

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**



**ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS, PARA
LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE TREFILACIÓN DE ALAMBRE, EN LA
INDUSTRIA METAL MECÁNICA**

Walter Emilio Ramírez Córdova

MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL Y EMPRESAS DE SERVICIO

Guatemala, Mayo del 2,011

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**



**ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS, PARA
LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE TREFILACIÓN DE ALAMBRE, EN LA
INDUSTRIA METAL MECÁNICA**

**Trabajo de Graduación presentado por:
Walter Emilio Ramírez Córdova**

**Para optar al grado de:
MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL Y EMPRESAS DE SERVICIO**

Guatemala, Mayo del 2,011

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

ÓSCAR MANUEL CÓBAR PINTO, Ph.D	DECANO
LIC. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO, M.A.	SECRETARIO
LICDA. LILLIAN RAQUEL IRVING ANTILLÓN, M.A.	VOCAL I
LICDA. LILIANA VIDES DE URIZAR	VOCAL II
LIC. LUIS ANTONIO GALVEZ SANCHINELLI	VOCAL III
BR. JOSE ROY MORALES CORONADO	VOCAL IV
BR. CECILIA LISKA DE LEÓN	VOCAL V

CONSEJO ACADEMICO
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ÓSCAR MANUEL CÓBAR PINTO, Ph.D.
LICDA. ANNE MARIE LIERE DE GODOY, MSc.
DR. ROBERTO FLORES ARZÚ
DR. JORGE ERWIN LÓPEZ GUTIÉRREZ
LIC. FÉLIX RICARDO VÉLIZ FUENTES, MSc.

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Julio Ernesto Contreras Sierra e Ing. Julio César Contreras Marroquín, por la confianza, orientación y el tiempo dedicado a la realización de este trabajo.

Lester Cabrera, Jorge Solís, Víctor Peralta, Sergio Lemus, Eber Gordillo, Juan Carlos Quintanilla, Maynor Sánchez, Iván Flores, Héctor Galeros, compañeros y amigos que de una u otra forma me motivaron a culminar mi Maestría en Ciencias y Artes.

Ing. Paúl Escalante: por la amistad, apoyo y oportunidad de desarrollar el presente trabajo en la planta de clavo y alambres.

A TODO EL PERSONAL DE LA PLANTA DE CLAVO Y ALAMBRES DONDE SE REALIZÓ DICHO TRABAJO

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por ser mi fuente de sabiduría y superación a lo largo de mi vida personal como profesional.

MIS PADRES

Juan Heberto Ramírez Suárez y Olga Leticia Córdova Méndez, por todo el amor, apoyo y consejos de sabiduría que me ayudaron a cumplir mis objetivos y llegar a ésta meta tan deseada.

MIS HERMANOS

Mario Alejandro Ramírez Córdova y Erick Mauricio Ramírez Córdova, por el apoyo que me brindaron durante esta etapa y esperando que este logro personal sea una fuente de inspiración en sus vidas.

MI NOVIA

Luvia Argentina Chamalé Contreras, por el apoyo, amor, comprensión y palabras de aliento en momentos de flaqueza y alegría presentados durante esta etapa de mi vida.

MI FAMILIA

Por su apoyo moral e incondicional y a la vez, creer y confiar en mis capacidades de superación personal.

La **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA** y a la **FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**, por ser la casa y lugar de estudios en mi formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

RESÚMEN EJECUTIVO	01
1. INTRODUCCIÓN	02
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	03
3. JUSTIFICACIÓN	04
4. MARCO TEÓRICO	05
4.1. Qué es la trefilación	05
4.2. Qué se entiende por trefilar	05
4.3. Importancia de la trefilación	05
4.4. Diagrama de proceso	06
4.5. Materia prima utilizada en el proceso de trefilación	07
4.5.1. Alambión grado 1006	07
4.5.2. Alambión grado 1008	07
4.6. Tipos de lubricantes	08
4.6.1. Lubricantes húmedos	08
4.6.2. Lubricantes en seco	08
4.7. Equipo primario	08
4.8. Trefiladora	09
4.8.1. Tipos de maquinas trefiladora	09
a) Trefiladora mecánicas	09
b) Trefiladora computarizada	09
4.8.2. Tipos de alambre resultantes del proceso de trefilado	10
4.9. Equipo secundario y herramienta utilizada durante el proceso de Trefilación	11
4.9.1. Devanador	11
4.9.2. Decapador mecánico	11
4.9.3. Rodillos decapadores	12
4.9.4. Caja principal para polvo de trefilar	12
4.9.5. Bobina y carrizo tensor	13
4.9.6. Polea tensora	13
4.9.7. Caja para polvo de trefilar	14
4.9.8. Cabezal (deadblock)	14
4.9.9. Canasta	15
4.9.10. Araña	15
4.9.11. Sacapuntas	16
4.9.12. Soldadora a tope	17
4.9.13. Equipo lubricador	17
4.9.14. Engrasadora manual	17
4.9.15. Tipos de llave utilizada	18
a) Llave allen	18
b) Llave boca fija	18
4.9.16. Caja para dado de tungsteno	19
4.9.17. Dado de tungsteno	19
4.9.18. Cadena	20
4.9.19. Gancho	21
4.9.20. Bomba de agua	21
4.9.21. Torre de enfriamiento	22

5. OBJETIVOS	23
6. DESARROLLO DEL TRABAJO	24
7. MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS	25
8. RESULTADOS	26
8.1. Elaboración del manual de procedimientos	26
8.1.1. Procedimiento de uso y funcionamiento del equipo	26
a) Encendido de la máquina	26
b) Calibración	27
c) Reducción de diámetros	28
d) Engrase del rodillo decapador	30
e) Alineación de caja de dado de tungsteno	31
f) Uso del polipasto	32
g) Controles de mando de la trefiladora computarizada	33
h) Cambio de dados	37
i) Soldadura de punta de alambre	38
j) Carga de rollo de alambón con grúa transportadora	41
k) Carga de rollo de alambón con montacargas	43
l) Sacar punta al alambre	45
8.1.2. Procedimiento de enhebrado	45
a) Enhebrado de la caja de dados	45
b) Enhebrado de bobinas	46
c) Enhebrado del cabezal (<i>deadblock</i>)	47
d) Enhebrado del decapador, trefiladora computarizada	48
8.1.3. Procedimiento de llenado y vaciado de alambre	49
a) Llenado de canasta	49
b) Vaciado de canasta	50
c) Retirar canasta llena en el <i>deadblock</i>	53
d) Colocar canasta vacía en el <i>deadblock</i>	53
8.1.4. Procedimiento de mantenimiento de equipo	54
a) Mantenimiento de la máquina trefiladora	54
b) Mantenimiento de la bomba de agua	55
c) Mantenimiento de la torre de enfriamiento	56
d) Mantenimiento de la soldadora	57
e) Mantenimiento del sacapuntas	58
8.1.5. Formatos y normas utilizados dentro del proceso	58
a) Formato para el control de rupturas	58
b) Formato a utilizar para contener los procedimientos	60
c) Formato de recomendaciones laborales	60
d) Formato de calibraciones a utilizar según el tipo de materia prima a utilizar	62
e) Normas que rigen el proceso de trefilación	62

f) Norma AISI	62
g) Norma ASTM	63
9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65
10. CONCLUSIONES	66
11. RECOMENDACIONES	67
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
13. GLOSARIO	70
14. ÍNDICE DE FIGURAS	73
15. ÍNDICE DE TABLAS	75
16. ANEXOS	76

RESÚMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de graduación contiene una serie de procedimientos debidamente establecidos y desarrollados para el proceso de trefilación de alambre dentro de una empresa metal mecánica. La suma de cada uno de estos procedimientos da lugar a la creación de un manual respectivo.

Dentro de este informe de investigación se detalla inicialmente toda aquella información teórica como base y punto de partida para conocer y entender el proceso correspondiente, así como identificar cada una de las herramientas y/o equipos necesarios para el adecuado establecimiento de un proceso de trefilado de alambre. Como segundo punto, se dan a conocer los procedimientos previos al proceso como carga de rollos de alambón con grúa transportadora ó con vehículo montacargas, cambio de dados o pastillas de tungsteno, encendido, apagado de la maquinaria a través del uso de comandos, palancas ó dispositivos necesarios para el buen funcionamiento del proceso como tal; y como tercer punto, observaciones y recomendaciones al operador del área con la única finalidad de mejorar la eficiencia productiva, optimización del tiempo de aprendizaje y enseñanza, así como el mantenimiento mismo de equipos/herramientas, reglas básicas de seguridad a tomar en cuenta antes, durante y después del proceso, entre otros.

Independientemente de la cantidad de años ó experiencia que el personal del área posea en el tema del proceso de trefilación de alambre, éste manual de procedimientos garantiza beneficios bilaterales entre el personal operativo y administrativo de la planta. Al *Supervisor* le beneficia dicho manual, porque se logra optimizar el tiempo de aprendizaje y enseñanza, ya que no debe invertir grandes cantidades de tiempo con el operador de nuevo ingreso (preferiblemente) y enfocarse únicamente en la parte práctica. Por otro lado, para el *Jefe de Planta* el manual es un beneficio, porque estará seguro de que el personal de la sección conoce “teóricamente” las actividades y que el proceso de inducción será en menor tiempo; así como la producción, no reflejará un decremento en los reportes diarios de dicha planta.

Al final, se encuentran aquellas normas AISI, ASTM y el Formato de Procedimientos, que son requeridas por la mayoría de industrias metal mecánica, específicamente para el proceso de trefilado de alambre. Tener en cuenta que una Norma (sea AISI ó ASTM), busca a largo plazo la estandarización del método de trabajo a través de sus procedimientos operativos, estableciendo todas aquellas consideraciones que pueden ser importantes y obtenga un producto final de la más alta calidad.

Las normas no son una secuencia lógica de pasos a seguir para la obtención de algo, sino que presenta al involucrado los parámetros, rangos, especificaciones, etc., bajo la cuales se logrará un desarrollo adecuado.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación elaborado para la Maestría en Administración Industrial y Empresas de Servicio de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, establece que hoy día la importancia de utilizar manuales de procedimiento, independientemente del proceso ó tarea a realizar, se hacen cada vez más necesarios e indispensables para la realización de cualquier actividad, de una forma ordenada. En países del tipo industrializado como Estados Unidos, Japón y algunos países Europeos, se encuentran constantemente innovando y creando nuevos producto ó servicios, que hoy deben estar íntimamente relacionados con los manuales de procedimiento de trabajo.

El proceso de trefilación, inicia introduciendo la materia prima en forma de rollo de alambre en un decapador mecánico que tiene como función, remover la capa de óxido o impurezas que éste tenga adheridas a su superficie, para luego ser procesado por un equipo especial, que se encarga de reducir el alambre, de un diámetro mayor a uno menor, dependiendo del tipo de producto final que se desee obtener. Cabe mencionar que las medidas trabajadas para éste proceso en particular, están determinadas en milímetros.

Durante el proceso de trefilación, el personal de trabajo debe hacer uso de varios equipos y/o herramientas necesarias para la obtención del producto que se desea, cumpliendo con las normas de calidad demandadas por el mercado de la industria metal mecánica.

El presente estudio se centra en determinar todas aquellas actividades ó tareas que deben realizarse de manera ordenada, para que el proceso de trefilado sea eficiente. A lo largo del tiempo, cada una de las actividades realizadas por las personas que se dedican a este trabajo, se ha realizado de distinta forma; muchas veces por la experiencia, por la persona que los capacitó ó en su defecto, por la simple manera de observar la forma de trabajo de otros compañeros y por lo mencionado anteriormente, se aborda el tema en cuestión.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de cada proceso productivo, es muy importante la utilización de procedimientos de trabajo, que brinden todos aquellos lineamientos necesarios para la realización de la tarea en forma eficiente, confiable y segura. Analizando el Área de Trefilación de Alambres encontrada dentro de la industria metal mecánica, se logró observar que uno de los problemas esenciales dentro del área, es que, los trabajadores de la misma realizan cada una de las actividades necesarias para el proceso de manera distinta, lo que ocasiona bajas de producción por ineficiencia en dichas actividades y un proceso no estandarizado.

3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente dentro de la Industria Metal Mecánica, específicamente para el proceso de trefilación de alambre las operaciones ó actividades son realizadas de forma empírica para cada una de las estaciones de trabajo, que se encuentran inmersas dentro del proceso productivo.

Es por ello, la importancia de crear un manual de procedimiento operativo, dentro del proceso de trefilación es fundamental, ya que éste persigue la estandarización y secuencia lógica de cada una de las actividades operativas, ayudando al personal del área a conocer y poseer un concepto teórico inicial del trabajo, previo a un proceso práctico de inducción establecido por el departamento de recursos humanos de la empresa.

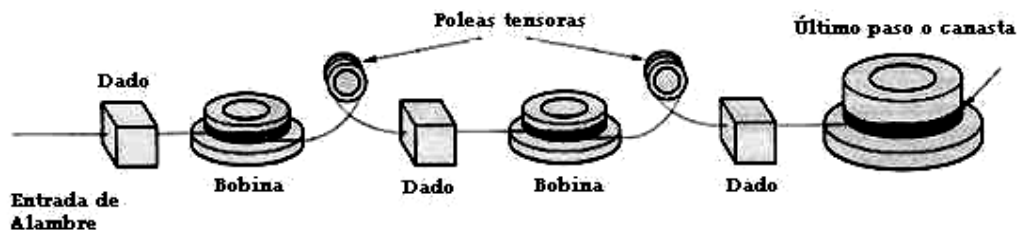
4. MARCO TEÓRICO

4.1. ¿Qué es la trefilación?

La trefilación es el proceso que consiste en el estirado del alambre en frío, por pasos sucesivos a través de dados fabricados de *carburo de tungsteno* cuyo diámetro es paulatinamente menor. Esta disminución de sección genera en el material un aumento de dureza en beneficio de sus características mecánicas como por ejemplo, su flexibilidad. Uno de los productos que elabora la industria metal mecánica es el clavo, que debe perder flexibilidad y aumentar su dureza, logrando una alta resistencia al golpe y alta calidad.

La disminución de sección en el alambre por cada paso es del orden de un 20% a un 25% lo que da un aumento de resistencia a la tracción de este material. No es recomendable realizar el proceso a lo largo de más de 9 pasos con el anterior porcentaje de disminución, ya que la ductilidad del mismo no soportaría la tensión ejercida por la máquina. Si se pensara en continuar el proceso, se debe someter el alambre a un proceso de recocido (que devuelve al material sus características iniciales) para aumentar su flexibilidad. La figura 1 ejemplifica el proceso de trefilación de alambre.

FIGURA 1. Ejemplo del funcionamiento de la trefilación de alambre



Fuente: Trabajo de Campo

4.2. ¿Qué se entiende por trefilar?

Es la operación de conformación en frío consistente en la reducción de sección de un alambre o varilla haciéndolo pasar a través de una herramienta que posee un orificio cónico llamado dado. Los materiales más empleados para su conformación mediante trefilado son el acero, el cobre, el aluminio y los latones, aunque puede aplicarse a cualquier metal o aleación dúctil.

4.3. Importancia de la trefilación

Dentro de la industria metal mecánica, el proceso de trefilación es muy importante ya que trae beneficios económicos tanto para la empresa como para la industria de la construcción, que es uno de los mercados más demandantes de éste producto y sus derivados. Podemos ver la aplicación y utilización del alambre trefilado, en edificios, en el sector agrícola, etc. Dentro de la empresa de industria metal mecánica existen áreas que utilizan el alambre trefilado en sus diferentes tipos de calibres ó diámetros, como una

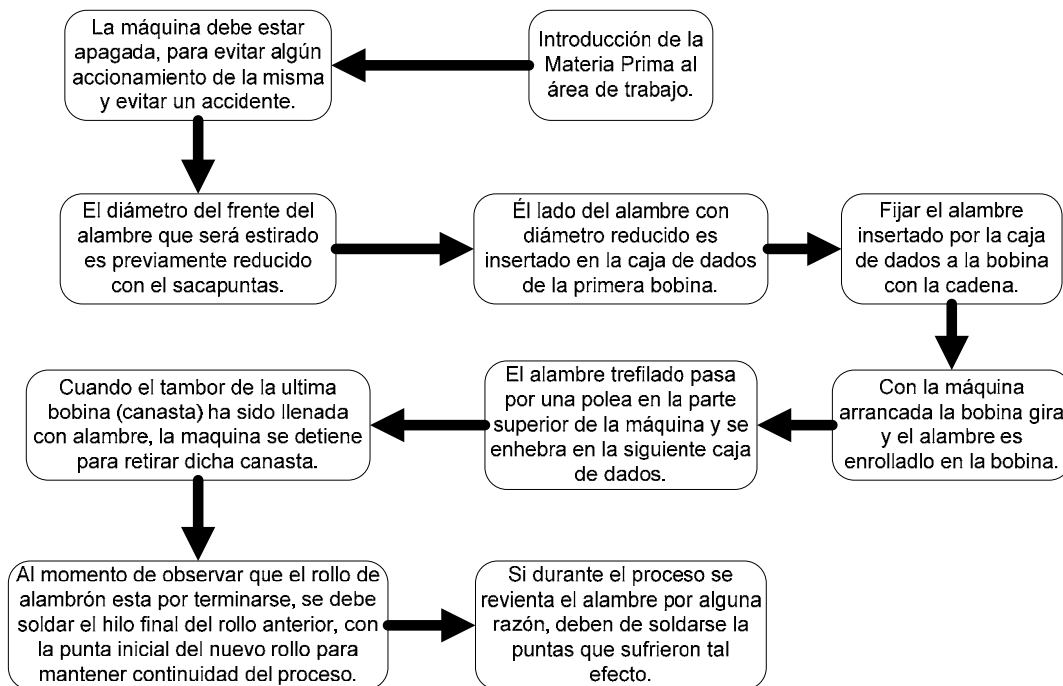
materia prima necesaria para la fabricación de otros productos. Dependiendo el tipo de producto terminado que otras áreas fabriquen, se puede utilizar alambre trefilado para la fabricación de clavos en sus distintas medidas (1 ½, 1, ½, 2 ½ y hasta 4 pulgadas de longitud.), en la fabricación de rollos de alambre espigado o como comúnmente se conoce en el ramo ferretero “alambre de púas”, en la fabricación de alambre de amarre que es utilizado por las constructoras para amarrar estribos específicamente.

Tener presente que “trefilar alambre” ó “fabricar cable delgado” dentro del proceso de la industria metal mecánica, no poseen el mismo significado: *someter un alambroón a un esfuerzo mecánico con la finalidad de reducir proporcionalmente el diámetro del mismo, según los requerimientos que se necesiten es trefilar alambre, mientras que fabricar cable se refiere al conjunto de alambres que tienen como finalidad soportar mayores cargas o pesos.* Aunque el término más utilizado dentro de éste tipo de industrias sea trefilar alambre. Por lo que se podría determinar que el costo de trefilar alambre o fabricar cable delgado varía si partimos de la definición anterior. Sin embargo, los costos de producción tienen una relación directamente proporcional al diámetro que se desea reducir, a menor reducción menor costo o en caso contrario, a mayor reducción mayor el costo asociado.

4.4. Diagrama de proceso

El diagrama del proceso de trefilación, muestra el orden en forma gráfica y general la realización de dicha actividad, obteniendo como resultado final un alambre trefilado con una reducción deseada. Nunca olvidar que un diagrama permite identificar puntos clave que puedan ser mejorados o simplemente visualizar de mejor manera en qué consiste el diagrama.

FIGURA 2. Diagrama del proceso de trefilación



Fuente: Trabajo de Campo

4.5. Materia prima utilizada en el proceso de trefilación

Dentro del proceso de trefilación, existen 2 tipos de materia prima utilizada, que normalmente se conoce dentro del área de trabajo como Alambrón, que son prácticamente rollos de alambre de gran tamaño que poseen un diámetro por espira de 5.5 mm.

FIGURA 3. Materia prima necesaria para el proceso de trefilación



Fuente: Trabajo de Campo

Dentro de ésta materia prima se encuentran 2 tipos, los cuales se mencionan a continuación:

4.5.1. Alambrón grado 1006

El alambrón grado 1006, según las normas de calidad ASTM A 853 – 98 y ASTM A 510 – 00 mencionan que los últimos 2 números del tipo de grado, hace referencia a la cantidad porcentual que existe de carbono en el material (ver Anexos). A éste tipo de materia prima también se le conoce como Alambrón de Bajo Carbono, ya que a menor porcentaje de carbono, el material es más propenso a soportar altas cargas de tensión, provocando un estiramiento adecuado sin fracturar el alambre. Normalmente con un alambrón de bajo carbono, el diámetro original de 5.5 mm puede reducirse a un diámetro final de 1.80 mm.

4.5.2. Alambrón Grado 1008

El alambrón grado 1008, a diferencia de la materia prima anterior, también se le conoce como Alambrón de Alto Carbono, ya que a mayor porcentaje de carbono, el material es menos propenso a soportar altas cargas de tensión, lo que provoca una menor reducción del diámetro original. Las normas de calidad bajo las cuales se trabaja dicha materia prima son las mismas del Alambrón Grado 1006.

Así como el alambrón de bajo carbono permite reducciones bastante pequeñas, el alambrón de alto carbono sólo logra experimentar reducciones hasta los 3.80 mm.

4.6. Tipos de lubricantes

Dentro de la industria metal mecánica, especialmente para los procesos de trefilación se utilizan 2 tipos de lubricantes que cumplen con las mismas funciones. La diferencia que existe entre uno y otro es el punto específico donde es aplicado, las superficies que entran en contacto y la apariencia física del mismo.

4.6.1. Lubricantes húmedos

Los lubricantes húmedos se caracterizan por tener una consistencia viscosa y a veces líquida. Tienen como función interponerse entre dos superficies evitando un desgaste prematuro entre las mismas, disipa el calor actuando como un refrigerante. Dentro de una planta de trefilación los lubricantes húmedos tienen sus aplicaciones directamente en piezas, como engranajes, rodamientos, espaciadores, etc., piezas que se encuentran normalmente en cajas reductoras y motores.

4.6.2. Lubricantes en seco

Estos lubricantes, pueden llegar a confundirse con los lubricantes húmedos pero la apariencia física y el punto de aplicación es lo que marca la diferencia entre ellos, como se mencionó anteriormente. Los lubricantes en seco se caracterizan por poseer una apariencia granular o polvo, que puede ser de grano fino, mediano o grande, dependiendo de la aplicación y de la casa comercial que lo distribuya. Tiene como función interponerse entre la superficie generada por el dado y el alambre, provocando que no se dé un desgaste prematuro ni se incremente la temperatura entre ambas superficies. Dentro del proceso de trefilación está catalogado como un insumo, porque es un agregado que garantiza la calidad del producto final y es utilizado dentro de la caja de dados para aumentar la vida útil de las pastillas de tungsteno (dado).

FIGURA 4. Lubricante en seco utilizado para el proceso de trefilación



Fuente: Trabajo de Campo.

4.7. Equipo primario

Dentro del proceso de trefilación es necesario contar con el equipo necesario que ayudará al operador con la obtención del producto final requerido.

4.8. Trefiladora

Las máquinas utilizadas para realizar este proceso se denominan trefiladoras. En ellas se hace pasar el alambre a través de las hileras o bobinas. Para lograrlo, el alambre se enrolla en unos tambores o bobinas de tracción que fuerzan el paso del alambre por las hileras. Estas hileras se refrigeran mediante un lubricante en seco y las bobinas de tracción se refrigeran normalmente con agua y aire. Las trefiladoras pueden ser de acumulación en las que no hay un control de velocidad estricto entre pasos o con botones en las que sí se controla la velocidad al mantener el botón a una tensión constante.

Mientras exista la cantidad suficiente de lubricante entre ambas partes, el alambre tendrá un recubrimiento adecuado y por consiguiente, la vida útil de los dados aumentará.

