



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA
"ANTONIO JOSE DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
PRACTICA PROFESIONAL

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
REACONDICIONAMIENTO DE TRIDENTES ANODICOS DE LA UNIDAD
DE VARILLAS DE CVG VENALUM**

TUTOR ACADEMICO:

Ing. Emerson Suarez

TUTOR INDUSTRIAL:

Ing. Juan González V.

AUTORA:

Br. Noslen Orta S.

CI: 20.557.404.

Ciudad Guayana, Noviembre 2014



**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
RECONDICIONAMIENTO DE TRIDENTES ANODICOS DE LA UNIDAD
DE VARILLAS DE CVG VENALUM**

U
N
E
X
P
O



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERRECTORADO – PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
REACONDICIONAMIENTO DE TRIDENTES ANODICOS DE LA UNIDAD
DE VARILLAS DE CVG VENALUM**

BR. NOSLEN ORTA S.

Trabajo de investigación que se presenta ante el Departamento de Ingeniería Industrial como requisito académico para aprobar la Práctica Profesional.

**Ing. Emerson Suarez
(Tutor Académico)**

**Ing. Juan González V.
(Tutor Industrial)**

Ciudad Guayana, Noviembre 2014

ORTA SOTO, NOSLEN NAZARETH

“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE REACONDICIONAMIENTO DE TRIDENTES ANODICOS DE LA UNIDAD DE VARILLAS DE CVG VENALUM”

Ciudad Guayana, Noviembre de 2014

Pág. 107

PRÁCTICA PROFESIONAL

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”

Vice-rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: Ing. Emerson Suarez

Tutor Industrial: Ing. Juan González V.

Capítulos: I El Problema. II Marco de Referencia III Diseño Metodológico. IV Situación Actual V Situación Propuesta. Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografía. Anexos



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

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del Jurado Evaluador designados por el departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, para evaluar la práctica profesional presentada por la ciudadana: ORTA SOTO NOSLEN NAZARETH portador de la cédula de identidad N°20.557.404 titulada: **EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE REACONDICIONAMIENTO DE TRIDENTES ANODICOS DE LA UNIDAD DE VARILLA DE CVG VENALUM**. Consideramos que este cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto la declaramos: **APROBADO.**

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen del Valle, por darme la fuerza, sabiduría, ser mis protectores y guiarme en el camino para llegar al lugar que hoy ocupo.

A mi papá, Nelson Orta, por ser mi ídolo y fuente de inspiración, además de darme su apoyo incondicional. Ayudándome siempre a dar más de lo que puedo dar.

A mi mamá, María Soto, por siempre estar ahí, por guiarme en todo momento y enseñarme que todo esfuerzo es la medida del resultado.

A mi hermano, Nelson Orta (Samuel) por estar conmigo a todo momento, en las buenas y en las malas, esperando que este logro les sirva de estímulo en sus estudios.

A mis hermanos de vida, Dayana El Nimer, Euris Orta, Yorgredecis Aguane, Sayed El Nimer, Felix Orta, Dickson Soto, Mervin Escobar, Carlos Aguane por su apoyo incondicional, su amistad, amor, comprensión y lealtad.

A mis abuelos, Ligia Hernández, Sixto Soto y Eurides Bolívar, por siempre creer en mí, dándome su apoyo, consentimiento y amor.

A mis amigos, Yudaisa Guzmán, Grecia Muñoz, Alexandra Guevara, Anggie Sterrantino, Karelis Serrano, Jessy Gutierrez y Rafael Rondón por ser mis compañeros y amigos desde el inicio hasta el final de la carrera.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera durante mi carrera me apoyaron y ayudaron a llegar a esta etapa de mi vida.

A todos ellos, les dedico este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme y darme la oportunidad de llegar a esta etapa de mi vida y por bendecir cada pasó que me propongo dar.

A la UNEXPO, por ser la casa de estudio donde me forme para ofrecer y contribuir a la sociedad con mis conocimientos adquiridos en dicha institución.

A la empresa CVG Venalum, por permitirme realizar el proyecto de práctica profesional en sus instalaciones y otorgarme toda la información necesaria.

A mi tutor industrial, Ing. Juan González V, por su apoyo y consejos en la realización del proyecto.

Al Ing. Wilmer Ibarra, Al Sr. Eloy Morao, Al Sr. Nelson Marfisis y al Departamento del Taller de Varillas y Refractarios, por toda la colaboración prestada durante la realización de la pasantía.

A los Ingenieros Alfredo Decan, Ricardo Bravo, José Subero; y mis amigos pasantes, gracias por apoyarme y permitirme compartir con ustedes esta etapa de aprendizaje en mi vida.

A mi tutor académico, Ing. Emerson Suarez, gracias por su dedicación, orientación y ayuda constante.

A todos ellos, gracias.



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

EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
REACONDICIONAMIENTO DE TRIDENTES ANÓDICOS DE LA UNIDAD
DE VARILLAS DE CVG VENALUM.

Autor: Noslen N. Orta S.

Tutor Académico: Ing. Emerson Suarez

Tutor Industrial: Ing. Juan González V.

Fecha: Noviembre, 2014

RESUMEN

En el siguiente trabajo se realizó una evaluación y propuesta de mejora al proceso de reacondicionamiento de tridentes anódicos para mejorar la gestión y control de los mismos. Esta investigación es de tipo no experimental, el cual se llevó a cabo en la Unidad de Varillas de CVG Venalum, donde se realizó un diagnóstico de la situación actual en el proceso de reacondicionamiento de los tridentes anódicos que se lleva a cabo en el área antes mencionada. El análisis se desarrolló mediante la elaboración de diagramas de línea, diagrama de caracterización, diagrama causa - efecto, diagrama de Pareto y análisis FODA, determinando así las áreas críticas y los focos de oportunidad de mejora continua; para ello se enfoca en la aplicación de métodos de calidad, planes de mantenimiento preventivo y correctivo, charlas de adiestramiento al personal, entre otras.

Palabras claves: Adiestramiento, mantenimiento, calidad.

INDICE

DEDICATORIA _____	i
AGRADECIMIENTOS _____	ii
RESUMEN _____	iii
INTRODUCCION _____	1
CAPITULO I _____	3
EL PROBLEMA _____	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____	3
1.2 Objetivos _____	5
1.2.1 Objetivos General: _____	5
1.2.2 Objetivos Específicos _____	5
1.3 Justificación _____	5
CAPITULO II _____	8
MARCO DE REFERENCIA _____	8
2.1 Descripción De La Empresa _____	8
2.2 Misión y Visión _____	9
2.2.1 Misión _____	9
2.2.2 Visión _____	9
2.3 Descripción del Área de Estudio y Trabajo Asignado _____	9
2.3.1 Planta de Carbón _____	9
DISEÑO METODOLÓGICO _____	27
3.1 TIPO DE INVESTIGACION _____	27
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACION _____	28
3.3 POBLACION Y MUESTRA _____	29
3.5 RECURSOS _____	33
3.5.1 RECURSOS FISICOS _____	33
3.5.2 EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL _____	34

CAPITULO IV	35
SITUACION ACTUAL	35
4.2. Diagnóstico de la Situación Actual	35
4.2.1. Selección y Acondicionamiento de Varillas Anódicos	36
4.3 Control Estadístico de las Varillas Reacondicionadas	38
4.4 Estándares de las Varillas Anódicas para el Proceso de Reducción Electrolytica	42
4.5 ANALISIS DE DIAGRAMA CAUSA-EFECTO	54
CAPITULO V	64
SITUACION PROPUESTA	64
5.1 ANALISIS DE MATRIZ FODA	66
5.3 PLAN DE MEJORA CONTINUA PARA EL SUMINISTRO DE TRIDENTES ANODICOS AL DEPARTAMENTO DE ENVARILLADO	69
RECOMENDACIONES	87
ANEXOS	91

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de la Gerencia de Carbón	10
Figura 2: Flujoograma Proceso de Reparación De Varillas	12
Figura 3: El plano muestra dimensiones de la varilla utilizada en CVG Venalum Medidas en mm.	14
Figura 4: Ensamblaje de Varillas	20
Figura 5: Estructura de Diagrama Ishikawa	21
Figura 6: Diagrama de Línea de Producción de Varilla Anódica y/o Ensamblada	38
Figura7 Diagrama de Caracterización (Taller de Varillas, Reacondicionamiento de Tridentes Anódicos)	70
Figura 8 Instrumento de Entrevista	74

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Total de Varillas Reacondicionadas periodo 2010-2013 Taller de Varillas CVG Venalum. _____	39
Gráfico 2 Varillas Reparadas, Suministradas y Celdas en Operación (2013 a Julio 2014) _____	41
Gráfico 3: Defectos en Tridentes Anódicos Año 2010 _____	44
Gráfico 4: Defectos en Tridentes Anódicos Año 2011 _____	46
Gráfico 5: Defectos en Tridentes Anódicos Año 2012 _____	47
Gráfico 6: Defectos en Tridentes Anódicos Año 2013 _____	49
Gráfico 7 Total de Defectos Presentados desde 2010 al 2013 _____	50
Gráfico 8: Defectos en Tridentes Anódicos ene-julio 2014 y Proyección____	51
Gráfico 9: Defectos en Tridentes Anódicos Periodo 2010 hasta ene-mayo 2014 _____	52
Gráfico 10: Defectos en Varillas Anódicas Reacondicionadas ¿Cómo influye la causa (carga en las funciones del trabajo) en incumplimiento de las operaciones? _____	54
Gráfico 11 Cantidad de Varillas Procesadas (2011-Julio 2014) _____	58
Gráfico 12 Diagrama de Pareto (Fallas en la Friction Welder) _____	60
Gráfico 13 Diagrama de Pareto _____	76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Elementos que conforman la Barra de Aluminio _____	15
Tabla 2: Almacén de Insumos, Materiales y Herramientas del Taller de Varillas de CVG Venalum _____	40
Tabla 3 Fallas con más Frecuencia en la Maquina Friction Welder _____	59
Tabla 4 Capacidad de Producción de la Maquina Friction Welder _____	61
Tabla 5 Matriz Foda _____	67

Tabla 6 Lista de Oportunidades de Mejora _____	73
Tabla 7 Escala de Evaluación _____	73
Tabla 8 Criterios de Selección _____	73
Tabla 9 Matriz de Selección de la Oportunidad de Mejora _____	73
Tabla 10 Lista de Causas _____	75
Tabla 11 Cronograma de Actividades – Situación Propuesta _____	84

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Maquina de Soldar Friction Welder _____	92
ANEXO 2 Sierra Horizontal _____	93
ANEXO 3 Sierra Vertical _____	93
ANEXO 4 Patio de Almacén de Varillas Anódicas del Taller de Varillas _____	94
ANEXO 5 Ánodos Envarillados _____	95
ANEXO 6 Ánodos Envarillados en Carretes y Básquets _____	96
ANEXO 7 Buen Banqueo de Ánodo _____	97
ANEXO 8 Mal Banqueo de Ánodo _____	97
ANEXO 9 Sujeción de Varillas en Celdas _____	98
ANEXO 10 Varilla con Erosión Crítica _____	99
ANEXO 11 Varilla con Erosión Media _____	99
ANEXO 12 Varilla Doblada _____	100
ANEXO 13 Bimetal Fisurado _____	100
ANEXO 14 Yugo Inclinado _____	101
ANEXO 15 Yugo con Punta Desprendida _____	101
ANEXO 16 Punta de Yugo Gastadas _____	101
ANEXO 17 Punta de Yugo Fundidas _____	101
ANEXO 18 Colada Adherida Recuperable (Para Carboneo o Rompe Colada) _____	102
ANEXO 19 Colada Adherida Irrecuperable (Corte de Punta) _____	102
ANEXO 20 Varilla con Ataque de Baño _____	102

ANEXO 21	Data General de Varillas con Defecto año 2010	_____	103
ANEXO 22	Data General de Varillas con Defecto año 2011	_____	103
ANEXO 23	Data General de Varillas con Defecto año 2012	_____	104
ANEXO 24	Data General de Varillas con Defecto año 2013	_____	104
ANEXO 25	Data General de Varillas con Defecto Enero-Mayo 2014	_____	105
ANEXO 26	Resumen de Data General de Varillas Reacondicionadas (2010-2013)	_____	105
ANEXO 27	Cantidad de Varillas Procesadas por la Friction Welder	_____	106
ANEXO 28	Total Puntas Reparadas en Tefelca y Total Real de Varillas Reparadas en CVG Venalum 2013-Agosto 2014	_____	107

INTRODUCCION

C.V.G. VENALUM es una empresa del estado venezolano que tiene como función la obtención de aluminio primario con la más alta calidad. Con una capacidad instalada de 430.000 toneladas al año, que se obtiene en 905 celdas de reducción electrolítica, distribuidas en 5 líneas de reducción.

La empresa se compone de tres plantas principales: Planta de Carbón, donde se elabora el ánodo o polo positivo; Planta de reducción, donde se produce el aluminio líquido y Planta de Colada, donde se obtiene los productos terminados. En Planta de Carbón se encuentra el Taller de Varillas y Refractarios, donde se establecen las acciones que regulan los procesos relacionados con la recuperación, reparación, acondicionamiento y ensamblaje de las varillas para el ensamble de ánodos o tridentes anódicos, así como el mantenimiento refractario de los hornos de inducción de los crisoles rociadores y de fundición, mantenimiento de las secciones y reparación de cubiertas de los hornos de cocción, para garantizar el suministro de varillas en el proceso de ensamblaje de ánodos y velar por la continuidad operativa de los hornos de inducción y cocción, contribuyendo con la prevención y conservación ambiental.

La varilla o tridente anódico está constituida por: una barra de aluminio, unida a un yugo de acero de tres (3) puntas, mediante un bimetalico. El proceso que se lleva a cabo para la recuperación de las varillas en el taller de varillas se inicia con la recepción, clasificación y selección de las varillas; luego según su condición se reparan las barras dobladas, erosionadas, se desprende la colada adherida recuperable de las puntas del yugo y cuando esta no se desprende con facilidad la punta es cortada y luego se sueldan las puntas que hagan falta con la máquina de soldadura por

fricción (Friction Welder). Cuando la punta se desprende la reparación de la varilla se hace en talleres externos debido a que la máquina de soldadura por fricción no puede soldar puntas de longitud mayor a 180mm. También se desprenden los bimetálicos dañados y se sustituyen por nuevos en las mesas ubicadas en el área para tal fin. Actualmente se desprenden los casquillos y restos de fundición gris que en las puntas del yugo.

Esta investigación se llevó a cabo mediante un seguimiento y control de condiciones físicas y de funcionamiento de máquina: de soldadura por fricción (Friction Welder), la maquina rompe colada, enderezadora de barra, relleno de barra erosionada, corte de punta, carboneo, y la soldadura de bimetálico-yugo, a objeto de un diagnóstico de la situación actual del procedimiento de reacondicionamiento de varillas. De igual forma se les hizo un seguimiento a los operarios, y una evaluación detallada del manejo de inventario de insumos y herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de reacondicionamiento varillas anódicas en Taller de Varillas de CVG Venalum.

En este informe se presentan cinco (5) capítulos dando resultado a la investigación realizada: En el capítulo I: Se hace referencia al problema y objetivos de la investigación. En el capítulo II: Se da un marco referencial de la empresa donde se realiza la investigación, bases teóricas y glosario de términos utilizados en el estudio. En el capítulo III: Se expone un marco metodológico. En el Capítulo IV: Se engloba la situación actual de la empresa. En el Capítulo V: Se expone la situación propuesta; aunado a esto, se presentan conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

En este capítulo se presenta la problemática planteada por la empresa CVG VENALUM, específicamente en el área del taller de varillas, conjuntamente con el planteamiento del problema, los objetivos y las limitaciones de la investigación.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa C.V.G. Venalum tiene por función principal, producir y comercializar en forma competitiva, productos de aluminios con calidad de estándar mundial, con una política de conservación del medio ambiente, promoviendo el desarrollo de la industria transformadora a nivel nacional; está ubicada en la Zona Industrial Matanzas en Ciudad Guayana, Estado Bolívar, Venezuela. Fue creada por decreto Presidencial el 02 de Julio de 1961.

Dentro del proceso de producción de la planta, existen procesos industriales que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de la misma, los cuales son: Carbón, Reducción y sala de colada. En el área de carbón se produce un ánodo verde (Molienda y Compactación). Se lleva a cocción (Hornos de Cocción) y se ensambla el tridente o varilla al ánodo en Envarillado, para su posterior envío a reducción. Además, Planta de Carbón cuenta con la unidad de Servicio a Carbón, responsable por el acondicionamiento de varillas anódicas en el taller de varillas.

El taller de varillas es el encargado de recibir y reacondicionar varillas defectuosas que salen del proceso, tales como barras erosionadas, varillas con colada adherida, doblez en la barra, varillas con daño por fusión, varillas con daño por baño, punta de yugo fundida, yugo con punta desprendidas, con cabo y bimetálico fisurado.

Actualmente el Departamento de Varillas presenta limitaciones que afectan su rendimiento para suministrar tridentes anódicos a las 245 celdas de producción electrolítica actualmente en operación. No obstante, este departamento fue estructurado para abastecer, casi en su totalidad, un requerimiento de varillas reacondicionadas para 905 celdas en operación.

La situación del Taller de Varillas de CVG Venalum se ve afectada por una problemática de ausentismo laboral, déficit de insumos y materiales, y la falta de un plan de mantenimiento rutinario a los equipos, lo que genera una serie de desviaciones para llevar a cabo el cumplimiento de producción y por ende un mal funcionamiento del departamento y una mala gestión del proceso que da como resultado una baja cantidad de varillas anódicas ensambladas en las instalaciones de la empresa.

Si no se toman medidas sobre la problemática planteada se incrementaría el costo de producción del ánodo envarillado, poniendo en riesgo la disponibilidad de tridentes anódicos a la planta y consecuentemente, el envarillado de los ánodos en la misma, necesario para la reducción electrolítica en las celdas para la producción de aluminio.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos General:

Evaluar el proceso de reacondicionamiento de tridentes anódicos y formular una propuesta de mejora a la unidad de varillas de CVG Venalum.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Recabar información relevante del proceso productivo de la unidad de varilla de CVG Venalum.
- Determinar las especificaciones técnicas que deben cumplir los tridentes anódicos según los requerimientos del proceso de reducción.
- Identificar los factores que afectan la producción de tridentes anódicos defectuosos.
- Evaluar el proceso de reacondicionamiento de tridentes anódicos.
- Elaborar una propuesta de mejora para el proceso de producción de tridentes anódicos.

1.3 Justificación

En función a la problemática planteada en CVG VENALUM, específicamente en el Taller de Varillas, se realizó un análisis detallado del déficit de las varillas reparadas y reacondicionadas, las cuales cumplen un papel muy importante en el proceso de reducción del aluminio siendo junto con el ánodo cocido, el polo positivo. Dichas varillas presentan defectos que ocasionan una mala conducción de la energía eléctrica impactando negativamente en el proceso de producción del aluminio.

