio de Aceros de Guatemala

6. Tomar las muestras en orden y colocarlas en el recipiente de ácido clorhídrico, dejándolas reposar por aproximadamente 15 ó 20 segundos, o hasta que termine el burbujeo en el ácido.

Figura 36 Muestra sumergida en el ácido clorhídrico



Fuente: Laboratorio de Aceros de Guatemala

Figura 37 Extracción de las muestras



Fuente: Laboratorio de Aceros de Guatemala

7. Sacar las muestras del recipiente de ácido, lavarlas con agua y colocarlas sobre una manta para que se sequen.

Figura 38 Extracción de la muestra



Fuente: Laboratorio de Aceros de Guatemala

8. Con el micrómetro tomar dos mediciones en una misma sección, promediarlas y anotar el resultado en la casilla “Diámetro”, de los datos “Pre-prueba (2)”, esto para cada una de las muestras y respectivo número de bobina o línea.

Figura 39 Medición del diámetro de la muestra



Fuente: Laboratorio de Aceros de Guatemala

9. Pesar la muestra en la balanza y anotar la lectura en la casilla “peso”. De los datos “Pre-prueba (2)”, esto para cada una de las muestras y respectivo número de bobina o línea.
10. Desechar la muestra.
11. Llenar el formato Rzinc – 02 y entregarlo al Inspector de Materia Prima para que lo entregue al departamento de Control de Calidad, en donde realizaran el cálculo de recubrimiento de zinc en oz. /p (onzas/pie).
12. Éste procedimiento se llevara a cabo cada 4 horas.

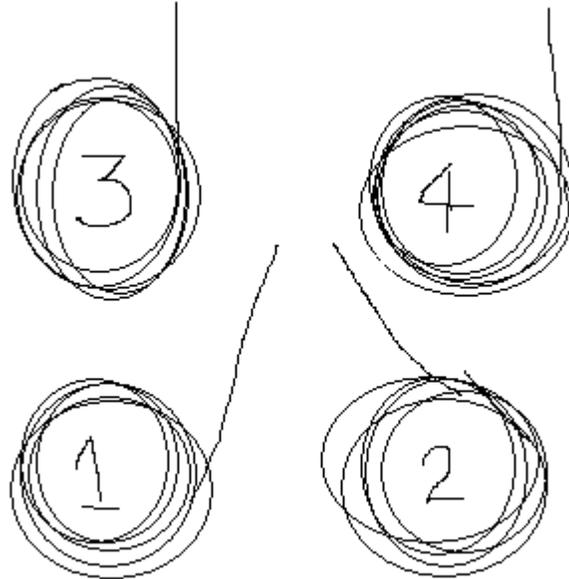
Ver formato en el capítulo 6, sección 6.1.4

4.4.2.4 Procedimiento para la inspección de calidad en la fase de espigado

Inspección de Alambre Galvanizado para Espigado.

1. Dirigirse al área de espigado.
2. Anotar el código interno de cada rollo de alambre galvanizado que se encuentra en la máquina espigadora. Se debe tener presente que los rollos o canastas de alambre galvanizado R-1 y R-2 corresponden a los hilos de alambre que conforman el “centro” o “cuerpo” del alambre espigado; y los rollos R-3 y R-4 son los que conforman las púas del mismo. Se procesan 2 tipos de alambre espigado, el AG-400: en el cual todos los hilos tanto de centro como de púas son de calibre 15; el TORO éste utiliza dos hilos de calibre 14 para el centro y dos hilos de calibre 15 para las púas.

Figura 40 Forma en que se ubican los rollos de alambre en la máquina espigadora



Fuente: Planta Aceros de Guatemala

3. Calibrar el alambre de cada canasta para verificar que este dentro de la norma y anotar el diámetro en el formato AGE – 03.

Figura 41 Medición del diámetro del alambre a espigar



Fuente: Planta de Aceros de Guatemala

4. Verificar que los rollos o canastas tengan buena apariencia y que no esté enrollado.
5. Marcar en el formato AGE – 03 con marcador fluorescente los diámetros del alambre galvanizado que salga de las especificaciones. Anotar el código y fecha en que se galvanizó.
6. Rechazar el alambre galvanizado que tenga defectos: grumos, manchas de oxido blanco, mal recubrimiento de zinc, etc. Cuando el alambre esté opaco hacer las observaciones respectivas.
7. Cualquier información importante se debe anotar en la hoja de OBSERVACIONES de forma clara y completa.
8. Cuando se realice el cambio de turno, se debe informar al inspector del siguiente turno de todas las situaciones ocurridas durante el turno que terminó.
9. Este procedimiento debe llevarse a cabo cada 3 horas.
10. Llenar el formato AGE – 03 de forma clara y correcta. Luego entregarlo al departamento de Control de Calidad.

Ver formato en el capítulo 6, sección 6.1.5

Procedimiento para el análisis físico de alambre espigado:

1. Dirigirse al área de espigado.
2. Durante el turno se debe sacar un muestra de alambre espigado de 7.6 metros de cada máquina. Ésta muestra se sacará de un rollo ya terminado, el cual el operario deberá apartar. Luego de sacar la muestra dejar el rollo donde se encontró.
3. Identificar cada una de las muestras con el número de máquina que le corresponde utilizando cinta adhesiva.

4. Calibrar el diámetro de la púa en mm. de la muestra.
5. Calibrar el diámetro del centro en mm., de cada hilo y registrar el diámetro mayor.
6. Medir la longitud de la púa, la cual debe ser mayor o igual a 9.5mm.
7. Revisar el corte de la púa; ésta no debe ser redonda, plana o semi-redonda, debe estar puntiaguda.
8. Contar el número de púas que contiene la muestra de 7.6 metros. El alambre espigado AG-400 debe contener al menos 70 púas en los 7.6 metros.
9. De la muestra medir la distancia que hay entre púas, la cual debe ser de 5 pulgadas para el alambre AG-400 y de 4.25 pulgadas para el alambre espigado TORO.
10. Observar el número de púas que indica la máquina espigadora y registrarla en el formato AE – 03.
11. Revisar el embalaje o empaque del alambre espigado. Que esté bien empacado y amarrado cuando ya esté en la tarima.
12. Verificar que el empaque lleve el turno y la fecha en que se procesa.
13. Llenar el formato AE – 03 de forma clara y correcta. Resaltar con marcador fluorescente la Marca de alambre espigado que se está procesando en la tabla que contiene el nombre de las marcas en el formato AE – 03.
14. Entregar el formato al departamento de Control de Calidad.
15. Este procedimiento se realizará durante el turno, hasta que se termine de tomar las muestras por máquina.

Ver formato en el capítulo 6, sección 6.1.6

5. DOCUMENTACIÓN Y CAPACITACIÓN DE ACUERDO A ESTÁNDARES

5.1 Documentación de procedimientos

Contiene una descripción de actividades que deben realizarse para el buen desempeño del control de calidad en la planta.

5.1.1 Posible estructura para la documentación

Título: Estandarización de Procedimientos del Sistema de Calidad en la Producción de Alambre Espigado.

Alcance: el presente documento aplica a la planta de producción de alambre espigado AG-400 de la empresa Aceros de Guatemala.

Campo de aplicación: se utiliza el método estadístico de gráficos de control por atributos para vigilar la calidad del producto obteniendo de ésta manera la satisfacción del cliente.