4.8.1. Tipos de maquinas trefiladora

Existen 2 tipos de máquinas trefiladoras, las del tipo mecánico y computarizado, las cuales se detallan a continuación.

a) Trefiladora mecánicas

Éste tipo de maquinaria se caracteriza porque poseen, en algunos casos, reguladores de velocidad manual. Normalmente en el mercado se encuentran de 1 a 7 pasos. Poseen un decapador mecánico y su sistema de trabajo esta basado en una serie de engranajes que están debidamente conectados a un eje principal, encargado de hacer funcionar a una velocidad constante toda la maquina trefiladora. Algunas máquinas trefiladoras del tipo mecánico, poseen al final un “*deadblock*” que también es conocido por el personal del área como “*cabezal*”, del cual se hace mención más adelante.

FIGURA 5. Trefiladora mecánica utilizada durante el proceso de trefilación



Fuente: Trabajo de Campo

b) Trefiladora computarizada

Este tipo de maquinaria se caracteriza por poseer un sistema computarizado que hace del equipo más eficiente, dependiendo básicamente de la calidad de materia prima a utilizar durante el proceso. Posee un regulador de velocidad que es activado digitalmente por el operador, un decapador mecánico, del cual se hará mención mas adelante. Posee motores independientes por cada paso, lo que ayuda a tener un control más eficiente ya que trabaja bajo un sistema de poleas a diferencia del tipo de trefiladoras mecánicas, que

utilizan engranajes como ya se mencionó. En el mercado, pueden encontrarse trefiladoras computarizadas de hasta 14 pasos. Al referirse al término “computarizada” no significa que trabaje sin la ayuda del operador, pero dicha persona debe poseer el conocimiento necesario y manejar adecuadamente cada uno de los comandos que pongan en marcha el equipo. Estos tipos de maquinaria tienen la cualidad especial de ser auto lubricadas, en otras palabras, el operador debe preocuparse únicamente que la unidad de servicio de lubricante que posee, se encuentre a un nivel adecuado y ésta se encarga de establecer sus propios ritmos de lubricación.

Cabe mencionar que a mayor número de pasos, el diámetro del producto final es más pequeño, lo cual garantiza una diferenciación de productos en el mercado.

FIGURA 6. Trefiladora computarizada utilizada durante el proceso de trefilación



Fuente: Trabajo de Campo.

4.8.2. Tipos de alambre resultantes del proceso de trefilado

Como ya se mencionó anteriormente, el proceso de trefilado consiste en un esfuerzo mecánico resultante de la tensión que ocasiona una fuerza en el alambre, con la finalidad de reducir el diámetro inicial a una medida determinada.

Dentro del área de trefilación de alambre, a los tipos de producto se le conoce también como calibres. Siendo éstos los que se muestran en la tabla I.

Tabla I. Tipos de calibres resultantes del proceso de trefilación

Calibre	Nominal	Mínimo	Máximo
20	0.889	0.900	1.000
18	1.245	1.240	1.320
17	1.473	1.470	1.540
16	1.651	1.600	1.700
15	1.800	1.750	1.850
15	1.720	1.670	1.770
14	1.920	1.870	1.970
13	2.413	2.380	2.480
12.5	2.591	2.500	2.600
12	2.769	2.700	2.800
11	3.048	3.000	3.100
10	3.404	3.380	3.480
9	3.759	3.800	3.900

8	4.191	4.150	4.250
7	4.572	4.500	4.600
6	5.156	5.150	5.250
5	5.588	5.500	5.600
4	6.045	6.000	6.100
3	6.679	6.500	6.600
2	7.121	7.100	7.200

Fuente: Trabajo de Campo

Cabe mencionar que las medidas observadas en la Tabla I, representan valores de diámetro de reducción en milímetros (mm). El valor nominal, hace referencia a la cantidad promedio (*en mm*) que debe mantener el diámetro del alambre sin exceder el máximo ni el mínimo correspondiente al calibre que se esté trabajando.

4.9. Equipo secundario y herramienta utilizada durante el proceso de trefilación

Cada máquina trefiladora utiliza dentro del proceso de trefilación de alambre, equipo auxiliar necesario para cumplir con las necesidades del producto que se esté elaborando. Estos equipos auxiliares se detallan a continuación.

4.9.1. Devanador

El devanador es un equipo necesario dentro del proceso, ya que tiene como función sostener el alambón. El trabajador debe colocar sobre el devanador el rollo de alambón para poder alimentar la máquina trefiladora.

FIGURA 7. Devanador



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.2. Decapador mecánico

Equipo auxiliar de una máquina trefiladora que contiene una serie de rodillos decapadores ubicados adecuadamente fabricados de tungsteno.

FIGURA 8. Decapador mecánico



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.3. Rodillos decapadores

Los rodillos decapadores se encuentran instalados dentro del decapador mecánico al principio de la máquina trefiladora. La función de éstos rodillos es la de realizar una remoción completa de cualquier impureza o suciedad que el alambón posea debido en su mayor parte a la presencia de óxido.

FIGURA 9. Rodillos decapadores



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.4. Caja principal para polvo de trefilar

Ésta caja se encuentra después de los rodillos decapadores. El alambre se introduce en dicho equipo, pasando a través de unas pequeñas poleas que posee en su interior, el cual le brinda dirección y rectitud al alambre, logrando con ello recubrir en su totalidad al mismo por medio del lubricante en seco y garantizar la vida útil de los dados y del alambre como tal.

FIGURA 10. Caja principal para polvo de trefilar



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.5. Bobina y carrizo tensor

La bobina y el carrizo tensor forman parte de la trefiladora. En la bobina se enrolla el alambre que posteriormente pasa al siguiente paso, donde se encuentra otra bobina que realiza la misma función, así como la reducción del diámetro del alambre y continúa éste proceso hasta llegar al último paso. El carrizo por su parte tiene como función la de generar una tensión adecuada al alambre y evitar que el mismo se afloje e impida la continuidad del proceso.

FIGURA 11. Bobina y carrizo tensor



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.6. Polea tensora

El alambre pasa por ésta pieza que se encuentra ubicada en la parte superior de cada bobina y tiene como función tensar la vuelta de alambre, permitiendo una mejor dirección al momento de que el mismo ingrese a la siguiente cada de dados para continuar con el proceso. Prácticamente existe una polea tensora por cada paso trefilador.

FIGURA 12. Polea tensora



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.7. Caja para polvo de trefilar

La caja de polvo para trefilar se divide en tres partes que son: una polea, una caja de dados y la caja de polvo como tal. La polea funciona como guía para que el alambre se dirija adecuadamente hacia la caja de dados, donde se encuentra el dado de tungsteno, encargado de darle la reducción al alambre y posteriormente es lubricado por el polvo para trefilar.

FIGURA 13. Caja para polvo de trefilar



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.8. Cabezal (deadblock)

En lo que concierne al cabezal (deadblock), bloque muerto o conocido también como cabezal, se divide en tres partes que son: un brazo, una canasta y el *deadblock* como tal. El cabezal tiene como función desenrollar el alambre que ha sufrido la última reducción para depositarlo sobre el brazo que se encarga de almacenarlo durante aproximadamente 10 minutos, para luego depositar dicho alambre en la canasta.

FIGURA 14. Cabezal (deadblock)



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.9. Canasta

Básicamente es una estructura de metal capaz de soportar cargas de entre 30 a 35 quintales de alambre trefilado que finalmente será repartido a otras secciones de la planta que utilizan dicho alambre como materia prima para obtener de éste otros subproductos en procesos totalmente distintos a la trefilación.

FIGURA 15. Canasta



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.10. Araña

Esta parte del equipo lo poseen solamente las máquinas trefiladoras que no cuentan con un cabezal (deadblock). Son fabricadas de hierro fundido para soportar cargas mayores de los 15 quintales y con la ayuda de un polipasto se logra retirar el producto final, una vez el alambre ha cubierto en un 90% la estructura del mencionado equipo. El alambre es colocado en un área segura, con la finalidad de que el montacargas lo retire y lo traslade a la bodega de producto en proceso.

FIGURA 16. Araña



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.11. Sacapuntas

Éste equipo es utilizado para sacar punta al alambre que ha sufrido una rotura o bien al momento de introducir un nuevo rollo de alambón para su posterior proceso de trefilación. Cuenta con dos rodillos que poseen ranuras de distintos diámetros debidamente espaciadas que permiten desgastar el alambre hasta obtener el diámetro necesario. Estos sacapuntas poseen un pedal de activación, el cual debe presionarse siempre que se desee hacer uso del equipo.

FIGURA 17. Sacapuntas



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.12. Soldadora a tope

Conocida como soldadora a tope o de resistencia y es utilizada dentro del proceso de trefilación para unir dos puntas de alambre y lograr con ello mantener un proceso continuo. Consiste en hacer pasar una corriente eléctrica de gran intensidad a través de los metales que se van a unir, como en la unión de los mismos la resistencia es mayor que en sus cuerpos se generará el aumento de temperatura, aprovechando esta energía y con un poco de presión se logra la unión. La corriente eléctrica pasa por un transformador en el que se reduce el voltaje de 120 o 240 a 4 o 12 V.

La soldadura por resistencia es aplicable a casi todos los metales, excepto el estaño, zinc y plomo.

FIGURA 18. Soldadora a tope



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.13. Equipo lubricador

Dentro del proceso de trefilación se utilizan aceites y grasas. La diferencia entre un término y otro es la viscosidad que ambas presentan. El aceite tiende a ser físicamente más líquido y es utilizado para piezas que giran entre sí a velocidades altas. Las grasas, por su parte poseen una apariencia en forma de pasta y tienen su mayor aplicación en piezas que giran entre sí a velocidades menores. Aunque ambos términos tienen una aplicación distinta por sus propiedades químicas, tienen como objetivo evitar desgaste y aumento de temperatura entre piezas.

4.9.14. Engrasadora manual

Las engrasadoras, como su nombre lo indica, sirven para aplicar grasa en puntos donde se requiere de presión, así como evitar un desgaste prematuro entre piezas y por ende, aumentar la vida útil de las mismas. Una buena o mala lubricación puede ocasionar que el equipo funcione adecuadamente. Éste tipo de herramienta es de uso manual y se ha creado para ser utilizada en tareas más artesanales, como en talleres que realizan engrasados específicos, o bien por un particular que desea realizar sus propios trabajos de engrase.

FIGURA 19. Engrasadora manual



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.15. Tipos de llave utilizada

a) Llave Allen

Es la herramienta usada para atornillar o desatornillar piezas, que tienen cabeza hexagonal interior. En comparación con un tornillo Philips resiste mayores fuerzas de giro. Éste tipo de herramienta se encuentra en el mercado en pulgadas que van desde 1/16 hasta 1 ½, que convertido a una escala en milímetros (mm) sería de 1.59 a 38.1 mm, respectivamente. Dentro del proceso de trefilación, la llave hexagonal medida en pulgadas es la equivalente a 3/16 ó 4.76 mm.

Utilizar una llave en un tornillo cuyo alojamiento es más grande puede causar daño a la herramienta o al tornillo por reducirse la superficie de contacto solo a los vértices.

FIGURA 20. Llave Allen



Fuente: Trabajo de Campo.

b) Llave de boca fija

Este tipo de herramienta también es de uso común durante el proceso de trefilación y se caracterizan por ser del tipo manual ya que están destinadas a ejercer el esfuerzo de torsión necesario para apretar o aflojar tornillos que posean la cabeza que corresponde con la boca de la llave.

Las llaves fijas tienen formas muy diversas y tienen una o dos cabezas con una medida diferente para que pueda servir para apretar dos tornillos diferentes. Dentro de

éste grupo, se pueden mencionar las llaves fijas de boca abierta, de estrella acodada, de boca mixta o combinada, etc.

FIGURA 21. Llave boca fija



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.16. Caja para dado de tungsteno

La caja para dado de tungsteno se encuentra dentro de la caja de polvo para lubricar, y tiene como función la de proteger y contener dentro al dado. La caja de dado está elaborado de metal y sujeta por 2 tornillos con cabeza tipo allen. La caja de dados está formada por la unión de dos piezas idénticas en su forma exterior, pero en la parte interior de cada pieza se encuentran dos agujeros de diámetros distintos, creando la forma de un dado.

FIGURA 22. Caja para dado de tungsteno

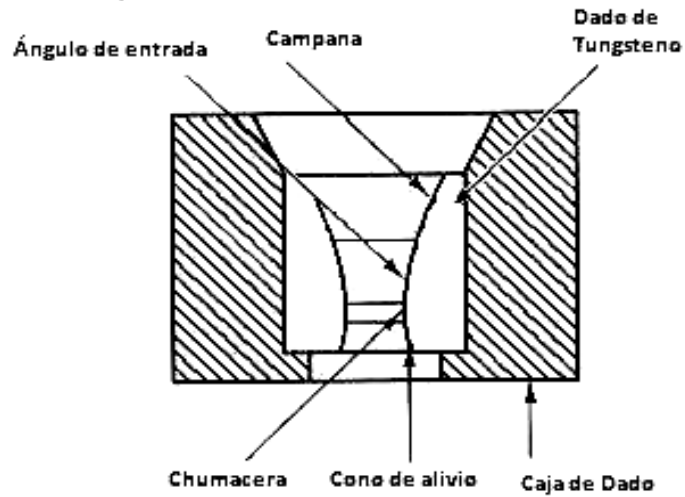


Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.17. Dado de tungsteno

Los dados de trefilación, son típicamente de carburo de tungsteno, en alambres finos como los calibres 16, 15 y 14 que se caracterizan por diámetros pequeños (1.60, 1.75 y 1.85 milímetros) se utilizan dados de diamante. Para trefilación de acero se utiliza un inserto de carburo de tungsteno en un dado, esto para aminorar costos y al mismo tiempo obtener una excelente resistencia al desgaste en la parte que tiene contacto con el alambre. Los ángulos de usualmente es de 6 a 15 grados y cada dado tiene un ángulo de aproximación y un ángulo de entrada a la sección menor. El ángulo a utilizar depende de la reducción que se quiera para el alambre. La figura 23 muestra lo antes descrito.

FIGURA 23. Dado de tungsteno



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.18. Cadena

Parte de las herramientas que son utilizadas dentro del proceso de trefilación, fabricada de metal y ayuda al operador de dicha área para poder halar el alambre, que en algún momento sufrió una ruptura.

FIGURA 24. Cadena



Fuente: Trabajo de Campo.

4.9.19. Gancho

Utilizado para jalar y desenredar el rollo de alambón, que se encuentra ubicado en el devanador. Es una herramienta elaborada dentro de la planta debido a la necesidad de realizar las actividades antes mencionadas y no utilizar directamente el esfuerzo humano, lo cual en su momento podría generar algún tipo de lesión esqueleto-muscular.

FIGURA 25. Gancho



Fuente: Trabajo de Campo.

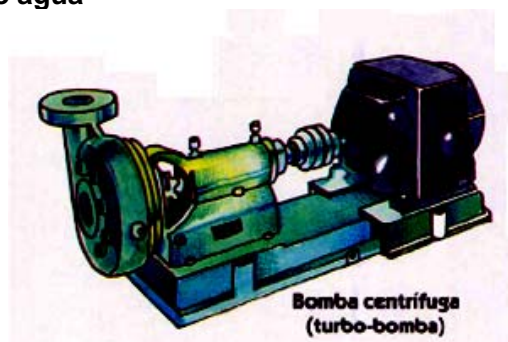
4.9.20. Bomba de agua

Es un elemento que tiene como función la de transmitir agua de un punto a otro por medio de una fuerza que provoca dicho movimiento. Se puede mencionar que es una máquina que transforma energía. Normalmente, éste movimiento es ascendente. Existen dos tipos de bombas utilizadas durante los procesos productivos, las del tipo volumétricas y turbo-bombas.

Las **bombas volumétricas** mueven el agua mediante la variación periódica de un volumen, mientras que las **bombas turbo-bomba** poseen un elemento que gira, produciendo así el arrastre del agua. Las bombas pueden recibir la energía de diversas fuentes y dicho energía es causada normalmente por un movimiento de paletas generado por un motor que muchas veces puede ser activado por gasolina, diesel, bunker u otro tipo de combustible para tal efecto.

Dentro del proceso de trefilación, las bombas turbo-bomba son utilizadas para generar un movimiento de agua desde el punto mas alto de una torre de enfriamiento, permitiendo que pueda desplazarse en forma de caída libre hacia un tanque de agua fría y nuevamente se repite el ciclo.

FIGURA 26. Bomba de agua



Fuente: Manual del Ingeniero Mecánico

4.9.21. Torre de enfriamiento

Son estructuras para refrigerar agua y otros medios a temperaturas próximas a las ambientales. El uso principal de grandes torres de enfriamiento consiste en el de rebajar la temperatura del agua y éstas estructuras son utilizadas en la mayoría de empresas. Dentro del proceso de trefilación, la torre de enfriamiento es indispensable para el funcionamiento adecuado del área.

La función principal de las torres de enfriamiento es la de extraer calor del agua mediante evaporación o conducción. Las industrias utilizan agua de refrigeración para varios procesos. Como resultado, existen distintos tipos de torres de enfriamiento. Existen torres de enfriamiento para la producción de agua de proceso que solo se puede utilizar una vez, antes de su descarga. También hay torres de enfriamiento de agua que puede reutilizarse en el proceso.

Cuando el agua es reutilizada, se bombea a través de la instalación en la torre de enfriamiento. Después de que el agua se enfría, se reintroduce como agua de proceso. El agua que tiene que enfriarse generalmente tiene temperaturas entre 40 y 60 °C. El agua se bombea a la parte superior de la torre de enfriamiento y de ahí fluye hacia abajo a través de tubos de plástico o madera. Esto genera la formación de gotas. Cuando el agua fluye hacia abajo, emite calor que se mezcla con el aire de arriba, provocando un enfriamiento de 10 a 20°C.

Parte del agua se evapora, causando la emisión de más calor. Por eso se puede observar vapor de agua encima de las torres de refrigeración.

FIGURA 27. Torre de enfriamiento



Fuente: Trabajo de Campo.

5. OBJETIVOS

GENERAL

- 5.1. Elaborar un manual de procedimiento operativo para una planta de trefilación de alambre, que contenga una descripción de cada una de las actividades necesarias a realizar dentro del proceso productivo, para lograr la eficiencia de los tiempos de capacitación en materia de recurso humano así como, seguridad y confiabilidad en el proceso.

ESPECÍFICOS

- 5.1.1. Documentar y desarrollar los procedimientos de trabajo necesarios, para la aplicación y estandarización del proceso de trefilado de alambre.
- 5.1.2. Reducir el tiempo de capacitación del recurso humano en un 3%, garantizando al supervisor de área una inducción rápida en base a conocimientos teóricos y comprobados que posteriormente, deberán llevarse a la práctica.
- 5.1.3. Lograr homogenizar cada uno de los formatos que englobarán todos los lineamientos y pasos necesarios para cada uno de los procedimientos de operación identificados en el proceso.
- 5.1.4. Proponer una norma específica de trabajo a la Jefatura de planta, que relacione el procedimiento de operativo con el tipo de materia prima a utilizar, para lograr un incremento en la eficiencia del área, haciendo uso de la información contenida dentro del manual y relacionada al tema en cuestión.
- 5.1.5. Establecer los recursos físicos, económicos y humanos, necesarios para la implementación del manual de procedimiento operativo en el proceso de trefilado de alambre.
- 5.1.6. Dar a conocer las normativas de calidad al departamento de producción, que deben tomarse en cuenta durante el proceso de trefilado.

6. DESARROLLO DEL TRABAJO

Se realizó un estudio visual y personal con los operadores, supervisor y jefe de la planta de trefilación de alambres para conocer más a fondo las actividades y formas de trabajo de cada operador, informando a los mismos sobre los objetivos y finalidades que se deseaban cumplir durante el tiempo de la investigación.

Posterior al estudio mencionado anteriormente, se realizó un análisis de cada una de las actividades realizadas en el proceso durante la práctica con cada operador del área, para verificar las similitudes ó diferencias existentes entre dichas actividades, tomando en cuenta que dentro de la empresa se trabajan turnos rotativos; lo que condujo a que el estudio de dichas actividades consumieran un tiempo aproximado de 3 meses.

Sabiendo que la escolaridad promedio del personal de la planta está a partir de 6to. Primaria, se pensó en realizar un documento sencillo y de fácil aprendizaje para los trabajadores antiguos como nuevos en el área, dando lugar como primer punto, a la toma de fotografías ó imágenes que servirían para ejemplificar y comprender de mejor manera el procedimiento operativo en estudio y luego, como segundo punto, transcribir toda la información necesaria sustentando la misma con imágenes.

Partiendo de éstos puntos, se llegó a la obtención de un manual de procedimientos operativo con su respectiva estructura y presentación estandarizada, que garantiza y facilita un mejor aprendizaje, así como la comprensión de todas las tareas que debe realizar un operador con experiencia como de primer ingreso a la planta, logrando con certeza que las actividades dentro del área de trabajo se realicen de la misma manera.

7. MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS

Para el desarrollo de la investigación, se estableció una metodología de trabajo adecuada con la finalidad de determinar todas aquellas actividades importantes y necesarias que servirán de sustento durante la realización del trabajo de investigación, siendo dicha metodología la siguiente:

- 7.1. Identificación de la necesidad a satisfacer o problema encontrado.
- 7.2. Observación de cada una de las actividades realizadas por cada uno de los trabajadores pertenecientes al área de investigación.
- 7.3. Establecimiento de entrevistas con trabajadores internos como externos al área de investigación, con la finalidad de conocer distintos puntos de vista, necesarios para la determinación certera de la necesidad insatisfecha.
- 7.4. Elaboración de los procedimientos de trabajo para cada una de las actividades realizadas durante el proceso de trefilado.
- 7.5. Toma de fotografías que permitieron mejorar la comprensión del operador y personas ajenas al área de trabajo, de cada una de las actividades realizadas durante el proceso de trefilación como soporte en cada uno de los procedimientos previamente establecidos.
- 7.6. Realización de un cuadro resumen referente a aquellos recursos necesarios y utilizados en la elaboración del trabajo de investigación, para el área en estudio.
- 7.7. Revisión periódica con el supervisor y operadores del área de cada procedimiento de trabajo elaborado.

8. RESULTADOS

A continuación se detallan todos aquellos procedimientos operativos realizados en una planta de trefilación de alambres de manera formal. Sin embargo en la sección de anexos se podrá observar el manual en su forma más simple y sencilla, que finalmente deberá ser proporcionado al Jefe de Planta como Supervisor.

8.1. Elaboración del manual de procedimientos

Para el proceso de trefilación es muy importante determinar cada uno de los procedimientos que darán lugar a lograr un proceso eficiente, así como la optimización del tiempo de trabajo en el área. A continuación se presenta detalladamente los procedimientos necesarios durante el proceso de trefilación de alambre. En la sección de Anexos se presentan cada uno de los procedimientos que se irán desarrollando, en un formato que tiene como finalidad la futura estandarización en base a presentación visual y comprensión, para el operador del área y toda aquella persona que desee informarse y hacer uso adecuado de dicha información.

8.1.1. Procedimiento de uso y funcionamiento del equipo

Un procedimiento de uso y funcionamiento de equipo es aquel que nos brindará la información y secuencia lógica de los pasos necesarios para la realización de una tarea o actividad relacionada al equipo y partes de la maquinaria utilizada durante el proceso de trefilado.

a) Encendido de la máquina

Antes y en el momento de encender la máquina, el operador debe realizar una inspección para revisar una serie de pasos que permitan el buen funcionamiento de la maquinaria y prolongar la vida útil de la misma.

Debe revisar lo siguiente:

- a) El estado y funcionamiento de las poleas tensoras.
 - b) El enfriamiento de la caja de dados.
 - c) El nivel y calidad del agua que es utilizada para el enfriamiento de las bobinas a fin de garantizar el funcionamiento correcto de las mismas.
 - d) El nivel de lubricante en seco (polvo para trefilar) que debe encontrarse arriba de la mitad de la caja de lubricante.
 - e) El engrasado de los rodillos y los carrizos tensores. *De no realizar dicho engrase, se pueden presentar fricción entre las superficies y provocar rupturas en el producto durante el proceso.*
 - f) Que todas las compuertas de seguridad esté debidamente cerradas. *En dado caso las compuertas se encuentre abiertas, se corre el riesgo de sufrir un accidente con pérdida de tiempo (CPT).*
1. Luego, el operador puede proceder a encender el motor de la trefiladora y debe calentar el mismo por un mínimo de 10 minutos antes de poner en funcionamiento las bobinas. La etapa de calentamiento, es necesaria ya que permite a la grasa y aceite

adquirir una temperatura adecuada que permita su libre movilidad por aquellas partes que se encuentren en contacto directo y con posibilidades de sufrir desgaste.