La reparación no oportuna de varillas anódicas acumuladas en el patio de la unidad se debe solucionar para agilizar el proceso, mantener alta la producción e inventario de varillas reparadas para garantizar el suministro de las mismas a envarillado de ánodos.

Dando respuesta a esta problemática se realizó una evaluación detallada al proceso de reacondicionamiento de varillas, con la finalidad de detectar las fallas más frecuentes y buscar solución a esta situación que afecta en su totalidad a la empresa CVG Venalum.

1.4 Alcance y limitaciones

1.4.1 Alcance

La presente investigación estuvo delimitada específicamente en el Taller de Varillas, perteneciente a la Industria Venezolana de Aluminio C.V.G. Venalum, donde se llevan a cabo todas las reparaciones de las varillas que salen del proceso productivo por presentar defectos que pueden afectar negativamente el proceso de reducción electrolítica del aluminio.

El proyecto se enfatizó en la elaboración de un plan de mejora para la gestión del proceso de reacondicionamiento de varillas anódicas y determinar las causas raíces del mal funcionamiento de los equipos, la falta de materia prima e insumos, así como también la disponibilidad de recurso humano en Taller de Varillas de CVG VENALUM.

1.4.2 Limitaciones

No se tienen registros confiables de la parte del proceso donde ocurren la mayoría de las fallas en el proceso de reacondicionamiento de las varillas.

El tiempo de realización del estudio tuvo una duración de (16) semanas, con fecha 02-06-2014 hasta 19-09-2014, en un horario de trabajo de 7:00 am – 4:00 pm.

CAPITULO II

MARCO DE REFERENCIA

En este Capítulo se da una breve descripción de la empresa, explicando su estructura organizativa, detallando el departamento donde se realizó la investigación. En el mismo, también se desarrollan el marco teórico y el glosario de términos básicos.

2.1 Descripción De La Empresa

La Industria Venezolana del Aluminio, C.A. (C.V.G. VENALUM), adscrita a la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G.), es una empresa que tiene como objetivo la producción de aluminio primario y aleaciones.

C.V.G. VENALUM está ubicada en la zona Industrial Matanzas en Ciudad Guayana, urbe creada por decreto presidencial el 2 de Julio de 1961 mediante fusión de Puerto Ordaz y San Félix, tiene una capacidad operativa para producir más de 430.000 t/año de metal, por medio de 5 líneas de reducción a través del proceso electrolítico Hall-Heroult que operan con 180 celdas por línea, cuatro de ellas con tecnología Reynolds P-19, una tecnología Hydro Aluminium HAL-230 y cinco celdas con tecnología venezolana VENALUM V-350 sumando un total de 905 celdas instaladas.

Dentro del proceso de producción de la planta industrial, existen mecanismos de alimentación que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de la misma, los cuales son: la Planta de Carbón, Planta de Colada, Planta de Reducción e instalaciones auxiliares.

2.2 Misión y Visión

2.2.1 Misión

CVG Venalum (2103) tiene como misión:

“Producir, vender y comercializar Aluminio y productos del Aluminio, de manera eficaz, eficiente, sustentable y de calidad para satisfacer las necesidades de transformación, en función a la capacidad instalada y tipos de productos, con el propósito de impulsar el desarrollo integral de la nación, generando bienestar en los trabajadores, trabajadoras, proveedores y clientes, avanzando en la cristalización de las bases de la SOCIEDAD SOCIALISTA.”

2.2.2 Visión

CVG Venalum (2103) tiene como misión:

“Garantizar la producción y transformación de aluminio de manera eficaz, eficiente, sustentable y de calidad en función a la capacidad instalada, en un ambiente de bienestar y compromiso social para cubrir las necesidades de uso, priorizando la demanda nacional, en base a la integración, fusión y consolidación socialista de toda la cadena productiva del aluminio, con el fin de lograr y mantener el desarrollo integral de la patria, generando la mayor suma de felicidad posible a nuestro Pueblo.”

2.3 Descripción del Área de Estudio y Trabajo Asignado

2.3.1 Planta de Carbón

Los ánodos que se requieren para el proceso de reducción electrolítica, se fabrican en la Planta de Carbón: Molienda y Compactación, Hornos de Cocción y Envarillado de Ánodos.

En Molienda y Compactación, a partir de coque de petróleo calcinado, brea de alquitrán, desecho verde y cabos, se fabrican los ánodos verdes de 960 Kg, los cuales reciben tratamiento térmico hasta 1250°C en Hornos de Cocción, con el fin de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.

En Envarillado, los ánodos cocidos son acoplados a barras conductoras de electricidad (varillas) y luego se trasladan a celdas, para el proceso de reducción electrolítica.

En las plantas de Recuperación de Baño, se limpian los cabos provenientes de celdas para separar y procesar los restos de baño electrolítico. Se procesa además, material de baño a granel, el baño molido se envía a las Líneas de Reducción para la operación de las celdas.

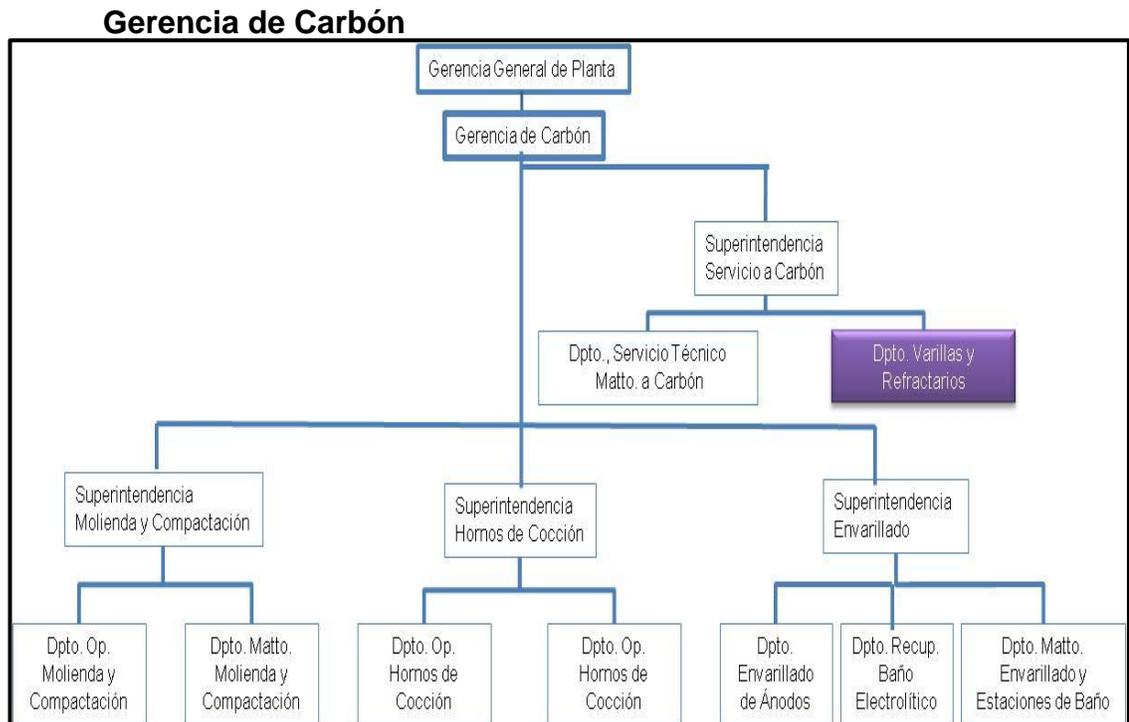


Figura 1: Organigrama de la Gerencia de Carbón
Fuente: Intranet de CVG.VENALUM

En esta área se elaboran ánodos de carbón, a partir de una combinación de coque de petróleo calcinado, cabos de ánodos triturados, ánodos verdes y cocidos de desecho. El peso de los ánodos verdes es de 970 Kg; estos ánodos son fabricados en forma de bloque los cuales se consumen en un 60% aproximadamente durante el proceso de reducción, para producir 1000Kg. de Aluminio (P19) con una vida útil de 22 días. Se requiere una producción diaria de unos 850 ánodos para satisfacer las necesidades de la sala de celdas.

Departamento de Varillas y Refractarios

El Departamento de Varilla y Refractarios es una unidad de servicios a la Gerencia de Carbón, y es el encargado de asegurar la disponibilidad de varillas aptas para el proceso de Envarillado de Ánodos; así como también, asegurar la continuidad operativa de los hornos de cocción e inducción

Su misión es asegurar en condiciones de calidad, cantidad, costo y oportunidad, la disponibilidad de varillas ensambladas, recuperadas y reparadas, así como la reconstrucción y reparación de los hornos de inducción y cocción de la Gerencia de Carbón.

En este se encuentran, la máquina de soldadura por fricción (Friction Welder), la máquina Rompe Colada, sierra vertical y horizontal, así como también las máquinas de soldadura necesarias para el ensamblaje de las varillas. Las maquinas Friction Welder y la Rompe Colada actualmente presentan muchas fallas mecánicas, eléctricas y de control por falta de insumos y repuestos para la ejecución de los planes de mantenimiento de estos equipos (rutinario, programado, correctivo y preventivo). En cuanto al corte de puntas de yugo y ensamblaje de varillas, se presenta una gestión deficiente debido a la falla en oportunidad de metimiento a los equipos, ,

entre otros aspectos al ausentismo de personal y falta de los insumos necesarios para llevar a cabo el proceso.

Debido a lo antes expuesto se necesita diagnosticar el proceso de reacondicionamiento de las varillas para evaluar la condición general que se presenta en esta, a fin de generar las recomendaciones a los distintos problemas presentes y de esta manera lograr abastecer de varillas las 244 celdas en producción y proyectarlas a las 905 celdas. A continuación se indican los objetivos y funciones de este departamento, el cual requiere de las máquinas operativas, insumos y el recurso humano necesarios, para cumplir con los objetivos.

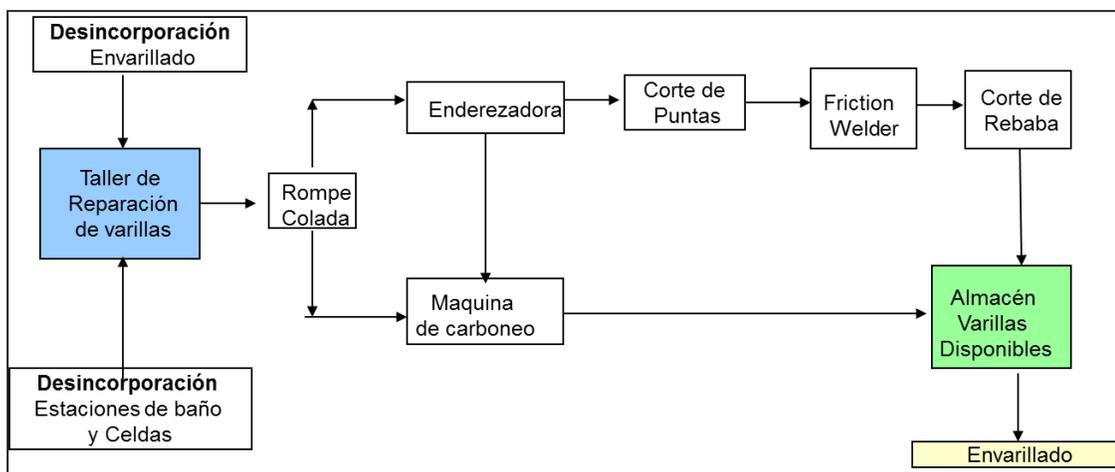


Figura 2: Flujograma Proceso de Reparación De Varillas
Fuente: Taller de Varillas CVG Venalum

Objetivo

Establecer las acciones que regulan los procesos relacionados con la recuperación, reparación, reacondicionamiento y ensamblaje de las varillas anódicas, así como el mantenimiento refractario de los hornos de inducción de los crisoles rociadores y de fundición, mantenimiento de las secciones y reparación de cubiertas de los hornos de cocción, para garantizar el

suministro de varillas en el procesos de ensamblaje de ánodos y velar por la continuidad operativa de los hornos de inducción y cocción, contribuyendo con la prevención y conservación ambiental.

Funciones

- Selección de las varillas desincorporadas o rechazadas en envarillado de ánodos.
- Registro de las varillas recibidas en el Patio de Selección, identificación de defectos.
- Acondicionamiento y/o ensamblaje de varillas anódicas.
- Mantenimiento de refractarios.
- Restauración de crisoles rociadores, de fundición, hornos de inducción, tapas, accesorios y cubiertas de los hornos de cocción.
- Mantenimiento de las secciones de los hornos de cocción.

El área de varillas y refractarios es primordial para la producción de aluminio, es por esto que el proceso de reacondicionamiento de varillas debe tener una buena gestión, a fin de garantizar un stock de varillas buenas disponibles para la producción de ánodos envarillados y así evitar pérdidas de producción atribuida a falta de varillas reacondicionadas.

2.3.2 Trabajo asignado

Debido a las fallas muy concurrentes que presentan las máquinas y equipos, disponibilidad del personal e insumos, se tiene como trabajo asignado: Evaluar la situación actual del proceso de reacondicionamiento de tridentes anódicos y dar una propuesta de mejora a la unidad de varillas de CVG Venalum.

2.4 Bases Teóricas

Para una completa comprensión del entorno del problema ya establecido, es necesario desarrollar sistemas teóricos que permitan comprender la investigación, para ello se desarrolla todos los factores y variables que interactúan durante el proceso de recuperación de varillas, a continuación se describirán.

Varilla Anódica

Barra conductora de electricidad que forma el corazón de los ánodos en las celdas electrolíticas para la producción de aluminio primario. La varilla anódica está formada por tres (3) elementos, como lo son: barra de aluminio de sección transversal rectangular, placa bimetálica aluminio-acero de sección transversal rectangular y un yugo de 3 puntas de sección transversal circular.

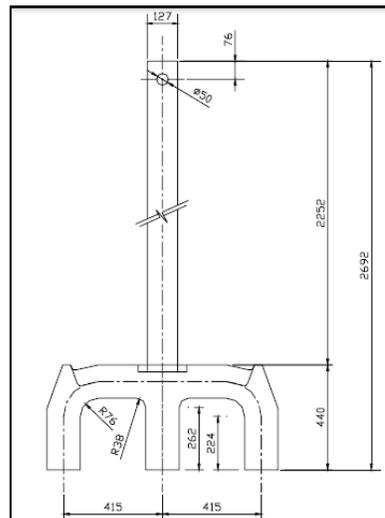


Figura 3: El plano muestra dimensiones de la varilla utilizada en CVG Venalum Medidas en mm.

Fuente: C.V.G Venalum

Las varillas deben ser inspeccionadas en la estación dotada para tal fin; o antes de ser incorporadas en el proceso para evitar su rechazo en la mesa de colada, lo cual, también ocasiona atrasos en la producción, gastos innecesarios de energía, etc.

Barra de Aluminio

Aleación	Si	Mg	Fe	Cu	Mn	Cr	Ti	Zn
6063	0.2-0.6	0.45-0.9	0.35	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Tabla 1: Elementos que conforman la Barra de Aluminio

Fuente: C.V.G Venalum

Bimetálico: Está formado por diferentes metales, acero y aluminio unidos por soldadura de explosión.

Yugo: Extremo de la varilla cuyas puntas van a ser ensambladas con el ánodo.

Punta de Yugo: Acero ASTM A105 normalizado con una longitud de 280mm de \varnothing 140mm, la cual debe ser instalada por soldadura de fricción o arco eléctrico.

El proceso de selección de las varillas anódicas es muy importante, ya que el buen estado de las mismas garantiza la buena conducción de la energía eléctrica en las líneas de reducción del aluminio. El proceso de selección, acondicionamiento y ensamblaje de las varillas se encuentra resumido en el siguiente flujograma.

Maquina Soldadora por Fricción (Friction Welder)

Utiliza el método de soldadura por fricción, que aprovecha el calor generado por la fricción mecánica entre la punta que está en movimiento y el Yugo que esta fijo. El principio de funcionamiento consiste en que la Punta en revolución gira en un movimiento de rotación fijo o variable alrededor de su eje longitudinal y se asienta sobre la otra pieza (Yugo). Cuando la cantidad de calor producida por rozamiento es suficiente para llevar las piezas a la temperatura de soldadura, se detiene bruscamente el movimiento, y se ejerce empuje el cual produce la soldadura por fricción granular. En ese momento se produce un exceso de material (rebaba) que se podrá eliminar fácilmente con una herramienta de corte, ya que todavía se encontrara en estado plástico.

Sierra Vertical y Sierra Horizontal

Ambas son sierras circulares y son utilizadas para aserrar transversalmente la punta de los yugos, y también para seccionar las puntas nuevas. Están dotadas de un motor eléctrico que hace girar a gran velocidad una hoja circular.

Corte de Rebaba

Este proceso consiste en retirar el sobresaliente irregular formado en la superficie de la junta soldada. Esta operación era realizada por la maquina Friction Welder pero fue retirada del ciclo automático de soldadura, según opinión del mecánico y los supervisores del área debido a problemas generados en las cuchillas como en los yugos.

Relleno de Barras Erosionadas

Las barras sufren erosión por falla en suspensión o condición de sujeción a la barra dentro de las celdas, o por altas temperaturas en las mismas. Para rellenar la superficie de la barra afectada por la erosión, se emplea el sistema de soldadura MIG (metal Inerte Gas); Sistema definido por AWS como un proceso de soldadura arco, la fusión se produce por calentamiento con un arco entre un electrodo de metal de aporte continuo (Aluminio) y la pieza, donde la protección del arco se obtiene de un gas suministrado en forma externa (argón), el cual protege de la contaminación atmosférica y ayuda a estabilizar el arco. La producción exigida es de siete (7) barras por soldador, luego pasa a esperar para fresada al Taller Central.

Desprendimiento de Bimetales

Este proceso se realiza para cortar el bimetálico del yugo para que pueda ser reensamblado a otro previamente soldada la barra. Se realiza en dos fases:

- **Corte Oxiacetilénico del Bimetal:** En esta fase el soldador con un soplete en un medio oxiacetilénico desprende el bimetálico por los lados de aplicación de la soldadura, con la precaución de distinguir la guía del yugo (superficie plana y delgada donde se alinea el yugo con el bimetálico)
- **Carboneo del Yugo:** En esta fase el soldador golpea con una mandarina al bimetal hasta retirar por completo el bimetal y posteriormente procede al desbaste de yugo con electrodo de carbón y aire comprimido.

Las dos fases de desprendimiento se realiza en días diferentes generándose tres tipos de almacenamiento uno de yugo con bimetálico, otro de yugo para carboneo y el de yugo limpio en espera de ser ensamble de varillas anódicas. En las dos etapas la producción exigida es de (40) yugos. La duración de estas actividades depende de los niveles de escorias presentes en la soldadura.