Tabla de contenido:

- ✦ Antecedentes generales de la empresa
 - Reseña histórica de la empresa
 - Misión y visión de la empresa
 - Departamento de control de calidad
 - Objetivos del departamento de control de calidad
 - Descripción de funciones
 - Políticas y objetivos de la calidad
- ✦ Marco conceptual y proceso
 - Descripción de la materia prima

- Alambrón
- Proceso de Trefilado
- Proceso de Galvanizado
 - Decapado
- Proceso de Alambre espigado
 - Componentes del alambre espigado
- ✦ Elementos del sistema de la calidad
- ✦ Guías y formatos
- ✦ Glosario

5.1.2 Revisión y aprobación de autoridades de la empresa

El documento de la calidad debe ser presentado a las autoridades de la empresa para su revisión y aprobación. Teniendo en éste punto la oportunidad de agregar la información que se considere necesaria para lograr el objetivo del documento de calidad.

5.2 Capacitación

Una vez que ha sido revisado y autorizado el documento de la calidad, es sumamente necesario darlo a conocer a las personas respectivas, mediante una capacitación.

En toda empresa existen situaciones que mejorar y que tienen que ver con el personal, sin embargo, probablemente algunas de esas situaciones se pueden solucionar con programas de capacitación.

5.2.1 Contenido

El contenido de la capacitación debe incluir todo lo que se desea que tanto los operarios como supervisores de calidad deban conocer para realizar sus tareas de forma eficiente.

Objetivo de la capacitación:

Desarrollar en el participante las capacidades necesarias para realizar sus respectivas tareas de forma eficaz.

Módulos de capacitación:

1. *La Empresa*

- ✦ Antecedentes generales
 - Reseña histórica
 - Misión y visión
 - Departamento de control de calidad
 - Objetivos del departamento de control de calidad
 - Descripción de funciones
 - Políticas y objetivos de la calidad

2. *El proceso*

- ✦ Marco conceptual y proceso
 - Descripción de la materia prima
 - Alambrón
 - Proceso de Trefilado
 - Proceso de Galvanizado
 - Decapado
 - Proceso de Alambre espigado
 - Componentes del alambre espigado

3. *El sistema de control de calidad*

- ✦ Elementos del sistema de la calidad
- ✦ Procedimientos
- ✦ Guías y formatos

5.2.2 Programa de capacitación

Para desarrollar el contenido de la capacitación se debe preparar un programa de acuerdo a algunos aspectos tales como tiempo, espacio y número de personas a las que se les capacitará. La cantidad de personas no debe de exceder de 20 en cada una de las clases que se impartirá, para una mejor interacción con las personas.

El tiempo estimado para cada módulo es de 2 horas, 1 vez por semana. Por lo que la capacitación se dará en tres clases o sesiones, de una duración de 1 hora cada una. Esto con el fin de que los alumnos (operarios) aprendan sin prisas y realicen sus preguntas y dudas al instructor. El horario para la capacitación debe ser fuera del turno de trabajo de los alumnos (operarios) para no interrumpir la producción, tomando el costo de horas extras o bien puede ser llevado a cabo los días lunes en los cuales se realiza mantenimiento de la maquinaria para no incurrir en dicho costo.

Método a utilizar:

Se utilizará el método interactivo de enseñanza, el cual es un proceso de adquisición de conocimientos, habilidades y destrezas, con objetivos bien definidos y participación activa y permanente del estudiante. En la cual se seguirán los siguientes pasos:

- ✦ Se enseñará la parte teórica de cada punto del contenido de la capacitación
- ✦ Se efectuarán prácticas de los procedimientos contenidos en la capacitación
- ✦ Se atenderán las preguntas de los alumnos (operarios) y se le realizarán otras para verificar lo que comprendió, si fuese necesario se repetirán los pasos anteriores.
- ✦ Se solicitará a cada alumno (operario) que haga lo aprendido en la práctica de cada procedimiento, para verificar lo aprendido, si fuese necesario se dará nuevamente una explicación.

No debemos de olvidar que no todos los empleados aprenden a la misma velocidad y hay algunos que necesitan más tiempo para aprender es necesario que se les ayude a que esto suceda para el bien de la empresa.

5.3 Seguridad e higiene industrial

La empresa debe acogerse a normativos, con la finalidad de prevenir accidentes y minimizar los riesgos para establecer condiciones seguras en el lugar de trabajo y mantener un ambiente laboral higiénico con orden y limpieza, y exigir el uso de ropa adecuada para el buen desenvolvimiento de los colaboradores dentro de las instalaciones de la empresa.

La creación de condiciones seguras contribuye a la productividad y a un desarrollo más agradable y estable para los trabajadores dentro de la empresa.

Se dirá entonces que *la seguridad industrial* es el conjunto de normas y procedimientos para crear un ambiente seguro de trabajo, a fin de evitar

pérdidas personales y/o materiales; y *la higiene industrial* es la ciencia y arte dedicada a la participación, reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores estresantes del ambiente que se presentan en el lugar de trabajo, los cuales pueden causar enfermedad y deterioro de la salud.

Es de suma importancia conocer que existen riesgos laborales que pueden influir en la salud de los empleados. Como sucede con la mayoría de ocupaciones laborales, en el proceso de producción del alambre espigado AG-400 existen también riesgos para los trabajadores, lo cual puede llegar a provocar una *enfermedad ocupacional*, y para evitar dicha situación debe protegerse al empleado de toda exposición peligrosa que afecte su salud.

Algunos factores estresantes son el ruido y el calor. Para controlar estos factores de tal manera que no afecten a los colaboradores de la empresa se debe realizar un análisis de los mismos para contrarrestarlos. Una de las medidas a tomar es renovar el amortiguamiento de las máquinas que mayor vibración o ruido producen.

Otras de las medidas a considerar son:

- Mantenimiento del equipo.
- Correcto almacenamiento de equipo y herramientas.
- Obligar a los trabajadores a observar los reglamentos de seguridad.
- Mejora en las condiciones ambientales tales como: iluminación, ruido, etc.
- Equipo de protección.

5.3.1 Enfermedad ocupacional

En la producción del alambre espigado AG -400 existen los siguientes riesgos para la salud:

- ✦ *Riesgos químicos.* La exposición repetida y prolongada de vapores químicos, partículas de materia suspendidas en el aire que pueden terminar en una enfermedad pulmonar y/o afección en los ojos. Dichas partículas pueden estar formadas por una combinación de polvo, pólenes, suciedad, tierra, cenizas y hollín. Cuanto más finas son las partículas, más pueden dañar los pulmones ya que son inhalados con más facilidad. La absorción por medio de la piel es otro riesgo que se tiene al entrar en contacto con químicos sin la debida protección.
- ✦ *Riesgos físicos.* La exposición repetida y prolongada al ruido. Se considera que para evitar daño en el oído el límite es de 80 dB para una exposición de 40 horas semanales a un ruido constante. La lesión auditiva inducida por ruido sigue una función exponencial. La exposición al ruido de forma intermitente es menos lesiva. Por la naturaleza del trabajo también se expone a golpes en la cabeza y lesiones de la espalda.
- ✦ *Riesgo de lesiones por el alambre y espiga.* Además de los riesgos anteriores, existe el riesgo de lesiones en las manos al manipular el alambre espigado sin el debido equipo. Las lesiones pueden ser quemaduras por el roce el alambre, cortes en la piel por las púas, lesión de la vista u otra parte del cuerpo.