2. La activación de la bobinas debe ser una a una, comenzando por encender el cabezal (deadblock) ó bien las bobina final donde se encuentre la canasta. Luego, el operador puede preceder a encender la bobina que le antecede y así sucesivamente hasta tener en funcionamiento todas las bobinas.
3. Cada bobina posee una palanca que permite la activación o paro de la misma, la cual debe jalarse cuidadosamente, teniendo cuidado que el alambre no se salga del carrizo tensor y de la polea al momento de activar la bobina y evitar rupturas.
4. Durante el proceso de producción, el operador debe estar pendiente del nivel de llenado de alambre en cada una de las bobinas de la máquina para detenerla manualmente en el momento que se detecte un llenado completo de la bobina por el alambre.
5. Cuando la canasta esté llena, vacíela de forma segura tomando en cuenta los pasos que se detallan más adelante y luego coloque una canasta vacía para proseguir con el proceso productivo.

FIGURA 28. Nivel adecuado de alambre en la bobina



Este nivel de llenado puede causar rupturas y paros en la producción.



Este nivel de llenado es el ideal para trabajar y garantizar que no existan rupturas de alambre.



El nivel de llenado no debe ser menor al que se muestra en la figura.

Fuente: Trabajo de Campo.

b) Calibración

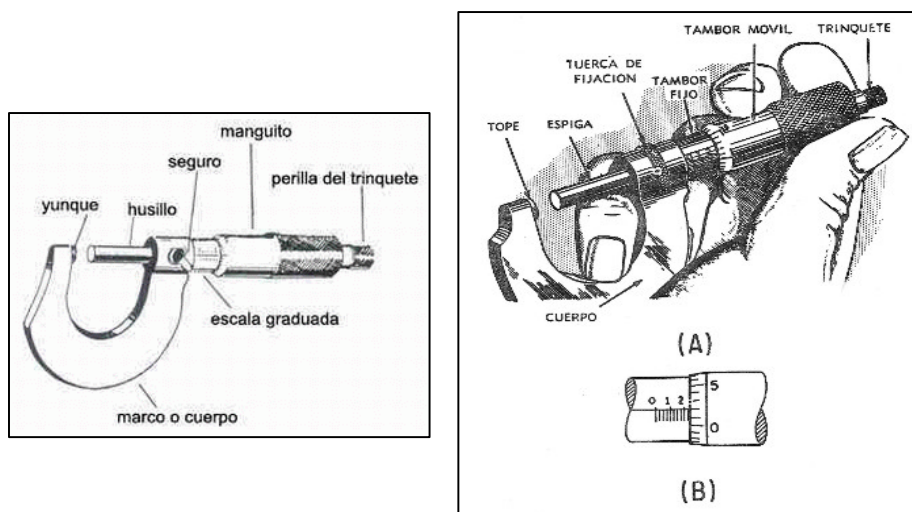
Para medir el diámetro del alambre, el operador debe utilizar el micrómetro de calibración, en cual se puede ajustar según el calibre que se esté produciendo en el momento.

Los pasos a seguir para lograr obtener una buena calibración del alambre son las siguientes:

1. Sostener un tramo del alambre con una de las manos.

2. Girar la perilla del calibrador hasta ajustarlo a la medida requerida.
3. Colocar el alambre en la abertura resultante en el calibrador para medirlo.
4. Ajustar el calibrador a la superficie del alambre, para obtener la medida exacta y verificar el diámetro del mismo.
5. Girar el calibrador en todo el derredor del alambre para revisar si éste no está ovalado o cuadrado (no existe uniformidad en el diámetro).
6. Abrir el calibrador y retire el alambre.
7. Si el diámetro del alambre se encuentra dentro del rango de especificaciones, puede continuar con el proceso.
8. Si el diámetro del alambre no se encuentra dentro del rango de especificaciones, debe revisar el diámetro del alambre que se encuentra en los pasos anteriores para identificar el punto en donde se está generando el problema y deberá cambiar de inmediato el dado.

FIGURA 29. Micrómetro utilizado dentro del proceso de trefilado de alambre



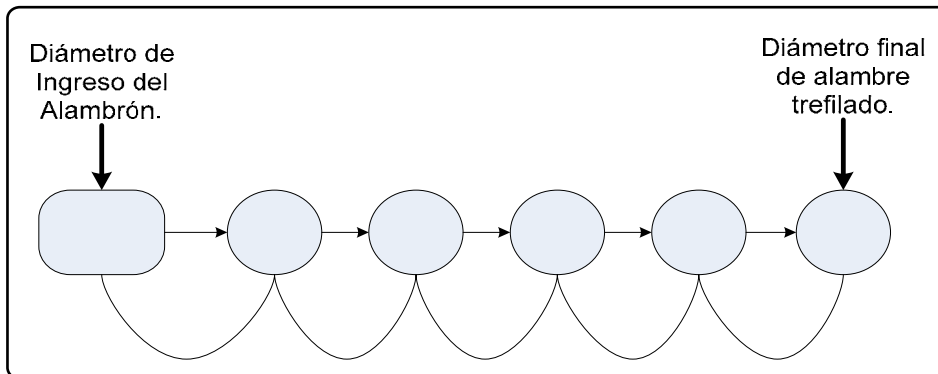
Fuente: Trabajo de Campo.

Nota: El proceso descrito anteriormente se realiza en todos y cada uno de los pasos con la máquina totalmente apagada.

c) Reducción de diámetros

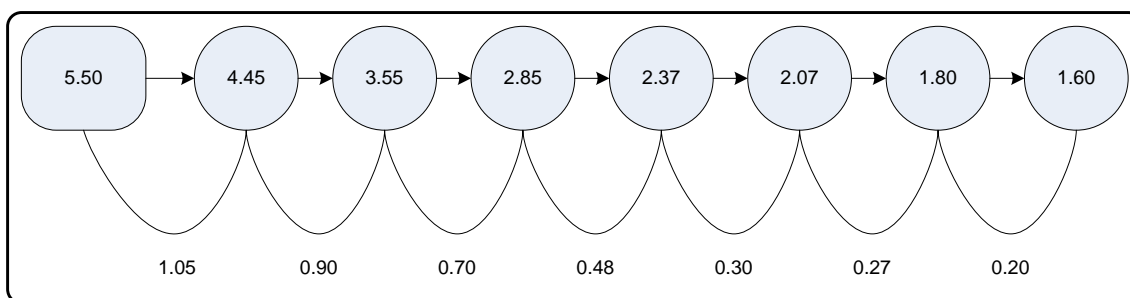
Dependiendo del tipo de máquina y número de pasos que posea la misma, se utilizan distintas reducciones en el alambre a lo largo del proceso. A continuación se muestran los diagramas que ejemplifican los valores de reducción en milímetros utilizados en cada paso trefilador dependiendo el calibre que se desea producir.

Figura 30. Sentido de cada una de las reducciones en la máquina



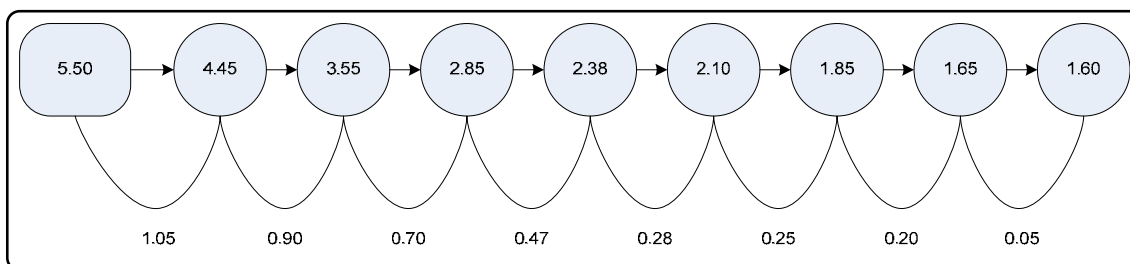
Fuente: Trabajo de Campo

Figura 31. Reducción para trefilar calibre 16 con 7 bobinas sin cabezal.



Fuente: Trabajo de Campo

Figura 32. Reducción para trefilar calibre 16 con 7 bobinas y 1 cabezal.

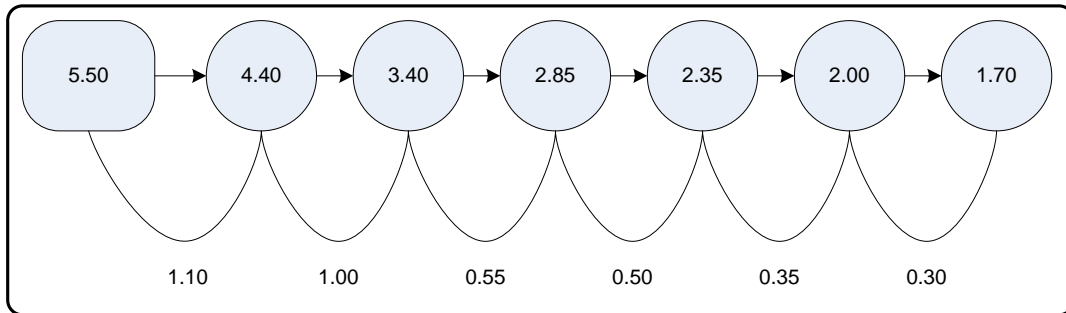


Fuente: Trabajo de Campo

Podría suceder que por problemas mecánicos (en su mayoría) algunos de los pasos trefiladores no llega a funcionar adecuadamente, por lo que debe sustituirse la reducción en el paso dañado y redistribuir la misma en los pasos buenos. La desventaja que conlleva a trabajar una máquina trefiladora, independientemente del tipo de equipo (manual o computarizado) en estas condiciones es que, el equipo llega a forzarse debido a la obtención de un calibre determinado con un número de pasos menor.

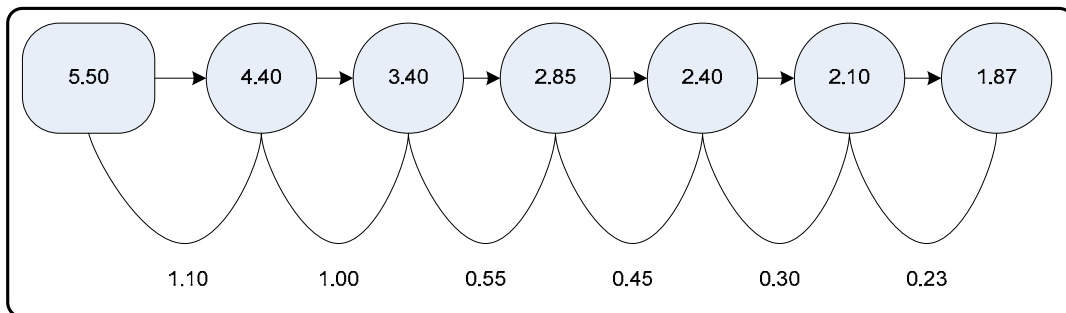
A la actividad mencionada anteriormente, se le conoce también como “realizar un puente”.

Figura 33. Reducción para trefilar calibre 15 con puente de 7 bobinas.



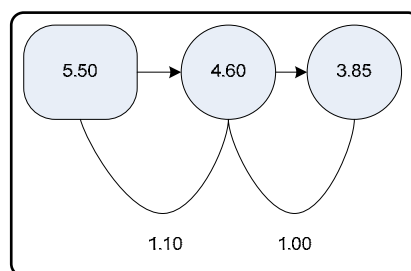
Fuente: Trabajo de Campo

Figura 34. Reducción para trefilar calibre 15 con 6 bobinas.



Fuente: Trabajo de Campo

Figura 35. Reducción para trefilar calibre 09 con 2 bobinas.



Fuente: Trabajo de Campo

d) Engrase del rodillo decapador

Para el proceso de trefilado es necesario que todas aquellas partes y equipos pertenecientes a la maquinaria estén debidamente engrasados y para ello debe seguir los siguientes pasos:



1. El operador debe apagar la primera bobina de la trefiladora.
2. Se debe abrir la compuerta que protege y cubre a los rodillos decapador junto con cada uno de los rodamientos o cojinetes necesarios para hacer girar dichos rodillos.
3. Haciendo uso de una grasera, debe colocar la boquilla de la misma sobre la cabeza del tonillo que posee una cavidad por donde que conduce la grasa hacia el cojinete y garantiza que dicho lubricante no sufra desgaste durante su operación.
4. Bombear grasa de 5 a 8 veces, hasta observar que la grasa sucia que sale por las paredes del cojinete deja de salir y es sustituida por la grasa limpia. Ésta acción se debe hacer al iniciar cada turno laboral.
5. Una vez haya engrasado correctamente cada uno de los rodillos decapadores, proceda a cerrar la compuerta protectora y asegúrela con el pasador, para evitar que ésta se abra cuando la máquina comience a funcionar.
6. Active nuevamente el paso número 1 el cual había apagado, para proseguir con el trabajo productivo.

Es muy importante recordar la función que posee un lubricante, en este caso grasa; ya que de la correcta aplicación de la misma en las áreas indicadas depende que la vida útil del equipo se prolongue durante tiempo.

e) Alineación de caja de dado de tungsteno

El objetivo principal de alinear adecuadamente la caja de dados es para asegurar al operador que durante el proceso no existirán inconvenientes de rupturas de alambre por exceso de fricción entre el dado y el alambre, así como el de obtener producto de mala calidad que no cuente con las especificaciones necesarias.

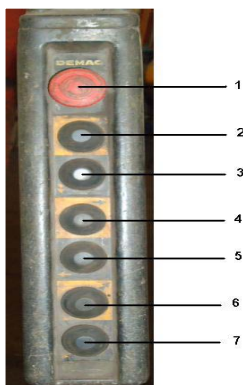
Los pasos que el operador debe seguir para la realización de dicho procedimiento es el siguiente:

1. Apague las bobinas anteriores de la que está trabajando y la que le sigue.
Ejemplo: *Si va a trabajar en el segundo dado, apague la primera bobina y segunda bobina.*
2. Abra la compuerta de seguridad de la máquina trefiladora.

3. Con la cadena, debe anclar la misma a la bobina y active la misma para ponerla en marcha.
4. Corte la punta de alambre que sale de la caja de dados.
5. Revise que la punta del alambre esté recta y en dirección hacia la bobina.
6. En caso suceda que la punta no se encuentra recta ni en la dirección correcta, con la llave hexagonal afloje el tornillo que posee la caja para poder moverla hacia la derecha o izquierda, hasta obtener la alineación deseada. No existe prácticamente un método que le diga al operador del área las medidas exactas a las que debe alinear la punta del alambre, ésta maniobra se llega a mejorar con el pasar del tiempo y la experiencia adquirida.
7. Luego de haber alineado correctamente la punta del alambre, con la misma llave hexagonal que utilizó para aflojar la caja de dados, utilícela para apretar el tornillo y ajuste con firmeza para evitar un movimiento posterior durante la actividad productiva.
8. Pase el alambre por la polea tensora de la siguiente bobina, por la parte trasera y jale dicho alambre por la parte del frente.
9. Con la ayuda de la soldadora deberá unir el alambre que está halando con el alambre que sufrió la ruptura, es decir, debe unir ambas puntas para mantener un proceso continuo.
10. Una vez soldado el alambre, baje la compuerta de seguridad antes de encender la máquina y continuar con el proceso productivo.

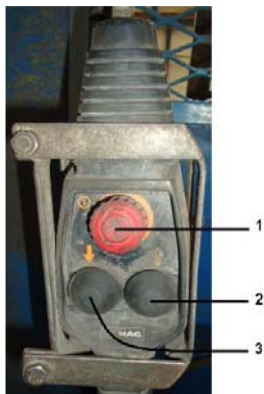
f) Uso del polipasto

Un polipasto es el nombre genérico que reciben los mecanismos de control que permiten al operador activar o desactivar el movimiento de un puente grúa, que a la vez tiene como función primordial sujetar y elevar cargas pesadas. Los dos tipos de polipasto más comunes y utilizados dentro de una planta de trefilación son los que se muestran a continuación. La función de ambos polipastos es la misma, la diferencia radica en el diseño y número de comandos necesarios para el movimiento adecuado de una grúa y por ende de una carga de un lugar a otro.



1. Activa o enciende el control de comandos
2. Mueve el gancho de la grúa hacia arriba.
3. Mueve el gancho de la grúa hacia abajo.
4. Mueve el gancho hacia la izquierda.
5. Mueve el gancho hacia la derecha.

6. Mueve en su totalidad el la grúa hacia la izquierda.
7. Mueve en su totalidad el la grúa hacia la derecha.



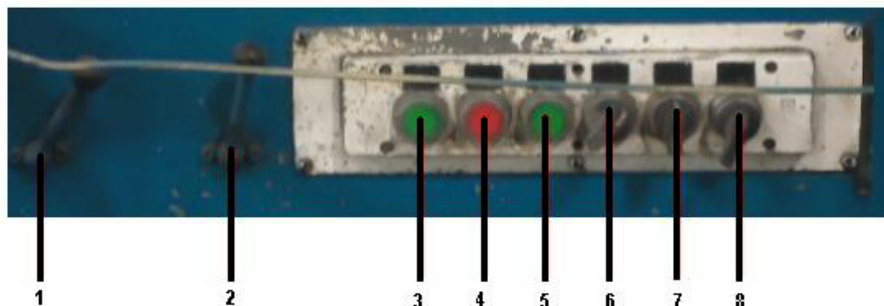
1. Botón de seguridad, que al girarlo hacia la izquierda y presionando hacia abajo, evita el funcionamiento de la grúa completamente.
2. Mueve el gancho de la grúa hacia abajo.
3. Mueve el gancho de la grúa hacia arriba.

NOTA: Para mover la grúa completamente hacia los lados, el operador debe jalar el cable con el que cuelga el gancho, en la dirección requerida y necesaria. Por lo que puede mencionarse que el mismo operador deberá desactivar la maquinaria para enfocarse directamente en el uso del polipasto.

g) Controles de mando de la trefiladora computarizada

Tener en cuenta que una máquina computarizada requiere de una serie de comandos que tienen como función controlar y facilitar la operación de un equipo, cualquiera que éste sea. En una máquina trefiladora computarizada los controles de la misma se encuentran ubicados al final de la máquina, específicamente antes del cabezal o *deadblock*. Posee una serie de comandos dividido en 2 palancas, 3 botones y 3 perillas, cada una realiza una actividad diferente y ayudan a controlar, como se mencionó anteriormente, el funcionamiento adecuado de la maquinaria. La función de cada uno de éstos comandos se detallan a continuación:

FIGURA 36. Controles de mando de la trefiladora computarizada



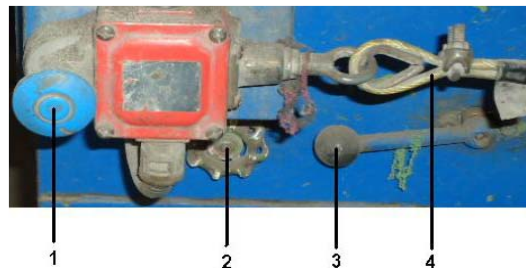
Fuente: Trabajo de Campo

1. Activa el agua para el enfriamiento del dado de tungsteno.

2. Activa el agua para el enfriamiento de la bobina.
3. Enciende la máquina trefiladora manualmente hacia atrás (bobinas anteriores).
4. Desactiva o apaga la máquina trefiladora.
5. Enciende la máquina trefiladora manualmente hacia delante (bobinas delante de la que se está reparando o trabajando).
6. Desactiva el motor de la máquina trefiladora.
7. Enciende la bobina en modo manual para regular la velocidad de trabajo.
8. Activa el motor lubricador de polvo.

El botón ó comando que activa el motor de lubricante se encuentra al inicio de la máquina trefiladora.

FIGURA 37. Comando que activa el motor lubricante

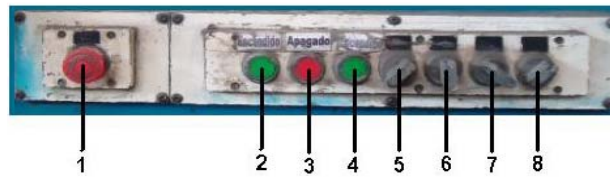


Fuente: Trabajo de Campo

1. Sensor de línea de emergencia que desactiva la máquina.
2. Llave que permite el paso del agua al dado de tungsteno.
3. Llave que permite el paso del agua a la bobina.
4. Línea de emergencia que recorre toda la máquina trefiladora para ser activada en cualquier sección a lo largo de la misma y permitir el paro inmediato del equipo

Al inicio de la máquina trefiladora, ubicado después del decapador mecánico de la misma se encuentra otra serie de comandos necesarios para el buen funcionamiento de la maquinaria, estos son:

FIGURA 38. Comando para el control del decapador mecánico



Fuente: Trabajo de Campo

1. Activa el paro de emergencia de la primera bobina.
2. Activa la bobina que se está trabajando, haciéndola girar hacia la derecha.
3. Apaga toda la máquina trefiladora.
4. Enciende la máquina trefiladora que permite jalar las palancas de cada bobina.
5. Enciende o apaga el motor de la máquina trefiladora.
6. Enciende o apaga el movimiento de la bobina manualmente.
7. Enciende o apaga el motor lubricante de polvo.
8. Enciende o apaga el llenado de una bobina con alambre en forma manual.

La computadora de la máquina trefiladora se encuentra a un costado del *deadblock* o cabezal y desde ella se puede regular la velocidad de trabajo que va desde 1 m/s hasta 25 m/s. La revisión del historial de fallas o rupturas de alambre que se han presentado a lo largo del turno, le indica al operador en qué bobina ha sucedido la falla para evitar pérdida de tiempo y de ésta manera mejorara la eficiencia en el trabajo del operador, muestra de igual manera la cantidad de producto que se lleva en el momento procesado.

Figura 39. Serie de comandos para el funcionamiento de la maquinaria



Fuente: Trabajo de Campo

Dentro del perímetro perteneciente a la pantalla se pueden encontrar: **controles numéricos**: con numeración de 0 al 9 y el punto (.) que son utilizados para introducir la velocidad de trabajo en toda la máquina y la fecha.

Se puede observar una tecla denominada **“CLR”** que significa Clear (limpiar), el cual permite borrar la numeración marcada, en caso de un error o bien para colocar una nueva numeración.

Figura 40. Control numérico.



Fuente: Trabajo de Campo

Se puede observar un conjunto de **Flechas de control**: que son utilizadas para cambiar la posición del puntero dentro del panel visor (pantalla) para realizar cambios en su programación, hacia arriba, abajo, derecha e izquierda. También cuenta con un signo mas (+) y menos (-), que son utilizados para editar la numeración, aumentándola (+) o disminuyéndola (-), según los requerimientos de operación.

Se puede visualizar de igual forma, un comando denominado **“HLP”** que significa Help (ayuda), el cual es utilizado para leer la información de ayuda que brinda la computadora.

El comando denominado **“ENT”** que significa Enter (introducir), es utilizado para aceptar y grabar la numeración o cambios efectuados.

Figura 41. Flechas de control



Fuente: Trabajo de Campo

El comando **PARO DE EMERGENCIA**, como su nombre lo indica, tiene como función apagar completamente la máquina trefiladora.