Corte de Yugo-Bimetálico

Esta operación se inicia después de que el operador del equipo móvil traslada al área el equipo de oxiacetilénico (tanques de oxígeno y de acetileno) y consiste en montar los reguladores. El procedimiento es el siguiente:

- Quitar la tapa de los cilindros, abriendo y cerrando ligeramente la válvula para expulsar las impurezas.
- Conectar los reguladores sus respectivos cilindros y aflojar la Manila, que regula el paso de gas al manómetro de la presión de trabajo.
- Coloque las mangueras (boquilla)
- Regular las presiones de trabajo para evitar el flujo inverso de oxígeno y presiones elevadas.

Luego se toma el soplete, se enciende apuntando la boquilla sobre un sector libre, sin ahogar la llama para evitar accidentes. Seguidamente se corta el yugo-bimetálico, cuya operación consiste en colocar la boquilla del soplete en la soldadura realizada para el ensamble en las dos caras, comienza cuando el soldador coloca la boquilla del soporte en la referencia y termina cuando cambia a otro yugo, esta operación depende de la escoria presente por soldadura sucia, a mayor niveles de escoria mayor es el tiempo de duración de la operación.

Carbonero de Yugos de Varillas

El carbonero de puntas de yugo consiste en limpiar las puntas con restos de colada adherida con electrodo de carbón. Cuando las varillas entran en el área de carbonero es porque ya ha recorrido las otras estaciones de trabajo requeridas de acuerdo al daño observado en las varillas, o porque solamente requerían esta reparación.

Ensamble de Varillas Anódicas

El ensamble de varillas anódicas consiste en unir mediante soldadura por arco eléctrico la barra y el yugo, se realiza una vez que se desprende en el área de varillas biseladas en un extremo y en otro el orificio para ser sujetadas en las diferentes partes del circuito de varillas. El ensamble se ejecuta en dos etapas bien diferenciadas:

Ensamblaje Barra-Bimetal (soldadura aluminio):

Proceso realizado por soldadura MIG es la que el electrodo es de aluminio consumible, utilizado como metal de aporte, por lo que este sistema es considerado como de soldadura continua, para este proceso se dispone de mesa de trabajo con capacidad para ocho (8) barras en el turno de día.

Ensamble Barra-Bimetal-Yugo

Se toma la barra mediante la grúa puente, operación realizada por dos operadores donde el elemento se inicia cuando el operador coloca la herramienta de sujeción a la altura del centroide de la barra y luego se eleva la varilla. Se traslada la barra del almacenamiento temporal con bimetálico hasta la mesa giratoria de soldadura de acero. Luego de haber sido trasladado el

yugo con la grúa puente, el soldador alinea la barra con el yugo con una escuadra de 90° y manteniendo igual distancia desde los extremos de yugo a la barra, se procede a alinear horizontalmente la barra y el yugo, se suelda un punto para asegurar de esta forma la barra al yugo y evitar desviaciones. Luego de haber fijado las placas sujetadores que fijan las placas de a la mesa por medio de tornillos, ejerciendo presión sobre la barra o el yugo se colocan triángulos de acero a cada lado entre la barra y el yugo de forma de generar el pozo a llenar con soldadura. Se procede a soldar, rellenando de forma homogénea con cordones de soldadura el pozo creado por el yugo, el bimetalico y los triángulos en ambos lados. Se retiran las placas completamente y luego se trasladan las varillas a la mesa giratoria de soldadura de acero hasta el área dispuesta para el apile de varillas.

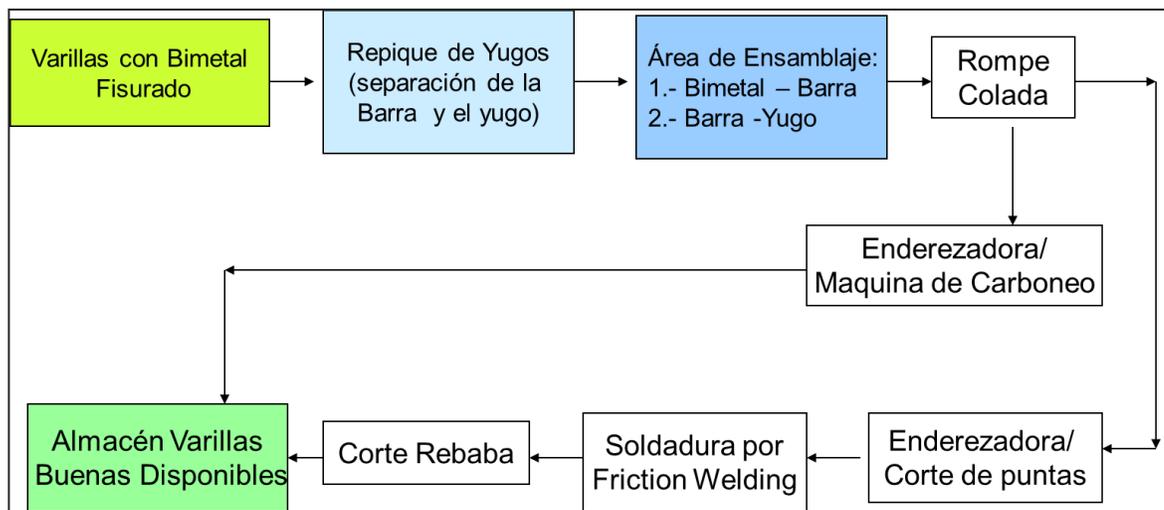


Figura 4: Ensamblaje de Varillas
Fuente: Taller de Varillas CVG Venalum

2.4.1 Diagrama Causa-Efecto

Los Diagramas Causa-Efecto ayudan a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un suceso o problema, y no solamente en las más

obvias o simples. Además, son idóneos para motivar el análisis y la discusión grupal, de manera que cada equipo de trabajo pueda ampliar su comprensión del problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y, organizar planes de acción.

El Diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente Diagrama de “Ishikawa” porque fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresa interesado en mejorar el control de la calidad; también es llamado “Diagrama Espina de Pescado” porque su forma es similar al esqueleto de un pez: Está compuesto por un recaudo (cabeza), una línea principal (columna vertebral), y 4 o más líneas que apuntan a la línea principal formando un ángulo aproximado de 70° (espinas principales). Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas inclinadas (espinas), y así sucesivamente (espinas menores), según sea necesario.

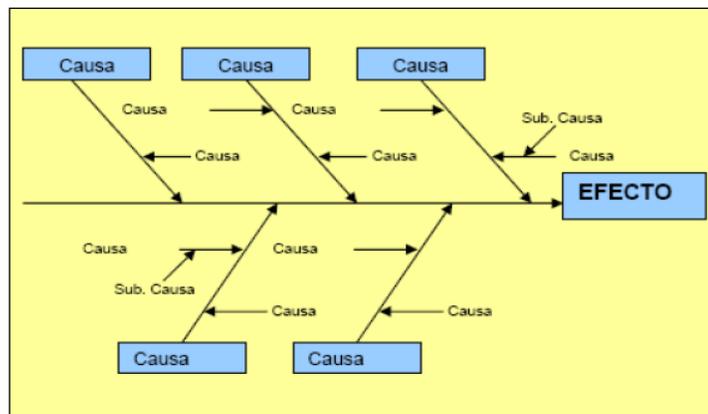


Figura 5: Estructura de Diagrama Ishikawa

Fuente: Internet.

2.4.1.2 Como interpretar un diagrama Causa-Efecto

El diagrama Causa-Efecto es un vehículo para ordenar, de forma muy concentrada, todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto. Permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un

problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. Es importante ser consciente de que los diagramas de causa-efecto presentan y organizan teorías. Solo cuando estas teorías son contrastadas con datos, podemos probar las causas de los fenómenos observables.

Errores comunes son construir diagramas antes de analizar globalmente los síntomas, limitar las teorías propuestas enmascarando involuntariamente la causa raíz, o cometer errores tanto en la relación casual como en el orden de las teorías, suponiendo un gasto de tiempo importante.

2.4.1.3 Proceso de elaboración de diagrama

- Identificar el efecto: identifique el efecto con una línea horizontal y el nombre del resultado o meta a resolver
- Identificar categorías de la causa principal: Ramificar las causa con las cinco categorías citadas, partiendo de la línea horizontal y que de alguna manera influye en el resultado o efecto.
- Identificar causas menores específicas: se identifican las causas específicas que contribuyen al resultado o efecto, registrándola en la categoría que le corresponda en el diagrama; registrar todas las contribuciones posibles, fomentando la participación del grupo para aportar ideas. Cada causa menor es considerada a su vez como un efecto, y desarrollar el análisis a un nivel de detalle más bajo.
- Análisis: Una vez que ha sido completado el diagrama de Ishikawa con las causas identificadas, se debe determinar aquellas causas primordiales que pueden conducir a resolver el

efecto o resultado establecido. Se seleccionan las causas menores más probables posibles para una investigación adicional.

2.4.2 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto constituye un sencillo gráfico de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que son menos (los muchos y vitales). El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose con lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema. Se recomienda el uso de del Diagrama de Pareto:

- Para identificar oportunidades para mejorar
- Para identificar un producto o servicio para el análisis de mejoras de la calidad
- Cuando existe la posibilidad de llamar la atención a los problemas o causas de una forma sistemática
- Para analizar las diferentes agrupaciones de datos
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones
- Para comunicar fácilmente a otros miembros de la organización las conclusiones sobre causas, efectos y costos de los errores

La gráfica de Pareto es una herramienta sencilla pero poderosa al permitir identificar visualmente en una sola revisión las minorías de

características a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejoras sin malgastar esfuerzos ya que con el análisis descartamos las mayorías triviales.

2.4.2.3 Ventajas del Diagrama de Pareto

- Ayuda a concentrarse en las causas que tendrán mayor impacto en caso de ser resueltas.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas
- Ayuda a evitar a que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas
- Su formato altamente invisible proporciona un incentivo para seguir luchando por más mejoras.

Glosario de Términos

Varillas Anódicas Dobladas: Este defecto se presenta como una desviación de la rectitud a lo largo de la varilla anódica. Se origina por la presión ejercida sobre la varilla, durante el proceso de cambio de ánodos en celdas.

Varillas Anódicas Erosionadas: Defecto que se presenta como un deterioro y/o perforaciones en la superficie de la varilla. Se origina por conducción eléctrica, cuando la grapa no está bien ajustada a la barra de aluminio durante la reducción electrolítica del ánodo envarillado en celdas.

Varillas con Colada Adherida: Es cuando las puntas de los yugos tienen presencia de restos de fundición gris mayor a 10mm.

Varilla Anódica Inclinada: Defecto que se presenta como una desviación en la ortogonal del yugo con respecto a la barra de aluminio.

Puntas Fundidas: Defecto que se presenta en la punta de los yugos como fusión de una o más puntas de yugo por la acción del baño electrolítico.

Ánodo: Bloques de carbón fabricados en la planta de molienda y compactación, con las siguientes materias primas (coque de petróleo calcinado, alquitrán, cabo y desecho verde).

Ánodo Cocido: Es el ánodo sometido a un proceso de cocción a fin de adecuar sus propiedades mecánicas y físicas para su uso en el proceso de reducción electrolítica como polo positivo de la celda.

Ánodo Envarillado: Es el ánodo cocido unido a la varilla anódica mediante una fundición gris vaciada en los orificios del ánodo.

Bimetal Fisurado: Defecto que se presenta en la unión Aluminio-Bimetálico, interface Aluminio-Acero y Bimetálico-Yugo, el cual se manifiesta por sobrelleno, falta de penetración del material de aporte, cordones desalineados o fuera de costura, porosidades, grietas, abolladuras en el cordón de soldadura o desgarramiento de estas por la aplicación de las fuerzas sometidas por el funcionamiento de las varillas.

Fundición Gris: Es una composición de elementos químicos y se llama fundición porque contiene más del 2% de carbono y se le atribuye el nombre de gris por su apariencia grisácea.

Reducción Electrolítica: Proceso electroquímico que incluye los principios de la electrolisis, referidos a la separación y deposición de metales.

Banqueo de Ánodo: Consiste en crear una costra en la celda para proteger a los ánodos de la oxidación del aire y garantizar el balance térmico. Se logra descargando la alúmina primaria sobre el ánodo hasta aproximadamente la mitad de la punta del yugo.

Grafitado de Puntas: Consiste en recubrir las puntas de yugo con una solución de grafito coloidal con el propósito de facilitar la separación de los restos de colada.

CAPITULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

A continuación, se exponen los aspectos referidos a la metodología que se utiliza para el desarrollo del estudio, indicando el tipo de estudio, las unidades de análisis (población y muestra), los instrumentos que se utilizarán y finalmente se especifica el procedimiento metodológico que se empleó.

3.1 TIPO DE INVESTIGACION

- **Aplicada:** Debido a que busca mejorar las condiciones del proceso de reacondicionamiento del Tridente Anódico disminuyendo las fallas presentadas en el mismo, a través, del diseño de estrategias y herramientas prácticas y directamente relacionadas con su situación en el ambiente de trabajo.

Tamayo y Tamayo, (2000). Dice que: “Los de tipo aplicado tienen como fundamento esencial enfocar la atención sobre la solución de teorías a fin de lograr la optimización de la gestión por los sujetos involucrados en el estudio”.

- **Explicativo:** Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos, fenómenos o establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidas a responder a las causas de los eventos. Su interés se centra en explicar por qué ocurre un efecto y en qué condiciones se da. Se considera explicativo, ya que, la investigación se basa en buscar las causas de las fallas para poder dar solución al problema.

Según el autor (Fidias G. Arias (2012)), define: La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos.

- **De campo:** Se realiza observando los fenómenos presentados en los tridentes anódicos en su ambiente natural.

Por su parte, Ramírez (1999) señala que la investigación de campo “es aquel tipo de investigación a través de la cual estudian los fenómenos sociales en su ambiente natural” y sobre la que Bisquerra (2003) agrega que “... los métodos y técnicas a emplear se aplican en forma directa en la realidad mediante el trabajo concreto del investigador...”

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACION

Se empleará un diseño de tipo no experimental ya que no se manipularán las variables existentes; tomando en cuenta lo expuesto por Hernández, Fernández y Baptista (2005). Con este diseño “No se pretende poseer el control directo ni manipular deliberadamente las variables, sino observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para luego analizarlos”.

En relación al tiempo, el estudio no experimental es de tipo transitorio o transversal, porque se recolectan datos en un solo momento del tiempo. Según Hernández, Fernández y Baptista “su propósito es describir variables, y analizar su incidencia en un momento dado”.

3.3 POBLACION Y MUESTRA

Se entiende por población es el universo sujeto a estudio y la muestra es una parte de ese universo, no otra cosa fuera de este y muestra “es aquel donde a los elementos de la muestra no se les ha definido la probabilidad de ser incluidos en la misma” (Méndez, 2001, p.184).

La población, como la muestra está representada por los procesos que se llevan a cabo para el reacondicionamiento de los tridentes anódicos en el Taller de Varillas de CVG Venalum.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1 OBSERVACIÓN DIRECTA

La observación directa permitirá conocer e identificar cada una de las actividades, tecnología, metodologías y procedimientos de reacondicionamiento de varillas realizados en el Taller de Varillas de CVG Venalum.

3.4.2 DATOS HISTÓRICOS

La revisión de los datos históricos permitirá obtener la información esencial con respecto al proceso que se lleva para el reacondicionamiento y recuperación de varillas del Taller de Varillas de CVG Venalum por los mecánicos, ayudantes y apoyos que posee el taller de equipo móvil.

3.4.3 ENTREVISTAS

Se realizaron entrevistas no estructuradas al personal involucrado en las labores de proceso del Taller de Varillas con la finalidad de obtener una

información no sesgada, precisa y detallada acerca de las fallas, funcionamiento de los equipos, y la gestión del proceso por medio de una serie de preguntas abiertas y aleatorias surgidas de las necesidades pertinentes a dudas o temas específicos, que permitieron realizar un diagnóstico de la situación actual.

3.4.4 REVISIÓN DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

La revisión de material bibliográfico incluye la revisión del histórico de producción de varillas, la revisión de textos de consulta e informes de pasantía con el fin de complementar los fundamentos teóricos del presente informe, la consulta a referencias electrónicas (Intranet de IBH y Internet).

3.4.5 PAQUETES COMPUTARIZADOS

Para el desarrollo, obtención, codificación de los datos, así como la estructuración formal del proyecto, se utilizaron como apoyo los paquetes computarizados Microsoft Word, Microsoft Power Point y Microsoft Excel.

3.5 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Para poder cumplir con los objetivos planteados en este estudio se realizaron una serie de pasos que permitieron la obtención de la información necesaria para la realización de una mejora en el proceso de reacondicionamiento de tridentes anódicos, estos pasos son los siguientes:

3.5.1 DESCRIBIR EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA UNIDAD DE VARILLAS DE CVG VENALUM

Se procederá a conocer las distintas actividades realizadas en el Taller de Varillas de CVG Venalum para el reacondicionamiento de los tridentes anódicos, a través de una observación directa al proceso, equipos e instalaciones y a las acciones que se realizan en las distintas secciones del Taller.

- Recepción de las varillas
- Selección de las varillas
- Registro de las varillas en el patio de selección
- Acondicionamiento y/o ensamblaje de las varillas anódicas
- Reparación de las varillas anódicas
- Despacho de las varillas reparadas.

3.5.2 DESCRIBIR LA SITUACION ACTUAL DE LA UNIDAD DE VARILLAS DE CVG VENALUM

Se definirá y formulará el problema; considerando todas las dificultades que se presentan al momento de ejecutar el mantenimiento en cada equipo en estudio. Mediante gráficos históricos en el área, diagrama de líneas, causa-efecto y diagramas de caracterización.

- Histórico de varillas reparadas en el Taller de Varillas de CVG Venalum.
- Histórico de varillas reparadas en el Taller Foráneo Tefelca.
- Defecto de Tridentes Anódicos
- Proveedores, clientes, proceso, insumo y producto del Taller de Varillas de CVG Venalum.

3.5.3 EVALUAR EL PROCESO DE REACONDICIONAMIENTO DE TRIDENTES ANODICOS

Se hará una revisión y análisis a los diagramas de flujo y de proceso para el reacondicionamiento de los Tridentes Anódicos tomados de la fuente de información de CVG Venalum. Luego se observará la disponibilidad y confiabilidad de los equipos pesados, así como también la criticidad de los distintos equipos, para finalmente buscar las causas y soluciones que producen la mala gestión en el proceso de reacondicionamiento de los Tridentes Anódicos.

- Métodos para llevar a cabo el proceso de reacondicionamiento de las varillas anódicas.
- Condiciones de las maquinarias y equipos en el Taller.
- Mano de obra y producción.

3.5.4 ELABORAR UNA PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE REACONDICIONAMIENTO DE TRIDENTES ANODICOS

Para solventar la situación que presenta actualmente la empresa CVG Venalum en el área del Taller de Varillas de CVG Venalum, se aplicara la metodología de los siete pasos para la mejora continua. Para el caso evaluado solo se aplicaran cinco pasos de los siete pasos de mejora continua.

PASO 1: Selección de oportunidades de mejora: revisión de antecedentes, listar problemas, jerarquizar los más importantes, escoger y chequear el problema.