5.3.1.1 Equipo de protección personal

Los equipos de protección personal incluyen toda vestimenta y accesorios diseñados para crear una barrera en contra de los riesgos en el lugar de trabajo. Todos los equipos de protección deberán utilizarse en buena y segura condiciones sanitarias donde sea necesaria por razones de riesgos en los procesos o el medio ambiente. A continuación el equipo de protección mínimo que deben de poseer los empleados de la empresa Aceros de Guatemala en la planta de producción de alambre espigado AG – 400.

5.3.1.1.1 Protección de cabeza

Los trabajadores deberán utilizar constante y estrictamente los llamados sombreros duros o cascos de protección cuando se encuentren trabajando en áreas donde existe un riesgo potencial para alguna herida de cabeza, shock eléctrico así como también de quemaduras; esto quiere decir que todo el tiempo de la jornada laboral deben tener puesto el casco.

Hay tres clasificaciones de cascos para protección:

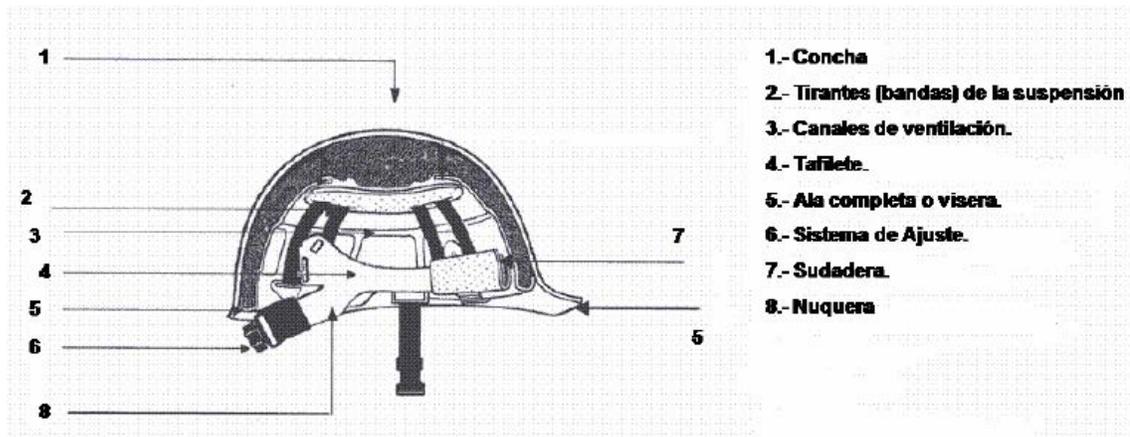
Grupo A: están diseñados para proteger de los impactos, para la resistencia por penetración y para proveer protección de la electricidad, de conductores de bajo voltaje.

Grupo B: éstos protegen de impactos, resistencia a la penetración y riesgo de electricidad de conductores de alto voltaje.

Grupo C: proveen protección al impacto y resistencia por penetración.

Es recomendable la utilización de los cascos del grupo A puesto que protege de varios riesgos los cuales existen en la planta.

Figura 42 Partes de un casco de protección



Fuente: www.pemex.com

5.3.1.1.2 Protección de ojos y cara

Los trabajadores deberán utilizar constante y estrictamente protección de ojos y cara o mascarillas especiales que les proteja de partículas suspendidas en el aire tales como vapores químicos, polvo, hollín, etc. cuando estén expuestos a riesgos por partículas en el aire, metal derretido, químicos líquidos, ácidos, gases químicos o vapores. Esto durante todo el turno de trabajo, especialmente en el área de galvanizado y decapado, ya que en estos lugares existe exposición a vapores por químicos.

Figura 43 Lentes de protección

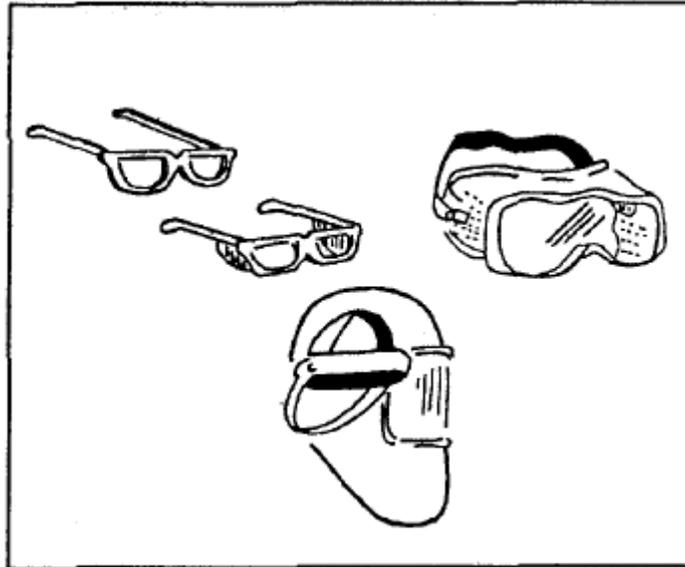


Fuente: www.paritarios.d

Los protectores de ojos y cara deben cumplir como mínimo los requisitos siguientes:

- ✦ Proteger contra los riesgos de particulares para los que fueron diseñados
- ✦ Bajo las condiciones designadas deben ser razonablemente cómodos durante su uso
- ✦ No deben interferir en los movimientos o visión del usuario
- ✦ Ser duraderos
- ✦ Deben ser desinfectados, después su uso
- ✦ Fácil de limpiar

Figura 44 Lentes y careta de protección



Fuente: <http://desastres.usac.edu.gt>

5.3.1.1.3 Protección del oído

En la planta de producción de alambre espigado existe exposición a altos niveles de ruido. El ruido que allí se genera y además el de las plantas vecinas. Por lo tanto todo trabajador, debe utilizar tapones de oído para protección de los mismos mientras estén trabajando en la planta de producción. Ya que dicha exposición al ruido puede causar sordera la cual no tiene cura, lesión en el oído, stress físico y psicológico.

Figura 45 Tapones para los oídos



Fuente: www.paritarios.d

5.3.1.1.4 Protección del torso

Existen muchos riesgos que pueden causar lesión en el torso de los trabajadores, tales como: ácidos, heridas, calor, salpicones de metal caliente o impactos. Para los cual existe una variedad de vestimentas de protección según la necesidad de la labor que se realiza dentro de la empresa tales como: delantales, chalecos, chaquetas, y trajes para cubrir todo el cuerpo.

Todo empleado que trabaja en el área de galvanizado debe tener un traje de protección puesto que esta en constante exposición a químicos y altas temperaturas. Deben también utilizar cinturones de protección en la cintura para evitar lesiones en la espalda al realizar levantamiento de objetos pesados, como por ejemplo al sacar los rollos de alambre galvanizado de las bobinas recogedoras.

Figura 46 Traje de protección contra el calor y las salpicaduras de químicos



Fuente: www.directindustry.es

5.3.1.1.5 Protección de manos y pies

Para la prevención de heridas, laceraciones, quemaduras y temperaturas elevadas se deberá utilizar guantes de cuero para la manipulación del alambre espigado durante todo el proceso hasta su empaque. El calzado es muy importante para protección de los pies para todos los trabajadores de la planta.

No se debe olvidar que el recurso humano es el mayor capital del que dispone una empresa.

Figura 47 Guantes de piel



Fuente: www.rodielepi.com

Figura 48 Zapatos de piel con puntera de acero



Fuente: <http://biblioteca.usac.gt>

6. SEGUIMIENTO

Mediante las guías se dan las directrices de las inspecciones a realizarse, así mismo los formatos.