Las funciones que pueden visualizarse en la pantalla general de control y funcionamiento de la máquina computarizada vienen dado por funciones, siendo éstas:

Tabla II. Comandos y funciones de la máquina computarizada

Comando	Función
F1	Enciende la máquina
F2	Elevación del brazo del cabezal
F3	Programar numeración de diámetros del alambre
F4	Aumenta de velocidad automática
F5	Frena de la bobina
F6	Aumenta la velocidad de trabajo
F7	Disminuye la velocidad de trabajo
F8	Muestra los diámetros con los que puede trabajar la máquina
F9	Permite programar la hora
F10	Borra las fallas que han quedado grabadas en la memoria de la computadora
F11	Apaga la máquina trefiladora
F12	Baja el brazo del cabezal
F13	Reinicia la longitud del alambre trefilado para no llegar a la longitud máxima
F14	Programa en "manual" la máquina trefiladora
F15	Suelta el freno de las bobinas
F16	Programa en "automático" la velocidad de trabajo para que sea constante
F17	Programa en "manual" la velocidad de trabajo para que sea variable
F18	Programa los diámetros de los dados de tungsteno uno a uno
F19	Muestra la programación de mensajes de fallas
F20	Borra las fallas anteriores

Fuente: Trabajo de Campo

h) Cambio de dados

Los dados de tungsteno deben cambiarse cuando se quiebren o pierdan su diámetro máximo permitido. Esto se puede observar cuando el alambre presenta ralladuras o bien al momento de verificar el diámetro del mismo con el micrómetro, el alambre presenta una forma ovalada.

Los pasos que el operador debe seguir para realizar adecuadamente el cambio de dados o pastilla es el que se muestra a continuación:

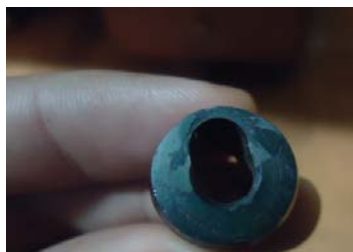
1. Detenga la máquina trefiladora por completo.
2. Retire el alambre de la caja de la pastilla jalándolo por la parte trasera manualmente.
3. Retire el polvo de trefilar cercano a la caja de la pastilla.
4. Retire la caja donde se encuentra la pastilla, empujándola desde afuera.
5. Remueva el polvo que cubre los tornillos Allen que unen a las tapaderas de la caja del dado.
6. Afloje los tornillos de la caja con una llave Allen 316 y retírelos con la mano.

7. Darle vuelta a la caja y empuje el dado desde afuera y/o golpee la caja contra la palma de la mano para lograr que salga el dado dañado.
8. Diríjase al taller de dados para solicitar el cambio del dado dañado por uno en buen estado y que posea el diámetro original.
9. Coloque el nuevo dado dentro de la caja contenedora, tomando en cuenta que la abertura más reducida se coloca hacia adentro y la abertura mayor hacia fuera.
10. Coloque la tapadera de la cada de la pastilla y apriete nuevamente los tornillos con la llave Allen 316 para asegurar un sellado adecuado y que el dado no quede flojo dentro de la misma.
11. Coloque la caja de la pastilla dentro de la caja de dados y empújela por el centro y hacia adentro, para que encaje en su posición adecuada.
12. Enhebre la caja de dados jalando con la cadena el alambre.
13. Distribuya el polvo para trefilar uniformemente dentro de la caja de dados para cubrir en su totalidad el alambre.
14. Una la punta con la punta de la siguiente bobina, por medio de la soldadora.
15. Encienda la máquina y continúe con el proceso productivo.

FIGURA 42. Defectos presentados en el dado de tungsteno



Se observan ralladuras de alambre en la caja de la pastilla.



Al abrir la caja de la pastilla o dado, ésta se encuentra dañada por el rose del alambre con la misma, debido a una mala lubricación.

El dado dañado es reemplazado por uno en buen estado y que posea el diámetro ideal para el proceso y según la necesidad.



Fuente: Trabajo de Campo

i) Soldadura de punta de alambre

Cuando el alambre experimenta una tensión muy fuerte, el alambre se revienta y el trabajador debe usar la soldadora para unir las puntas resultantes de la ruptura y

continuar con el proceso productivo. Cuando suceda ésta situación, el operador debe realizar los siguientes pasos:

1. Apague las bobinas anteriores a la bobina donde el alambre sufrió la ruptura.
2. Levante la compuerta de seguridad.
3. Jale los dos extremos del alambre y límelos para remover las impurezas y garantizar la unión efectiva por medio de la soldadora.
4. Coloque la soldadora STRECKER cerca del área donde va a soldar.
5. Conecte la soldadora a la energía eléctrica.
6. Sujete las puntas del alambre y haga presión con los tensores de la soldadora.
7. Encienda la soldadora y ejerza presión en el extremo del alambre que queda fuera de la soldadora para lograr que las puntas se unan con mayor fuerza.
8. Levante los tensores para liberar el alambre.
9. Revise que la soldadura formada entre los extremos del alambre adecuadamente, lo cual le garantiza que los mismos se han unido satisfactoriamente.
10. Coloque el alambre en la prensa y prénselo en forma vertical para que sea fácil limar y remover el excedente de soldadura entre los extremos que previamente fueron unidos.
11. Con una lima, elimine completamente el excedente de soldadura presente en el alambre.
12. Desconecte la soldadora de la electricidad, enrolle el cable y devuélvala al lugar de donde la movió. Al colocar el equipo en su debido lugar, garantiza un área libre de obstáculos y la reducción de sufrir un accidente.
13. Baje la compuerta de seguridad y encienda la máquina, tomando en cuenta que el alambre no debe salir de su polea y carrizo tensor.

FIGURA 43. Puntas de alambre unidas con soldadora



La soldadora cuenta con varias ranuras de diferente grosor, el más grueso se utiliza cuando se va a soldar alambraón y el más delgado se utiliza durante el proceso y dependiendo del diámetro de extremos de alambre que se deseen unir, así será utilizada cada una de las mencionadas ranuras.

Las dos puntas del alambre deben quedar rectas para que la soldadura quede uniforme y no se quiebre.



Fuente: Trabajo de Campo



Colocar 1er. Extremo en soldadora.



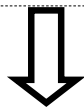
Colocar 2do. Extremo en soldadora.



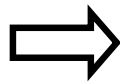
Esperar tiempo para soldado.



Unir extremos con soldadora.



Colocar extremos soldados en prensa.



Limar y eliminar rebaba de soldadura.

j) Carga de rollo de alambón con grúa transportadora

Esta actividad se realiza cuando el rollo de alambón, que como se mencionó anteriormente es la materia prima utilizada para la iniciación del proceso, está por terminarse y para no interrumpir la continuidad de la producción es necesario cargar un nuevo rollo al devanador y lograr con ello mantener adecuadamente el nivel de alambre trefilado en cada bobina de la máquina trefiladora y lograr así continuar con el proceso sin mayor complicación.

Debido a la dificultad de éste proceso, se requiere de la ayuda de un compañero de trabajo que le ayude a guiar el rollo de alambón sin ningún percance y también para la colocación adecuada en el devanador. Esta operación se limita por el acceso de la grúa aérea que abarca únicamente las trefiladoras que se encuentren dentro del perímetro que cubre el movimiento de la misma.

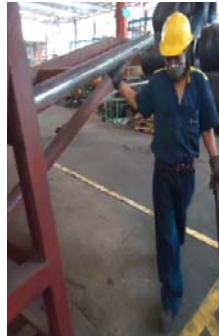
Cabe mencionar que para no interrumpir el proceso, el operador debe mantener un nivel adecuado de alambre trefilado en las bobinas más cercanas al cabezal para garantizar que la máquina no tenga de apagarse y la alimentación hacia el mismo sea suficiente. Los pasos que debe seguir el operador del área es la siguiente:

1. Conduzca la grúa hasta el lugar de almacenamiento de materia prima, donde se encuentre el rollo de alambón el cual va a ser utilizado para continuar con el proceso productivo y cargue dicho rollo en el devanador.
2. Pase el cable de la grúa a través del rollo de tal forma que cada una de las puntas del cable queden por fuera de cada extremo del rollo.
3. Con la ayuda de un compañero, coloque los extremos del cable en el gancho de la grúa para sujetar el rollo a la misma.
4. Con el control de mandos de la grúa eleve el rollo y desplácelo hasta donde se encuentra el devanador y deberá colocar el rollo.
5. Baje el rollo de alambón utilizando los controles de mando de la grúa hasta que quede el nivel de la grúa del devanador siguiendo las indicaciones de su compañero guía.
6. Introduzca el rollo de alambón hasta tocar la base del devanador con el rollo, manteniéndolo elevado sin permitir que el mismo toque el suelo.
7. El alambón posee 4 amarres que mantienen la uniformidad del mismo. Mientras el compañero sostiene el control de mandos de la grúa, corte 2 de los amarres laterales del rollo que el alambón posee, haciendo uso de un caimán (herramienta utilizada para corte de materiales gruesos).
8. Baje el rollo de alambón a nivel del suelo.
9. Mientras el compañero sostiene el control de mandos de la grúa, corte los dos atados restantes y retire los restos del atado.
10. Con la ayuda de su compañero empuje la parte superior del rollo al mismo tiempo que su compañero baja los alambres de la grúa para que el rollo de alambón quede roscado en el devanador.
11. Mientras su compañero guía la grúa a un lugar seguro, coloque el tubo que extiende el devanador.
12. Revise que el alambre del rollo no esté dañado y si lo estuviera, limar sus asperezas para que no se reviente y dañe los rodillos y ejes.
13. Soldar la punta con la punta del alambre anterior.
14. Encender la bobina para seguir produciendo.

NOTA: Antes de cargar un nuevo rollo debe revisar cuidadosamente que el rollo no contenga grasa ni humedad en grandes cantidades, si contiene debe consultar con su jefe que hacer en ese caso.



Mover gancho con control de mandos.



Quitar seguro y girar devanador.



Mover gancho de grúa.



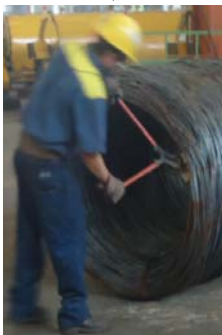
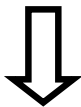
Colocar rollo en el suelo.



Retirar rollo elegido.



Elegir rollo de estiba.



Cortar 2 de 4 amarres.



Introducir rollo en devanador.



Colocar rollo en posición original.

k) Carga de rollo de alambón con montacargas

Cuando el rollo que se está trefilando está por terminarse, es necesario solicitar al operador de montacargas que realice la carga de un nuevo rollo de alambón, para no quedarse sin alambón durante el tiempo que lleva su reemplazo, es necesario llenar las bobinas a su nivel máximo de ser posible para seguir produciendo aun en la ausencia de la última bobina.

1. Apague la última bobina.
2. Solicite un nuevo rollo de alambón al conductor del montacargas.
3. Limpie el área del devanador donde será colocado el rollo de alambón.
4. Guíe al montacarguista para que coloque el rollo en la dirección correcta.
5. Pida al montacarguista que baje el rollo a nivel del suelo para cortar las dos ataduras de la parte inferior del rollo.
6. Pida al montacarguista que baje el rollo a nivel del suelo para cortar las dos ataduras de la parte superior del rollo.
7. El montacargas debe empujar la parte superior del rollo de tal modo que el rollo de alambón quede recostado sobre la base del devanador.
8. Guíe al operador del montacargas para que salga de ése lugar, asegurándose de no dañar el equipo ni ocasionar un accidente al momento de retroceder con el vehículo.
9. Cuando el montacargas se haya retirado del área, revise el rollo de alambón para limar sus asperezas, para garantizar que durante el proceso productivo dichas asperezas no generen una ruptura, lo cual ocasionaría un paro de la maquinaria y por ende una baja en la cantidad de producción esperada.
10. Lime la punta del rollo de alambón para unirla con la punta del rollo de alambón sobrante en los rodillos decapadores por medio de la soldadora.
11. Encienda la primera bobina para jalar el alambón y proseguir con la continuidad del proceso productivo.

NOTA: Si el rollo de alambón tiene demasiada grasa debido al manejo de la materia prima o está húmedo, no se puede trabajar con ése rollo específicamente por lo que se recomienda al operador, solicitar la asesoría del Jefe de planta ó Supervisor de área. **RECUERDE** que un alambón con presencia de grasa o mojado, ocasionaría problemas en la producción desde el punto de vista operativo como de calidad. Alambre rayado, rupturas y quiebre de dados son algunos defectos presentados por grasa y humedad en la materia prima.



Devanador listo para cargar.



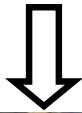
Colocación de alambón.



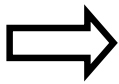
Entrada de alambón.



Colocado parcial de alambón.



Colocación final de alambón.



Corte de amarres.

I) Sacar punta al alambre

Antes de soldar dos puntas de alambre o alambrcn, independientemente de cuál sea el caso que se presente. El operador debe sacarle punta al alambre haciendo uso del sacapuntas, obteniendo el diámetro adecuado y necesario para luego soldarlas y evitar un quiebre de dicha unión. Ésta operación debe realizar antes de enhebrar la caja de dados y a la vez facilita el ingreso del alambre al dado de tungsteno.

Para sacar punta al alambre debe tener apagada la bobina que está trabajando y las bobinas cercanas a la misma. Para ello el operador debe seguir los siguientes pasos:

1. Jale la punta del alambre hasta donde se encuentra el sacapuntas.
2. Enderece un tramo del alambre para facilitar su manejo en el sacapuntas.
3. Introduzca la punta del alambre en la ranura de los rodillos donde más se ajuste y se requiera el diámetro a reducir.
4. Presione el pedal de encendido con el pie, ubicado a un costado del sacapuntas para poner en marcha dicho equipo.
5. Con los rodillos en movimiento, introduzca y retírela lentamente la punta del alambre.
6. Dele un pequeño giro al alambre antes de introducirlo nuevamente, para evitar que el alambre adquiera una forma plana. Lo que se busca con ésta maniobra es que el alambre mantenga su forma circular.
7. Vuelva a introducir y retirar lentamente la punta del alambre, hasta que logre obtener la forma y reducción requerida.
8. Repita los pasos 6 y 7 cuantas veces sea necesario para garantizar que la reducción en el alambre es la adecuada y luego una la punta con la soldadora.
9. Debe revisar continuamente la reducción del alambre para que no existan partes con filo o planas.
10. Finalmente, corte la punta del alambre que fue reducido para que la punta quede uniforme y no dañe el dado. Seguido del corte, proceda a soldar correctamente con la punta del otro alambre.

NOTA: Por ser una parte en movimiento, no debe acercar las manos a los rodillos para evitar el atrapamiento de sus manos. No es recomendable utilizar guantes, ya que esto sólo incrementa el riesgo de dicho atrapamiento.

8.1.2. Procedimiento de enhebrado

Durante el proceso de trefilación, enhebrar adecuadamente un equipo es de suma importancia, ya que de la realización adecuada de dicha actividad dependerá que el proceso funcione de manera eficiente. Para existen equipos pertenecientes a la máquina trefiladora que necesitan obligadamente enhebrarse, los cuales se detalla a continuación.

a) Enhebrado de la caja de dados

Éste procedimiento se realiza después que ha presentado una ruptura de alambre o se ve la necesidad de un cambio de dado. Para el buen enhebrado de una caja de dados el operador debe seguir los siguientes pasos:

1. Forme la punta adecuada y necesaria al alambre con el sacapuntas.
2. Corte con un alicate el extremo del alambre al que le realizó la punta, para que la misma quede recta y no lastime le dado durante el proceso.
3. Enderece el alambre con las manos para quitarle la curvatura y facilitar su ingreso a la caja.
4. Introduzca la punta del alambre por debajo de la polea, en el agujero de la caja de polvo lubricante.
5. Remueva el polvo lubricante que cubre la entrada de la caja del dado para poder introducir el alambre.
6. Guíe la punta del alambre para introducirlo en el agujero de la caja de la pastilla y empújelo para que pase a través de ella y salga por la parte de afuera de la caja.

FIGURA 44. Entrada y salida de alambre por la caja de polvo lubricante



Luego que se le hace punta al alambre, éste debe introducirse en la caja de dados.



La punta del alambre sale por el frente de la caja de dados, para ser enhebrado a la bobina.

Fuente: Trabajo de Campo

b) Enhebrado de bobinas

Para enhebrar adecuadamente la bobina de una máquina trefiladora, el operador debe seguir y realizar los siguientes pasos:

1. Debe mantener la máquina trefiladora apagada.
2. Prende con la cadena la punta del alambre que sale de la caja de dados y con el otro extremo de la cadena sujete la bobina que le sigue a la caja de dados.
3. Baje la compuerta de seguridad.
4. Encienda la bobina para jalar el alambre.
5. Apague la bobina.
6. Levante la compuerta de seguridad para retirar la cadena y amarre la punta del alambre a la bobina.
7. Baje la compuerta de seguridad.
8. Encienda la bobina y siga jalando alambre para que se enrolle en la bobina la cantidad suficiente para enhebrar la siguiente caja de dados.

9. Apague la bobina.
10. Levante la compuerta de seguridad.
11. Desenrolle las vueltas necesarias de alambre para pasar el alambre a través de la polea tensora, de atrás hacia delante.
12. Lleve la punta del alambre hasta el sacapuntas y hágale punta.
13. Repita el procedimiento para enhebrar la caja de dados.
14. Lleve la punta del alambre hasta la soldadora y jale la punta del alambre de la otra bobina hasta la soldadora.
15. Una las dos puntas y lime la rebaba.
16. Baje la compuerta de seguridad.
17. Encienda la bobina para jalar el alambre, teniendo cuidado que no quede fuera de la polea y que la vuelta no se salga del carrizo tensor para seguir con la producción.

c) Enhebrado del cabezal (deadbloc)

Quando ocurre una ruptura en el cabezal (deadbloc) es difícil identificarla si no se está al pendiente de la producción, por lo que deberá guiarse por el ruido que ocasiona el alambre al chocar contra las paredes del *deadbloc* y observe que el alambre de la bobina anterior no es jalado correctamente. Siga los siguientes pasos para garantizar un buen enhebrado del cabezal:

1. Apague completamente la máquina antes de proceder a corregir la ruptura y espere a que se detenga el cabezal en su interior.
2. Abra la compuerta del cabezal.
3. Quite todo el alambre que esté mal enrollado en el cabezal y deseche el que no sirve.
4. Jale la punta del alambre a través del agujero del disco del cabezal para pasarlo a la parte frontal del mismo para enhebrar las poleas.
5. Introduzca la punta del alambre en la caja del dado que se encuentre debajo de las dos poleas verticales.
6. Coloque el gancho de la cadena en la argolla del cabezal y con el otro extremo de la cadena sujete la punta del alambre para jalar de ella haciendo girar el cabezal con las manos.
7. Guíe el alambre a través de las poleas y retírese un poco del cabezal para poner a funcionar el cabezal utilizando el pedal de encendido manual para jalar el alambre.
8. Deslice la vuelta del alambre por la ranura de la bobina del cabezal donde se enrolla el alambre.
9. Retírese del cabezal y cierre sus compuertas para poder ponerlo en marcha utilizando el pedal.
10. Cuando haya jalado suficiente alambre para enhebrar las demás poleas, apague el cabezal.
11. Abra las compuertas del cabezal y retire la cadena.
12. Desenrolle las vueltas de alambre de la bobina del cabezal.
13. Pase el alambre por la polea superior y luego introdúzcalo por la caja de dado que se encuentra debajo de la polea.
14. Enhebre el juego de poleas pequeñas que hacen un zigzag pasando el alambre por la sección del medio a modo de alinear el alambre.
15. Pase el alambre por la polea de abajo y por la pequeña polea que le acompaña al lado derecho.

16. Sostenga el alambre fuertemente y accione el pedal para que al girar el cabezal, jale el alambre y lo enrolle en su bobina.
17. Suelte el pedal y amarre la punta del alambre al brazo del cabezal.
18. Cierre la compuerta del cabezal y encienda el mismo para seguir trefilando alambre.

El cabezal cuenta con dos secciones de poleas, las cuales deben enhebrarse correctamente para su buen funcionamiento y evitar rupturas.

d) Enhebrado del decapador, trefiladora computarizada

El decapador de la trefiladora 10, del tipo computarizado es diferente al de las demás máquinas trefiladoras que son del tipo mecánico, como se mencionó anteriormente, por lo que su enhebrado consta de una serie de pasos que deben seguirse cuidadosamente y realizarse con la trefiladora completamente apagada. Por ser computarizada, posee un software o sistema que no permite el funcionamiento del equipo si la compuerta del cabezal de la misma se encuentra abierta.

El operador encargado de operar ésta máquina debe seguir y tomar en cuenta los siguientes pasos:

1. Apague la máquina completamente para disminuir el porcentaje de sufrir un accidente.
2. Inserte la punta del alambón en el orificio de entrada y jale el alambón manualmente hasta llevarlo al orificio de salida del mismo, sin enhebrar ninguna de las poleas.
3. Lleve la punta del alambón hasta la caja principal de dados para trefilar y enhebre dicha caja.
4. Encienda la trefiladora y utilice la cadena para enhebrar la primera bobina y apague la máquina nuevamente.
5. Jale alambón del devanador, calculando lo suficiente para enhebrar el decapador.
6. Inicie enhebrando las poleas que se encuentra a la entrada del decapador mecánico.
7. Pase el alambón por debajo de las dos poleas y enróllelo en la segunda polea de abajo hacia arriba, contrario a las agujas del reloj.
8. Introduzca el alambón por el medio de las dos poleas.
9. Enhebre la primer polea de abajo hacia arriba de modo que dicha polea pase por encima de dicho par de poleas.
10. Seguido de este par de poleas, se encuentran otro juego de cuatro rodillos pequeños por el cual debe introducir el alambón por debajo del primero y encima del segundo. Para realizar ésta actividad necesita aflojar los tornillos de los rodillos con una llave hexagonal y luego apretarlo para evitar que se salga de dicha posición.
11. Luego pase el alambón por encima del cepillo rotatorio.
12. Pase el alambre en la segunda sección de los cuatro rodillos pequeños.
13. Pase el alambón por detrás de la polea y jale el mismo para llevarlo a la sección de rodillos y páselo a través de las últimas dos poleas. Afloje y apreté los tornillos de dichos rodillos.

14. Pase el alambre por debajo del cepillo rotatorio y jálelo hasta llevarlo a la primera sección de rodillos pequeños y pase el material a través de los dos rodillos restantes, por encima del último y debajo del penúltimo.
15. Jale el alambrón y páselo por la parte detrás de la polea que se encuentra de forma vertical y jale por delante para enhebra dicha polea vertical.
16. Jale el alambrón por delante de todos los pasos ya enhebrados y enhebre finalmente la última polea, la cual se encuentra cerca del orificio de salida del decapador y conduce hacia la máquina trefiladora.
17. Cierre las compuertas de seguridad del decapador y encienda la máquina trefiladora para empezar a producir el alambre trefilado de reducción necesaria.

FIGURA 45. Parte interior del decapador mecánico

Conjunto de poleas y cepillos que permiten la limpieza y remoción de óxido, la orientación del alambre es de izquierda (entrada) a derecha (salida).



Decapador mecánico de máquina computarizada.

Fuente: Trabajo de Campo

8.1.3. Procedimiento de llenado y vaciado de alambre

El procedimiento de llenado y vaciado de alambre debe realizarse cada vez que el brazo del cabezal (deadblock) está a punto de ser cubierto completamente por el alambre trefilado.

a) Llenado de canasta

Cuando la canasta se encuentre vacía, debe llenar adecuadamente teniendo muy presente que deben guardarse las medidas adecuadas de seguridad y manejo del alambre trefilado. Para las máquinas que no poseen un *deadblock* el llenado de bobina con alambre trefilado se realiza de abajo hacia arriba. Para esta actividad deben seguirse los siguientes pasos:

1. Coloque la araña en la base de la bobina, utilizando el polipasto.

2. Levante la compuerta de seguridad.
3. Amarre el gancho de la araña con alambre galvanizado, para que no se levante y pueda marcar el nivel de llenado de la canasta.
4. Utilice la cadena para enganchar el alambre con la bobina.
5. Baje la compuerta de seguridad.
6. Detenga la bobina.
7. Enrolle un poco de alambre de la parte superior de la bobina para permitir que el nivel del alambre trefilado disminuya.
8. Detenga la máquina cuando el nivel del alambre rebase la altura total de la araña.
9. Realice dos ataduras pequeñas en los extremos del rollo de alambre trefilado con alambre galvanizado, para que el alambre no se salga de la canasta cuando se esté llenando.
10. Baje la compuerta de seguridad y encienda nuevamente la máquina.