PASO 2: Cuantificación y subdivisión: clarificar, subdividir y cuantificar el problema, escoger subdivisión a base de datos.

PASO 3: Análisis de causas raíces: listar causas por subdivisión, agrupar las causas, cuantificar y seleccionar causas.

PASO 4: Nivel de desempeño requerido (metas): definir el nivel del indicador, establecer propuestas.

PASO 5: Diseño y programación de soluciones: listar posibles soluciones, seleccionar las soluciones más factibles y potenciales, programar las actividades de cada solución.

PASO 6: Implantación de soluciones: verificar (reajustar) el cumplimiento del programa, chequear los niveles alcanzados por los indicadores, evaluar el impacto de las mejoras incorporadas.

PASO 7: Establecimiento de acciones de garantía: normalizar prácticas operativas, entrenamiento en los nuevos métodos, incorporar el control del departamento, reconocer y definir resultados.

3.5 RECURSOS

3.5.1 RECURSOS FISICOS

- Libretas
- Hojas
- Lapiceros, lápices, resaltadores
- Computador
- Impresora
- Fotocopiadora
- Calculadora

3.5.2 EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

- Botas de seguridad
- Casco de seguridad
- Lentes de seguridad
- Camisa de seguridad
- Mascarilla respiratoria

CAPITULO IV

SITUACION ACTUAL

Para conocer la necesidad de mejora que necesita el proceso de reacondicionamiento de Tridentes Anódicos del Taller de Varillas en CVG Venalum C.A, es necesario conocer la situación actual y el procedimiento que se lleva a cabo para así generar una propuesta de mejora.

A través de la observación directa, formatos de recolección de datos de los procesos y de los equipos que conforman el Taller de Varillas, se dio a conocer la situación actual del proceso de reacondicionamiento de tridentes anódicos en dicho taller.

4.1. Principales actividades que se llevan a cabo en la Superintendencia de Servicios a Carbón

- Recepción de las varillas
- Selección de las varillas desincorporadas o rechazadas en Envarillado de Ánodos.
- Registro de las varillas recibidas en el Patio de Selección
- Acondicionamiento y/o ensamblaje de las varillas anódicas
- Reparación de las varillas anódicas
- Despacho de varillas reparadas

4.2. Diagnóstico de la Situación Actual

Actualmente el Departamento de Varillas y Refractarios labora tres (3) turnos diurno (7:00 a.m. – 3:00 p.m.), mixto (3:00 p.m. – 11:00 p.m.) y (11:00 pm – 7:00am). Si el Departamento está laborando en los tres turnos, se

debería lograr más efectividad tanto en la fuerza laboral como en ensamblaje final de las Varillas Anódicas.

Al realizar un monitoreo un poco más detallado de los procedimientos que se realizan en el Taller de Varillas durante los turnos señalados, se tiene que el área de reparación de Varillas Anódicas, está dividida en dos (2) estaciones definidas a continuación:

4.2.1. Selección y Acondicionamiento de Varillas Anódicos

Se reciben las varillas con defectos (dobladas, erosionadas, con colada adherida, puntas fundidas, puntas desprendidas) desde envarillado, complejo I y II, y de V Línea por cada turno rotativo en el Taller de Varillas, se inspeccionan las condiciones en las cuales se reciben y luego se distribuyen a las diferentes estaciones de reparación con ayuda del montacargas; previamente al apilamiento, en caso de que la varilla sea recuperable, pasa a la enderezadora de varillas, donde se bisela y posteriormente es llevada al patio; previamente los operadores deben desprender los restos de colada en la maquina rompe colada. Si la varilla presenta el Bimetálico Fisurado (Ver Anexo 13. Pág.100) o el yugo inclinado (Ver Anexo 14. Pág.101), pasa a la sierra de corte vertical, donde es cortada e inspeccionada si hay rechazo de barra y/o yugo o Bimetálico. Si el yugo es recuperable pasa a facilidad 30-B (Taller Central) para la limpieza con oxicorte, de allí a carboneo, para luego pasar al almacén de yugos. En esta área se trabajan dos turnos de 7:00 a.m. a 3:00 p.m. y de 3:00 p.m. a 11:00 p.m.

4.2.2. Estación de Soldadura de Puntas de Yugo

En esta área se realizan reparaciones de las varillas, barras, puntas y yugos a través de la soldadura manual o por arco eléctrico (Soldadura MIG con aluminio y acero) o automática (Friction Welder); así como el ensamble de Varillas Anódicas.

El proceso de reacondicionamiento de varillas anódicas para lograr una capacidad de producción con los tres turnos es el siguiente:

1. Se recibe del Departamento de Envarillado de Ánodos las varillas desincorporadas en las líneas de producción, para su acondicionamiento o reparación.
2. Durante el turno, se inspeccionan las varillas provenientes del Departamento de envarillado de Ánodos, que se encuentran ubicadas en el patio de selección (Ver Anexo 4, Pág. 94), se clasifican y agrupan las varillas según los defectos que presenten, de acuerdo a lo establecido en la práctica de trabajo.
3. Se registran los datos de la clasificación de los defectos de las varillas en el formulario Selección de Varillas Anódicas
4. Se envían las varillas a la maquina enderezadora para ejecución de enderezado y/o máquina de corte (según el caso). Finalizada esta actividad son trasladadas las varillas y agrupadas por defecto a la estación de trabajo que corresponda en el Taller de Varillas.
5. Se acondicionan las varillas anódicas (según apliquen) de acuerdo a lo establecido en la práctica e trabajo: Selección y Acondicionamiento de las Varillas y Soldadura de Puntas de Yugo por Fricción.
6. Se inspeccionan cada una de las varillas con la formaleta y quedan disponibles para el proceso de envarillado.
7. Si la varilla presenta restos de colada, pasa a carboneo (esto se realiza con electrodo de carbón), luego de esto pasa al patio a esperar ser llevadas a envarillado.

Para realizar el acondicionamiento y el ensamble de las varillas anódicas se utilizan diferentes materiales que será visualizado en el diagrama de línea de la producción de la varilla anódica acondicionada y/o ensamblada que se presenta a continuación:

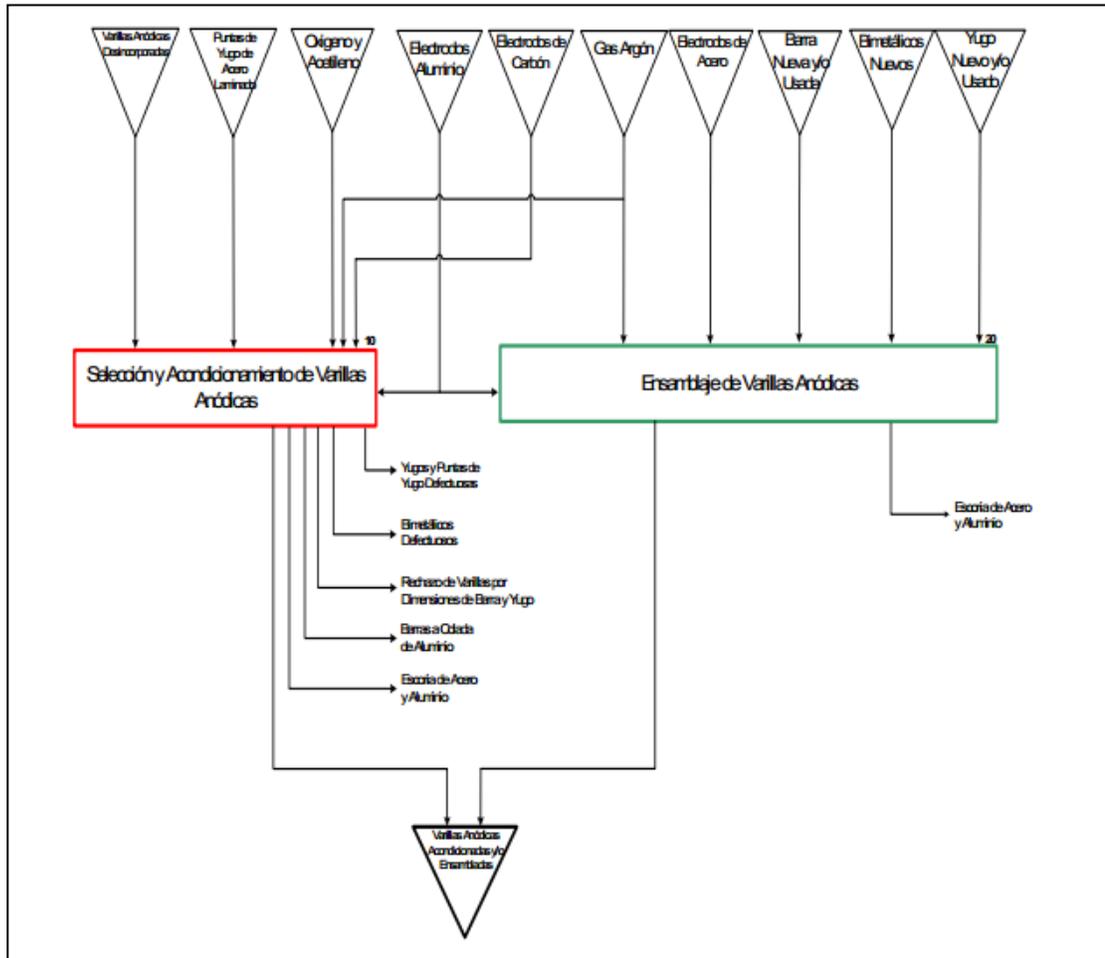


Figura 6: Diagrama de Línea de Producción de Varilla Anódica y/o Ensamblada

Fuente: Dpto. De Ingeniería Industrial de CVG Venalum

4.3 Control Estadístico de las Varillas Reacondicionadas

Para realizar el estudio de los defectos en los Tridentes, se realizó el seguimiento de la cantidad de varillas que se procesaron, reacondicionaron y suministrado a envarillado durante el periodo de 2010 a 2013 y de enero a julio del 2014.

A continuación se realizó una gráfica con los datos recopilados durante los años indicados anteriormente para estudiar el comportamiento

del proceso de reacondicionamiento de las varillas anódicas en el taller de varillas de CVG Venalum (Ver Anexo 26, Pág. 105), donde se representa la reparación neta de varillas dobladas, erosionadas, con bimetel fisurado, colada adherida, punta desprendida, punta fundida y ataque de baño.

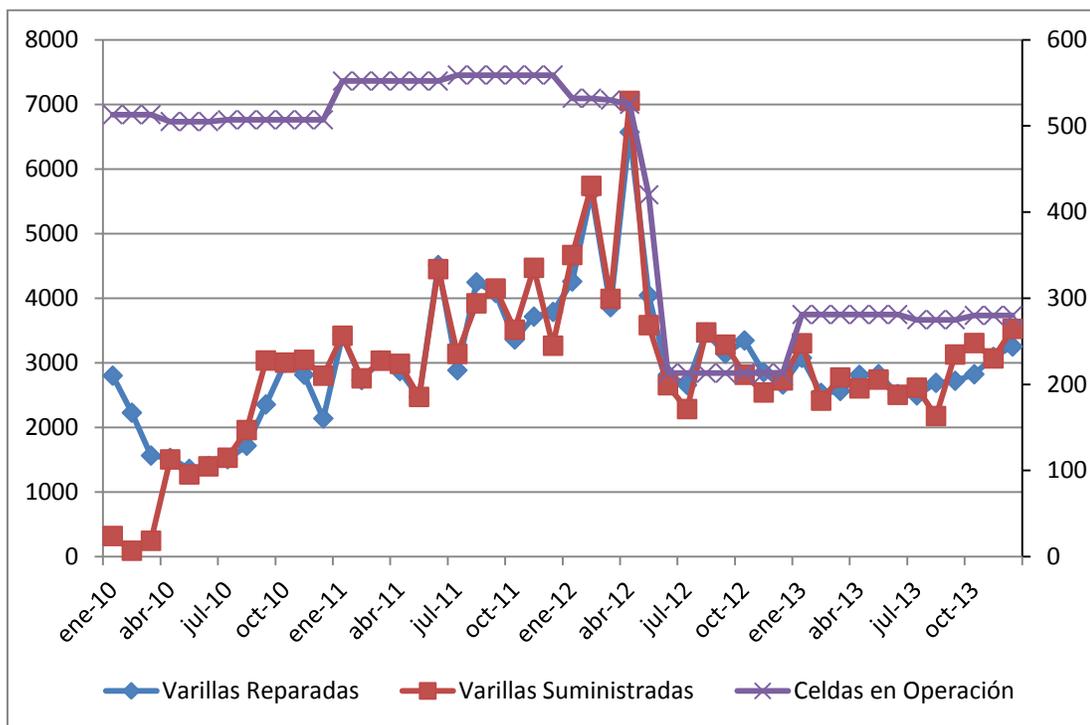


Gráfico 1: Total de Varillas Reacondicionadas periodo 2010-2013 Taller de Varillas CVG Venalum.
Fuente: Elaboración Propia (2014)

En el gráfico se puede notar la caída tanto del reacondicionamiento de las varillas como el suministro de las mismas al Departamento de Envarillado para finales de Junio y comienzos de Julio del año 2012. El deterioro del proceso de reacondicionamiento de los tridentes anódicos, comienza a raíz de la falta de insumos y repuestos de los equipos que operan en el Taller de Varillas de CVG Venalum, así como también protestas de parte de la fuerza laboral en la empresa (Paro de Trabajadores) lo que dio como resultado atraso en el suministro de los ánodos envarillados, los cuales no se cambiaron a tiempo en las celdas de reducción causando que las

puntas de yugo se fundieran en el aluminio. Dichas varillas al llegar al taller no pudieron ser reparadas, por la cantidad de material fundido adherido en ellas, causando un déficit de varillas anódicas en la planta y a su vez se repitió el proceso en celdas, de fundición de puntas de yugo, pero esta vez por falta de varillas disponibles para suministrar a envarillado.

A continuación se muestra una tabla de los requerimientos semanales de insumos para el periodo 2010-2013 y la gestión que se llevó a cabo para la obtención de los mismos.

REQUERIMIENTO SEMANAL			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTO SEMANAL	GESTION
4E+09	Argon	15	4500154658 por 416 cilindros
4E+09	Acetileno	25	4500159815 por 600 kg
4E+09	Oxigeno	8	3000194234/ 4500160139 por 1000
4E+09	Alambre de Aluminio	15	3000185419 / 4500160038 por 540
4E+09	Alambre de Acero	10	3000185419 / 4500160038 por 445
4E+09	Yugo NUEVOS	420 ANUAL	Proyectos Venezolanos 4500158635
4E+09	Bimetalico	2010 AÑO 2013	4500159595 por 800 piezas /
4E+09	Bomba Bernard	4,00	3000187896 / 4500160317 por 2
4E+09	Cable monopolar	100,00	3000188985 / 4500169650 por 100
4E+09	Regulador de Oxigeno	6,00	3000182256 por 13 piezas
4E+09	Regulador de Argon	6,00	4500158429 por 7 piezas
4E+09	Pistola Soplete ST-21	4,00	4500147453 por 6 piezas
4E+09	Pistola Soplete ST-16	4,00	4500154364 por 5 piezas
4E+09	Cable 3 x 10	100,00	4500157784 por 1300 mts.
4E+09	Pegamento Epoxy	10,00	3000193672 por 45 piezas
4E+09	Receptaculo - MACHO	0,00	4500146593 24 piezas
4E+09	Electrodo de Carbón 1/2"	8000,00	4500155377 por 1000 piezas
4E+09	Electrodo de Carbón 1/4"	5750,00	4500157893 por 15850 piezas
4E+09	Regulador de Acetileno	6,00	3000182256 por 22 piezas
5,2E+09	Mascarilla Negra	305,00	
5,2E+09	Mascarilla Soldador	40,00	
4E+09	Porta fusible	4,00	
4E+09	Electrodo de plata	0,00	EN EXISTENCIA
4E+09	Punta de Acero	1.200,00	3000194338 por 6000 puntas.

Tabla 2: Almacén de Insumos, Materiales y Herramientas del Taller de Varillas de CVG Venalum

Fuente: Departamento del Taller de Varillas de CVG Venalum

Cabe destacar que el Taller de Varillas de CVG Venalum cuenta con servicio de un taller foráneo (Tefelca), para soldar las puntas desprendidas de los yugos con una longitud mayor a 180 mm. Este taller foráneo utiliza un

sistema de soldadura por fricción pero de forma horizontal, teniendo la capacidad de soldar puntas con longitud hasta 240 mm; también cuenta con una trefiladora que convierte los desbastes de acero en forma cuadrada a cilindros que luego son pasados por la sierra. Seguidamente se presenta un gráfico donde se expone el total de varillas reparadas en Tefelca en periodo 2013 hasta julio de 2014, junto con las reparadas en el Taller de Varillas de CVG Venalum, las Varillas Suministradas a Envarillado, las Varillas Suministradas a Envarillado, celdas en operación para la fecha y el real total de las Varillas Reparadas en el Taller de Varillas.

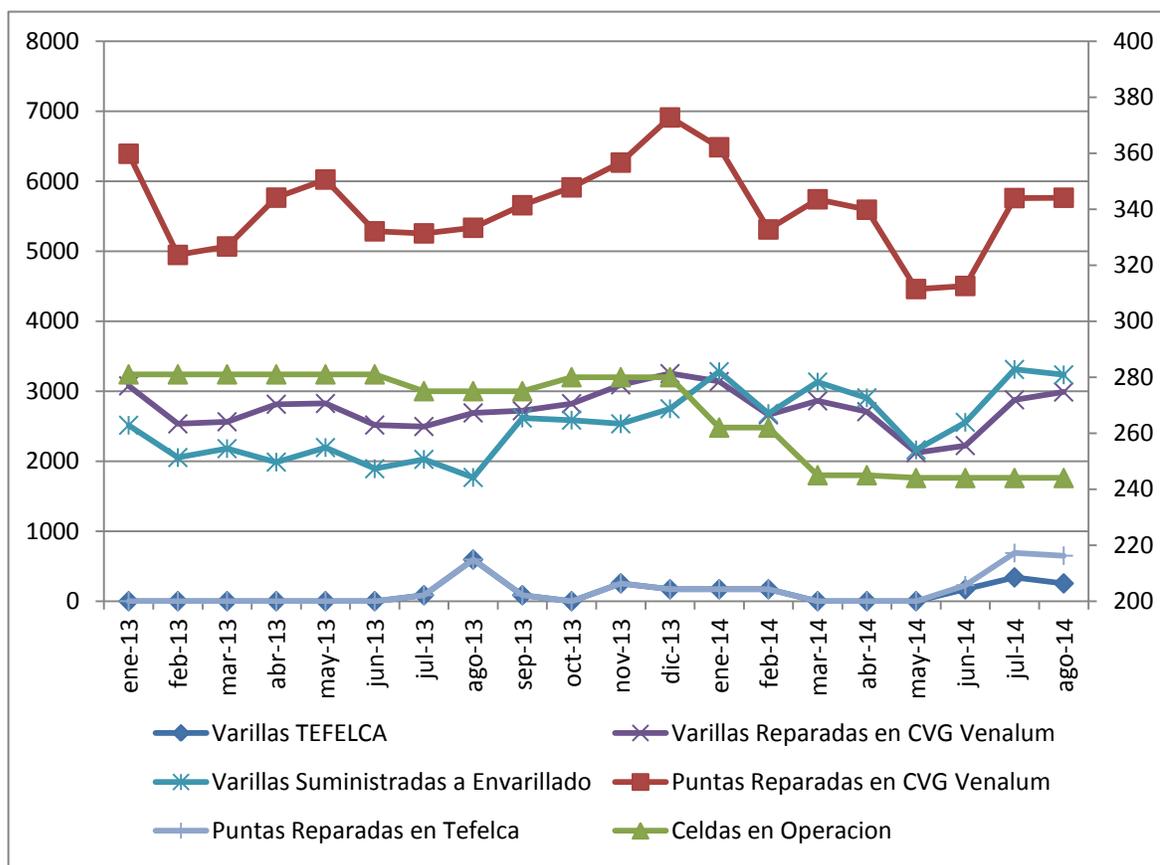


Gráfico 2 Varillas Reparadas, Suministradas y Celdas en Operación (2013 a Julio 2014)

Fuente: Elaboración Propia (2014)

El promedio de puntas reparadas en el Taller de Varillas de CVG Venalum es un total de dos puntas por varillas; Mientras que el promedio de puntas soldadas en el Taller de Tefelca es una punta por varilla.