6.1 Guías y formatos

6.1.1 Guía y formato para el registro de datos para la inspección de la materia prima

Figura 49 Guía para el registro de datos

GUÍA

Nombre del formato: Reporte de Consumo de Alambión, ALAM – 00	
Empresa: AGSA Planta: Alambre y Clavo Hoja: ½	Responsable: Departamento de Control de Calidad Fecha: Fecha ultima revisión:
Dirigido a: Inspector de Calidad de Materia Prima	
<ul style="list-style-type: none">• Fecha: corresponde a la fecha en que se inicia el turno.• Turno: el turno que corresponde; turno I = de día, turno II = de noche.• Área: anotar el área de la planta que consumirá el alambión que puede ser trefilado o la planta Z.• Inspector de Calidad: debe colocarse el nombre y la firma del inspector de turno que tomo los datos.• Código interno: anotar el código interno según especificaciones: día, semana y No. De rollo.• Proveedor: el nombre del país de donde se origina el alambión.• Colada: anotar el No. De la colada, la cual se obtiene de la etiqueta del proveedor.• Rollo: éste es el número de rollo el cual se obtiene de la etiqueta del proveedor.• Grado: el tipo de alambión a utilizar, el cual puede ser 1008 ó 1006.• Ovalidad: es el dato obtenido de la diferencia entre 2 diámetros medidos en una misma sección del alambión.	
<ul style="list-style-type: none">• Apariencia: en esta casilla existen 5 casillas más, los cuales son Oxido (O), Grietas y rupturas (G), Conformado del rollo (C), Petróleo o aceite (P), mojado (M); marcar con un chequecito <input checked="" type="checkbox"/> si no hay presencia de óxido, grietas y rupturas, petróleo o aceite, mojado, y si el rollo esta bien conformado. En caso contrario marcar con una X.• Observaciones: anotar las causas por las cuales se rechazo la materia prima.	

Fuente: Tannya Barco

6.1.2 Guía y formato para el registro de datos para la inspección de calidad en la fase de trefilado

Figura 51 Guía para el registro de datos

GUÍA

Nombre del formato: Reporte de Análisis Físico de Alambre Trefilado, AFAT – 02	
Empresa: AGSA Planta: Alambre y Clavo Hoja: 1/1	Responsable: Departamento de Control de Calidad Fecha: Fecha última revisión:
Dirigido a: Inspector de Calidad de Procesos	
<ul style="list-style-type: none"> • Fecha: corresponde a la fecha en que se inicia el turno. • Turno: el turno que corresponde; turno I = de día, turno II = de noche. • Hora: corresponde a la hora en que se realiza la inspección. • Número de máquina: corresponde al # de máquina de la cual se tomo la muestra. • Código interno: anotar el código de la lata que identifica el alambre. • Diámetro: corresponde al diámetro del alambre en mm. • Ovalidad: corresponde a la ovalidad del alambre en mm. • Apariencia Física: marcar la letra B si la apariencia es buena, esto quiere decir que no tenga manchas, marcas o picaduras; marcar la letra M si tiene algún defecto. • Calibre: corresponde al calibre del alambre que se este procesando. • # de trefiladora: es el número de la máquina trefiladora. • Cambio de dados: en este espacio existe 4 casillas: # de máquina, diámetro, ovalidad y hora. Anotar la hora al que se cambiaron los dados, el diámetro y ovalidad del alambre al momento del cambio de los dados y el # de máquina trefiladora a la que se le cambio los dados. • Últimos diámetros: en este espacio existe 3 casillas: # de máquina, diámetro y ovalidad. Anotar el # de máquina, el diámetro y la ovalidad del alambre trefilado en cada máquina al finalizar el turno. • Observaciones: anotar cualquier evento importante que haya ocurrido durante la inspección o el turno. Por ejemplo el paro de una máquina, el motivo del paro y cuanto tiempo estuvo parada. • Inspector de Calidad: nombre y firma del inspector de turno. 	

Fuente: Tannya Barco

6.1.3 Guía y formato para el registro de datos para la inspección de calidad en la fase de galvanizado

Figura No. 53 Guía para el registro de datos

GUIA

Nombre del formato: Reporte de Análisis Físico de Alambre Galvanizado, AG – 02	
Empresa: AGSA Planta: Alambre y Clavo Hoja: 1/1	Responsable: Departamento de Control de Calidad Fecha: Fecha última revisión:
Dirigido a: Inspector de Calidad de Procesos	
<ul style="list-style-type: none">• Fecha: corresponde a la fecha en que se inicia el turno.• Turno: el turno que corresponde; turno I = de día, turno II = de noche.• Hora de la inspección: corresponde a la hora en que se realiza la inspección.• Código interno: es el código que tiene la lata que identifica cada rollo de alambre trefilado que se va a galvanizar, correspondiente a cada línea del galvanizado.• Calibre: anotar el calibre del alambre ya galvanizado, correspondiente a cada línea del galvanizado.• Diámetro: corresponde al diámetro en mm del alambre galvanizado.• Apariencia: es la apariencia física del alambre; si tiene brillo el alambre marcar la letra B; si tiene grumos marcar la letra G.• Dureza: esto es cuán manejable o fácil de doblar es el alambre galvanizado; marcar el # al que corresponde la dureza;<ul style="list-style-type: none">1 = Alambre más suave al trefilado.2 = Alambre semiduro (todavía es manejable)3 = Alambre duro (no es manejable).	

- **Adherencia:** esto es si hay o no desprendimiento del zinc al doblarlo; marcar la letra B o M según sea el caso. B = no hay desprendimiento de zinc, M = sí hay desprendimiento de zinc.
- **Temperatura (°C):** Recocido: corresponde a la temperatura en grados centígrados del horno de recocido. Bóveda: corresponde a la temperatura en grados centígrados de la bóveda. Baño de Zinc: corresponde a la temperatura en grados centígrados de la cámara de zinc.
- **Velocidades:** esta se refiere a la velocidad en metros por minuto a la que cada recogedora embobina el alambre galvanizado.
- **Cantidad de bobinas botadas:** corresponde a la cantidad de rollos de alambre galvanizado que entregaron las bobinas y su respectivo calibre. Ejemplo: sí dieron rollos 19 bobinas de las 24 que existen, con un calibre 15 y las demás con calibre 16 entonces se anota de la siguiente manera: 19/15, 5/16.

Fuente: Tannya Barco

Figura 54 Reporte de análisis físico de alambre galvanizado



AG – 02

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO DE ALAMBRE GALVANIZADO

Fecha: _____ Turno: _____ Inspector de Calidad: _____

Hora de Inspección: _____

Línea	Código Interno	Calibre	Diametro mm	Apariencia Brillo/Grumos	Dureza	Adherencia Buena/Mala
1				B/G	1/2/3	B/M
2				B/G	1/2/3	B/M
3				B/G	1/2/3	B/M
4				B/G	1/2/3	B/M
5				B/G	1/2/3	B/M
6				B/G	1/2/3	B/M
7				B/G	1/2/3	B/M
8				B/G	1/2/3	B/M
9				B/G	1/2/3	B/M
10				B/G	1/2/3	B/M
11				B/G	1/2/3	B/M
12				B/G	1/2/3	B/M
13				B/G	1/2/3	B/M
14				B/G	1/2/3	B/M
15				B/G	1/2/3	B/M
16				B/G	1/2/3	B/M
17				B/G	1/2/3	B/M
18				B/G	1/2/3	B/M
19				B/G	1/2/3	B/M
20				B/G	1/2/3	B/M
21				B/G	1/2/3	B/M
22				B/G	1/2/3	B/M
23				B/G	1/2/3	B/M
24				B/G	1/2/3	B/M