FIGURA 46. Canasta llena y lista para ser vaciada



Araña lista para ser para vaciar alambre trefilado.

Fuente: Trabajo de Campo

b) Vaciado de canasta

Cuando la canasta se encuentre llena, se deberá desocupar o vaciar con la finalidad de poder continuar con la producción y tener de igual manera un lugar adecuado en el cual pueda descargarse toda aquella producción de alambre trefilado, obtenida durante el proceso de trefilación. Normalmente ésta actividad se realiza en aquellas máquinas que carecen de un *deadblock* o cabezal.

Para realizar el vaciado de canasta se deben seguir los siguientes pasos:

1. Apague la máquina por completo.
2. Levanta la compuerta de seguridad.
3. Corte el extremo dl alambre que salde la caja de dados.
4. Enrolle la punta suelta con el alambre de la canasta, a manera de hacer un atado que sirva para que la punta no esté suelta como también para que el rollo no se afloje.
5. Baje la compuerta de seguridad.

6. Guie el polipasto hasta la parte superior de la araña.
7. Coloque el gancho del polipasto en la argolla que se encuentra ubicada en la parte superior de la araña.
8. Levante la araña con el polipasto.
9. Baje lentamente la araña y con precaución para que ésta quede dentro del depósito de alambre.
10. Apelmace el alambre con las manos para que sea más sencillo atarlo y el rollo no quede flojo.
11. Realice cuatro atados alrededor del alambre desde la parte inferior hasta la parte superior del rollo que se ha formado y apreté fuertemente con el alicate dichos atados con la finalidad de crear firmeza en el rollo, al momento de estibarlos en el suelo.
12. Mueva los extremos de la araña hacia el centro a modo de separar el alambre de la misma.
13. Retire la araña de la canasta para que ésta pueda ser colocada nuevamente en la bobina y se pueda continuar con el proceso.
14. Una vez ha retirado la araña del alambre y la ha colocado sobre la bobina, continúe con el proceso.
15. Aplique palanca con una de las parales que tiene el depósito a modo de bajar el rollo hacia el suelo.
16. Coloque el rollo en su lugar de forma segura, evitando su rodamiento hasta que el montacargas pase a recogerlo.

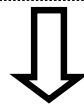
NOTA: Nunca debe subir al rollo de alambre y brincar sobre él para bajar el alambre o para “apelmazar” el mismo. Utilice las manos cubiertas con sus guantes y ejerza fuerza hacia abajo.



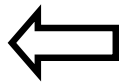
Canasta vacía.



Levantado del brazo.



Juntar alambre a mover.



Deslizar alambre por brazo.



Acomodar alambre manualmente.

c) Retirar canasta llena en el deadblock

Para cambiar la canasta llena en aquellas máquinas trefiladoras que poseen cabezal (deadblock) por una canasta nueva, realice los siguientes pasos:

1. Apague la máquina.
2. Abra las compuertas del cabezal.
3. Corte la punta del alambre que se encuentra en el brazo del cabezal para separar la canasta del mismo.
4. Párese sobre una base de metal (cada máquina con *deadblock* la posee) para levantar el brazo y sujetarlo con el gancho de la cadena de seguridad. Ésta cadena se encuentra adherida al cabezal para que sea de fácil acceso y permita el desalojo de la canasta llena de alambre.
5. Pídale favor al operador del montacargas que retire la canasta de alambre.
6. Al llegar el operador del montacargas al área donde se ubica la canasta, retire las cuñas que dicha canasta posee en su parte inferior y que sirven para evitar el movimiento en cualquier dirección.
7. Una vez el operador del montacargas ha retirado la canasta llena, puede colocar una nueva canasta vacía y prosiga con el proceso productivo.

FIGURA 47. Canasta llena y lista para ser retirada por vehículo montacargas



Fuente: Trabajo de Campo

d) Colocar canasta vacía en el deadblock

Con la máquina debidamente apagada, siga los siguientes pasos:

1. Coloque la canasta vacía debajo del brazo del cabezal.
2. Colóquela a las ruedas de la canasta, ubicadas en la parte inferior de la misma una serie de cuñas para evitar que se mueva hacia los lados y lastimar el equipo u operador del área misma.
3. Suelte el gancho del brazo y colóquelo sobre la parte superior de la canasta.
4. Revise que la canasta se encuentre en una adecuada posición y de manera segura.
5. Cierre las compuertas del cabezal.

6. Encienda nuevamente el cabezal y prosiga con la activación de las bobinas anteriores, hasta tener en funcionamiento total a toda la maquinaria.

FIGURA 48. Canasta vacía y lista para llenarse de alambre nuevamente



Fuente: Trabajo de Campo

8.1.4. Procedimiento de mantenimiento de equipo

Dentro de toda actividad productiva es muy importante brindarle al equipo de planta el servicio y mantenimiento adecuado y para ello se detallan a continuación los procedimientos relacionados al mantenimiento de cada uno de estos equipos.

a) Mantenimiento de la máquina trefiladora

El mantenimiento de las máquinas trefiladoras se realizará una vez por semana en la jornada matutina, regularmente se lleva a cabo los días lunes por ser inicio de semana y garantizar que durante el resto de la misma no existirán complicaciones de fuerza mayor que provoquen el paro inmediato de la máquina. Cada operador deberá encargarse del mantenimiento de su propia máquina. A la tarea de inspeccionar, revisar y mantener adecuadamente y con el tiempo suficiente a un equipo, independientemente del tipo de empresa, se le conoce también como mantenimiento preventivo.

A continuación se mencionan algunas observaciones y pasos importantes que deben tomarse en cuenta al momento de realizar el mantenimiento preventivo, siendo estos:

1. Durante el mantenimiento mecánico, los electricistas deberán desactivar con anterioridad la energía eléctrica por seguridad y el operador de la maquinaria debe tener completamente apagada la misma.
2. Remueva el polvo.
 - a. Utilice aire comprimido a través de una manguera conectada al compresor de aire más cercano a la máquina si en dado caso existiese.
 - b. Utilice una escoba para sacudir el polvo presente en aquellos lugares altos que posea la maquinaria.
 - c. En lugares pequeños, utilice una brocha para limpiar el polvo.
3. Remueva el sobrante de polvo con wipe.
4. Limpie muy bien los lugares que tiene grasa para luego engrasarlos con grasa limpia y nueva. Las partes de la máquina que debe engrasar son los rodillos decapadores, las poleas, los carrizos y las bobinas.

5. Revise que cada una de las piezas de la máquina se encuentren en buen estado (pastillas o dados, poleas, carrizos, bobinas y compuertas de seguridad).
6. Revise que las compuertas de seguridad se eleven y desciendan sin ninguna complicación.
7. Revise que las compuertas se sostengan por sí solas y no desciendan repentinamente, para evitar un atrapamiento.
8. La limpieza de algunas piezas (superficies externas) y partes del equipo deberán realizarse con gas líquido, después de haber desempolvado y revisado que la máquina esté en buenas condiciones. Para ésta actividad utilice wipe con gas.
9. Después de haber limpiado las áreas necesarias con wipe, deberá remover la presencia de gas con wipe seco y limpio.
10. Cuando la máquina se encuentre totalmente limpia y revisada, engrase una por una las piezas que requieren grasa para su funcionamiento y con wipe, remueva el exceso de grasa que salga por las orillas.

NOTA: Nunca debe subirse a las partes altas de la máquina (polipasto). Para éste tipo de equipos el operador deberá solicitar la ayuda del departamento eléctrico.

FIGURA 49. Máquina limpia después del mantenimiento respectivo



Fuente: Trabajo de Campo

b) Mantenimiento de la bomba de agua

Después de realizar el mantenimiento de las máquinas, todos los trabajadores del área deben recurrir al cuarto de bomba para darle el mantenimiento adecuado. Se deben seguir los siguientes pasos referentes al mantenimiento indicado:

1. Sacuda el polvo de la bomba.
2. Barra el cuarto donde se ubica la bomba.
3. Revise que no existan fugas de agua.
4. Engrase el motor de las bombas.
5. Revise la presión del agua.
6. Limpie las cajas eléctricas únicamente por la parte exterior.

FIGURA 50. Bomba de agua utilizada en la torre de enfriamiento



Fuente: Trabajo de Campo

c) Mantenimiento de la torre de enfriamiento

La torre de enfriamiento es un equipo que aunque no está directamente inmersa en el proceso productivo, es de suma importancia que éste equipo exista, ya que tiene como función la de enviar agua suficiente hacia todos aquellos ductos utilizados para el enfriamiento de las máquinas trefiladoras.

El procedimiento referente al mantenimiento de la torre de enfriamiento se divide en la parte de dosificación de químico (químico utilizado para evitar presencia de impurezas o “sarro” generadas por el proceso y partículas de hierro presentes en la tubería de agua) y la otra parte está directamente relacionada al tanque de agua que contiene dicha torre. A continuación se detalla el procedimiento a seguir para el buen mantenimiento de una torre de enfriamiento utilizada en el proceso de trefilación:

1. DOSIFICADOR DE QUÍMICO PARA LA TORRE DE ENFRIAMIENTO

- a. El dosificador contiene 5 galones los cuales se reemplazarán semanalmente cuando se realiza mantenimiento. Si fuera necesario realizar recargas de dicho químico antes de finalizar la semana, se deberá proceder a la recarga. La recarga a realizar debe ser de la siguiente manera:
 - i. Cargar al dosificador 2.5 galones de químico.
 - ii. Cargar al dosificador 2.5 galones de agua potable.

2. TANQUE DE AGUA DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO

- a. Agregar al tanque de la torre de enfriamiento 0.5 galones de químico directamente, sin mezclarlo.
- b. Agregar cada mes 1 galón de químico de manera directa al tanque de agua, sin mezclarlo.
- c. Al finalizar cada año calendario, debe realizar un mantenimiento general a la torre de enfriamiento que consiste, en limpieza de tubería, limpieza del tanque de agua, limpieza del área en general y revisión como mantenimiento de las bombas de agua, desde el punto de vista eléctrico y mecánico.

FIGURA 51. Dosificador con químico utilizado para mantener limpia las tuberías de agua



Dosificador de químico que ayuda a mantener las tuberías de la torre de enfriamiento libres de suciedad o "sarro".

Torre de enfriamiento donde es utilizado el químico para limpieza de tuberías de agua.



Fuente: Trabajo de Campo

d) Mantenimiento de la soldadora

El procedimiento a seguir para tener en condiciones adecuadas e ideales las soldadoras utilizadas durante el proceso de trefilación es el siguiente:

1. Verifique que la soldadora se encuentre desconectada de la energía eléctrica.
2. Remueva el polvo con wipe en todas aquellas piezas que posee la soldadora, así como la plataforma donde la misma se encuentra.
3. Con una brocha debe retirar el polvo de las piezas pequeñas.
4. Humedecer wipe con un poco de gas y proceda a limpiar la soldadora, así como la plataforma.
5. Revisar que el cable y la conexión de la soldadora se encuentre en buen estado y en ningún tramo del mismo se vean roturas o cables sueltos.

FIGURA 52. Posición adecuada del cable y conexión eléctrica de la soldadora



Fuente: Trabajo de Campo

NOTA: Nunca destape la soldadora. Si observa algún problema eléctrico debe informar al supervisor de área inmediatamente sobre el problema suscitado. El supervisor será el responsable de dar aviso al departamento eléctrico de la planta sobre la falla y solicitar el apoyo para la reparación inmediata.

e) Mantenimiento del sacapuntas

Para realizar adecuadamente el mantenimiento al sacapuntas debe seguir los siguientes pasos:

1. Utilice un wipe seco para remover el polvo y la grasa que se encuentre en los rodamientos o cojinetes.
2. Utilice wipe mojado con gas para remover la suciedad que se halle penetrado en la estructura y partes del sacapuntas.
3. Retire el exceso de gas con wipe seco.
4. Engrase los cojinetes del sacapuntas con la graserá.
5. Para limpiar las ranuras que se encuentren en los rodillos del sacapuntas, utilice wipe mojado con gas.
6. Para limpiar las partes de los rodillos que no se logren alcanzar, retire las manos de los rodillos y con el pie presione el pedal para que los rodillos giren y luego deténgalo de tal manera que la parte sucia de los rodillos quede libre para poderla limpiar adecuadamente.

NOTA: No limpie los rodillos del sacapuntas mientras está presionando el pedal activador. Recuerde que por la propia seguridad del operador, es prohibido secar o limpiar partes en movimiento porque se corre el riesgo de atrapamiento.

8.1.5. Formatos y normas utilizados dentro del proceso

a) Formato para control de rupturas

El control de rupturas dentro del proceso de trefilación es de suma importancia, ya que de éstos datos pueden obtenerse los rendimientos de cada una de las diferentes materias primas utilizadas. A mayor número de rupturas, menor es el rendimiento de la materia prima, menor el porcentaje de producción registrado por día, aumento de fatiga y posibles riesgos de sufrir accidentes como resultado del agotamiento.

El formato contiene una serie de 9 columnas debidamente enumeradas las cuales ejemplifican el número de pasos posibles que puede tener una trefiladora. De igual manera cada columna contiene una numeración que va desde 1 a 40, que viene a ser el número máximo de rupturas posibles en el que una materia prima (alambrón) es aceptada y permitido para el proceso, según normas internas (de manera informal) de la empresa. Dependiendo de la materia prima se pueden presentar pocas ó muchas rupturas.

El formato debe ser práctico, útil y de fácil comprensión para el operador así como para los mandos medios y altos. Para lograr determinar el número adecuado de rupturas presentadas a lo largo de un turno, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Solicitar al inicio del turno el formato de control de rupturas.

b) Formato a utilizar para contener los procedimientos

Para efectos de estandarización futura y a modo de establecer una igualdad de estructura en cada procedimiento de trabajo, se debe plantear y contener en un mismo diseño la información requerida. Este formato deberá contener el logotipo de la empresa metal mecánica, una codificación que permita ordenar administrativamente cada uno de los procedimientos, el nombre de la persona que elaboró el procedimiento, el nombre del responsable que autorizar el procedimiento, la fecha de emisión, la fecha de revisión (si existiera) y el número de página en caso fueran 2 o más páginas.

La codificación utilizada será la siguiente:

EMPLUG = colocar iniciales de la empresa seguido del lugar de aplicación del procedimiento.

PROC = colocar siempre éstas iniciales que hace referencia a un "Procedimiento".

CAL = colocar siempre éstas iniciales que hace referencia a una "Calibración".

RECOM = colocar siempre éstas iniciales que hace referencia a una "Recomendación".

VAR = colocar siempre éstas iniciales que hace referencia a "Varios".

REG = colocar siempre éstas iniciales que hace referencia a un "Registro"

NUM = área donde deberá colocar el número de procedimiento que corresponde, iniciando con el numeral "01". Si existiere un procedimiento anexo al original, la numeración del procedimiento deberá colocarse de la siguiente manera "01.01".

En la sección de anexos se puede encontrar el formato a utilizar para contener los procedimientos.

c) Formato de recomendaciones laborales

El formato de recomendaciones será aquel documento en que el operador del área podrá encontrar las observaciones más relevantes e importantes a tomar en cuenta antes y durante el proceso de trefilación.

Las observaciones a tomar en cuenta son las siguientes:

AL MOMENTO DE VACIAR LA CANASTA EN LA ARAÑA

1. No DEBE pararse ni brincar sobre el rollo de alambre, para "apelmazar" o reducir de tamaño el rollo. DEBE apretar el rollo haciendo presión con las dos manos y después realizar el amarre correspondiente.
2. DEBE utilizar siempre su equipo de protección personal (EPP) durante el proceso de trefilación.

Situación de riesgo en términos de lesión	El operador puede resbalarse y sufrir heridas, contusiones o fracturas.
Situación de riesgo en términos de daños materiales	Ninguna
Prevención	Utilizar las manos protegidas con los guantes para ejercer fuerza hacia abajo y

	sobre el rollo a modo de compactarlo.
--	---------------------------------------

EN LA LIMPIEZA DEL CARRIZO TENSOR

1. NO DEBE introducir la mano con wipe mientras la máquina se encuentra en funcionamiento.
2. NO DEBE trabajar con las compuertas de la maquinaria abiertas.
3. DESACTIVE el equipo cuando éste lo requiera; muchas veces cuando se desactiva un equipo, algunos elementos quedan parcialmente encendidos (motor, cajas reductoras, etc.) que pueden activarse por error y provocar un accidente.
4. APAGUE el equipo cuando éste sea necesario. Cuando se apaga un equipo, todos los elementos que contenga el mismo quedan sin funcionamiento alguno y se evita el riesgo de sufrir un accidente.
5. DEBE utilizar siempre su equipo de protección personal (EPP) durante el proceso de trefilación.

NOTA: Tenga muy presente que no es lo mismo: *Desactivar y Apagar, según lo descrito en el numeral 3 y 4 listado anteriormente.*

Situación de riesgo en términos de lesión	El operador puede sufrir un atrapamiento debido a partes móviles de la propia maquinaria. Sufrir severos golpes, si llegara a reventar el alambre en ése preciso instante.
Situación de riesgo en términos de daños materiales	Ninguna
Prevención	Debe realizar la limpieza del carrizo cuando la máquina se encuentre apagada.

DURANTE EL PROCESO

1. NO DEBE olvidar bajar las compuertas de seguridad, ya que éstas garantizarán un posible accidente al momento de provocarse una ruptura en el alambre trefilado.
2. NO DEBE acercarse a un equipo que posea partes móviles, si dichas partes no poseen la protección adecuada.
3. DEBE utilizar siempre su equipo de protección personal (EPP) durante el proceso de trefilación.
4. NO DEBE hacer recargas de lubricante en seco (polvo para trefilar) cuando la maquinaria se encuentra en movimiento.

Riesgo asociado en términos de lesión	El operador puede ser golpeado por el alambre, provocando heridas abiertas y profundas. Que el operador sufra golpes en sus manos y un alto porcentaje de perder las mismas.
--	---

<p>Riesgo asociado en términos de daños materiales</p>	<p>Daños a la maquinaria ya que se puede provocar un “atracón” entre las piezas de la caja de polvos.</p> <p>No opere las máquinas con las compuertas abiertas.</p>
<p>Prevención</p>	<p>Desactivar el paso en donde se requiera hacer recargas de polvo lubricante.</p> <p>Revisar el nivel del polvo lubricante dentro de la caja de polvos como mínimo cada hora y hacer la recarga correspondiente, si ésta lo requiere.</p>

d) Formato de calibraciones a utilizar según el tipo de materia prima a trabajar

El formato de calibraciones a utilizar según el tipo de materia prima trabajada será aquel que contenga los datos necesarios que garanticen una mejor orientación y que a la vez reduzcan los tiempos de consulta al supervisor sobre los diámetros requeridos al momento de trabajar con cierto alambrón y composición química.

En la sección de anexos se presenta el formato de calibraciones a utilizar según el tipo de materia prima a trabajar.

e) Normas que rigen el proceso de trefilación

¿Qué es una norma?

Una norma es un documento que ha sido desarrollado y establecido dentro de los principios de una organización y que cumple los requisitos de los procedimientos y regulaciones necesarios para el trabajo. Las normas elaboradas se elaboran por consenso y participación de todas las partes que tienen interés en el desarrollo ó uso de las normas.

Las normas de trefilación externas son necesarias dentro de dicho proceso ya que a partir de ellas una industria metal mecánica, puede garantizar un producto de buena calidad y con ello establecer ciertos parámetros y características (químicas como físicas) del producto. Existen normas específicas para el proceso los procesos de trefilación, conformado de clavos, alambre espigado ó de púas, entre otros.

f) Norma AISI

La norma **AISI/SAE** (también conocida por SAE-AISI) es una clasificación de aceros y aleaciones de materiales no ferrosos. Es la norma más común y utilizada en los Estados Unidos. La norma AISI también hace referencia a la clasificación de aceros útiles para herramientas, según el método de templado, características y aplicaciones especiales.

AISI significa *American Iron and Steel Institute* (Instituto americano del hierro y el acero), mientras que SAE significa *Society of Automotive Engineers* (Sociedad Norteamericana de Ingenieros Automotores).

En este sistema los aceros se clasifican con cuatro dígitos. El primero especifica la aleación principal, el segundo indica el porcentaje aproximado del elemento principal y con los dos últimos dígitos se conoce la cantidad de carbono presente en la aleación. AISI clasifica las herramientas en 7 grandes grupos de la siguiente forma:<

LETRA	=	SIGNIFICADO
W	=	Temple en agua.
S	=	Resistentes al impacto.
O	=	Trabajo en frío_templable en aceite.
A	=	Alto carbono_alto cromo.
D	=	Trabajo en frío.
H	=	Trabajo en caliente.
T	=	Alta velocidad_base tungsteno.
M	=	Alta velocidad_base molibdeno.
P	=	Aceros para moldes.
L	=	Trabajos específicos de baja aleación.
F	=	Trabajos específicos al carbono–tungsteno.

AISI clasifica también los aceros para la construcción de la siguiente forma:

SERIE	=	SIGNIFICADO
Serie del grado 1	=	Aceros al Carbono.
Serie del grado 2	=	Aceros al Níquel.
Serie del grado 3	=	Aceros al Cromo_Níquel.
Serie del grado 4	=	Aceros al Molibdeno.
Serie del grado 5	=	Aceros al Cromo.
Serie del grado 6	=	Aceros al Cromo_Vanadio.
Serie del grado 7	=	Aceros al Tungsteno.
Serie del grado 8	=	Aceros Mangano_Siliciosos (utilizados normalmente en los plásticos de los automóviles y espirales de suspensión).

g) Norma ASTM

Las normas ASTM significa American Section of the International Association for Testing Materials y son las que regulan las normativas para la prueba de materiales. Dentro de estas normativas se estudian y analizan la elasticidad del alambre, ductilidad, resistencia mecánica, ensayos de compresión, etc.

La finalidad de ésta norma al igual que la AISI es comprobar la calidad en los materiales, no solo en cuanto a su resistencia, sino también en posibles daños a la salud por ejemplo, ya que también regulan otro tipo de materiales, como el uso de polímeros para la industria de los alimentos, por mencionar alguno.

En la sección de anexos se dan a conocer las normas ASTM utilizadas para el proceso de trefilado de alambre y que actualmente son utilizadas con la finalidad de garantizar un trabajo de calidad.

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados se obtuvieron con cooperación y participación del personal operativo de la planta de trefilación, encargados, supervisor y jefe de planta. Se logró establecer aquellas actividades básicas e importantes que debe conocer una persona que está por ingresar como operario a la sección, por primera vez.

Durante la realización del presente manual de procedimientos operativos, los involucrados pudieron darse cuenta de la marcada diferencia que existe entre un operador y otro, al momento de realizar la misma tarea. A pesar de conseguir el mismo resultado, que prácticamente es la obtención de un producto terminado de buena calidad, lo que se traduce en beneficios de negocios como ahorros, eficiencia, reducción de tiempos muertos y de entrega, reducción de horas extras, etc.

El Jefe de Planta sugirió que se implementara la utilización de dicho manual y con ello identificar a lo largo de una semana (5 días), el comportamiento de los operadores, así como identificar y comprobar que realizar tareas comunes durante el proceso de trefilación traería beneficios bilaterales, para el personal operativo como para la empresa misma, ya que una de las finalidades de este manual y para el cual fue creado era la optimización y mejora en la eficiencia productiva de cada estación de trabajo. Aunque al inicio, como todo proceso de inducción el asimilar y sobre todo llegar a romper el paradigma de “siempre lo he realizado así” resultó difícil pero con el pasar de los días, se observaba la realización de actividades de acuerdo a lo descrito en dicho manual.

Los resultados fueron favorables, provocando en el operador satisfacción personal, aumento considerable de la eficiencia productiva en un 3% equivalente a 18 toneladas semanales y optimización del tiempo efectivo de trabajo en 2% aproximadamente, equivalente a 48 minutos diarios utilizados en el proceso. Tanto el personal operativo como administrativo aceptaron con buena actitud el uso del manual para el proceso de trefilación, consientes de una mejora continua y estableciendo una sinergia entre ambas partes a fin de lograr el éxito deseado.