De esta forma se evidencia que es innecesario el envío de varillas al taller foráneo Tefelca, debido a que en el mismo se unen mediante soldadura por fricción una cantidad mínima de puntas que pueden ser procesadas en el Taller de Varillas de CVG Venalum teniendo un adecuado mantenimiento rutinario y preventivo de la maquina Friction Welder.

4.4 Estándares de las Varillas Anódicas para el Proceso de Reducción Electrolytica

Las varillas que son reacondicionadas tanto en el Taller de Varillas de CVG Venalum como en el taller foráneo que presta sus servicios a la empresa, son enviadas al patio de envarillado para posteriormente ser utilizadas en el proceso de envarillado de ánodos.

El Departamento de Envarillado de ánodos se ha caracterizado por cumplir y satisfacer la demanda de sus clientes, garantizando la calidad tanto en sus productos como en servicios.

Hoy en día el mencionado departamento presenta un porcentaje bajo de producción; poca disponibilidad de varillas y rechazo en sus productos terminados por causa de varillas flojas, dobladas e inclinadas que están fuera de los estándares de las condiciones que deben tener las varillas a la hora de ser incorporadas en el proceso de reducción. Hecho que ha afectado la producción tanto en la sala de envarillado como la producción de la Planta de Reducción (Complejo I y II, y V Línea).

Al introducir las varillas con defectos (flojas, dobladas e inclinadas) a las celdas de reducción, estas presentan una inestabilidad que interrumpe el ciclo del proceso, ya que un ánodo envarillado debe permanecer en celda durante un periodo de 22 días (Tiempo Estándar), y debido a las fallas en las varillas, estas deben ser sustituidas antes de los 8 días, o antes de

cumplir su vida útil en celdas generando el consumo de ánodos extras e incrementando los costos.

Por otra parte, si la barra de aluminio presenta un doblez mayor a 2 cm en una longitud de no mayor a 150 cm, puede generar anomalías en la conductividad eléctrica.

Es importante señalar que el proceso efectuado en las celdas de reducción es continuo, es decir, al presentarse inestabilidad en las celdas esta afecta significativamente la producción, disminuyendo la eficiencia de corriente.

A continuación, se realizó un estudio que permitió analizar las causas de los defectos más frecuentes presentados en las varillas anódicas en el Taller de Varillas de CVG Venalum a partir del año 2010 hasta Julio de 2014, tomados de la data general de reparación de varillas generada por el Taller de Varillas de CVG Venalum. Para así descartar algunas fallas por medio de herramientas estadísticas como el Diagrama de Pareto, para organizar los datos obtenidos y analizar solo los más impactantes para el proceso.

CONTROL ESTADISTICO DE DEFECTOS EN TRIDENTES ANODICOS PARA EL AÑO 2010

Para llevar a cabo este estudio se le hizo un seguimiento como se mostró anteriormente a la cantidad de varillas que se repararon (Ver gráfico 1, pág. 39) para el periodo 2010; los defectos que se encontraron cada año fueron los siguientes:

- Varilla Doblada
- Punta Desprendida

- Varilla Erosionada
- Bimetal Fisurado
- Colada Adherida Recuperable
- Punta Fundida
- Ataque de Baño

Tomando en cuenta los datos recopilados durante el año 2010 (Ver Anexo 21. Pág.103). se presentara a continuación, una gráfica que permitirá estudiar el comportamiento de los defectos presentados en los tridentes anódicos.

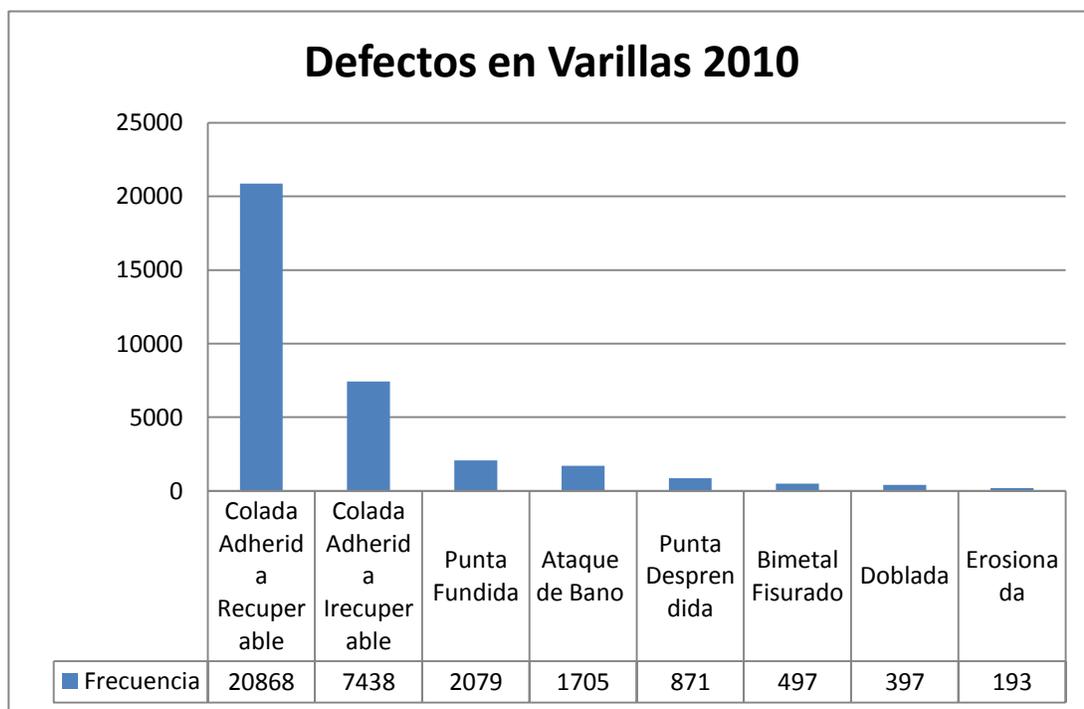


Gráfico 3: Defectos en Tridentes Anódicos Año 2010
Fuente: Elaboración Propia (2014)

Mediante el gráfico se pudo observar que los defectos que se presentaron con más frecuencia durante el año 2010 solo fueron tres (3) tipos de defectos, de manera que al corregir o eliminar las causas que provocan los mismos, desaparecería la mayor parte de las fallas presentadas

en los tridentes anódicos. Los tres (3) tipos de defectos con más frecuencia en el año 2010 son los siguientes:

- Colada adherida recuperable
- Colada adherida irrecuperable
- Punta Fundida

De los defectos por colada adherida recuperable se tiene que son todas aquellas que se pasaron por Punta para Carboneo y por la maquina Rompe Colada.

En cuanto a los defectos por colada adherida irrecuperable, son aquellas varillas que contienen un mayor de 10 cm de fundición gris adherida a ellas, necesarias para corte de punta de varillas (V. pta.-corte de 1 punta, 2 puntas y 3 puntas respectivamente).

CONTROL ESTADÍSTICO DE DEFECTOS EN TRIDENTES ANODICOS PARA EL AÑO 2011

Para llevar a cabo este estudio se le hizo un seguimiento a la cantidad de varillas que se repararon durante el año 2011, los defectos presentados en ese año fueron los mismos del año 2010; de igual forma se realizó un gráfico resumen a los datos recopilados durante el año (Ver Anexo 22. Pág.103), que nos permitió realizar la comparación con los años siguientes y así facilitar el estudio de las causas raíces de los problemas.

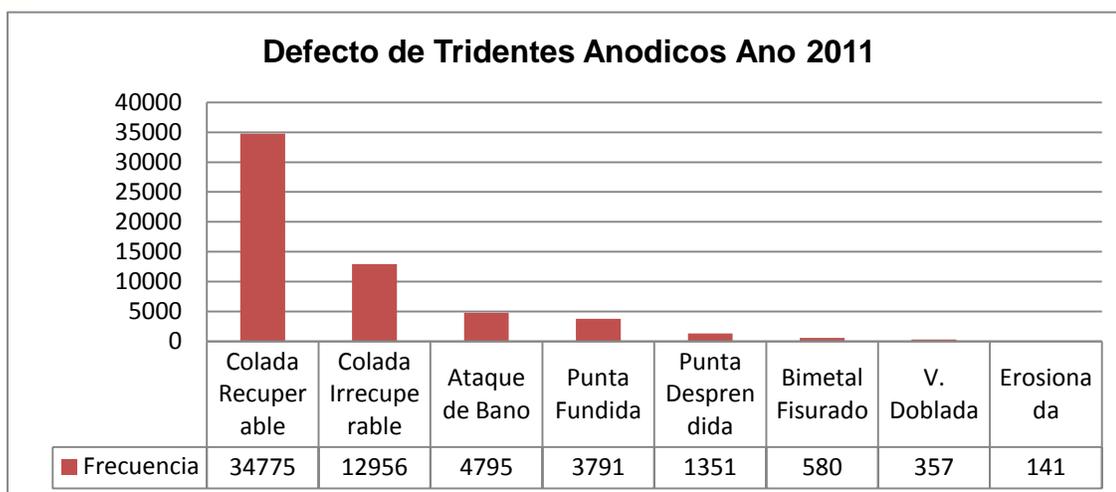


Gráfico 4: Defectos en Tridentes Anódicos Año 2011
Fuente: Elaboración Propia (2014)

Mediante el gráfico se pudo observar que los defectos encontrados con más frecuencia durante el año 20101 solo fueron cuatro (4) tipos de defectos, de manera que se corrijan o eliminen las causas que provocan los mismos, desaparecería la mayor parte de las fallas presentadas en los tridentes anódicos. Los cuatro (4) tipos de defectos con más frecuencia en el año 2011 son los siguientes:

- Colada adherida recuperable
- Colada adherida irrecuperable
- Ataque de baño
- Punta fundida

De los defectos por colada adherida recuperable se tiene que son todas aquellas que se pasaron por Punta para Carbono y por la maquina Rompe Colada.

En cuanto a los defectos por colada adherida irrecuperable, son aquellas varillas que contienen un mayor de 10 cm de fundición gris adherida

a ellas necesarias para corte de punta de (V. pta.-corte de 1 punta, 2 puntas y 3 puntas respectivamente).

CONTROL ESTADÍSTICO DE DEFECTOS EN TRIDENTES ANÓDICOS PARA EL AÑO 2012

Para llevar a cabo este estudio se le hizo un seguimiento como se mostró anteriormente (Ver gráfico 1, pág. 39) a la cantidad de varillas que se repararon durante el año 2012, los defectos presentados en ese año fueron los mismos de los años anteriores; de igual forma se realizó un gráfico resumen a los datos recopilados durante el año (Ver Anexo 23. Pág.104), que nos permitirá realizar la comparación con los años siguientes y así facilitar el estudio de las causas raíces de los problemas.

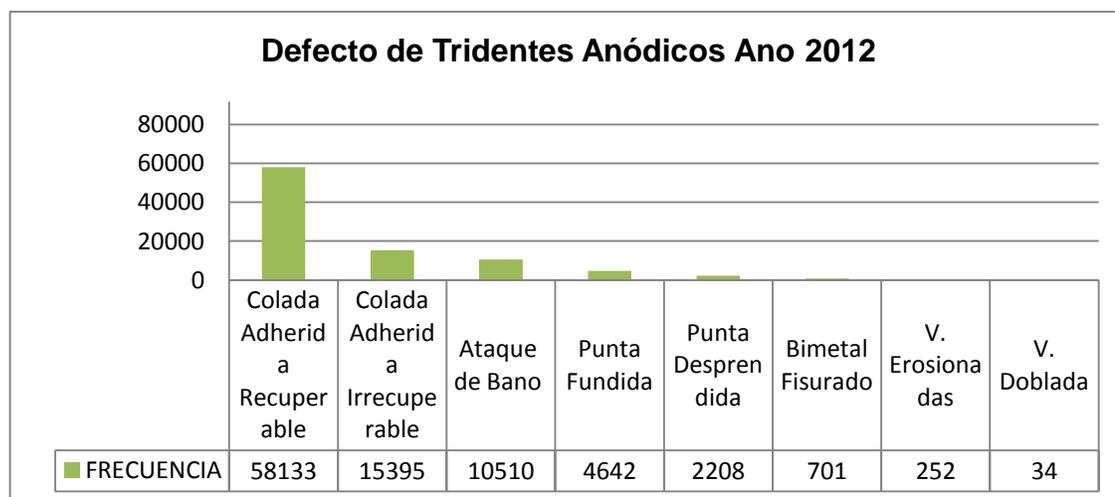


Gráfico 5: Defectos en Tridentes Anódicos Año 2012
Fuente: Elaboración Propia (2014)

Mediante el gráfico se pudo observar que los defectos encontrados con más frecuencia durante el año 2012 solo fueron tres (3) tipos de defectos, de manera que se corrijan o eliminen las causas que provocan los mismos, desaparecería la mayor parte de las fallas presentadas en los

tridentes anódicos. Los tres (3) tipos de defectos con más frecuencia en el año 2012 son los siguientes:

- Colada adherida recuperable
- Colada adherida irrecuperable
- Ataque de baño

De los defectos por colada adherida recuperable se tiene que son todas aquellas que se pasaron por Punta para Carbono y por la maquina Rompe Colada.

En cuanto a los defectos por colada adherida irrecuperable, son aquellas varillas que contienen un mayor de 10 cm de fundición gris adherida a ellas necesarias para corte de punta de varillas (V. pta.-corte de 1 punta, 2 puntas y 3 puntas respectivamente).

CONTROL ESTADISTICO DE DEFECTOS EN TRIDENTES ANODICOS PARA EL AÑO 2013

Para llevar a cabo este estudio se le hizo un seguimiento como se mostró anteriormente (Ver gráfico 1, pág. 39) a la cantidad de varillas que se repararon durante el año 2013, los defectos presentados en ese año fueron los mismos de los años anteriores; de igual forma se realizó un gráfico resumen a los datos recopilados durante el año (Ver Anexo 24. Pág.104), que nos permitirá realizar la comparación con los años siguientes y así facilitar el estudio de las causas raíces de los problemas.

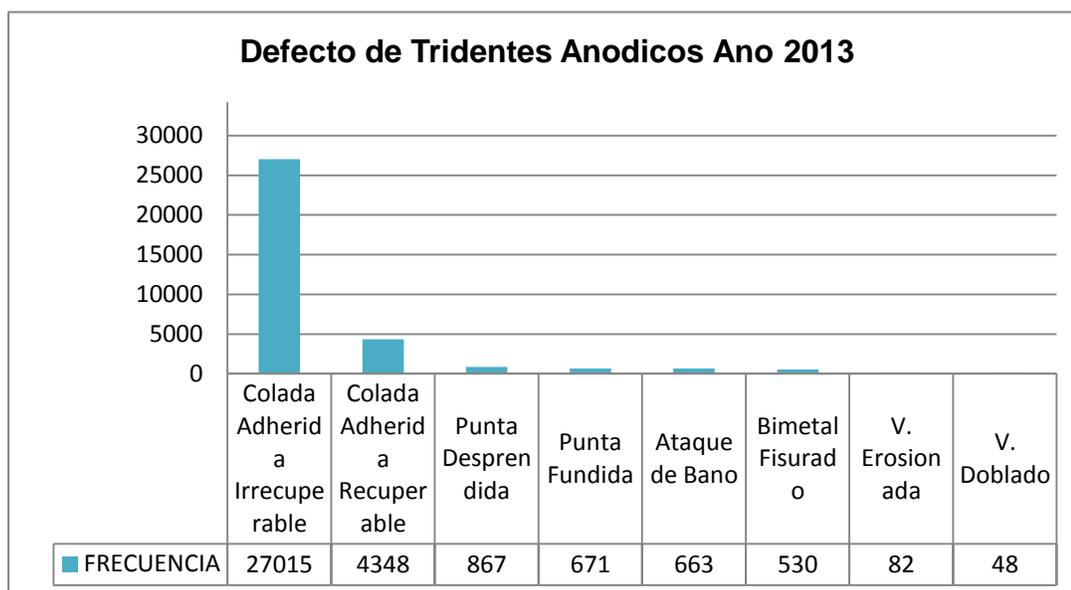


Gráfico 6: Defectos en Tridentes Anódicos Año 2013

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Mediante el gráfico se pudo observar que los defectos encontrados con más frecuencia durante el año 2013 solo fueron dos (2) tipos de defectos, de manera que se corrijan o eliminen las causas que provocan los mismos, desaparecería la mayor parte de las fallas presentadas en los tridentes anódicos. Los dos (2) tipos de defectos con más frecuencia en el año 2013 son los siguientes:

- Colada adherida recuperable
- Colada adherida irrecuperable

De los defectos por colada adherida recuperable se tiene que son todas aquellas que se pasaron por Punta para Carbono y por la maquina Rompe Colada.

En cuanto a los defectos por colada adherida irre recuperable, son aquellas varillas que contienen un mayor de 10 cm de fundición gris adherida a ellas necesarias para corte de punta de varillas (V. pta.-corte de 1 punta, 2 puntas y 3 puntas respectivamente).

A continuación se presenta un gráfico englobando los defectos de las varillas anódicas desde el año 2010 al 2013.