Temperatura °C

Recocido: _____

Bovéda: _____

Baño de Zinc: _____

Velocidades

V1: _____

V2: _____

Hora de Inspección: _____

Línea	Código Interno	Calibre	Diametro mm	Apariencia Brillo/Grumos	Dureza	Adherencia Buena/Mala
1				B/G	1/2/3	B/M
2				B/G	1/2/3	B/M
3				B/G	1/2/3	B/M
4				B/G	1/2/3	B/M
5				B/G	1/2/3	B/M
6				B/G	1/2/3	B/M
7				B/G	1/2/3	B/M
8				B/G	1/2/3	B/M
9				B/G	1/2/3	B/M
10				B/G	1/2/3	B/M
11				B/G	1/2/3	B/M
12				B/G	1/2/3	B/M
13				B/G	1/2/3	B/M
14				B/G	1/2/3	B/M
15				B/G	1/2/3	B/M
16				B/G	1/2/3	B/M
17				B/G	1/2/3	B/M
18				B/G	1/2/3	B/M
19				B/G	1/2/3	B/M
20				B/G	1/2/3	B/M
21				B/G	1/2/3	B/M
22				B/G	1/2/3	B/M
23				B/G	1/2/3	B/M
24				B/G	1/2/3	B/M

Temperatura °C

Recocido: _____

Bovéda: _____

Baño de Zinc: _____

Velocidades

V1: _____

V2: _____

Observaciones: _____

Fuente: Tannya Barco

6.1.3.1 Equipo requerido y período de toma de datos

- Micrómetro, marcador, cinta adhesiva, clavo de 2 ½" de largo para la prueba de adherencia, lápiz y formato respectivo.
- Se realiza la inspección y toma de datos cada 3 horas.

6.1.3.2 Guía y formato para el registro de datos para la inspección de calidad en la fase de decapado

Figura 55 Guía para el registro de datos

GUÍA

Nombre del formato: Reporte Análisis Físico de Recubrimiento de Zinc el Alambre Galvanizado, Rzinc – 02	
Empresa: AGSA Planta: Alambre y Clavo Hoja: 1/1	Responsable: Departamento de Control de Calidad Fecha: Fecha última revisión:
Dirigido a: Encargado de laboratorio Físico - Químico	
<ul style="list-style-type: none">• Fecha: corresponde a la fecha en que se inicia el turno.• Turno: el turno que corresponde; turno I = de día, turno II = de noche.• Laboratorista Físico Químico: anotar el nombre de la persona que realiza la prueba.• Hora: anotar la hora a la que se realiza la prueba.• # de bobina: anotar el número de la bobina a la que pertenece la muestra.• Diámetro (mm.) de Pre-prueba: corresponde al diámetro de la muestra antes de la prueba de decapado.• Peso (g) de Pre-prueba: corresponde al peso en gramos de la muestra antes de la prueba de decapado.• Diámetro (mm.) de Post-prueba: anotar el diámetro de la muestra después de la prueba de decapado.• Peso (g) de Post-prueba: anotar el peso de la muestra después de la prueba de decapado.• Observaciones: anotar cualquier evento importante durante la inspección y/o el turno.	

Fuente: Tannya Barco

Figura 56 Reporte de análisis físico de recubrimiento de zinc en el alambre galvanizado



REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO DE RECUBRIMIENTO DE ZINC EN EL ALAMBRE GALVANIZADO **Rzinc – 02**

Fecha: _____ Turno: _____ Laboratorista Físico Químico: _____

Hora: _____

Hora: _____

Hora: _____

# DE BOBINA	PRE-PRUEBA (1)		POST-PRUEBA (2)		# DE BOBINA	PRE-PRUEBA (1)		POST-PRUEBA (2)		# DE BOBINA	PRE-PRUEBA (1)		POST-PRUEBA (2)	
	DIAMETRO (mm.)	PESO (g)	DIAMETRO (mm.)	PESO (g)		DIAMETRO (mm.)	PESO (g)	DIAMETRO (mm.)	PESO (g)		DIAMETRO (mm.)	PESO (g)	DIAMETRO (mm.)	PESO (g)
1					1					1				
2					2					2				
3					3					3				
4					4					4				
5					5					5				
6					6					6				
7					7					7				
8					8					8				
9					9					9				
10					10					10				
11					11					11				
12					12					12				
13					13					13				
14					14					14				
15					15					15				
16					16					16				
17					17					17				
18					18					18				
19					19					19				
20					20					20				
21					21					21				
22					22					22				
23					23					23				
24					24					24				

OBSERVACIONES: _____

Fuente: Tannya Barco

6.1.3.2.1 Equipo requerido y toma de datos

- Balanza digital, equipo para la prueba química, micrómetro, lápiz y formato respectivo.
- El análisis de debe llevar a cabo cada 3 horas, el cual es el período en el inspector de calidad toma las muestras y las lleva al laboratorio.

6.1.4 Guía y formato para el registro de datos para la inspección de calidad en la fase de espigado

Figura 57 Guía para el registro de datos

GUÍA

Nombre del formato: Reporte de Alambre Galvanizado para Espigado, AGE – 03	
Empresa: AGSA Planta: Alambre y Clavo Hoja: 1/1	Responsable: Departamento de Control de Calidad Fecha: Fecha última revisión:
Dirigido a: Inspector de Calidad de Procesos (Planta de Clavo).	
<ul style="list-style-type: none">• Fecha: corresponde a la fecha en que se inicia el turno.• Turno: el turno que corresponde; turno I = de día, turno II = de noche.• Hora: anotar la hora en que se realiza la inspección y toma de datos.• Códigos y Diámetros: dentro de estas casillas existe otras 2 casillas en las cuales se debe anotar el código interno que identifica a cada rollo que esta en la máquina espigadora: R-1, R-2, R-3, y R-4 respectivamente, así como los diámetros respectivos de cada rollo, en la casilla “Diámetro”.• Conformado de rollos: dentro de ésta casilla existen 4 casillas más, las que indican el número de cada rollo de la máquina de espigado, R-1, R-2, R-3 y R-4 respectivamente. Se debe marcar la letra B si el conformado del rollo es bueno, de lo contrario marcar la letra M.• Marca del alambre: éste se refiere al nombre de las marcas comerciales que se producen, por ejemplo: AG-400 y Toro.• # de máquina: éste se refiere al número de la máquina de la cual se tomaron los datos.• Observaciones: anotar cualquier evento importante durante el turno y/o la inspección.• Inspector de calidad: nombre y firma del inspector que éste realizando la toma de datos.	