Al momento de dar a conocer a la planta las normas ASTM actualizadas que están relacionadas con el tema de la trefilación de alambre, fue muy interesante observar la sinergia existente entre las líneas altas, medias y bajas dentro de la planta, convencidos y enfocados en mejorar el proceso como tal, reducir los tiempos de aprendizaje, obtener productos de buena calidad y brindarle al cliente final garantías de excelencia y satisfacción personal como a nivel de equipo de trabajo. Involucrar al jefe de planta, supervisor de área y operadores, disminuyó la incertidumbre inicial y provocó la aceptación voluntaria en su totalidad de los involucrados.

El manual de procedimiento con un valor agregado de imágenes que ejemplifican cada actividad del proceso, mejoró el aprendizaje, enseñanza y comprensión de los trabajadores antiguo como de nuevo ingreso, utilizando como base la teoría del lado administrativo y la práctica del lado operativo.

El manual, permitió la identificación de fallas antes, durante y posterior al proceso que generó el uso de recursos económicos, físicos y humanos para lograr una eficiencia en el trabajo.

10. CONCLUSIONES

- 10.1. Se generó el manual de procedimientos, que da lugar a la estandarización del proceso de trefilación de alambre, a un nivel básico de los procesos operativos.
- 10.2. Se documentó el manual con indicadores internos de producción luego de utilizar adecuadamente los procedimientos operativos para el proceso en estudio, obteniendo resultados de incremento semanal de 18 toneladas equivalente al 3%.
- 10.3. Con el apoyo de jefatura, supervisión y sector operativo en conjunto se logró un enfoque primordial para homogenizar y estandarizar las actividades realizadas durante proceso de trefilación y reducir el tiempo de capacitación.
- 10.4. Se logró la homogenización de los formatos, estandarizando las actividades del proceso de trefilación de alambre.
- 10.5. La norma de trabajo propuesta en el manual de procedimientos operativos, permitirá aumentar la eficiencia en la empresa.
- 10.6. Se establecieron los estándares de requerimientos físicos, económicos y humanos, para el proceso de trefilación de alambre en el manual.
- 10.7. Se estableció en el manual la norma ASTM 510-03, ASTM 853-04 y ASTM A121 enfocadas específicamente a la calidad del proceso de trefilación.

11. RECOMENDACIONES

- 11.1. El presente manual queda a disposición del Jefe de Planta con la finalidad de adecuarlo a la necesidad establecida y como fuente de consulta.
- 11.2. Todo manual, independientemente de la función y aplicación que éste posea, puede requerir de cambios y/o modificaciones que logren únicamente la mejora continua en el aprendizaje del personal operativo, por lo que se le recomienda al Jefe de Planta y Supervisor revisar y modificar (si fuese necesario) los procedimientos de operación anualmente, en pro de dicha mejora continua.
- 11.3. Se recomienda que tanto el Jefe de Planta como Supervisor del área, entreguen una copia al personal de nuevo ingreso y luego comprobar resultados de dicha teoría en el campo de la práctica.
- 11.4. Al momento de establecer algunas mejoras por parte de Jefes y Supervisores en conjunto, es recomendable seguir utilizando la estructura y formatos utilizados durante el desarrollo del presente manual a fin de no perder uno de los enfoques futuro de estandarización una vez la Planta decida incursionar dentro de éste tema en particular.
- 11.5. Pueden tomarse en cuenta las normas presentadas en la sección de Anexos, siempre y cuando se persiga la obtención de producto de buena calidad y respaldada por una base teórica.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 12.1. Aguilar Prado, Alvaro. (Mayo de 1,990). Montaje y funcionamiento de una planta de trefilación.
- 12.2. Catalogo de Productos. s.f. Bobina de aluminio para alambión de trefilación. Argentina.
- 12.3. Cuevas Streeter, Alejandro. (Junio del 2,008). Procesos de Manufactura en la Trefilación. Santiago de Chile.
- 12.4. Duran Luna, Hasael, (Agosto del 2,008). Diseño de Herramientas. México DF.
- 12.5. E. Doyle, Laurence, A. Keyser, Carl, L. Leach, James, F. Schrader, George, B. Singer, Morse. 3ª Edit. Materiales y procesos de manufactura para ingenieros. Traducción al español en México.
- 12.6. E. Shigley Joseph & D. Mitchell Larry. (1998). Diseño en Ingeniería Mecánica. 4ª. Edición. Editorial McGraw Hill.
- 12.7. F. Dixon, Robert & Robert, Regina. (1989). The manufacture of ferrus wire. Connecticut, U.S.A. Vols. 1 y 2.
- 12.8. Guía de Electroodos. (2000). Conarco Electroodos. Editado por grupo CONARCO, Guatemala.
- 12.9. Japanese Standards Association. Ferrous Materials and Metallurgy. 7ª. Edición. Impreso en Japon.
- 12.10. Lawrence E. Doyle / Carl A. Keyser / James L. Leach / George F. Schrader / Morse B. Singer. (2003). Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros. 3ª. Edición. Impreso en México.
- 12.11. P. Groover Mikell. (1997). Fundamentos de Manufactura Moderna, materiales, proceso y sistemas. Impreso en México.

- 12.12. Ramírez Córdova, Walter Emilio. (2,008). Mejora y control de tiempos muertos, para eficientar la productividad de Trefilado, Espigado y Galvanizado, para la empresa de Aceros de Guatemala, S.A. Guatemala.
- 12.13. Revista: Advanced Material & Processes. 1988. Material in Action. 3/88. Grupo Metal Progress.
- 12.14. R. Kibbey, Donald & D. Moore, Harry. (1,990). 9ª Edición. Manual del Ingeniero Mecánico. Impreso en México.
- 12.15. Revista OptiCut wire cutting technology (2005). Grupo Clifford. U.S.A. No. 5.
- 12.16. Roger G. Schroeder. (1992). Administración de Operaciones / Toma de decisiones en la función de operaciones. 3ª. Edición. Editorial Mc Graw Hill.
- 12.17. Stephen P., Mary Robbins Coulter. Administración. 6ª. Edición. México: Editorial Mexicana.
- 12.18. TORRES, Sergio. (2,004). Ingeniería de plantas. Guatemala.
- 12.19. W. John Davis. (2006). Técnica del Manejo de Materiales. Editorial Penton de Santiago de Chile.
- 12.20. www.wikipedia.com.gt (visita en septiembre 2010)
- 12.21. www.Ce.jhu.edu/bschafer/cupsm (visita en octubre 2010)
- 12.22. www.es.wikipedia.org/wiki/AISI-SAE (visita en agosto 2010)
- 12.23. www.es.wikipedia.org/wiki/AISI-SAE (visita en agosto 2010)
- 12.24. www.astm.org/SNEWS (visita en agosto 2010)
- 12.25. www.gestiopolis.trefilar/0129472.pdf (visitado en septiembre 2010)

13. GLOSARIO

Definición	Significado
Aceite	Tiene como finalidad interponerse entre dos superficies para evitar altas temperaturas, desgaste y deterioro de dos piezas que entran en contacto entre sí. Posee una consistencia líquida y comúnmente es utilizada para piezas internas como cojinetes, engranajes, etc.
Alambre	Definición que se le da a un alambrón que ha sido sometido a un esfuerzo mecánico.
Apelmazar	Sinónimo que se le da a la actividad de hacer presión en un rollo de alambre para disminuir su altura.
Cable	Conjunto de alambres que previamente han sufrido un esfuerzo mecánico y que son fabricados para soportar mayores cargas o pesos.
Colaborador	Nombre que se le da a la persona que trabaja dentro del área pero que no está directamente relacionada con el proceso de trefilación.
Calibración	Actividad que se realiza durante el proceso de trefilación y se realiza cuando el trabajador desea determinar con un micrómetro el diámetro del alambre y garantizar que éste no se encuentre fuera del rango permitido.
Cojinetes	Conocidos también como rodamientos, y está formado por dos cilindros entre los que se intercala un juego de bolas ó rodillos que pueden girar libremente.
Contusiones	Golpes que pueden recibir los operadores del área por una pieza u objeto que genera una coagulación de sangre conocida como morete.
CPT	Con Pérdida de Tiempo, Accidente que sufre un trabajador y que por la gravedad del mismo, debe suspender su actividad laboral.

Decapador mecánico	Equipo auxiliar que se encuentra al inicio de la máquina trefiladora y es utilizado para remover todo el óxido que se ha logrado adherir al alambre debido a un tiempo prolongado de almacenamiento.
EPP	Siglas que hacen referencia a: "Equipo de Protección Personal".
Fractura	Acción producida por un golpe de extrema potencia que provoca el quiebre de un hueso o parte frágil del cuerpo.
Grasa	Tiene como finalidad interponerse entre dos superficies para evitar altas temperaturas, desgaste y deterioro de dos piezas que entran en contacto entre sí. Posee una consistencia pastosa y es aplicada normalmente en superficies expuestas como engranes.
Herida	Rotura de la piel producida por un golpe, corte, etc.
Lubricante en seco	Insumo utilizado durante el proceso de trefilación con funciones idénticas a los aceites y grasas, sólo que la diferencia es que posee una apariencia granular (polvo).
Manual	Documento en el cual se pueden encontrar procedimientos, normas, especificaciones, catálogos, etc., y que ayudan a una persona a encontrar de mejor manera la información.
Procedimiento	Conjunto de pasos que debe seguir una persona para realizar adecuadamente una tarea determinada.
Operador	Nombre que se le da a la persona que trabaja dentro del área y está directamente relacionada con el proceso de trefilación.
Ovalidad / Alambre cuadrado	Nombre que recibe el alambre cuando éste deja de presentar un diámetro uniforme, debido a que el dado ha dejado de ser útil por el constante trabajo.
Prensa	Máquina utilizada para comprimir.

	Usualmente dentro del proceso sirve para sujetar firmemente 2 extremos de alambre que han sido soldados y que requieren de ser limados.
SPT	Sin Pérdida de Tiempo. Accidente que sufre un trabajador y que por la gravedad del mismo no debe suspender la actividad laboral. Muchas veces puede ser reubicado en otra área.
Wipe	Equipo de limpieza utilizado durante las actividades de mantenimiento.

14. ÍNDICE DE FIGURAS

1. Ejemplo del funcionamiento de la trefilación de alambre	05
2. Diagrama del proceso de trefilación	06
3. Materia prima necesaria para el proceso de trefilación	07
4. Lubricante en seco utilizado para el proceso de trefilación	08
5. Trefiladora mecánica utilizada durante el proceso de trefilación	09
6. Trefiladora computarizada utilizada durante el proceso de trefilación	10
7. Devanador	11
8. Decapador mecánico	12
9. Rodillos decapadores	12
10. Caja principal para polvo de trefilar	13
11. Bobina y carrizo tensor	13
12. Polea tensora	14
13. Caja para polvo de trefilar	14
14. Cabezal (deadblock)	15
15. Canasta	15
16. Araña	16
17. Sacapuntas	16
18. Soldadora a tope	17
19. Engrasadora manual	18
20. Llave Allen	18
21. Llave boca fija	19
22. Caja para dado de tungsteno	19
23. Dado de tungsteno	20
24. Cadena	20
25. Gancho	21
26. Bomba de agua	21
27. Torre de enfriamiento	22
28. Nivel adecuado de alambre en la bobina	27
29. Micrómetro utilizado dentro del proceso de trefilado de alambre	28
30. Sentido de cada una de las reducciones en la máquina	29
31. Reducción para trefilar calibre 16 con 7 bobinas sin cabezal	29
32. Reducción para trefilar calibre 16 con 7 bobinas y 1 cabezal	29
33. Reducción para trefilar calibre 15 con puente de 7 bobinas	30
34. Reducción para trefilar calibre 15 con 6 bobinas	30
35. Reducción para trefilar calibre 09 con 2 bobinas	30
36. Controles de mando de la trefiladora computarizada	33
37. Comando que activa el motor lubricante	34
38. Comando para el control del decapador mecánico	35
39. Serie de comandos para el funcionamiento de la maquinaria	35
40. Control numérico	36
41. Flechas de control	36
42. Defectos presentados en el dado de tungsteno	38
43. Puntas de alambre unidas con soldadora	39
44. Entrada y salida de alambre por la caja de polvo lubricante	46
45. Parte interior del decapador mecánico	49
46. Canasta llena y lista para ser vaciada	50
47. Canasta llena y lista para ser retirada por vehículo montacargas	53

48.	Canasta vacía y lista para llenarse de alambre nuevamente	54
49.	Máquina limpia después del mantenimiento respectivo	55
50.	Bomba de agua utilizada en la torre de enfriamiento	56
51.	Dosificador con químico utilizado para mantener limpia las tuberías de agua	57
52.	Posición adecuada del cable y conexión eléctrica de la soldadora	57
53.	Formato de control de rupturas para el proceso de trefilado	59
54.	Clasificación de los aceros	76
55.	Identificación de colores según la materia prima a utilizar	77
56.	Especificaciones de nueva generación de dados	78
57.	Norma ASTM 510M – 03	79
58.	Norma ASTM 853 – 04	86
59.	Norma ASTM A121	89
60.	Formato para procedimientos operativos (parte frontal)	91
61.	Formato para procedimientos operativos (parte trasera)	92

15. ÍNDICE DE TABLAS

I. Tipos de calibres resultantes del proceso de trefilación	10
II. Comandos y funciones de la máquina computarizada	37

16. ANEXOS

FIGURA 54. Clasificación de los aceros

Sistemas SAE, AISI y UNS para clasificar aceros

Designación		TIPOS DE ACEROS
AISI - SAE	UNS	
10XX	G10XXX	Aceros al Carbono comunes
11XX	G11XXX	Aceros maquinables, con alto S
12XX	G12XXX	Aceros maquinables, con alto P y S
13XX	G13XXX	Aceros al Manganeso, con 1,75 % Mn
15XX	G15XXX	Aceros al Manganeso, con Mn sobre 1%
40XX	G40XXX	Aceros al Molibdeno, con 0,25% Mo
41XX	G41XXX	Aceros al Cromo-Molibdeno, con 0,40 a 1,1% Cr y 0,08 a 0,35% Mo
43XX	G43XXX	Aceros al Ni-Cr-Mo, con 1,65 a 2% Ni, 0,4 a 0,9% Cr y 0,2 a 0,3% Mo
46XX	G46XXX	Aceros Ni-Mo, con 0,7 a 2% Ni y 0,15 a 0,3% Mo
47XX	G47XXX	Aceros Ni-Cr-Mo, con 1,05% Ni, 0,45% Cr y 0,2% Mo
48XX	G48XXX	Aceros Ni-Mo, con 3,25 a 3,25% Ni y 0,2 a 0,3% Mo
51XX	G51XXX	Aceros al Cromo, con 0,7 a 1,1% Cr
E51100	G51986	Aceros al Cromo (horno eléctrico), con 1,0% Cr
E52100	G52986	Aceros al Cromo (horno eléctrico), con 1,45% Cr
61XX	G61XXX	Aceros Cr-V, con 0,6 a 0,95% Cr y 0,1 a 0,15% V mínimo
86XX	G86XXX	Aceros Ni-Cr-Mo, con 0,55% Ni, 0,5% Cr y 0,2% Mo
87XX	G87XXX	Aceros Ni-Cr-Mo, con 0,55% Ni, 0,5% Cr y 0,25% Mo
88XX	G88XXX	Aceros Ni-Cr-Mo, con 0,55% Ni, 0,5% Cr y 0,3 a 0,4% Mo
9260	G92XXX	Aceros al Silicio, con 1,8 a 2,2% Si
50BXX	G50XXX	Aceros al Cr, con 0,2 a 0,6% Cr y 0,0005 a 0,003% boro
51B60	G51601	Aceros al Cr, con 0,8% Cr y 0,0005 a 0,003% boro
81B45	G81B51	Aceros Ni-Cr-Mo, con 0,3% Ni, 0,45 de Cr, 0,12% Mo y 0,0005 a 0,003% B
94BXX	G94XXX	Aceros Ni-Cr-Mo, con 0,45% Ni, 0,4 de Cr, 0,12% Mo y 0,0005 a 0,003% B

Fuente: Trabajo de campo

Dentro del proceso de trefilado, es necesario poseer cierta identificación en la materia prima utilizada (alambrón) con la finalidad conocer el diámetro específico, así como sus posibles utilidades durante dicho proceso.

FIGURA 55. Identificación de colores según la materia prima a utilizar

Diámetro	Uso	Color	Donde pintarlo	Pintura cambio de colada
5.5 mm	General	Azul	Se deberá pintar con el color que le corresponde a cada diámetro en la parte frontal del anillo de un solo lado (cabeza del rollo)	Para identificar un cambio de colada se pintará de color amarillo en la superficie del último rollo de cada colada
5.5 mm	G 1025	Azul – Verde		
5.5 mm	Trefilación únicamente ($d > 5.65$ mm)	Verde – Rojo		
5.5 mm	Alambre de amarre	Azul – Rojo		
6.0 mm	General	Verde		
6.0 mm	Trefilación únicamente ($d < 5.90$ mm)	Verde – Rojo		
7.5 mm	General	Celeste		
8.0 mm	General	Rojo		
9.5 mm	General	Naranja		
11.0 mm	General	Amarillo – Rojo		
12.5 mm	General	Amarillo – Verde		Para identificar un cambio de colada se pintará de color azul en la superficie del último rollo de cada colada.

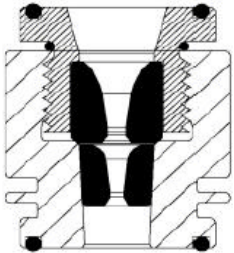
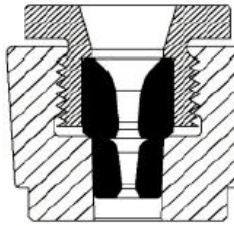
Fuente: Trabajo de campo

Especificaciones técnicas de nuevas cajas para pastillas de tungsteno

Estos nuevos estilos, permiten cubrir mayor parte del alambre a reducir con el polvo lubricante y garantizar de ésta manera el aumento de vida útil del dado como el desgaste y deterioro del alambre.

Estos nuevos diseños de cajas para pastillas o dados permiten contener dentro de la misma 2 dados, uno que sirve como guía del alambre y lubricador, y el otro que es el encargado de realizar la reducción requerida.

FIGURA 56. Especificaciones de nueva generación de dados

PS Holders (Pressure Application, Straight O.D.)							
Holder Type	Die Box Diameter	Available Draw Insert Types	Item Number	Outside Diameter	Assembled Height	Socket Type	Unit Price
 <p>Type B "w/ external O'Ring Seals"</p>	43mm	TR4/TR4D	PS43X44-45BFR	43mm	44mm	4	\$99.00
	53mm	TR4/TR4D	PS53X57-45BFR	53mm	57mm	5	\$99.00
		TR6	PS53X57-68BFR				
	75mm	TR4/TR4D	PS75X65-45BFR	75mm	65mm	8	\$145.00
		TR6	PS75X65-68BFR				
		TR8	PS75X65-89BFR				
	100mm	TR9	PS75X65-910BFR	100mm	90mm	12	\$198.00
		TR6	PS100X90-68B				
		TR8	PS100X90-89B				
		TR9	PS100X90-910B				
TR10	PS100X90-1011B						
PT Holders (Pressure Application, Tapered O.D.)							
Holder Type	Die Box Maximum Diameter	Available Draw Insert Types	Item Number	Assembled Height	O.D. Taper (Included Angle)	Socket Type	Unit Price
 <p>Type B</p>	43mm	TR4/TR4D	PT43X44-45B6	44mm	6°	4	\$95.00
	53mm	TR4/TR4D	PT53X57-45B6	57mm	6°	5	\$105.00
		TR6	PT53X57-68B6				
	75mm	TR4/TR4D	PT75X80-45B6	80mm	6°	7	\$139.00
		TR6	PT75X80-68B6				
		TR8	PT75X80-89B6				
	100mm	TR9	PT75X80-910B6	90mm	6°	12	\$198.00
		TR6	PT100X90-68B6				
		TR8	PT100X90-89B6				
		TR9	PT100X90-910B6				
TR10	PT100X90-1011B6						

Fuente: Paramount Die
 Empresa fabricante y distribuidora
 de equipo trefilador

FIGURA 57. Norma ASTM 510M – 03



Designation: A 510M – 03

METRIC

Standard Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel [Metric]¹

This standard is issued under the fixed designation A 510M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope*

1.1 This specification covers general requirements for carbon steel wire rods and uncoated coarse round wire in coils or straightened and cut lengths.

1.2 In case of conflict, the requirements in the purchase order, on the drawing, in the individual specification, and in this general specification shall prevail in the sequence named.

NOTE 1—This metric specification is equivalent to Specification A 510, and is compatible in technical content.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

A 370 Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products²

A 700 Practices for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Domestic Shipment³

A 751 Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products²

E 29 Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications⁴

E 30 Test Methods for Chemical Analysis of Steel, Cast Iron, Open-Hearth Iron, and Wrought Iron⁵

E 112 Test Methods for Determining Average Grain Size⁶

E 527 Practice for Numbering Metals and Alloys (UNS)⁷

2.2 Society of Automotive Engineers Standard:⁸

J 1086 Numbering Metals and Alloys

2.3 ALAG Standard:

AIAG B-5 02.00 Primary Metals Identification Tag Application Standard⁹

3. Terminology

3.1 Definitions of Terms Specific to This Standard:

3.1.1 *carbon steel*—steel is considered to be carbon steel when no minimum content is specified or required for aluminum, chromium, cobalt, columbium, molybdenum, nickel, titanium, tungsten, vanadium, or zirconium, or any other element added to obtain a desired alloying effect; when the specified minimum for copper does not exceed 0.40 %, or when the maximum content specified for any of the following elements does not exceed these percentages: manganese 1.65, silicon 0.60, or copper 0.60.

3.1.2 *Discussion*—In all carbon steels small quantities of certain unspecified and unrequired residual elements (such as copper, nickel, molybdenum, chromium, etc.) unavoidably retained from raw materials are sometimes found. These elements are considered as incidental and are not normally determined or reported.

Elements (such as sulfur and lead) may be specified to improve machinability of carbon steels.

3.1.3 *coarse round wire*—from 0.90 to 25 mm in diameter, inclusive, wire produced from hot-rolled wire rods or hot-rolled coiled rounds by one or more cold reductions primarily for the purpose of obtaining a desired size with dimensional accuracy, surface finish, and mechanical properties. By varying the amount of cold reduction and other wire mill practices, including thermal treatment, a wide diversity of mechanical properties and finishes are made available. Suggested wire diameters are shown in Table 1.

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A1 on Steel, Stainless Steel, and Related Alloys and is the direct responsibility of Subcommittee A01.03 on Steel Rod and Wire.

Current edition approved Sept. 10, 2003. Published Sept. 2003. Originally approved in 1977. Last previous edition approved in 2002 as A 510M – 02.

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.03

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.05

⁴ Annual Book of ASTM Standards, Vol 14.02

⁵ Discontinued—See 1994 Annual Book of ASTM Standards, Vol 03.05.

⁶ Annual Book of ASTM Standards, Vol 03.01.

⁷ Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.01.

⁸ Available from Society of Automotive Engineers (SAE), 400 Commonwealth Dr., Warrendale, PA 15096-0001.

⁹ Available from Automotive Industry Action Group (AIAG), 26200 Lahser Rd., Suite 200, Southfield, MI 48034.

*A Summary of Changes section appears at the end of this standard.

TABLE 1 Suggested Diameters for Steel Wire, mm

0.90	6.0
1.00	6.5
1.10	7.0
1.20	7.5
1.30	8.0
1.40	8.5
1.50	9.0
1.60	9.5
2.0	10.0
2.1	11.0
2.2	12.0
2.4	13.0
2.5	14.0
2.6	15.0
2.8	16.0
3.0	17.0
3.2	18.0
3.5	19.0
3.8	20.0
4.0	21.0
4.2	22.0
4.5	23.0
4.8	24.0
5.0	25.0

3.1.4 *straightened and cut wire*—wire produced from coils of wire by means of special machinery that straightens the wire and cuts it to a specified length.