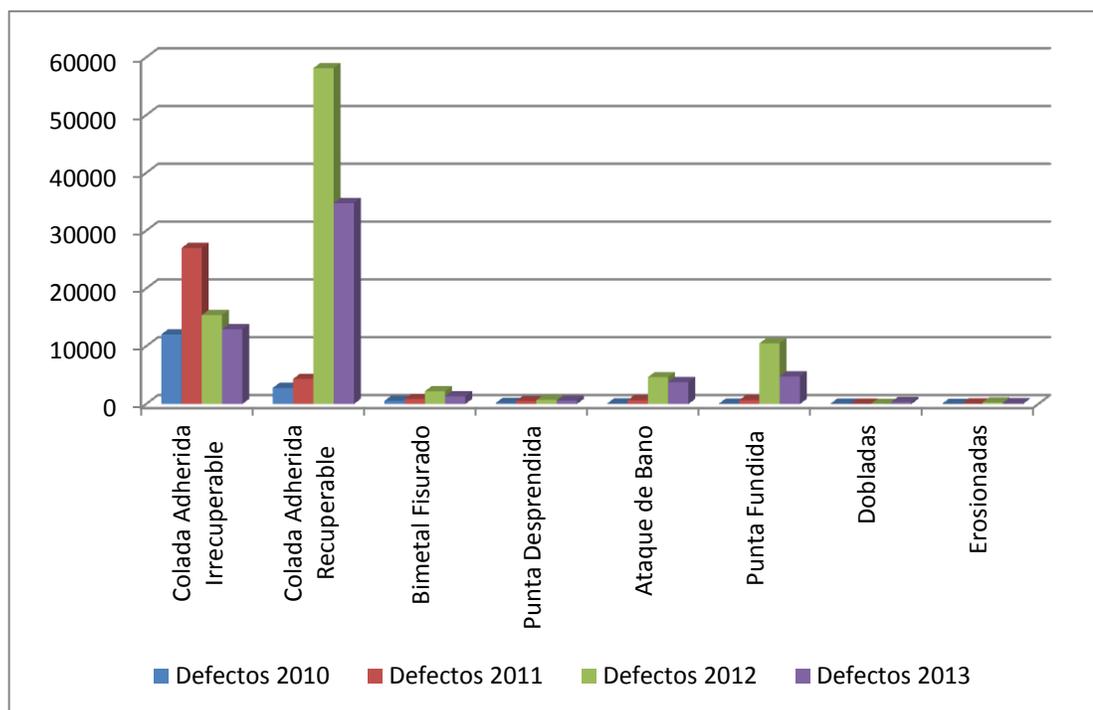


Gráfico 7 Total de Defectos Presentados desde 2010 al 2013

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Se puede observar que el defecto que se presentó con más relevancia en el periodo 2010 al 2013 fue el de colada adherida con un 80,51% de frecuencia, del que se desprende: colada adherida recuperable con un 69,40% y colada adherida irre recuperable con un 17,32% respectivamente. De manera que al corregir o eliminar las causas que provocan los mismos,

desaparecería la mayor parte de las fallas presentadas en los tridentes anódicos.

CONTROL ESTADISTICO DE DEFECTOS EN TRIDENTES ANODICOS ENERO-JULIO 2014

Se realizó un seguimiento de la cantidad de varillas que se repararon durante este año y una proyección de los mismos a finales de año (Ver Anexo 25. Pág.105); los defectos que se presentaron fueron los mismos que se presentaron en los años anteriores; de igual forma se realizó un gráfico resumen, que permitirá realizar la comparación con los años siguientes y así facilitar el estudio de las causas raíces de los problemas.

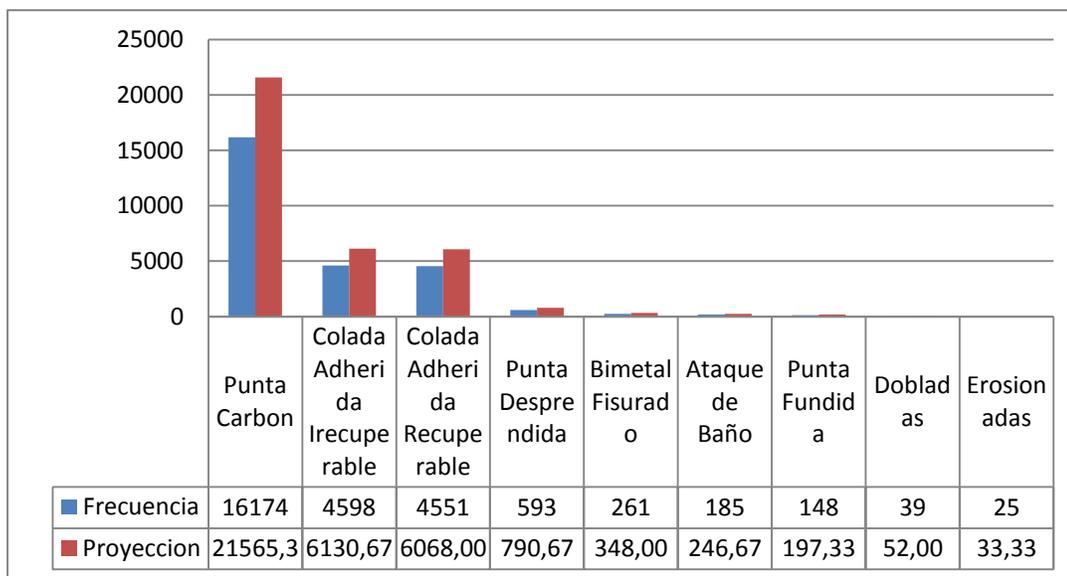


Gráfico 8: Defectos en Tridentes Anódicos ene-mayo 2014 y Proyección
Fuente: Elaboración Propia (2014)

Mediante el gráfico se pudo observar que los defectos encontrados con más frecuencia durante los meses transcurridos del año 2014 solo fueron tres (3) tipos de defectos, de los cuales dos de ellos se presentaron en el año 2013. Los tres (3) tipos de defectos con más frecuencia en el año 2014 son los siguientes:

- Colada adherida recuperable
- Colada adherida irre recuperable
- Punta para carboneo

Los defectos por colada adherida irre recuperable, son aquellas varillas que contienen un mayor de 10 cm de fundición gris adherida a ellas, necesarias para corte de punta de varillas (V. pta.-corte de 1 punta, 2 puntas y 3 puntas respectivamente).

A continuación se presenta un Diagrama de Pareto que permitirá observar los defectos que se presentan con más frecuencia en los tridentes anódicos, periodo 2010 hasta 2013.

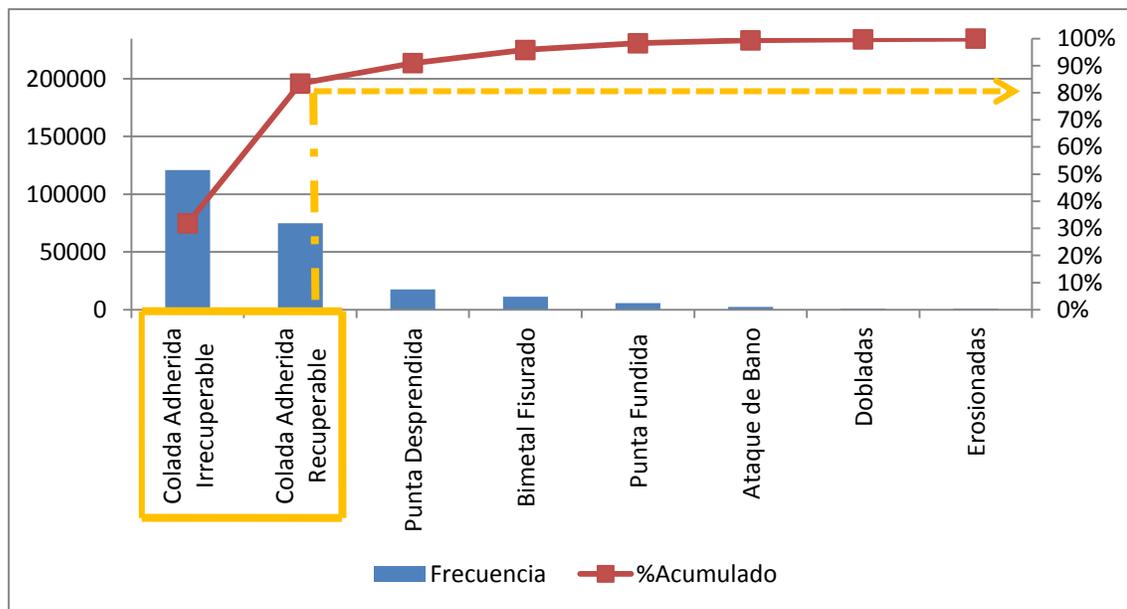


Gráfico 9: Defectos en Tridentes Anódicos Periodo 2010 hasta ene-mayo 2014

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Se puede notar que los defectos más relevantes que se han presentado en este periodo, han sido colada adherida recuperable, colada adherida irre recuperable. Si se llegaran a eliminar o disminuir la ocurrencia de estas causas, se resolvería de manera significativa las fallas ocasionadas.

INVENTARIO GENERAL DE PLANTA

Se realizó un inventario general de varillas el 30 de Julio del presente año. El resultado arrojado según los datos suministrados por el departamento de Varillas y Envarillado fue de 15310 unidades. De las cuales 7193 varillas demandan ser reparadas en el taller de varillas y 170 varillas están pendientes por reparación foránea, lo que implica que para la fecha solo había 7947 unidades disponibles, de las cuales 127 varillas estaban en el patio y solo 282 varillas estaban disponibles en stock. El total de varillas en circulación y en el stock debería ser de 22240 unidades, lo que significa un faltante de 6930 varillas que se tendrían que reparar para lograr abastecer las 905 en operación.

Estándar de Varillas = 22240

Estimación de varillas por bimetálico defectuoso para resto del 2014= 585 varillas.

Estimación de varillas a ensamblar: $8562 + 585 = 9147$ unidades

Estimación de varillas nuevas a comprar: 6930

AGRUPACIÓN DE CAUSAS POR MEDIO DEL DIAGRAMA ISHIKAWA

En la figura se muestran las principales causas que fueron registradas en periodo previo al inicio de esta investigación lo que sirve de base para el estudio realizado basado en la elaboración de un plan de mejora continua.

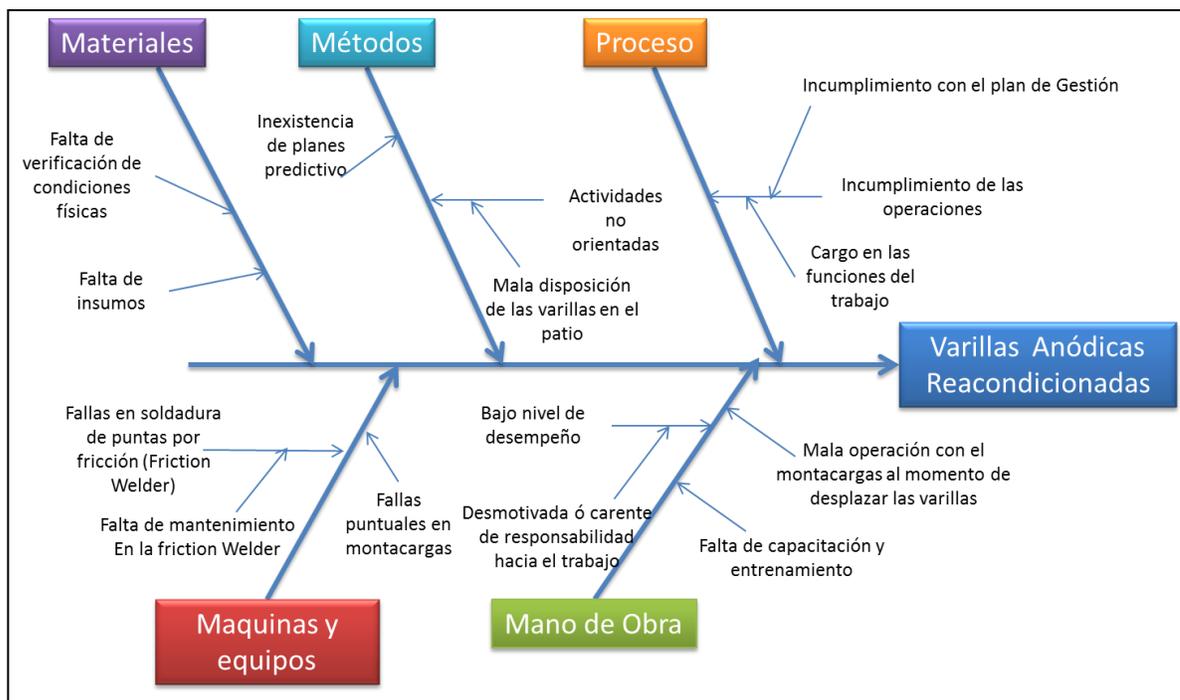


Gráfico 10: Defectos en Varillas Anódicas Reacondicionadas ¿Cómo influye la causa (cargo en las funciones del trabajo) en incumplimiento de las operaciones?

Fuente: Elaboración Propia (2014).

4.5 ANALISIS DE DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

Analizando el diagrama causa-efecto (Ver Gráfico 10, Pág. 54), se determinaron las causas que influyen en la deficiencia de la gestión y el proceso de reacondicionamiento de varillas anódicas en el Taller de Varillas de CVG Venalum.

Métodos

- **Mala Soldadura:** Si el trabajador realiza una soldadura inadecuada o un cordón muy débil al soldar las puntas del yugo; estas son propensas a desprenderse del mismo al someterse a las exigentes condiciones de trabajo en celdas; como las altas temperaturas y el tiempo de duración de las varillas en estas. Es relevante el hecho de que no existe una práctica de trabajo para la soldadura manual en el Departamento de Varillas. La metodología estandarizada que se empleada es la práctica de trabajo de soldadura por fricción (Friction Welder).
- **Inadecuada disposición de varillas en el patio:** La colocación de las varillas anódicas en el patio del Taller de Varillas y Refractarios de CVG Venalum es inadecuada, ya que en ocasiones no se seleccionan por su condición, existiendo la posibilidad de ser golpeadas y/o derrumbadas durante el manejo por otro lote que ingresa al patio, trayendo como consecuencia el doblez o la deformación axial en la barra de aluminio.

Este presenta un porcentaje por debajo de un 10% de los defectos de las varillas, pero se ha mantenido como uno de los efectos más notables de año anteriores (Periodo 2010-2013) a la actualidad. Aunque el defecto es causado principalmente en las líneas de reducción y en el traslado de las varillas; se debe tener más conciencia sobre la manipulación de las mismas para no agravar el problema.

- **Inexistencia de planes predictivos:** Desde el inicio del funcionamiento del taller de varillas y refractarios, no se tiene un plan de actividades de inspección y mantenimiento de los componentes que forman parte del mismo en un intervalo de tiempo determinado, que tenga el fin de minimizar o evitar todo tipo de fallas que produzcan el deterioro de los

activos, el cual se refleja directamente como impacto en las operaciones del proceso de reacondicionamiento de los tridentes anódicos. No se tiene un despistaje total de los repuestos necesarios para las maquinas existentes en el taller como lo son las medulares maquina Friction Welder y la rompe colada.

Maquinas y Equipos

- **Fallas en la Friction Welder:** La máquina de soldadura por fricción (Friction Welder) presenta fallas frecuentes en los subsistemas de sus componentes hidráulicos y mecánicos que la conforman. Entre las fallas hidráulicas que se presentan con más frecuencia se encuentran las fallas por fuga de aceite, fuga hidráulica en electro válvula y la fuga por frenos. Entre las fallas mecánicas más frecuentes están las fallas en los sistemas de embrague, fallas en el carro de transferencia, fallas en la garra de manipulación de puntas, desgaste en las garras, riel desalineado, entre otras detalladas en la tabla a continuación (Ver Tabla 3, Pag.58-59).

Debido a que uno de los defectos más frecuentes que se presentan en los tridentes anódicos requiere de soldadura de las puntas de yugo por medio de la soldadura por fricción (Friction Welder), convierte a esta máquina como la más importante en el taller de varillas.

Esta máquina tiene una capacidad estándar de soldar 3,5 puntas/min en un turno (8 horas), pero debido al tiempo de descanso de los trabajadores por cada turno incluyendo el almuerzo, en el taller se trabaja 5,9 horas/ turno lo que serian 357min/turno, por el tiempo estándar de soldaduras por puntas en un turno se ensamblarían 102 puntas, teniendo la capacidad de ensamblar 34 varillas de 3 puntas, 51 varillas de 2 puntas y 102 varillas de una punta. Si la maquina presenta muchas fallas

aumentan las demoras por avería y por lo tanto la disponibilidad de los tridentes anódicos disminuye. Actualmente la maquina tiene una disponibilidad del 70%, por el tiempo estándar de soldaduras por puntas en un turno se ensamblarían 63,75 puntas, teniendo una capacidad de producción de 32, 8 puntas/turno, logrando ensambla 21 varillas de 3 puntas, 32 varillas de 2 punas y 63 varillas de una sola punta por turno. Para una producción en lo que va del año de 6340 varillas ensambladas (Ver Tabla 4, Pág. 61).

Analizando los reportes de producción de puntas soldadas por la maquina Friction Welder desde el año 2011 hasta julio del 2014, se puede notar que la maquina solo esta soldando varillas de una sola punta desaprovechando la capacidad que tiene la misma para soldar varillas con 2 o 3 puntas desprendidas (Ver Gráfico 11, Pág. 57). Por esta razón es necesario implementar un programa de inspecciones rutinarias y especiales, las cuales nos permitan elaborar un plan de mantenimiento preventivo y rutinario a dicha máquina para evitar fallas futuras.

Sin embargo, al ver el despiece de los componentes de los subsistemas hidráulicos y mecánicos, se puede observar que no se tienen en su totalidad las especificaciones técnicas de los repuestos necesarios para predecir, prevenir o corregir las fallas que presenta dicha maquina.