Fuente: Tannya Barco

Figura 59 Guía para el registro de datos

GUÍA

Nombre del formato: Reporte de Análisis Físico de Alambre Espigado, AE – 03

Empresa: AGSA	Responsable: Departamento de Control de
Planta: Alambre y Clavo	Calidad
Hoja: 1/1	Fecha:
	Fecha última revisión:

Dirigido a: **Inspector de Calidad de Procesos.**

- **Fecha:** corresponde a la fecha en que se inicia el turno.
- **Turno:** el turno que corresponde; turno I = de día, turno II = de noche.
- **# de máquina:** corresponde al número de máquina de la cual se tomo la muestra.
- **Diámetro de púa:** corresponde al diámetro en mm de la púa del alambre espigado.
- **Diámetro del centro:** éste se refiere al diámetro en mm del alambre que conforma el cuerpo o centro del alambre espigado.
- **Longitud de púa:** marcar la palabra **SI** cuando la longitud de la púa es igual o mayor a 9.5mm; marcar **NO** cuando la longitud de la púa es menor a 9.5mm.
- **# de púas según máquina:** anotar el número de púas que indica la máquina espigadora.
- **Embalaje:** marcar la literal **B** cuando el cartón (o empaque) del alambre esté debidamente colocado, no se desprenda del alambre y este entero; marcar la literal **M** cuando el cartón presente algún problema o no esté sujetado correctamente.
- **Corte de púa:** marcar la letra **A** sí el corte de la púa es el adecuado; marcar **NA** cuando el corte de la punta sea redonda, plana o semi- redonda.
- **# de púas en 7.6m:** anotar la cantidad de púas que contiene 7.6m de alambre espigado.
- **Marca:** anotar el nombre de la marca comercial que se esté procesando.
- **Inspector de Calidad:** corresponde al nombre y la firma del inspector que esta realizando la toma de datos.
- **Observaciones:** anotar cualquier evento importante durante el turno y/o la inspección.

6.2 Registros y archivos

Todos los datos e información deben ser registrados y archivados, de tal manera que sea fácil su búsqueda cuando se le necesite; esto sin olvidar la seguridad que deben tener los mismos.

Uno de los registros son los formatos ya que en ellos recopila la información de la toma de muestras para la inspección de la calidad del producto. Estos formatos son archivados de forma física y digital en una base de datos en el departamento de control de la calidad

6.2.1 Presentación de informes

Todos los formatos que utilizan los inspectores de la calidad son entregados al Digitador del departamento de calidad, para que él los ingrese a la base de datos. Los registros y archivos son utilizados para realizar un análisis de la situación de la producción en la planta. De estos registros y archivos se genera un reporte el cual deberá contener la información necesaria para la toma de decisiones.

En el informe de Análisis Físico se realizará un análisis estadístico para el control del producto no conforme; para iniciar se debe analizar las disconformidades presentadas e identificar las causas más significativas mediante un diagrama de Pareto. Seguidamente construir un diagrama de Ishikawa para descubrir los aspectos específicos que puedan estar influyendo en un producto no conforme. Asimismo, se utilizará los gráficos p (gráficos de control por fracción de no conformidad), que reflejara sí el proceso está bajo control. El plan de muestreo recomendado para iniciar el control consiste en

tomar 25 muestras de 40 elementos cada una, de manera aleatoria; posteriormente se constituirá una muestra cada vez que se tengan 40 registros.

El informe debe indicar el resultado del análisis realizado así como de su interpretación. Este análisis se deberá realizar periódicamente para controlar la calidad del alambre espigado.

6.2.1.1 Personal responsable del diagnóstico y acciones correctoras

En la empresa el personal responsable es el jefe del departamento de Calidad, quien se encarga de realizar el diagnóstico y de realizar las acciones correctoras de manera oportuna.

CONCLUSIONES

1. Mediante la observación y análisis se dio a conocer el proceso productivo del alambre espigado separándolo en fases, así como los puntos en los que se llevará a cabo un control.
2. Tras la evaluación estadística, utilizando gráficos de control por atributos, el proceso se encontró bajo control.
3. La capacidad del proceso de fabricación del alambre espigado AG – 400 es aceptable, ya que el porcentaje de producto no conforme es del 3 %, lo cual es bajo, por lo que se considera que la planta de producción está en capacidad de producir un 97 % de producto conforme.
4. En la Planta se utilizan normas de requerimiento de calidad internacional, así como normas internas para asegurar un producto de calidad al cliente. Éstas normas son: Norma ASTM A – 121 para Alambre Espigado de Acero Galvanizado, Norma ASTM – A90 Método Estándar de Prueba para Pesar el Recubrimiento en Artículos de Hierro o Acero Galvanizado y como norma interna para el trefilado la Norma COPANT 686.
5. Las políticas de la calidad ya están definidas por la empresa, para llevar a cabo un Control de Calidad que permita fabricar productos que satisfagan las necesidades de sus clientes.

6. Tal es el caso de las políticas de calidad, los objetivos de la calidad son definidos por la gerencia de Control de Calidad de la empresa. Ambos persiguen satisfacer a su clientela, por lo tanto deber ser transmitida de forma clara a todos los trabajadores de la empresa, para su establecimiento y seguimiento.

7. Se estandarizaron los de procedimientos de trabajo para los inspectores de calidad, así como los formatos de recolección de información que servirán para analizar la calidad de la producción, así como las guías para el llenado de formatos.

RECOMENDACIONES

1. Todo el personal, tanto administrativo como operativo debe estar comprometido para la búsqueda de una mejora continua en el proceso de producción. Tanto los unos como los otros deben apoyarse para alcanzar el éxito en el Control de la Calidad.
2. En la estandarización de los procedimientos, el seguimiento debe ser preciso, para evitar variaciones significativas en el proceso de producción del alambre espigado AG – 400.
3. Brindar una capacitación constante a los inspectores de control de calidad, para que tenga con claridad sus atribuciones y responsabilidad. Dicha capacitación debe ser tanto teórica como practica, sin olvidar proporcionar un manual de calidad en el que puedan apoyarse y así realizar un mejor desarrollo de sus labores.
4. Coordinar e implementar de forma constante un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria. Evitando así paros imprevistos en la producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. www.astm.org/cqi (octubre, 2,006)
2. Ishikawa, Kaoru. **¿Qué es el control total de calidad?** Colombia: Grupo Editorial Norma. 1994.
3. Juran J.M. y Gryna F.M., **Análisis y planeación de la calidad.** 3ª edición. Editorial Mc Graw-Hill, 1998.
4. Montgomery, Douglas. **Control Estadístico de la Calidad.** Edición Iberoamérica. México 1991.
5. González Cardona, Henry Elías. Implementación de un Sistema de Control de Calidad en una Planta de Lámina galvanizada Corrugada de Acero. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, octubre 2005. Pág. 1-10.

APÉNDICE

APÉNDICE 1. Reporte de producto defectuoso PD – 00



PD - 00

REPORTE DE PRODUCTO DEFECTUOSO

AREA	FECHA	TURNO

Producto: _____ Cantidad: _____

Motivo del rechazo: _____

Observaciones: _____

(F) _____ (F) _____
Inspector de Calidad Recibido, Enterado y Vo.Bo.
Jefe de Planta

Fuente: Tannya Barco

APÉNDICE 2. Reporte de alambre trefilado para galvanizar GALV – 01



INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD

REPORTE DE ALAMBRE TREFILADO PARA GALVANIZAR

GALV - 01

Turno: _____ Inspector de Calidad: _____

Hora: _____ Hora: _____

Codigo Interno	Calibre	Diámetro	# de línea	Codigo Interno	Calibre	Diámetro	# de línea	Codigo Interno	Calibre	Diámetro
			1				1			
			2				2			
			3				3			
			4				4			
			5				5			
			6				6			
			7				7			
			8				8			
			9				9			
			10				10			
			11				11			
			12				12			
			13				13			
			14				14			
			15				15			
			16				16			
			17				17			
			18				18			
			19				19			
			20				20			
			21				21			
			22				22			
			23				23			
			24				24			