3.1.5 *Discussion*—The straightening operation may alter the mechanical properties of the wire, especially the tensile strength. The straightening operation may also induce changes in the diameter of the wire. The extent of the changes in the properties of the wire after cold straightening depends upon the kind of wire and also on the normal variation in the adjustments of the straightening equipment. It is therefore not possible to forecast the properties of straightened and cut wire. Each kind of wire needs individual consideration. In most cases, the application of straightened and cut wire is not seriously influenced by these changes.

3.1.6 *wire rods*—rods that are hot-rolled from billets to an approximately round cross section and into coils of one continuous length. Rods are not comparable to hot-rolled bars in accuracy of cross section or surface finish and as a semi-finished product are intended primarily for the manufacture of wire.

3.1.7 *Discussion*—Table 2 shows the nominal diameter for

TABLE 2 Sizes of Wire Rods, mm

5.5	12.5
6	13
6.5	13.5
7	14
7.5	14.5
8	15
8.5	15.5
9	16
9.5	16.5
10	17
10.5	17.5
11	18
11.5	18.5
12	19

hot-rolled wire rods. Sizes are shown in 0.5-mm increments from 5.5 to 19 mm.

4. Ordering Information

4.1 Orders for hot-rolled wire rods under this specification should include the following information:

4.1.1 Quantity (kilograms or megagrams),

4.1.2 Name of material (wire rods),

4.1.3 Diameter (Table 2),

4.1.4 Chemical composition grade number (Table 3, Table 4, Table 5, and Table 6),

4.1.5 Packaging,

4.1.6 ASTM designation and date of issue, and

4.1.7 Special requirements, if any _____.

NOTE 2—A typical ordering description is as follows: 50 000 kg Steel Wire Rods, 5.5 mm, Grade G10100 in approximately 600-kg Coils to ASTM A 510M-XX.

4.2 Orders for coarse round wire under this specification shall include the following information:

4.2.1 Quantity (kilograms or pieces),

4.2.2 Name of material (uncoated carbon steel wire),

4.2.3 Diameter (Table 1),

4.2.4 Length (straightened and cut only),

4.2.5 Chemical composition (Table 3, Table 4, Table 5, and Table 6),

4.2.6 Packaging,

4.2.7 ASTM designation and date of issue, and

4.2.8 Special requirements, if any.

NOTE 3—A typical ordering description is as follows: 15 000 kg Uncoated Carbon Steel Wire, 3.8 mm diameter, Grade G10080 in 1000-kg Coils on Tubular Carriers, to ASTM A 510M-XX, or 2500 Pieces, Carbon Steel Wire, 9.5 mm diameter, Straightened and Cut, 0.76 m, Grade G10500, in 25-Piece Bundles on Pallets to ASTM A 510M-XX.

5. Manufacture

5.1 The steel may be made by any commercially accepted steel making process. The steel may be either ingot cast or strand cast.

6. Chemical Composition

6.1 The chemical composition for steel under this specification shall conform to the requirements set forth in the purchase order. Chemical compositions are specified by ranges or limits for carbon and other elements. The grades commonly specified for carbon steel wire rods and coarse round wire are shown in Table 3, Table 4, Table 5, and Table 6.

6.2 *Cast or Heat Analysis*—An analysis of each heat shall be made by the producer to determine the percentage of the elements specified. The analysis shall be made from a test sample, preferably taken during the pouring of the heat. The chemical composition thus determined shall be reported, if required, to the purchaser or his representative. Reporting of significant figures and rounding shall be in accordance with Test Methods, Practices, and Terminology A 751.

6.3 *Product Analysis*—A product analysis may be made by the purchaser. The analysis is not used for a duplicate analysis to confirm a previous result. The purpose of the product analysis is to verify that the chemical composition is within

TABLE 3 Nonresulfurized Carbon Steel Cast or Heat Chemical Ranges and Limits

Note 1—*Silicon*—When silicon is required the following ranges and limits are commonly used for nonresulfurized carbon steels: 0.10 max %, 0.07 to 0.15 %, 0.10 to 0.20 %, 0.15 to 0.35 %, 0.20 to 0.40 %, or 0.30 to 0.60 %.

Note 2—*Copper*—When required, copper is specified as an added element.

Note 3—*Lead*—When lead is required as an added element, a range from 0.15 to 0.35 % is specified. Such a steel is identified by inserting the letter "L" between the second and third numerals of the grade number, for example, 10L18.

Note 4—*Boron Addition to Improve Hardenability*—Standard killed carbon steels, which are fine grain, may be produced with a boron addition to improve hardenability and typically contain an intentional addition of .01 % minimum titanium. Such steels are produced to a range of 0.0005 to 0.003 % boron. These steels are identified by inserting the letter "B" between the second and third numerals of the grade number, for example, 10B46. The UNS designation is also modified by changing the last digit to "1" to indicate boron, for example, G 10461.

Note 5—*Boron Additions to Control Strain-Aging Behavior*—Intentional additions of boron to low carbon steels for the purpose of controlling strain-aging behavior during wire drawing is permissible only with the agreement of the purchaser. In such cases, the boron content shall be reported in either a material test report or certification.

Note 6—For steels that do not have intentional boron additions for hardenability or for control of strain aging behavior, the boron content will not normally exceed .0008 %.

UNS Designation ¹	Grade No.	Chemical Composition Limits, %				SAE No.
		Carbon	Manganese	Phosphorus, max	Sulfur, max	
G 10050	1005	0.06 max	0.35 max	0.040	0.050	1005
G 10060	1006	0.08 max	0.25 to 0.40	0.040	0.050	1006
G 10080	1008	0.10 max	0.30 to 0.50	0.040	0.050	1008
G 10100	1010	0.08 to 0.13	0.30 to 0.60	0.040	0.050	1010
G 10110	1011	0.08 to 0.13	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1011
G 10120	1012	0.10 to 0.15	0.30 to 0.60	0.040	0.050	1012
G 10130	1013	0.11 to 0.16	0.50 to 0.80	0.040	0.050	1013
G 10150	1015	0.13 to 0.18	0.30 to 0.60	0.040	0.050	1015
G 10160	1016	0.13 to 0.18	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1016
G 10170	1017	0.15 to 0.20	0.30 to 0.60	0.040	0.050	1017
G 10180	1018	0.15 to 0.20	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1018
G 10190	1019	0.15 to 0.20	0.70 to 1.00	0.040	0.050	1019
G 10200	1020	0.18 to 0.23	0.30 to 0.60	0.040	0.050	1020
G 10210	1021	0.18 to 0.23	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1021
G 10220	1022	0.18 to 0.23	0.70 to 1.00	0.040	0.050	1022
G 10230	1023	0.20 to 0.25	0.30 to 0.60	0.040	0.050	1023
G 10250	1025	0.22 to 0.28	0.30 to 0.60	0.040	0.050	1025
G 10260	1026	0.22 to 0.28	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1026
G 10290	1029	0.25 to 0.31	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1029
G 10300	1030	0.28 to 0.34	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1030
G 10340	1034	0.32 to 0.38	0.50 to 0.80	0.040	0.050	1034
G 10350	1035	0.32 to 0.38	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1035
G 10370	1037	0.32 to 0.38	0.70 to 1.00	0.040	0.050	1037
G 10380	1038	0.35 to 0.42	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1038
G 10390	1039	0.37 to 0.44	0.70 to 1.00	0.040	0.050	1039
G 10400	1040	0.37 to 0.44	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1040
G 10420	1042	0.40 to 0.47	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1042
G 10430	1043	0.40 to 0.47	0.70 to 1.00	0.040	0.050	1043
G 10440	1044	0.43 to 0.50	0.30 to 0.60	0.040	0.050	1044
G 10450	1045	0.43 to 0.50	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1045
G 10460	1046	0.43 to 0.50	0.70 to 1.00	0.040	0.050	1046
G 10490	1049	0.46 to 0.53	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1049
G 10500	1050	0.46 to 0.55	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1050
G 10530	1053	0.48 to 0.55	0.70 to 1.00	0.040	0.050	1053
G 10550	1055	0.50 to 0.60	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1055
G 10590	1059	0.55 to 0.65	0.50 to 0.80	0.040	0.050	1059
G 10600	1060	0.55 to 0.65	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1060
G 10640	1064	0.60 to 0.70	0.50 to 0.80	0.040	0.050	1064
G 10650	1065	0.60 to 0.70	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1065
G 10690	1069	0.65 to 0.75	0.40 to 0.70	0.040	0.050	1069
G 10700	1070	0.65 to 0.75	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1070
G 10740	1074	0.70 to 0.80	0.50 to 0.80	0.040	0.050	1074
G 10750	1075	0.70 to 0.80	0.40 to 0.70	0.040	0.050	1075
G 10780	1078	0.72 to 0.85	0.30 to 0.60	0.040	0.050	1078
G 10800	1080	0.75 to 0.88	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1080
G 10840	1084	0.80 to 0.93	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1084
G 10850	1085	0.80 to 0.93	0.70 to 1.00	0.040	0.050	1085
G 10860	1086	0.80 to 0.93	0.30 to 0.50	0.040	0.050	1086
G 10900	1090	0.85 to 0.98	0.60 to 0.90	0.040	0.050	1090
G 10950	1095	0.90 to 1.03	0.30 to 0.50	0.040	0.050	1095

¹ Designation established in accordance with Practice E 527 and SAE J 1086.

TABLE 4 Nonresulfurized Carbon Steel, High Manganese, Cast or Heat Chemical Ranges and Limits

NOTE 1—*Silicon*—When silicon is required the following ranges and limits are commonly used for nonresulfurized carbon steels: 0.10 max %, 0.07 to 0.15 %, 0.10 to 0.20 %, 0.15 to 0.25 %, 0.20 to 0.40 %, or 0.30 to 0.60 %.

NOTE 2—*Copper*—When required, copper is specified as an added element.

NOTE 3—*Lead*—When lead is required as an added element a range from 0.15 to 0.35 % is specified. Such a steel is identified by inserting the letter "L" between the second and third numerals of the grade number, for example, 15L18.

UNS Designation ^A	Grade No.	Chemical Composition Limits, %				SAE No.
		Carbon	Manganese	Phosphorus, max	Sulfur, max	
G 15130	1513	0.10 to 0.16	1.10 to 1.40	0.040	0.050	1513
G 15180	1518	0.15 to 0.21	1.10 to 1.40	0.040	0.050	1518
G 15220	1522	0.18 to 0.24	1.10 to 1.40	0.040	0.050	1522
G 15240	1524 ^B	0.19 to 0.25	1.35 to 1.65	0.040	0.050	1524
G 15250	1525	0.23 to 0.29	0.80 to 1.10	0.040	0.050	1525
G 15260	1526	0.22 to 0.28	1.10 to 1.40	0.040	0.050	1526
G 15270	1527 ^B	0.22 to 0.29	1.20 to 1.50	0.040	0.050	1527
G 15360	1536 ^B	0.30 to 0.37	1.20 to 1.50	0.040	0.050	1536
G 15410	1541 ^B	0.36 to 0.44	1.35 to 1.65	0.040	0.050	1541
G 15470	1547	0.43 to 0.51	1.35 to 1.65	0.040	0.050	1547
G 15480	1548 ^B	0.44 to 0.52	1.10 to 1.40	0.040	0.050	1548
G 15510	1551 ^B	0.45 to 0.56	0.85 to 1.15	0.040	0.050	1551
G 15520	1552 ^B	0.47 to 0.55	1.20 to 1.50	0.040	0.050	1552
G 15610	1561 ^B	0.55 to 0.65	0.75 to 1.05	0.040	0.050	1561
G 15660	1566 ^B	0.60 to 0.71	0.85 to 1.15	0.040	0.050	1566
G 15720	1572 ^B	0.65 to 0.76	1.00 to 1.30	0.040	0.050	1572

^A Designation established in accordance with Practice E 527 and SAE J 1086.

^B These grades were formerly designated as 10XX steels.

TABLE 5 Resulfurized Carbon Steels, Cast or Heat Chemical Ranges and Limits

NOTE 1—*Silicon*—When silicon is required, the following ranges and limits are commonly used: Up to 1110, incl, 0.10 max %, 1116 and over, 0.10 max %, 0.10 to 0.20 %, or 0.15 to 0.35 %.

NOTE 2—Because of the degree to which sulfur segregates, products analysis for sulfur in resulfurized carbon steel is not technologically appropriate unless misapplication is clearly indicated.

UNS Designation ^A	Grade No.	Chemical Composition Limits, %				SAE No.
		Carbon	Manganese	Phosphorus, max	Sulfur	
G 11080	1108	0.08 to 0.13	0.50 to 0.80	0.040	0.08 to 0.13	1108
G 11090	1109	0.08 to 0.13	0.60 to 0.90	0.040	0.08 to 0.13	1109
G 11100	1110	0.08 to 0.13	0.30 to 0.60	0.040	0.08 to 0.13	1110
G 11160	1116	0.14 to 0.20	1.10 to 1.40	0.040	0.16 to 0.23	1116
G 11170	1117	0.14 to 0.20	1.00 to 1.30	0.040	0.08 to 0.13	1117
G 11180	1118	0.14 to 0.20	1.30 to 1.60	0.040	0.08 to 0.13	1118
G 11190	1119	0.14 to 0.20	1.00 to 1.30	0.040	0.24 to 0.33	1119
G 11320	1132	0.27 to 0.34	1.35 to 1.65	0.040	0.08 to 0.13	1132
G 11370	1137	0.32 to 0.39	1.35 to 1.65	0.040	0.08 to 0.13	1137
G 11390	1139	0.35 to 0.43	1.35 to 1.65	0.040	0.13 to 0.20	1139
G 11400	1140	0.37 to 0.44	0.70 to 1.10	0.040	0.08 to 0.13	1140
G 11410	1141	0.37 to 0.45	1.35 to 1.65	0.040	0.08 to 0.13	1141
G 11440	1144	0.40 to 0.48	1.35 to 1.65	0.040	0.24 to 0.33	1144
C 11450	1145	0.42 to 0.49	0.70 to 1.00	0.040	0.04 to 0.07	1145
G 11460	1146	0.42 to 0.49	0.70 to 1.00	0.040	0.08 to 0.13	1146
G 11510	1151	0.48 to 0.55	0.70 to 1.00	0.040	0.08 to 0.13	1151

^A Designation established in accordance with Practice E 527 and SAE J 1086.

specified limits for each element, including applicable permissible variations in product analysis. The results of analyses taken from different pieces of a heat may differ within permissible limits from each other and from the heat analysis. Table 7 shows the permissible variations for product analysis of carbon steel. The results of the product analysis, except lead, shall not vary both above and below the permissible limits.

6.3.1 Rimmed or capped steels are characterized by a lack of uniformity in their chemical composition, especially for the elements carbon, phosphorus, and sulfur, and for this reason

product analysis is not technologically appropriate for these elements unless misapplication is clearly indicated.

6.3.2 Because of the degree to which phosphorus and sulfur segregate, product analysis for these elements is not technologically appropriate for rephosphorized or resulfurized steels, or both, unless misapplication is clearly indicated.

6.3.3 The location at which chips for product analysis are obtained from the sample is important because of segregation. For rods and wire, chips must be taken by milling or machining the full cross section of the sample.

TABLE 6 Rephosphorized and Resulfurized Carbon Steel Cast or Heat Chemical Ranges and Limits

Note 1—It is not common practice to produce the 12XX series of steel to specified limits for silicon. Silicon impairs machinability.
 Note 2—Because of the degree to which phosphorus and sulfur segregate, product analysis for phosphorus and sulfur in the 12XX series steel is not technologically appropriate unless misapplication is clearly indicated.

UNS Designation ^A	Grade No.	Chemical Composition Limits, %					SAE No.
		Carbon, max	Manganese	Phosphorus	Sulfur	Lead	
G 12110	1211	0.13	0.60 to 0.90	0.07 to 0.12	0.10 to 0.15	...	1211
G 12120	1212	0.13	0.70 to 1.00	0.07 to 0.12	0.16 to 0.23	...	1212
G 12130	1213	0.13	0.70 to 1.00	0.07 to 0.12	0.24 to 0.33	...	1213
G 12150	1215	0.09	0.75 to 1.05	0.04 to 0.09	0.26 to 0.35	...	1215
...	12L13	0.13	0.70 to 1.00	0.07 to 0.12	0.24 to 0.33	0.15 to 0.35	12L13
...	12L14	0.15	0.85 to 1.15	0.04 to 0.09	0.26 to 0.35	0.15 to 0.35	12L14
...	12L15	0.09	0.75 to 1.05	0.04 to 0.09	0.26 to 0.35	0.15 to 0.35	12L15

^A Designation established in accordance with Practice E 527 and SAE J 1086.

TABLE 7 Permissible Variations for Product Analysis of Carbon Steel

Element	Limit, or Max of Specified Range, %	Over Max Limit, %	Under Min Limit, %
Carbon	0.25 and under	0.02	0.02
	over 0.25 to 0.55, incl	0.03	0.03
	over 0.55	0.04	0.04
Manganese	0.90 and under	0.03	0.03
	over 0.90 to 1.65, incl	0.06	0.06
Phosphorus	to 0.040, incl	0.008	...
Sulfur	to 0.060, incl	0.008	...
Silicon	0.35 and under	0.02	0.02
Copper ^A	over 0.35 to 0.60, incl	0.05	0.05
	under minimum only	...	0.02
Lead ^B	0.15 to 0.35, incl	0.03	0.03

^A Product analysis permissible variations for copper apply only when the amount of copper is specified or required. Copper bearing steels typically specify 0.20 % min copper.

^B Product analysis permissible variations for lead apply only when the amount of lead is specified or required. A range from 0.15 to 0.35 % lead is normally specified for leaded steels.

6.3.3.1 Steel subjected to certain heat treating operations by the purchaser may not give chemical analysis results that properly represent its original composition. Therefore, purchasers should analyze chips taken from the steel in the condition in which it is received from the producer.

6.3.3.2 When samples are returned to the producer for product analysis, the samples should consist of pieces of the full cross section.

6.3.4 For referee purposes, Test Methods E 30 shall be used.

7. Metallurgical Structure

7.1 Grain size, when specified, shall be determined in accordance with the requirements of Test Methods E 112.

7.2 Wire rods of the steel grades listed in Table 3, when supplied in the "as-rolled" condition, shall not contain injurious microconstituents such as untempered martensite.

8. Mechanical Properties

8.1 The properties enumerated in individual specifications shall be determined in accordance with Test Methods and Definitions A 370.

8.2 Because of the great variety in the kinds of wire and the extensive diversity of end uses, a number of formal mechanical test procedures have been developed. These tests are used as

control tests by producers during the intermediate stages of wire processing, as well as for final testing of the finished product, and apply particularly to specification wire and wires for specific applications. A number of these tests are further described in Supplement IV, Round Wire Products, of Test Methods and Definitions A 370.

8.3 Since the general utility of rods and wire requires continuity of length, in the case of rods, tests are commonly made on samples taken from the ends of coils after removing two to three rings. In the case of wire, tests are commonly made on samples taken from the ends of coils, thereby not impairing the usefulness of the whole coil.

9. Dimensions, Mass, and Permissible Variations

9.1 The diameter and out-of-roundness of the wire rod shall not vary from that specified by more than that prescribed in Table 8.

9.2 The diameter and out-of-roundness of the coarse round wire and straightened and cut wire shall not vary from that specified by more than that prescribed in Table 9.

9.3 The length of straightened and cut wire shall not vary from that specified by more than that prescribed in Table 10.

9.4 The burrs formed in cutting straightened and cut wire shall not exceed the diameter specified by more than that prescribed in Table 11.

10. Workmanship, Finish, and Appearance

10.1 The wire rod shall be free of detrimental surface imperfections, tangles, and sharp kinks.

10.1.1 Two or more rod coils may be welded together to produce a larger coil. The weld zone may not be as sound as the original material. The mechanical properties existing in the weld material may differ from those in the unaffected base

TABLE 8 Permissible Variation in Diameter for Wire Rod in Coils

Note 1—For purposes of determining conformance with this specification, all specified limits in this table are absolute limits as defined in Practice E 29.

Diameter of Rod, mm	Permissible Variation, Plus and Minus, mm	Permissible Out-of-Round, mm
5.5 to 19	0.40	0.60

TABLE 9 Permissible Variation in Diameter for Uncoated Coarse Round Wire

NOTE 1—For purposes of determining conformance with this specification, all specified limits in this table are absolute limits as defined in Practice E 29.

Diameter of Wire, mm	In Coils	
	Permissible Variation, Plus and Minus, mm	Permissible Out-of-Round, mm
0.90 to under 1.90	0.03	0.03
1.90 to under 12.5	0.05	0.05
12.5 and over	0.08	0.08
Straightened and Cut		
0.90 to under 1.90	0.03	0.03
1.90 to under 3.80	0.05	0.05
3.80 to under 12.5	0.06	0.08
12.5 and over	0.10	0.10

TABLE 10 Permissible Variation in Length for Straightened and Cut Wire

NOTE 1—For purposes of determining conformance with this specification, all specified limits in this table are absolute limits as defined in Practice E 29.

Cut Length, m	Permissible Variations, Plus and Minus, mm
Under 1.0	1.6
1.0 to 4.0	2.4
Over 4.0	3.0

TABLE 11 Permissible Variation for Burrs for Straightened and Cut Wire

NOTE 1—For purposes of determining conformance with this specification, all specified limits in this table are absolute limits as defined in Practice E 29.

Diameter of Wire, mm	Permissible Variations, over Measured Diameter, mm
Up to 3.0, incl	0.10
Over 3.0 to 6.5, incl	0.15
Over 6.5 to 12.5, incl	0.20
Over 12.5	0.25

metal. The weld may exceed the standard dimensional permissible variations on the minus side and must be within the permissible variations on the plus side.

10.2 The wire as received shall be smooth and substantially free from rust, shall not be kinked or improperly cast. No detrimental die marks or scratches may be present. Each coil shall be one continuous length of wire. Welds made during cold drawing are permitted.

10.3 The straightened and cut wire shall be substantially straight and not be kinked or show excessive spiral marking.

11. Number of Tests and Retests

11.1 The difficulties in obtaining truly representative samples of wire rod and coarse round wire without destroying

the usefulness of the coil of wire account for the generally accepted practice of allowing retests for mechanical tests and surface examination. An additional test piece is cut from each end of the coil from which the original sample was taken. A portion of the coil may be discarded prior to cutting the sample for retest. If any of the retests fail to comply with the requirements, the coil of wire may be rejected. Before final rejection, however, it is frequently advisable to base final decision on an actual trial of the material to determine whether or not it will do the job for which it is intended.

12. Inspection

12.1 The manufacturer shall afford the purchaser's inspector all reasonable facilities necessary to satisfy him that the material being produced and furnished is in accordance with this specification. Mill inspection by the purchaser shall not interfere unnecessarily with the manufacturer's operations. All tests and inspections shall be made at the place of manufacture, unless otherwise agreed upon.

13. Rejection and Rehearing

13.1 Any rejection based on tests made in accordance with this specification shall be reported to the producer within a reasonable length of time. The material must be adequately protected and correctly identified in order that the producer may make a proper investigation.

14. Certification

14.1 Upon request of the purchaser in the contract or order, a manufacturer's certification that the material was manufactured and tested in accordance with this specification together with a report of the test results shall be furnished at the time of shipment.

14.2 The certification shall include the specification number, year date of issue, and revision letter, if any.

15. Packaging and Package Marking

15.1 A tag shall be securely attached to each coil or bundle and shall be marked with the size, ASTM specification number, heat or cast number, grade number, and name or mark of the manufacturer.

15.2 When specified in the purchase order, packaging, marking, and loading for shipments shall be in accordance with those procedures recommended by Practices A 700.

15.3 *Bar Coding*—In addition to the previously-stated identification requirements, bar coding is acceptable as a supplementary identification method. Bar coding should be consistent with AIAG B-5 02.00, Primary Metals Identification Tag Application. The bar code may be applied to a substantially affixed tag.