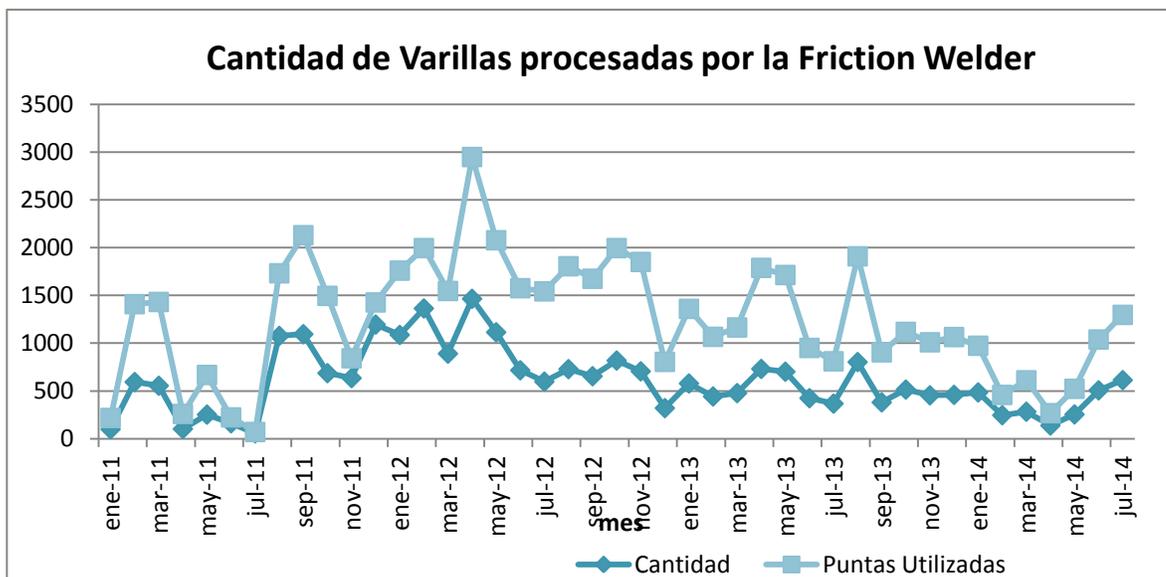


Gráfico 11 Cantidad de Varillas Procesadas y Puntas (2011-Julio 2014)
Fuente: Taller de Varillas de CVG Venalum

En el gráfico se muestra la cantidad de puntas que fueron procesadas mediante la soldadura por fricción en la maquina Friction Welder del taller de varillas de CVG Venalum en un periodo 2011 al mes del julio del año 2014 (Ver Anexo 27, Pág.107). Hubo un incremento de Varillas reparadas procesada por la Friction Welder entre el año 2011 y 2012. Condición que se mantuvo hasta mayo de 2012. Este incremento obedeció a diferentes aspectos operativos ente los que destacan el defecto de colada adherida y las puntas fundidas. El promedio de puntas que se procesa en la maquina, es de dos puntas por varilla.

Seguidamente se muestra el total de fallas presentadas por la maquina Friction Welder con más frecuencia a lo largo del año 2014.

Causa Falla	Numero de Fallas	% de Fallas	Hora Paradas	HH Parada / Falla
Fuga de aceite	29	14,22%	403,6	13,9
Desgaste	29	14,22%	507,9	17,5
Garra dañada	21	10,29%	1.111,2	52,9
Rosca dañada	20	9,80%	2.804,8	140,2

Tornillo partido	13	6,37%	389,9	30,0
Falta mantto	12	5,88%	2.365,8	197,1
Guía dañada	8	3,92%	82,9	10,4
Falla señal	8	3,92%	45,0	5,6
Descarrilamiento	8	3,92%	96,7	12,1
Cilindro dañado	7	3,43%	163,3	23,3
Embrague dañado	6	2,94%	127,2	21,2
sensor dañado	5	2,45%	58,4	11,7
bajo nivel de aceite	4	1,96%	34,6	8,6
contactor dañado	3	1,47%	124,5	41,5
frenos dañados	3	1,47%	79,4	26,5
falla de encendido	3	1,47%	20,8	6,9
descarrilamiento	2	0,98%	74,3	37,1
falla eléctrica	2	0,98%	1,0	0,5
desgaste	2	0,98%	2,1	1,1
pistones fuera de medida	2	0,98%	1,2	0,6
conector dañado	2	0,98%	34,8	17,4
desacoplamiento	1	0,49%	16,6	16,6
discos sobre medidas	1	0,49%	24,3	24,3
ajuste en regulador	1	0,49%	25,6	25,6
fuga de aceite	1	0,49%	25,1	25,1
cable dañado	1	0,49%	2,9	2,9
eje dañado	1	0,49%	23,5	23,5
mala operación	1	0,49%	2,3	2,3
nivelador dañado	1	0,49%	4,8	4,8
pistones dañados	1	0,49%	10,5	10,5
falta de punta	1	0,49%	0,0	0,0
plc en stop	1	0,49%	0,7	0,7
cableado y visores dañado	1	0,49%	15,1	15,1
fallas de secuencia	1	0,49%	5,8	5,8
tarjeta dañada	1	0,49%	0,9	0,9
tornillo flojo	1	0,49%	4,0	4,0
Total general	204	100,00%	8.691,5	42,6

Tabla 3 Fallas con más Frecuencia en la Maquina Friction Welder

Fuente: Taller de Varillas de CVG Venalum

En la presente tabla se evidencian que del 100% de las fallas presentadas en la maquina Friction Welder, un 60,78% de estas corresponden a fallas mecánicas, debido al desgaste en las garras de cabezal fijo, la vida útil de las roscas del vástago y desgastes del mandril. Por otro lado se observa q un 19,12% de las fallas son hidráulicas producto de fuga de aceite en los sistemas de freno, pistones dañados en los discos de freno de mandril y la vida útil de los conectores. Cabe destacar que la maquina presenta un 8,33% de otro tipo de fallas, como lo es por falta de mantenimiento, falta de puntas y bajo nivel de aceite (Insumos); presenta un 7,35% de fallas eléctricas por encendido de la maquina, cableados y visores dañados; el otro 3,92% de las fallas corresponden a fallas de instrumentación y control, por fallas de alimentación a la tarjeta, sensor dañado así como también fallas de secuencia; y por ultimo un 0,49% de las fallas son operativas, por ejercer inadecuadas operaciones en la misma.

A continuación se presenta un diagrama de Pareto que nos permitirá estudiar las fallas que se presentan con más frecuencia en la maquina Friction Welder y de esta forma poder atacar las causas que se presentan con mayor prioridad.

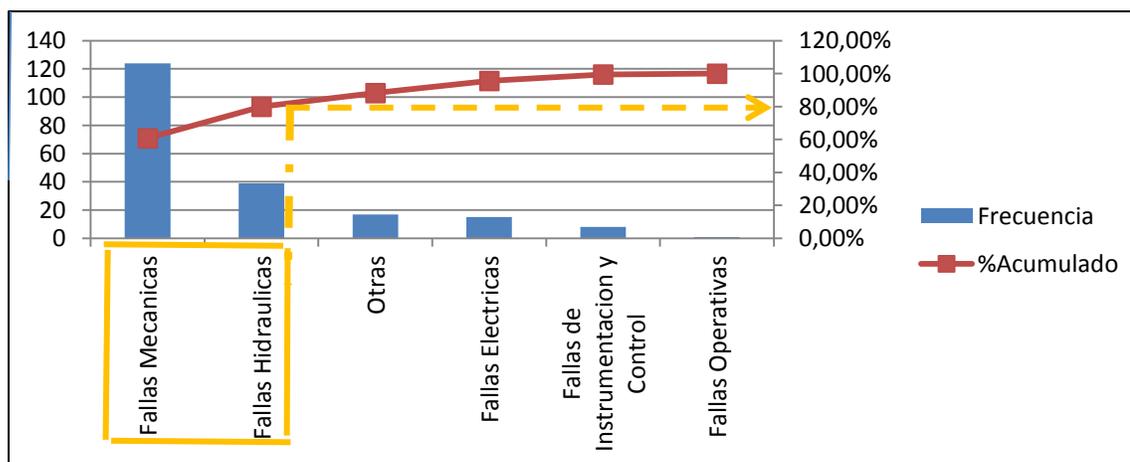


Gráfico 12 Diagrama de Pareto (Fallas en la Friction Welder)
Fuente: Elaboración Propia (2014)

Se puede notar que los defectos más relevantes que se han presentado en este periodo, han sido fallas mecánicas y fallas hidráulicas. Si se llegaran a eliminar o disminuir la ocurrencia de estas causas, se resolvería de manera significativa las fallas ocasionadas.

CAPACIDAD DE PRODUCCION	AÑOS				
	2005	2006	2007	2008	2009
Turnos a la semana (prod)	9	9	9	9	9
Turnos prod. Al año	468	468	468	468	468
Disponibilidad de turnos	43%	43%	43%	43%	43%
Cap. Prod. Puntas/turno*	102	102	102	102	102
Cap. Prod.Brut Puntas/año	47.736	47.736	47.736	47.736	47.736
Rendimiento (Factor de servicio)	78,7%	87,1%	54,9%	51,5%	63,9%
Cap. Prod. Neta Puntas/año	37.568	41.578	26.207	24.584	30.503
Puntas Reparadas Anualmente	23.717	30.995	29.661	30.270	28.275
Diferencia	13.851	10.583	- 3.454	- 5.686	2.228
<i>Puntas Reparadas Externamente</i>	8.651	3.815	11.463	5.261	4.820
<i>Efectividad de Operaciones</i>	63,10%	74,50%	113,2%	123,10%	92,70%

* (357 min/turno)/ 9 turnos semanales de prod.

Tabla 4 Capacidad de Producción de la Máquina Friction Welder
Fuente: Taller de Varillas CVG Venalum

En la tabla anterior se puede visualizar la capacidad de producción de la máquina de soldadura de puntas de yugo por fricción (Friction Welder) utilizando la capacidad de producción por turno afectada por el Tiempo Total de Trabajo por Turno (TTT) y el factor de servicio reportado para cada año (informe. Ing. De Mantenimiento).

- **Fallas en maquinarias y equipos móviles** El taller de varillas cuenta con las siguientes maquinarias: Friction Welder, sierra vertical, Máquina de soldar, Rompe colada, así como también para el traslado de las varillas, el Taller cuenta con dos montacargas. La máquina rompe colada siendo la segunda más importante en la agilización del proceso, frecuentemente presenta fallas de tejas desprendidas, cadena descarrilada, transportador descarrilado, engranaje roto de la cadena motriz. Todo esto debido a que no se lleva el plan de mantenimiento preventivo para que la máquina no presente este tipo de fallas, al igual que la Friction Welder (Ver Anexo 1, Pág. 92), se debe implementar en la máquina rompe colada un programa que en función a inspecciones

rutinarias y especiales, elaborar un programa de mantenimiento preventivo o correctivo para evitar futuras fallas.

La cortadora de puntas (Sierra Vertical) no trabaja por falta de repuesto (Sierra).

En cuanto a los equipos móviles el taller cuenta con dos montacargas para el traslado y selección de varillas, de los cuales solo uno de estos está disponible en la mayoría el tiempo, ya que al igual que las maquinarias presentan fallas por encendido. Por lo que se recomienda un adiestramiento al personal sobre el uso del mismo y las condiciones en las que debe trabajar.

ELABORACIÓN MATRIZ FODA

Para elaborar la matriz FODA, se debe estudiar tanto el contexto interno como externo, de tal manera que se puedan diseñar estrategias orientadas a producir un buen ajuste entre la capacidad de recursos de la empresa y su situación externa.

Análisis del Contexto Interno:

- **Fortaleza (F):**

1. Dispone de máquinas y equipos asignados para el manejo de materiales, específicamente un (01) camión y dos (02) montacargas.
2. Mantiene buena relación con su principal cliente (Envarillado) y sus proveedores (Complejo I y II, V línea y Envarillado)

- **Debilidades (D):**

1. Falta de cantidad y oportunidad de equipos móviles.

2. Ausencia de personal por falta de transporte.
3. Máquina de soldadura por fricción (Friction Welder) fuera de servicio por varias horas con mucha frecuencia.
4. Falta de insumos y materiales.
5. Falla recurrentes con los equipos por falta de mantenimiento y/o mantenimiento no adecuado oportuno

Análisis del contexto externo:

- **Oportunidades (O):**

1. Aplicación de técnicas de mejora continua permite definir el procedimiento más adecuado para el control de varillas.
2. Generar las instrucciones para evitar el paso de carretas vacías (sin cabo) y procesar todos los cabos, con la finalidad de recuperar las varillas.
3. Instalación de tuberías de gas natural, a fin de garantizar que las actividades de corte no se paraliquen por las constantes fallas de suministro de acetileno.

- **Amenazas (A):**

- Exigua participación por parte del personal en el mantenimiento rutinario de los equipos.
- Demoras en el proceso de envarillado por falta del suministro de varillas
- Déficit de tridentes anódicos en función al stock de varillas
- Déficit de varillas buenas desprendidas en stock para suministro a envarillado.

CAPITULO V

SITUACION PROPUESTA

Aspecto A Evaluar: Materia Prima

1. Causa:

- Falta de Insumos: El acetileno es el insumo fundamental para que el equipo oxi-corte pueda funcionar de manera correcta. El equipo oxi-corte se encarga de separar las puntas malas que van a ser sustituidas del yugo de la varilla. Si el equipo oxi-corte está fuera de servicio, la Friction Welder no puede trabajar por falta de varillas para sustituir por puntas de yugos nuevas.

- ##### 2. Propuesta De Mejora:
- Establecer un nivel o punto de pedido a través de los tiempos de entrega y de la rata de consumo para evitar las demoras por falta de insumo.

Aspecto A Evaluar: Mano de Obra

1. Causa:

- Capacidad y Entrenamiento
- Carente de Responsabilidad en el Trabajo

- ##### 2. Propuesta De Mejora:
- Se debe capacitar al personal que labora en el área del Taller de Varillas sobre la manipulación de los tridentes anódicos.

La motivación en el trabajador es de gran importancia, para el buen desempeño de su trabajo y así la calidad de la reparación de los tridentes anódicos es mayor y disminuye la probabilidad de falla por mala calidad en la soldadura

Aspecto A Evaluar: Proceso

1. Causa: Incumplimiento de las Operaciones

Provocando el Retrabajo de personal al cubrir el proceso nuevamente con el objetivo de cumplir con los requerimientos de producción. . Por otra parte, el déficit de personal ya sea por deficiencia de transporte o paros en la empresa afecta la inspección adecuada de las varillas con defectos.

2. Propuesta De Mejora

Se debe cumplir el Plan de Gestión del proceso de reacondicionamiento de tridentes anódicos y llevar a cabo un plan de mantenimiento rutinario y preventivo de los equipos y maquinarias en el área.

5.1 ANALISIS DE MATRIZ FODA

Luego de haber analizado tanto el contexto interno como externo, se le recomienda al Taller de Varillas de CVG Venalum implemente las estrategias mencionada en la matriz. Es importante que a corto plazo se tomen en cuenta las estrategias FA, (Fortalezas Amenazas) pues a través de estas se puede comenzar a mejorar el proceso de reacondicionamiento de los Tridentes Anódicos que se lleva a cabo dentro del taller.

<p style="text-align: center;">Factores Internos</p> <p style="text-align: center;">Factores Externos</p>	<p>FORTALEZAS</p> <p>1-Dispone de máquinas y equipos asignados para el manejo de materiales, específicamente un (01) camión y dos (02) montacargas.</p> <p>2-Mantiene buena relación con su principal cliente (Envarillado) y sus proveedores (Complejo I y II, V línea y Envarillado)</p>	<p>DEBILIDADES</p> <p>1-Falta de cantidad y oportunidad de equipos móviles.</p> <p>2-Ausencia de personal por falta de transporte.</p> <p>3-Máquina de soldadura por fricción (Friction Welder) fuera de servicio por varias fallas repetitivas.</p> <p>4-Falta de insumos y materiales.</p> <p>5-Falla recurrentes con los equipos por falta de mantenimiento</p>
	<p>OPORTUNIDADES</p> <p>1. Aplicación de técnicas de mejora continua que permitirá definir el procedimiento más adecuado para el control de varillas.</p> <p>2. Recibir instrucciones para</p>	<p>FO</p> <p>-Implementar planes de mantenimiento continuo para cada una de las áreas inherentes al proceso, para evitar daños a los equipos de trabajo</p> <p>-Mejorar la comunicación entre las</p>

<p>evitar el paso de carretas vacías y procesar todos los cabos, con la finalidad de recuperar las varillas.</p> <p>3. Garantizar que las actividades de corte no se paraliquen por las constantes fallas de suministro de acetileno.</p>	<p>áreas que influyen en el traslado de las varillas.</p>	
<p>AMENAZAS</p> <p>1. Pérdida de informacional no tener el control de las fallas de los equipos por falta de mantenimiento (Registro de las ODT)</p> <p>2. Exigua participación por parte del personal en el mantenimiento rutinario de los equipos.</p> <p>3. Demoras en el proceso de envarillado.</p>	<p>FA</p> <p>-Desarrollar métodos que permitan mejorar la calidad de las varillas antes de ser suministradas a la sala de Envarillado.</p> <p>-Invertir en el asfalto de la sala de envarillado para mejorar el desplazamiento tanto de los tractores como los montacargas en el área</p>	<p>DA</p> <p>-Preparar programas de capacitación y motivación personal.</p> <p>-Concentrar los esfuerzos en el mejoramiento continuo del proceso y en la satisfacción de los clientes y proveedores.</p>

Tabla 5 Matriz Foda
Fuente: Elaboración Propia (2014)

A continuación se presentan un desglose de las estrategias propuestas:

- **Estrategias FO**

1. Implementar planes de mantenimiento continuo (preventivo y rutinario) para cada una de las áreas inherentes al proceso, para evitar daños a los equipos de trabajo

2. Mejorar la comunicación entre las áreas que influyen en el traslado de las varillas (Envarillado, Estación de Baño I y II, Complejo de Reducción, Taller de Varillas)

- **Estrategias DO**

1. Implementar documentos que establezcan normativas y procedimientos.
2. Promover instalaciones de tuberías de gas.
3. Implementar planes de mantenimiento preventivo y rutinario para mejorar la oportunidad de los equipos.

- **Estrategia FA**

1. Desarrollar métodos que permitan mejorar la calidad de las varillas antes de ser suministradas a la sala de Envarillado.
2. Invertir en el asfalto de la sala de envarillado para mejorar el desplazamiento tanto de los tractores como los montacargas en el área

- **Estrategias DA**

1. Preparar programas de capacitación, integración grupal y motivación personal.
2. Concentrar los esfuerzos en el mejoramiento continuo del proceso y en la satisfacción de los clientes.

5.3 PLAN DE MEJORA CONTINUA PARA EL SUMINISTRO DE TRIDENTES ANÓDICOS AL DEPARTAMENTO DE ENVARILLADO

A continuación se desarrolla la metodología de los siete (07) pasos de mejora continua, (donde solo se trabajó con los cinco (05) pasos de mejora continua, debido al tiempo de estadía en la planta y la disponibilidad de información necesaria) con el fin de disminuir la incidencia del déficit de tridentes anódicos en circulación, desincorporados, incorporados suministrados e incorporados.

5.3.1 PRIMER PASO: SELECCIÓN DE LOS PROBLEMAS.

Se procedió a realizar un diagrama de caracterización del proceso de reacondicionamiento de Tridentes Anódicos en el Taller de Varillas de CVG Venalum y de esta manera observar las oportunidades de mejora del mismo. Resumiendo los proveedores, insumos, procesos, productos y clientes del departamento.