Res: _____

Fuente: Tannya Barco

APÉNDICE 3. Reporte de análisis físico de alambre galvanizado AG – 02



AG – 02

REPORTE DE ANALISIS FISICO DE ALAMBRE GALVANIZADO

Fecha: _____ Turno: _____ Inspector de Calidad: _____

Hora de Inspeccion: _____

Línea	Codigo Interno	Calibre	Diametro mm	Apariencia Brillo/Grumos	Dureza	Adherencia Buena/Mala
1				B / G	1 / 2 / 3	B / M
2				B / G	1 / 2 / 3	B / M
3				B / G	1 / 2 / 3	B / M
4				B / G	1 / 2 / 3	B / M
5				B / G	1 / 2 / 3	B / M
6				B / G	1 / 2 / 3	B / M
7				B / G	1 / 2 / 3	B / M
8				B / G	1 / 2 / 3	B / M
9				B / G	1 / 2 / 3	B / M
10				B / G	1 / 2 / 3	B / M
11				B / G	1 / 2 / 3	B / M
12				B / G	1 / 2 / 3	B / M
13				B / G	1 / 2 / 3	B / M
14				B / G	1 / 2 / 3	B / M
15				B / G	1 / 2 / 3	B / M
16				B / G	1 / 2 / 3	B / M
17				B / G	1 / 2 / 3	B / M
18				B / G	1 / 2 / 3	B / M
19				B / G	1 / 2 / 3	B / M
20				B / G	1 / 2 / 3	B / M
21				B / G	1 / 2 / 3	B / M
22				B / G	1 / 2 / 3	B / M
23				B / G	1 / 2 / 3	B / M
24				B / G	1 / 2 / 3	B / M

Temperatura °C

Recocado: _____

Bovéda: _____

Baño de Zinc: _____

Velocidades

V1: _____

V2: _____

Hora de Inspeccion: _____

Línea	Codigo Interno	Calibre	Diametro mm	Apariencia Brillo/Grumos	Dureza	Adherencia Buena/Mala
1				B / G	1 / 2 / 3	B / M
2				B / G	1 / 2 / 3	B / M
3				B / G	1 / 2 / 3	B / M
4				B / G	1 / 2 / 3	B / M
5				B / G	1 / 2 / 3	B / M
6				B / G	1 / 2 / 3	B / M
7				B / G	1 / 2 / 3	B / M
8				B / G	1 / 2 / 3	B / M
9				B / G	1 / 2 / 3	B / M
10				B / G	1 / 2 / 3	B / M
11				B / G	1 / 2 / 3	B / M
12				B / G	1 / 2 / 3	B / M
13				B / G	1 / 2 / 3	B / M
14				B / G	1 / 2 / 3	B / M
15				B / G	1 / 2 / 3	B / M
16				B / G	1 / 2 / 3	B / M
17				B / G	1 / 2 / 3	B / M
18				B / G	1 / 2 / 3	B / M
19				B / G	1 / 2 / 3	B / M
20				B / G	1 / 2 / 3	B / M
21				B / G	1 / 2 / 3	B / M
22				B / G	1 / 2 / 3	B / M
23				B / G	1 / 2 / 3	B / M
24				B / G	1 / 2 / 3	B / M

Temperatura °C

Recocado: _____

Bovéda: _____

Baño de Zinc: _____

Velocidades

V1: _____

V2: _____

Observaciones: _____

Fuente: Tannya Barco

ANEXOS

Anexo 1. ASTM Designación: A 121 – 92a⁹

Especificación Estandarizada para Alambre Espigado de Acero Galvanizado

Esta especificación cubre el alambre espigado de acero recubierto de zinc, formado por dos alambres trenzados, 80 varas de longitud, en números de tamaño y construcciones. Es fabricado en dos grados y con dos clases (pesos) de recubrimiento de zinc (sección de Peso de recubrimiento).

Los valores establecidos en unidades de pulgada-libra deben de considerarse estándares. Los valores dados en paréntesis son únicamente para información.

Documentos de referencia

- A 90 Método de prueba para pesar el recubrimiento de zinc en artículos de hierro o acero.
- A 700 Prácticas para métodos de empaque, marcado y carga de productos de acero para embarque doméstico.
- B 6 Especificación para zinc (plancha de zinc)
- Fed.Std.No. 123 Marcado para embarque (agencias civiles).
- MIL - STD – 129 Marcado para embarque y almacenaje.
- MIL – STD – 163 Preparación de productos de molino de acero.

Información de orden

Las órdenes de alambre espigado comprado bajo esta especificación debe incluir la siguiente información:

- Cantidad de alambre espigado (numero de bobinas).

⁹Fuente: Aceros de Guatemala y www.astm.org/Standards/A121.htm

- Tamaño y construcción (tabla 1).
- Clase de recubrimiento en Grado estándar o Grado de cerca de eslabón de cadena.
- Certificación si se requiere.

Todas las bobinas de alambre espigado aceptadas por el comprador deben ser facturadas con base en la longitud original de las bobinas antes de hacer pruebas a menos que se haga un cambio de arreglo de contrato.

Materiales y manufactura

Metal base. El metal base del alambre espigado debe ser alambre de acero de buena calidad comercial.

Alambre galvanizado. El alambre debe ser galvanizado antes de su fabricación.

Zinc para su recubrimiento. Las planchas de zinc, cuando se utilizan para recubrimientos, deben ser de cualquier grado zinc en conformidad con les especificación B 6.

Los tamaños y construcciones de los alambres espigados que cubre esta especificación deben ser de acuerdo con los que se muestran en la tabla 1.

Se permite el empalme de alambres individuales por medio de unión enrollada o soldadura de empalme eléctrico. No deben existir más de tres empalmes o uniones en cualquier bobina de alambre espigado. Dichos empalmes o uniones deben realizarse con esmero.

Las cuerdas deben retorcerse con longitud uniforme de disposición. La dirección del retorcido puede ser en una dirección o en forma alterna en dirección derecha e izquierda.

Las púas deben ser afiladas, bien formadas, firmemente enganchados y normalmente espaciados por 4 o 5 pulgadas (102 o 127 mm).

Resistencia a la ruptura

La resistencia a la ruptura del alambre espigado debe ser de acuerdo a la tabla 2.

Grado estándar. Para el grado estándar, los requerimientos de la tabla 3 se refieren únicamente al alambre de línea o centro. El alambre para púas debe tener un peso mínimo de zinc Clase 1.

Tamaño y variaciones permisibles

Alambre de línea o centro. El tamaño del alambre galvanizado debe ser expresado en términos de las prendas de alambre en la tabla 1. Las variaciones permisibles del diámetro nominal del alambre deben ser ± 0.005 pulg. (0.13 mm).

Púas. El tamaño del alambre galvanizado utilizado para las púas debe ser como se describe en la tabla 1. Las variaciones permisibles del diámetro nominal del alambre deben ser de ± 0.005 pulg. (0.13mm). dada la mecánica de la manufactura cuando se forma la púa, una cierta cantidad de púa no redonda puede esperarse. El tamaño y la condición evita que las púas sean sujetas a chequeos de diámetro. La longitud de la púa, medida desde el centro de dos alambres de cuerda, debe ser un mínimo de 3/8 de pulg. (9.5mm).

Espacio entre púas. Las púas deben estar separadas por una distancia nominal de 4 a 5 pulgadas (102 o 127 mm). El espacio individual de una púa debe medirse desde la orilla de una púa en la cuerda o centro hacia la orilla correspondiente a la púa adyacente. El espaciado acumulado establecido contando el total de número de púas en una longitud de 25 pies (7.6m) de alambre espigado. Las púas están sujetas a ser colocadas nuevamente durante la fabricación y el manejo; por lo tanto, una rígida interpretación de requerimientos de espaciado puede guiar a un rechazo indebido. Cualquier muestra, con el 93.5% de espacios individuales de púa que estén en conformidad con la especificación de espacio de $\pm \frac{3}{4}$ de pulg. ($\pm 19\text{mm}$) y que contenga un mínimo de 69 púas (espacios de 4 pulg.) o 55 púas (espacios de 5 pulg.) en 25 de pies (7.6 m) debe considerarse aceptable.