16. Keywords

16.1 carbon; coarse round wire; general; metric; straightened and cut; weld; wire rods



SUMMARY OF CHANGES

This section identifies the location of selected changes to this standard that have been incorporated since the A 510M-02 issue. For the convenience of the user, Committee A01 has highlighted those changes that impact the use of this standard. This section may also include descriptions of changes or reasons for changes, or both.

(1) Revised Note 4 in Table 3.

(2) Added Note 6 to Table 3.

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).

FIGURA 58. Norma ASTM 853 – 04



Designation: A 853 – 04

Standard Specification for Steel Wire, Carbon, for General Use¹

This standard is issued under the fixed designation A 853; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope*

1.1 This specification covers carbon steel wire, supplied in coils, for general use. It may be produced hard drawn, annealed in process, or annealed at finish size.

1.2 The values stated in inch-pound units are to be regarded as the standard.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:²

A 370 Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products

A 510 Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel

A 700 Practices for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Domestic Shipment

A 751 Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products

E 29 Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications

2.2 Military Standards:

MIL-STD-129 Marking for Shipment and Storage³

MIL-STD-163 Steel Mill Products, Preparation for Shipment and Storage³

2.3 Federal Standard:

Fed. Std. No. 123 Marking for Shipments (Civil Agencies)³

2.4 AIAG Standard:

AIAGB-5 02.00 Primary Metals Identification Tag Application Standard⁴

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A01 on Steel, Stainless Steel and Related Alloys and is the direct responsibility of Subcommittee A01.02 on Steel Rod and Wire.

Current edition approved March 1, 2004. Published March 2004. Originally approved in 1985. Last previous edition approved in 2003 as A 853 – 93 (2003).

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

³ Available from Standardization Documents Order Desk, Bldg. 4 Section D, 700 Robbins Ave., Philadelphia, PA 19111-5094, Attn: NPODS.

⁴ Available from Automotive Industry Action Group (AIAG), 26200 Lahser Rd., Suite 200, Southfield, MI 48034.

3. Terminology

3.1 Definitions of Terms Specific to This Standard:

3.1.1 *annealed-in-process wire*—steel wire that was thermally treated and subsequently redrawn.

3.1.2 *annealed wire*—wire that was drawn to size and annealed at finish size.

3.1.3 *carbon steel*—steel is considered to be carbon steel when no minimum content is specified or required for aluminum, chromium, cobalt, columbium, molybdenum, nickel, titanium, tungsten, vanadium, or zirconium or any other element added to obtain a desired alloying effect; when the specified minimum copper content does not exceed 0.40 %; or when the maximum content for any of the following elements does not exceed these percentages: manganese 1.65, silicon 0.60, or copper 0.60 (see Specification A 510).

3.1.4 *hard drawn wire*—wire drawn without the use of thermal treatment.

4. Ordering Information

4.1 It shall be the responsibility of the purchaser to specify all requirements that are necessary for material under this specification. Such requirements include, but are not limited to, the following:

4.1.1 Quantity (weight in pounds),

4.1.2 Name of material (carbon steel wire),

4.1.3 Wire diameter in inches, to the third decimal point,

4.1.4 Chemical composition grade number,

4.1.5 Condition (hard drawn, annealed in process, annealed at finished size),

4.1.6 Finish (see Section 10),

4.1.7 Packaging, and

4.1.8 ASTM designation and year of issue.

NOTE 1—A typical ordering description is as follows: 40 000 lb, 0.148 in., Bright Hard Drawn Carbon Steel Wire, Grade 1008, in 600-lb, catch-weight coils on tubular carriers to ASTM ACSW.

5. Materials and Manufacture

5.1 The steel shall be made by any commercially accepted steel making process. The steel may be either ingot cast or strand cast.

*A Summary of Changes section appears at the end of this standard.

6. Chemical Composition

6.1 The grade designation shall be as specified in the purchase order.

6.2 Chemical ranges and limits, and procedures for analysis shall be in accordance with Test Methods, Practices, and Terminology A 751.

7. Mechanical Properties

7.1 The carbon steel wire shall meet the tensile strength requirements shown in Table 1 for the condition specified when tested in accordance with Test Methods and Definitions A 370.

8. Dimensions and Tolerances

8.1 The diameter and out of roundness shall not vary by more than the tolerances specified in Specification A 510.

9. Workmanship

9.1 The wire shall be free of detrimental imperfections. To ensure large continuous length coils, welds may be present in the finished wire.

10. Finish

10.1 Hard drawn wire may be furnished with a variety of finishes depending upon the drawing practices used by the manufacturer. Unless otherwise specified in the purchase order, the wire is normally produced with a common dry drawn finish, usually referred to as a bright finish. Other finishes are

also available such as clean and extra smooth wire, requiring special drafting practices.

10.2 Annealed in process wire is furnished with a bright finish.

10.3 Unless otherwise negotiated between the purchaser and manufacturer, annealed at finish size wire is supplied with a black oxide finish resulting from regular annealing.

11. Sampling

11.1 Test specimens for testing mechanical properties shall be full sections and shall be obtained from ends of wire coils. The specimens shall be of sufficient length to perform tests specified in 7.1.

11.2 If any test specimen is found to contain a weld or exhibits other obvious imperfections, it shall be discarded and another specimen substituted.

12. Number of Tests

12.1 One tension test shall be made from each 10 tons (9 Mg) or fraction thereof in a lot, or a total of seven samples, whichever is less. A lot shall consist of all coils of a single size, offered for delivery at the same time.

13. Inspection

13.1 The manufacturer shall afford the inspector representing the purchaser all reasonable facilities to satisfy him that the material is being furnished in accordance with this specification. All tests and inspections shall be made at the place of

TABLE 1 Tensile Requirements

Diameter ^a , in. (mm)	Tensile Strength, psi (MPa)		
	Hard Drawn Minimum	Annealed-In-Process Maximum	Annealed ^b Maximum
Grade AISI 1006 UNS G 10060			
Less than 0.035(0.89)	...	95 000(655)	80 000(415)
0.035-0.057(0.89-1.46)	105 000(725)	90 000(620)	60 000(415)
0.058-0.085(1.47-2.17)	90 000(620)	95 000(620)	60 000(415)
0.086-0.127(2.18-3.27)	80 000(550)	85 000(585)	60 000(415)
0.128-0.177(3.28-4.49)	70 000(485)	80 000(550)	60 000(415)
0.178-0.250(4.51-6.35)	60 000(415)	70 000(485)	60 000(415)
Grades AISI 1006 and 1010 UNS G 10060 and G 10100			
Less than 0.035(0.89)	...	95 000(655)	70 000(485)
0.035-0.057(0.89-1.46)	...	90 000(620)	65 000(450)
0.058-0.085(1.47-2.17)	100 000(690)	90 000(620)	65 000(450)
0.086-0.127(2.18-3.27)	85 000(585)	90 000(620)	65 000(450)
0.128-0.177(3.28-4.50)	75 000(515)	83 000(570)	65 000(450)
0.178-0.250(4.51-6.35)	65 000(450)	75 000(515)	65 000(450)
Grade AISI 1015 UNS G 10150			
Less than 0.035(0.89)	...	95 000(655)	75 000(515)
0.035-0.057(0.89-1.46)	...	95 000(655)	70 000(485)
0.058-0.085(1.47-2.17)	105 000(725)	95 000(655)	70 000(485)
0.086-0.127(2.18-3.27)	90 000(620)	95 000(655)	70 000(485)
0.128-0.177(3.28-4.50)	80 000(550)	85 000(585)	70 000(485)
0.178-0.250(4.51-6.35)	70 000(485)	78 000(540)	70 000(485)
Grades AISI 1018 and 1020 UNS G 10180 and G 10200			
Less than 0.035(0.89)	...	100 000(690)	75 000(515)
0.035-0.057(0.89-1.46)	...	100 000(690)	75 000(515)
0.058-0.085(1.47-2.17)	...	100 000(690)	75 000(515)
0.086-0.127(2.18-3.27)	105 000(725)	100 000(690)	75 000(515)
0.128-0.177(3.28-4.50)	85 000(585)	90 000(620)	75 000(515)
0.178-0.250(4.51-6.35)	75 000(515)	82 000(570)	75 000(515)

^a Decimal size is rounded to three significant places in accordance with Practice E 29.
^b Annealed denotes annealed at finished size.

manufacture prior to shipment, unless otherwise specified, and shall be so conducted as not to interfere with the operation of the works.

14. Rejection and Rehearing

14.1 Any rejection by the purchaser shall be reported to the manufacturer within a reasonable time from receipt of material.

14.2 The material must be adequately protected and correctly identified in order that the manufacturer may make a proper investigation.

15. Certification

15.1 When specified in the purchase order or contract, a producer's or supplier's certification shall be furnished to the purchaser that the material was manufactured, sampled, tested, and inspected in accordance with this specification and has been found to meet the requirements. When specified in the purchase order or contract, a report of the test results shall be furnished.

15.2 The certification shall include the specification number, year date of issue, and revision letter, if any.

16. Packaging and Package Marking

16.1 Unless otherwise specified, packaging, package marking, and loading for shipment shall be in accordance with Practices A 700.

16.2 The size, name of product, grade and condition, ASTM specification number, weight, and name or mark of the manufacturer shall be indicated on a tag securely attached to each coil or package of wire.

16.3 When specified in the contract or order, and for direct procurement by or direct shipment to the U. S. Government, when Level A is specified, preservation, packaging and packing shall be in accordance with Level A requirements of MIL-STD-163.

16.4 When specified in the contract or order, and for direct procurement by or direct shipment to the U. S. Government, marking for shipment, in addition to requirements specified in the contract or order, shall be in accordance with MIL-STD-129 for U. S. Military agencies and in accordance with Fed. Std. 123 for U. S. Government civil agencies.

16.5 *Bar Coding*—In addition to the previously-stated identification requirements, bar coding is acceptable as a supplementary identification method. Bar coding should be consistent with AIAG Standard 02.00, Primary Metals Identification Tag Application. The bar code may be applied to a substantially affixed tag.

17. Keywords

17.1 annealed at finished size; annealed in process; carbon; hard drawn; wire

SUMMARY OF CHANGES

Committee A01 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue, A 853-93 (2003), that may impact the use of this standard. (Approved March 1, 2004.)

- (1) Revised Section 4 to eliminate non-mandatory language. (2) Revised Section 10.3 to eliminate obsolete terminology.

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).

Fuente: Trabajo de campo

FIGURA 59. Norma ASTM A121



Designation: A 121 – 99

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428
Reprinted from the Annual Book of ASTM Standards. Copyright ASTM

Standard Specification for Metallic-Coated Carbon Steel Barbed Wire¹

This standard is issued under the fixed designation A 121; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This specification covers metallic-coated steel barbed wire, consisting of a strand of two wires.

1.2 The barbed wire is available with aluminum, zinc, and zinc-5% aluminum-mischmetal alloy coatings, with a number of coating weights, in a number of different constructions (designs), and in two grades. Not all designs are available in all coating types.

1.3 The values stated in inch-pound units are to be regarded as the standard. The values given in parentheses are for information only.

1.4 The text of this specification references notes and footnotes that provide explanatory information. These notes and footnotes (excluding those in tables) shall not be considered as requirements of the specification.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

A 90/A 90M Test Method for Weight (Mass) of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings²

A 428/A 428M Test Method for Weight of Coating on Aluminum-Coated Iron or Steel Articles²

A 641/A 641M Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Carbon Steel Wire²

A 700 Practices for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Domestic Shipment³

A 809 Specification for Aluminum-Coated (Aluminized) Carbon Steel Wire²

A 856/A 856M Specification for Zinc-5% Aluminum-Mischmetal Alloy-Coated Carbon Steel Wire²

A 902 Terminology Relating to Metallic Coated Steel Products²

2.2 Federal Standard:

Fed. Std. No. 123 Marking for Shipments (Civil Agencies)⁴

2.3 Military Standards:

MIL-STD-129 Marking for Shipment and Storage⁴

MIL-STD-163 Steel Mill Products Preparation for Shipment and Storage⁴

3. Terminology

3.1 *Definitions*—For definitions of terms used in this specification, refer to Terminology A 902.

4. Classification

4.1 The barbed wire covered by this specification is classified as described in this section.

4.2 *Design Number*—Numbers describing standard sizes and constructions, as listed in Table 1.

4.3 Metallic Coating Type:

4.3.1 *Coating Type A*—Made from aluminum-coated strand wire.

4.3.2 *Coating Type Z*—Made from zinc-coated strand wire.

4.3.3 *Coating Type ZA*—Made from zinc-5% aluminum-mischmetal alloy (Zn-5AL-MM) coated strand wire.

4.4 *Metallic Coating Class*—The specified amount of coating (coating weight [mass]) on the strand wire.

4.4.1 For Coating Type A, see 6.3. (Only one coating weight for each wire size.)

4.4.2 For Coating Type Z, see Table 2.

4.4.3 For Coating Type AZ, see Table 3.

4.5 Grades:

4.5.1 *Standard Grade*—Barbs spaced on 4 or 5-in. (102 or 127-mm) centers as indicated in Table 1.

4.5.2 *High-Security Grade*—Barbs spaced on 3-in. (76-mm) centers (for Coating Type A only).

NOTE 1—The design numbers are related to the characteristics of the construction of the barbed wire, with the number groups related, in order, to the steel wire gage of the strand wires, number of barb points, spacing of barbs, steel wire gage of the barbs, and a letter indicating the shape of the barbs.

5. Ordering Information

5.1 Orders for material under this specification shall include the following information, as necessary to describe the desired product.

5.1.1 Name of material (steel barbed wire).

5.1.2 Quantity (number of spools and length of barbed wire on each, or total length) (see 7.5 for standard size of spools),

5.1.3 Metallic coating type (see 4.3),

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A-5 on Metallic-Coated Iron and Steel Products and is the direct responsibility of Subcommittee A05.12 on Wire Specifications.

Current edition approved April 10, 1999. Published July 1999. Originally published as A121 – 28T. Last previous edition A121 – 92a.

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.06.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.05.

⁴ Available from Standardization Documents Order Desk, Bldg. 4 Section D, 700 Robbins Ave., Philadelphia, PA 19111-5094, Attn: NPODS.

TABLE 1 Standard Sizes and Constructions for Barbed Wire

Design Number	Size, Steel Wire Gauge	Nominal Diameter of Coated Wire, in. (mm)	Number of Barb Points	Spacing of Barbs, in. (mm)	Diameter of Barbs, Steel Wire Gauge ^a	Shape of Barbs
Metallic Coating Type A						
12-4-3-14R ^b	12½	0.099 (2.51)	4	3 (76)	14	Round
12-4-5-14R	12½	0.099 (2.51)	4	5 (127)	14	Round
Metallic Coating Type Z and Type ZA						
12-2-4-12F	12½	0.099 (2.51)	2	4 (102)	12½ ^c	Flat
12-2-4-13F	12½	0.099 (2.51)	2	4 (102)	13 ^c	Flat
12-2-4-14R	12½	0.099 (2.51)	2	4 (102)	14	Round
12-2-5-12F	12½	0.099 (2.51)	2	5 (127)	12½ ^c	Flat
12-2-5-14R	12½	0.099 (2.51)	2	5 (127)	14	Round
12-4-5-14H	12½	0.099 (2.51)	4	5 (127)	14 ^c	Half-round
12-4-5-14R	12½	0.099 (2.51)	4	5 (127)	14	Round
13-2-4-14R	13½	0.086 (2.18)	2	4 (102)	14	Round
13-4-5-14R	13½	0.086 (2.18)	4	5 (127)	14	Round
15-2-5-13F	15½	0.067 (1.70)	2	5 (127)	13½ ^c	Flat
15-2-5-14R	15½	0.067 (1.70)	2	5 (127)	14	Round
15-4-5-16R	15½	0.067 (1.70)	4	5 (127)	16½	Round

^aThe nominal diameter of the wire used in making the barbs shall be as follows:

- 12½ gage 0.099 in. (2.51 mm)
- 13 gage 0.092 in. (2.32 mm)
- 13½ gage 0.086 in. (2.11 mm)
- 14 gage 0.080 in. (2.03 mm)
- 16½ gage 0.058 in. (1.47 mm)

^bDesign Number 12-4-3-12R, Metallic Coated Type A, is High-Security Grade. All other design numbers are for standard grade.

^cThe gage of the half-round and flat barbs is designated by the gage of the round wire from which the barbs are rolled.

TABLE 2 Minimum Weight of Coating on Type Z Barbed Wire

Size, Steel Wire Gauge	Nominal Diameter of Type Z		Minimum Weight of Coating of Uncoated Wire Surface, oz/ft ² (g/m ²)	
	in.	(mm)	Class 1	Class 3
12½	0.099	(2.51)	0.28 (85)	0.80 (245)
13	0.092	(2.32)	0.28 (85)	0.75 (230)
13½	0.086	(2.18)	0.25 (75)	0.70 (215)
13¾	0.083	(2.11)	A	0.70 (215)
14	0.080	(2.03)	0.25 (75)	0.70 (215)
15½	0.067	(1.70)	A	0.65 (200)
16½	0.058	(1.47)	A	0.60 (200)

^aThese sizes only furnished with Class 3 Coating (Section 8).

TABLE 3 Minimum Weight of Coating on Type ZA Barbed Wire

Size Wire Gauge	Nominal Diameter of Type ZA Wire		Minimum Weight of Coating of Uncoated Wire Surface, oz/ft ² (g/m ²) Class ^a					
	in.	(mm)	20	40	60	80	100	120
12½	0.099	(2.51)	X ^b	X	X	X	X	X
13	0.092	(2.32)	X	X	X	X	X	X
13½	0.086	(2.18)	X	X	X	X	X	X
13¾	0.083	(2.11)	X	X	X	X	X	X
14	0.080	(2.03)	X	X	X	X	X	X
15½	0.067	(1.70)	X	X	X	X	X	X
16½	0.058	(1.47)	X	X	X	X	X	X

^aCoating Class 20 40 60 80 100 120

Coating Weight
oz/ft² 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20
(g/m²) 61 122 183 244 305 366

^bX denotes availability.

5.1.4 Metallic coating class (for Types Z and ZA) (see Table 2 or Table 3),

5.1.5 Design Number (see Table 1),

5.1.6 For Coating Type A barbed wire, whether aluminum alloy barbs are required or prohibited (see 6.2.1). If not stated, the choice shall be at the manufacturer's option,

5.1.7 ASTM designation and year of issue, and

5.1.8 Certification or test report, or both, if required.

Note 2—A typical ordering description is as follows: Steel barbed

wire, 20 spools of 80 rods each, Coating Type Z, Coating Class 3, Design Number 12-2-4-14R, to ASTM Specification A 121-99, with certification.

5.2 All spools of barbed wire accepted by the purchaser shall be billed on the basis of the original length of the spools before sampling, unless changed by contractual agreement.

6. Material

6.1 *Base Metal*—The base metal of the steel strand wires and steel barbs shall be of good commercial quality carbon steel, capable of meeting the breaking strength requirement in 7.7. The base metal for aluminum barbs (permitted with metallic Coating Type A) shall be aluminum alloy wire conforming to Alloy 5000-H38, Alloy 6061-T94, or equal.

6.1.1 For Coating Type A barbed wire, the choice of whether aluminum-coated steel wire or aluminum alloy wire for the barbs shall be that of the manufacturer, unless otherwise specified by the purchaser. If aluminum alloy wire is used, the particular alloy shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser at the time the order is placed.

6.2 *Coating Materials*—The coating on the wire shall conform with the requirements of the following specifications:

6.2.1 *Coating Type A*—Aluminum-coated wire in accordance with Specification A 809.

6.2.2 *Coating Type Z*—Zinc-coated wire in accordance with Specification A 641/A 641M.

6.2.3 *Coating Type ZA*—Zinc-5% aluminum-mischmetal alloy (Zn-5Al-MM) coated wire in accordance with Specification A 856/A 856M.

6.3 *Coated Wire*—The steel wire shall be coated before fabrication.

6.3.1 *Weight of Coating Requirements for Strand Wires*—The strand wires for Types Z and ZA barbed wire, as represented by the test specimens, shall conform to the requirements of Tables 2 and 3 respectively for the minimum coating weight for the type and class ordered. The strand wires for Type A barbed wire, as represented by the test specimens,

FIGURA 60. Formato para procedimientos operativos (parte frontal)

LOGOTIPO	REGISTRO Version 1	Número: EMPLUG-PROC-REG-NUM UBICACIÓN	Fecha de emisión Elaboró:	Fecha de revisión: Autorizó:	No. Página
NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO					
<p>A partir de la fecha: ##### del mes de ##### del año #####, se le informa al personal del Área de #####, de la utilización e implementación del siguiente procedimiento.</p>					
<p>Dentro de éste espacio se deberá desarrollar el procedimiento establecido por los involucrados (Jefe de Planta, Supervisor, Encargado de turno y Operador de área). Asimismo se dejará escrito al final aquellas notas consideradas como importantes (del proceso y/o seguridad industrial) y que el colaborador de nuevo ingreso (especialmente) deberá tomar en cuenta.</p>					
<p>OBSERVACIONES IMPORTANTES PARA EL MEJOR USO DEL INTERESADO:</p> <p>Logotipo = Área donde se deberá colocar el Logotipo de la empresa.</p> <p>Registro = Siempre deberá colocarse éste nombre debido a que será un documento que deberá quedar archivado y a la disposición de los interesados (Jefe de planta y Supervisores).</p> <p>Version = Área donde deberá mencionarse si es la primera version (Version 1) ó si ha sufrido modificaciones, la versión que corresponda.</p> <p>Número = Área donde deberá colocarse una serie de abreviaturas que darán lugar a una mejor ubicación de dichos procedimientos, tomando en cuenta lo siguiente:</p> <p>EMPLUG = Colocar iniciales de la empresa seguido del lugar de aplicación del procedimiento.</p> <p>PROC = Colocar siempre éstas iniciales que hace referencia a un "Procedimiento".</p> <p>REG = Colocar siempre éstas abreviaturas que hace referencia a un "Registro".</p> <p>NUM = Área donde se deberá colocar el número de procedimiento que corresponde, iniciando con el numeral "01". Si existe un procedimiento anexo al original, la numeración del procedimiento deberá colocarse de la siguiente manera "01.1".</p> <p>Ubicación = Lugar o sede general en donde fue elaborado el procedimiento.</p> <p>Fecha de emisión = Área para colocar la fecha en la que se realizó el procedimiento.</p> <p>Elaboró = Área para colocar el nombre de la persona o depto. que elaboró el procedimiento.</p> <p>Fecha de revisión = Área para colocar la fecha en la que fue revisado por primera vez o si ya sufrió otras revisiones.</p> <p>Autorizó = Persona encargada de autorizar el procedimiento descrito (Jefe de Planta).</p> <p>No. Página = Área para colocar el número de página que corresponde al procedimiento. Si existiera más de una página se deberá colocar el número de página separada por una diagonal "/" y seguido del total de páginas que contiene el procedimiento.</p>					

Fuente: Trabajo de campo

FIGURA 61. Formato para procedimientos operativos (parte trasera)

LOGOTIPO	REGISTRO Version 1	Número: EMPLUG-PROC-REG-NUM UBICACIÓN	Fecha de emisión Elaboró:	Fecha de revisión: Autorizó:	No. Página
<p>Dentro de esta área se podrá continuar con elaboración del procedimiento si este fuera muy extenso y necesitara de más páginas. Si existieran imágenes que ejemplificaran el procedimiento descrito con anterioridad, deberán de colocarse dentro de este espacio.</p> <p>Tener muy en cuenta que por cada procedimiento, se debe de elaborar y llenar cada campo de la parte superior.</p>					

Fuente: Trabajo de campo



Ing. Walter Emilio Ramírez Córdova
AUTOR



Ing. Julio Ernesto Contreras Sierra
ASESOR



Ing. Julio César Contreras Marroquín
REVISOR



Licda. Anne Marie Liere de Godoy, MSc.
DIRECTORA



Oscar Manuel Cobar Pinto, Ph.D.
DECANO