La longitud de alambre espigado en cada bobina debe ser de 402 m como mínimo. Esta longitud es equivalente a un cuarto de milla o 1320 pies.

Empaque y marcado de paquete

A menos que se especifique otra cosa, el empaque, marcado y cargado para embarque debe ser de cuerdo a las Practicas A 700.

Tabla I Tamaño y construcción estándar de alambre espigado

Tamaño de alambre de acero	Diámetro nominal de alambre galvanizado de cuerda		Número de puntas	Espaciado de púas, pulg. (mm)	Diámetro de púas, alambre de acero ^A	Forma de púas
	Pulg.	mm				
12 ½	0.099	2.51	2	5(127)	12 ½	Plana
12 ½	0.099	2.51	2	4(102)	13 ^B	Plana
12 ½	0.099	2.51	2	4(102)	14	Redonda
12 ½	0.099	2.51	4	5(127)	14	Redonda
12 ½	0.099	2.51	4	5(127)	14 ^B	Medio redonda
12 ½	0.099	2.51	2	5(127)	14	Redonda
12 ½	0.099	2.51	2	4(102)	12 ½ ^B	Plana
13 ½	0.086	2.18	2	4(102)	14	Redonda
13 ½	0.086	2.18	4	5(127)	14	Redonda
15 ½	0.067	1.70	2	5(127)	13 ¾ ^B	Plana
15 ½	0.067	1.70	4	5(127)	16 ½	Redonda

A: el diámetro nominal del alambre utilizado en el marcado de púas debe ser como se describe a continuación:

12 ½	0.099 pulg. (2.51 mm)
13	0.092 pulg. (2.32 mm)
13 ¾	0.083 pulg. (2.11 mm)
14	0.080 pulg. (2.03 mm)
16 ½	0.058 pulg. (1.47 mm)

B: la prenda de las púas medio redondas y planas es designada por la prenda del alambre redondo de donde se laminan las púas.

Tabla II Resistencia a la ruptura de cuerda galvanizada

Nota: los valores de la resistencia a la ruptura se reflejan cuando ambos alambres son probados juntos.

Tamaño, alambre de acero	Diámetro de alambre		Resistencia a la ruptura de cuerda	
	Pulg.	(mm)	lbf	(N)
12 ½	0.099	2.51	950	4230
13 ½	0.086	2.18	950	4230
15 ½	0.067	1.7	950	4230

Tabla III Peso mínimo de recubrimiento en alambre espigado galvanizado

Tamaño, alambre de acero	Diámetro nominal de alambre galvanizado		Peso mínimo de recubrimiento en la superficie decapada del alambre, oz/pie ² (g/m ²)	
	Pulg.	(mm)	Clase 1	Clase 3
12 ½	0.099	2.51	0.28 (85)	0.80 (245)
13	0.092	2.32	0.28 (85)	0.75 (230)
13 ½	0.086	2.18	0.25 (75)	0.70 (215)
13 ¾	0.083	2.11	A	0.70 (215)
14	0.080	2.03	0.25 (75)	0.70 (215)
15 ½	0.067	1.70	A	0.65 (200)
16 ½	0.058	1.47	A	0.60 (185)

A: estos tamaños se fabrican únicamente con recubrimiento clase 3, en grado de cerca de eslabón de cadena.

Si la muestra tiene una base de metal de grosor uniforme, el peso de la capa de zinc puede calcularse de la siguiente manera:

$$C = \left[\frac{(W_1 - W_2)}{W_2} \right] \times G \times Z$$

Donde:

C = peso de la capa, g/m² de superficie

W₁ = peso original de la muestra, g

W₂ = peso de la muestra decapada, g

G = grosor de la muestra decapada en pulg. o mm

Z = la constante = 9.95 X 10⁴ si G son pulg. = 3.92 X 10³ si G son mm.

Anexo 2.

Norma ASTM A-90¹⁰

Método estándar de prueba para pesar el recubrimiento en artículos de hierro o acero galvanizado

Este método cubre los procedimientos para determinar el peso del recubrimiento de lámina de hierro o acero galvanizada en bobina o en cortes longitudinales, alambre galvanizado y otros artículos galvanizados.

Este método provee un estándar para determinar el peso del recubrimiento para compararlo con los requerimientos especificados. Un recubrimiento de zinc en artículos de hierro o acero los protege de la corrosión.

¹⁰ Fuente: Aceros de Guatemala y www.astm.org/Standards/A90.htm

A medida que la protección es proporcionada por el sacrificio de la pérdida de zinc, el grado de protección es proporcional al peso del recubrimiento de zinc. Las especificaciones para artículos galvanizados frecuentemente son para diferentes pesos de recubrimiento, de esta forma el comprador puede seleccionar el recubrimiento de acuerdo a sus necesidades.

Precaución

Pequeñas cantidades de gas venenoso *estibina o trihidruro de antimonio* (SbH_3) pueden generarse durante el proceso de limpieza con el método hidrociorhídrico. Gases de ácido hidrociorhídrico están presentes y se producen gases de hidrogeno en el proceso de decapado. Por lo tanto las pruebas deben efectuarse en condiciones de una ventilación adecuada. Se recomienda utilizar protección contra gases cuando se tiene grandes cantidades de muestras o cuando las pruebas deben sacarse frecuentemente o durante un largo periodo de tiempo.

Muestras

Las muestras deben ser de acuerdo a las especificaciones apropiadas. La muestra de alambre galvanizado puede ser de una longitud mayor de 12 pulg (aproximadamente 300 mm), pero preferiblemente de 24 pulg (aproximadamente 600 mm). Cuando no se dispone de una longitud continua, deben agruparse muestras haciendo un total mayor de 12 pulg, pero preferiblemente deben utilizarse 24 pulg. Ya que la densidad del acero es conocida (0.283 lb/pulg^3 ó 7830 kg/m^3), no es necesaria un longitud específica de la muestra.

Procedimiento

6. Para decapar la cubierta de zinc de la muestra puede utilizarse la solución hidrociorhídrico (1+1) (método alternativo)

7. Limpiar las muestras con solvente nafta u otro solvente conveniente, luego enjuagar con alcohol y secarlo por completo
8. Pesar las muestras individualmente hasta obtener lo más cercano a 0.01 g, excepto artículos que no sean lámina o alambre con una muestra que pese más de 125 g.; después de pesarlos deben sumergirse uno por uno en una solución de limpieza hasta que cese la violenta ebullición de hidrógeno y solo ebullean unas pocas burbujas. Esto requiere de 15 a 30 segundos excepto en el caso de recubrimientos especiales, en los cuales debe esperarse más tiempo. La misma solución puede utilizarse repetidamente hasta que el tiempo requerido de decapado se vuelva inconvenientemente largo. La temperatura para la solución no debe exceder de 38°C. Después del decapado, deben lavarse las muestras entregándolas en un chorro de agua o sumergirlas en agua caliente y secar. Pesar las muestra nuevamente con la misma precisión que la inicial.
9. Muestras de alambre. Determinar el diámetro del alambre decapado a 0.01 mm más cercano tomando el promedio de dos medidas en ángulo recto entre las dos.