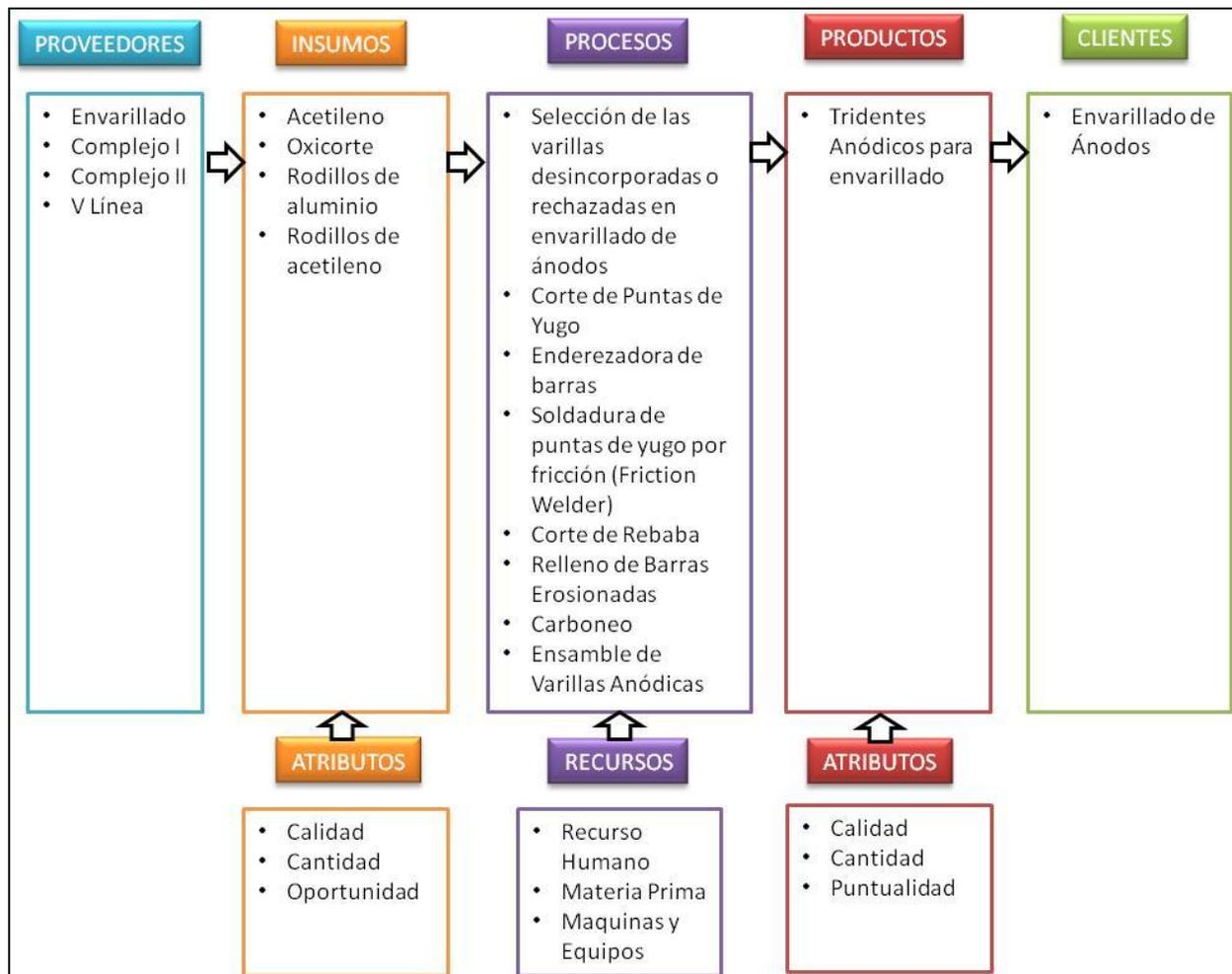


Figura 7 Diagrama de Caracterización (Taller de Varillas, Reacondicionamiento de Tridentes Anódicos)

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Luego de haber analizado el proceso de reacondicionamiento de Tridentes Anódicos en el Taller de Varillas de CVG Venalum, se realizó una tormenta de ideas, con el fin de generar los posibles problemas que podrían ocasionar el déficit en suministro e incorporación de varillas anódicas al proceso de Envarillado de Ánodos y la incidencia de retorno de su producto terminado. Entre estas se tienen:

Varillas Dobladas

- Grapas muy ajustadas; si se excede la presión en la sujeción de la barra de aluminio puede causar doblez (Ver Anexo 12. Pág.100).
- Disposición de las varillas en el patio (amontonadas o mal colocadas)
- Condiciones de traslados de las varillas en carretas, básquet y montacargas.
- Sujeción no adecuada de las grúas en celdas al momento de tomar las varillas
- Condición irregular y colocación no adecuada de las varillas en los básquet.

Varillas Erosionadas

- Cuando las grapas en las varillas son mal colocadas en las celdas (Ver Anexo 9. Pág. 98) y se dejan flojas, la corriente eléctrica no sigue su trayectoria normal a través de la barra y esto origina un arco eléctrico que ocasiona perforaciones a la barra.
- Si la grapa ha completado su vida útil o está en mal estado debido al desgaste por las intensas corrientes eléctricas a las que esta se someten, la fijación es deficiente, causando inconvenientes en el proceso de reducción electrolítica y originando erosión en la barra de aluminio (Ver Anexo 10,11. Pág.99).

Varillas con Puntas Fundidas

- Debido a las altas temperaturas a las que se someten el conjunto ánodo-varilla durante un largo periodo de tiempo y que estos en ocasiones no son cambiadas a tiempo, se produce una fundición de las puntas por la disminución del tamaño del cabo y/o ataque de baño electrolítico (Ver Anexo 16. Pág. 101)
- **Banqueo de Ánodos:** Cuando el ánodo no se cubre de manera uniforme con alúmina primaria, este no se protege de la oxidación del aire. Al

reaccionar el ánodo con el aire este se consume mucho más rápido dejando las puntas de yugo expuestas y son más propensas a fundirse o ser atacadas por el baño electrolítico, siendo necesario la sustitución de puntas nuevas al yugo (Ver Anexo 7,8. Pág.97).

Varillas Con Colada Adherida

- **Mal grafitado en las puntas:** Este proceso consiste en recubrir las puntas de yugo con una solución de grafito coloidal con el propósito de facilitar la remoción de la colada adherida a la punta. Si no se cumplen las normas en el proceso como lo es: el tiempo de grafitado, condiciones de temperatura, densidad de la solución y el nivel de humedecimiento, la fundición gris se adhiere mucho más a la punta dificultando su eliminación (Ver Anexo 18. Pág.102).
- Cambio en la fundición gris que hace que se adhiera mas a la punta dificultando el retiro de la colada adherida (Ver Anexo 19. Pág.102)

Para la selección de oportunidades de mejora se utilizo el método de Técnica de Grupo Nominal (TGN) ya que éste permite llegar a un consenso de un determinado problema de acuerdo a su nivel de importancia o prioridad.

Es importante señalar que para la evaluación de cada una de las oportunidades de mejora se fijó una escala del 1 al 8 (Ver Tabla 6, Pág. 72-73)

Nro.	Oportunidad de mejora	Ponderación	Jerarquía
1	Varillas Dobladas	3	1
2	Varillas Erosionadas	4	2
3	Varillas con Puntas Fundidas	6	3
4	Banqueo de Ánodos	1	4

5	Varillas con Colada Adherida	8	5
---	------------------------------	---	---

Tabla 6 Lista de Oportunidades de Mejora

Fuente: Elaboración Propia (2014)

	Criterio	Peso (%)
C1	Impacto en la gestión	35
C2	Tiempo de entrega	30
C3	Calidad	25
C4	Costo	10

Tabla 8 Criterios de Selección

Valor	Significado
5	Alto
3	Medio
1	Bajo

Tabla 7 Escala de Evaluación

Nº	Oportunidad de Mejora	Matriz de Selección				Total
		Imp. Gestión	Tiempo de Entrega	Calidad	Costo	
1	Varillas Dobladas	5 x 35= 175	1 x 30 = 30	3 x 25= 75	3 x 10= 30	310
2	Varillas Erosionadas	5 x 35= 175	3 x 15 = 45	5 x 15 = 75	1 x 10 = 10	305
3	Varillas con Puntas Fundidas	5 x 35= 175	5 x 30 = 150	1 x 25 = 25	1 x 10 = 10	360
4	Varillas con Colada Adherida	5 x 35= 175	1 x 30 = 30	5 x 25 = 125	5 x 10 = 50	380

Tabla 9 Matriz de Selección de la Oportunidad de Mejora

Fuente: Elaboración Propia (2014)

La oportunidad de mejora seleccionada de acuerdo a los resultados arrojados por la Matriz de Selección es Defectos por Varillas con Colada Adherida y Puntas Fundidas.

5.3.2 SEGUNDO PASO: CUANTIFICACION Y SUBDIVISION DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD DE MEJORA SELECCIONADA

Para cuantificar las causas se realizó una entrevista al personal que más utiliza el área, constituido por 20 personas, a continuación se puede visualizar la entrevista en la figura 8, Pág. 74.

¿Cuál cree usted sea la causa principal de las fallas en el proceso de reacondicionamientos de Tridentes Anódicos en el Taller de Varillas?	
	Marque con una X
	Si No
¿El personal encargado de manipular las varillas anódicas está calificado?	
¿El personal encargado de manipular las varillas anódicas está motivado?	
Frecuencia de defectos de Varillas Dobladas	
Frecuencia de defectos de Varillas Erosionadas	
Frecuencia de defectos de Varillas con Puntas Fundidas	
Frecuencia de defectos de Varillas con Puntas Desprendidas	
Frecuencia de defectos de Varillas con Colada Adherida Recuperable	
Frecuencia de defectos de Varillas con Colada Adherida Irrecuperable	
Frecuencia de defectos de Varillas con Ataque de Baño	
Frecuencia de defectos de Varillas con Bimetal Fisurado	
Fallas en la maquina Rompe Colada	
Fallas en la máquina de soldadura por fricción Friction Welder	
Fallas en el equipo de oxicorte	
Fallas en la Maquina de Soldar	
Fallas en la Sierra Vertical	
Otros	

Figura 8 Instrumento de Entrevista
Fuente: Elaboración Propia (2014)

Los resultados obtenidos de la entrevista fueron:

CAUSA	FRECUENCIA	%Fr	%Fa
Fallas en la máquina Friction Welder	8	11%	11%
Defectos de Varillas con Colada Adherida Recuperable	7,5	11%	22%
Defectos de Varillas con Puntas Fundidas	7	10%	32%
Fallas en la maquina Rompe Colada	6	8%	40%
Defectos de Varillas con Colada Adherida Irrecuperable	5	7%	47%
Defectos de Varillas con Puntas Desprendidas	5	7%	54%
Personal NO calificado para el manejo de Varillas	4,5	6%	60%
Defectos de Varillas con Ataque de Baño	4,5	6%	67%
Defectos de Varillas con Bimetal Fisurado	4,3	6%	73%
Defectos de Varillas Dobladas	4	6%	78%
Personal NO motivado para el manejo de Varillas	3	4%	82%
Defectos de Varillas Erosionadas	3	4%	87%
Fallas en la Sierra Vertical	3	4%	91%
Fallas en la Maquina de Soldar	2,5	4%	94%
Fallas en el equipo de oxicorte	2	3%	97%
Otros	2	3%	100%
TOTAL	71,3		

Tabla 10 Lista de Causas

Fuente: Elaboración Propia (2014)

En la tabla anterior se puede observar que existe una similitud entre los defectos presentados en el histórico de defectos de las varillas anódicas (Ver Gráfico 9, pág. 52), y en la matriz de selección de oportunidades de mejora, según la Técnica de Grupo Nominal (Ver Tabla 9, Pág. 73) con los resultados que arroja la entrevista a los trabajadores que operan en el área.

Donde se observa, que las causas de la problemática existente en el área, se debe a las condiciones en las que operan las maquinas del taller y la capacitación de los empleados a la hora de manejar los tridentes anódicos;

así como también se expone que uno de los defectos que frecuentan las varillas es por colada adherida.

A continuación se presenta un diagrama de Pareto donde se cuantifica las causas expuestas anteriormente.

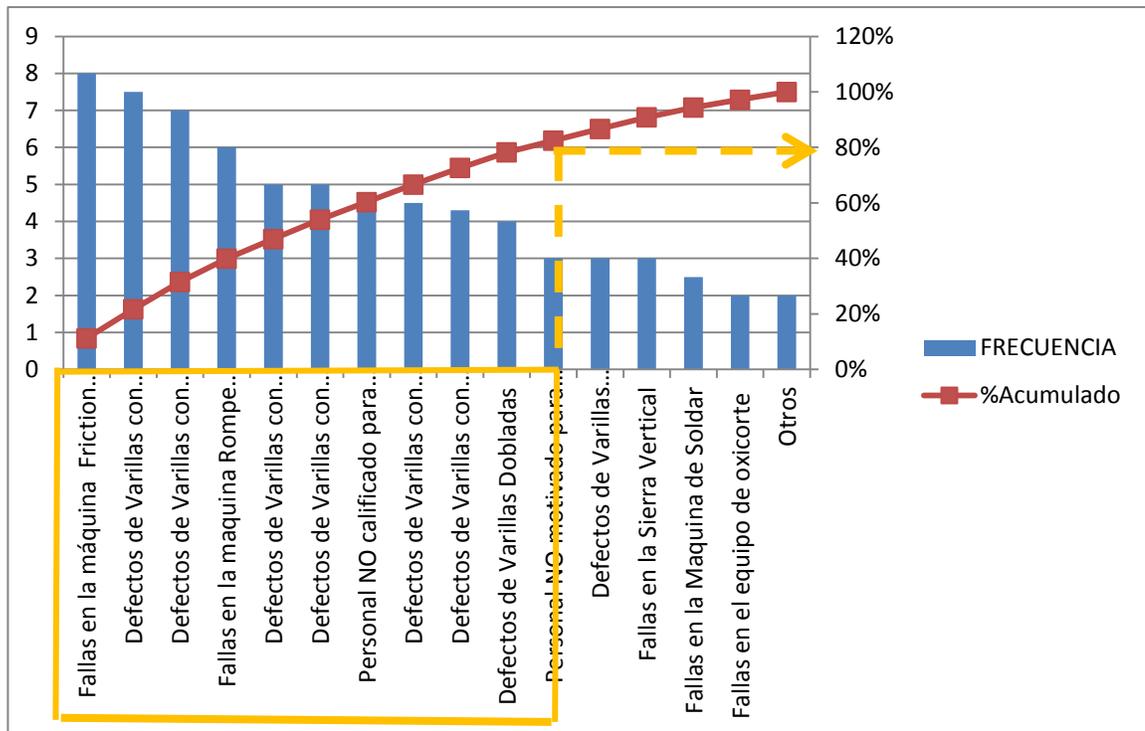


Gráfico 13 Diagrama de Pareto
Fuente: Elaboración Propia (2014)

Se puede notar que las fallas que se han presentado significativamente, han sido fallas en la máquina Friction Welder, Defectos en las Varillas con Colada Adherida, Defectos de Varillas con Puntas Fundidas, Fallas en la máquina Rompe Colada, Defectos de Varillas con Puntas Desprendidas y personal no calificado para el manejo de las Varillas Anódicas. Estas son las causas que se deben tratar con prioridad.

5.3.3 TERCER PASO: ANALISIS DE CAUSAS

Varillas con defectos

- Falla en la soldadura de puntas por fricción (Friction Welder)
- Falta de mantenimiento a la máquina Friction Welder
- Poca disponibilidad de repuestos originales para la Friction Welder
- Disminución de la vida útil de los equipos de cada estación del Taller de Varillas
- Poca disponibilidad de insumos para reemplazar las partes que conforman la varilla
- Deterioro en las puntas de las varillas
- Vencimiento de la vida útil de las puntas de la varilla
- Inadecuada operación con el montacargas al momento de desplazar y apilar las varillas
- Incremento del consumo de colada (por punta desgastada)
- Incremento del consumo de grafito (por puntas fundidas y/o erosionadas)
- Insatisfacción del cliente (Envarillado y a su vez Reducción)
- Incumplimiento del Plan de Gestión
- Incremento de Costos
- Retrabajo de personal
- Déficit de la fuerza laboral
- Falla en la inspección de varillas

Vías de Comunicación y Medios de Traslado en Mal Estado

- Daños en la estructura de los básquets y de los vagones
- Deterioros en el asfalto
- Disminución de la vida útil de los baskets
- Golpes en las varillas (en líneas, baskets y vagones)

- Insatisfacción del cliente (Envarillado y a su vez Reducción)

Máquinas y Equipos

- **Varillas con defectos**

Al introducir varillas en mal estado al proceso de Envarillado de Ánodos, se ve afectada la vida útil de los equipos de cada estación tanto de Línea I como de Línea II (Rompe colada, rompe cabo, sistema de carga y descarga de ánodos, sistema de limpieza y selección de varillas, sistema de precalentamiento de yugo, sistema de precalentamiento de orificios de ánodos, sistema de grafitadora, las mesas de colada y el sistema de rociado).

- **Vías de Comunicación en Mal Estado**

Las vías de comunicación en mal estado, influyen en los daños estructurales de los básquets y de los vagones, ocasionando que las varillas sean sometidas a movimientos bruscos si están mal posicionadas arrojando potencialmente un ánodo con varilla floja, disminuyendo a su vez su vida útil.

Materia Prima

- **Varillas con Defectos**

Debido a las varillas con puntas de yugo desgastadas (Ver Anexo 17. Pág.102), se incrementa el consumo de colada, grafito y recubrimiento de aluminio. También, influye el deterioro de las puntas de las varillas, ya sea por una mala operación del operador con el montacargas al momento de desplazarlas de un lugar a otro o la vigencia de la vida útil de la misma al pasar por diferentes procesos, y la poca disponibilidad de materia prima por parte de Varillas y Refractario en cuanto a yugos, puntas, bimetálico y varillas anódicas,

Mano de Obra y Producción

Debido a los defectos e inadecuada disposición de las varillas se produce un retrabajo del personal, ya que debe cubrir el proceso nuevamente con el objetivo de cumplir con los requerimientos de producción. Por otra parte, el déficit de personal, ya sea por deficiencia de transporte o paros en la empresa, afecta la inspección y selección adecuada de las varillas con defectos.

También el retrabajo influye en el cumplimiento del Plan de Gestión, generando costos y a su vez insatisfacción de su principal cliente (Envarillado) por falta de oportunidad y calidad del producto Varillas Reacondicionadas.

5.3.4. CUARTO PASO: ESTABLECER NIVEL EXIGIDO

Para toda empresa lo más importante o su fin es satisfacer las expectativas de sus usuarios. Por lo tanto para lograrlo debe funcionar de la siguiente manera:

- Determinar un tiempo de entrega eficaz y eficiente al Dto. De Envarillado por parte del Taller de Varillas de CVG Venalum
- Identificar las áreas de almacenamiento de tridentes anódicos en cada departamento (Envarillado de Ánodos y el Taller de Varillas)
- Mantener el área ordenada y transitable.
- Existencia de una unidad de seguimiento control de inventario y balance de materiales.
- Contar con normas y procedimientos formales. Para la entrega y recepción de varillas.
- Los usuarios del Taller de Varillas y su principal cliente Envarillado de Ánodos deben estar comprometidos con este.

- Existencia de una base de datos que contemple un balance de libro y físico de las varillas en todos sus procesos.

5.3.4 QUINTO PASO: GENERAR Y PROGRAMAR SOLUCIONES

Se identifican y programan las soluciones que incidan significativamente en la eliminación de las causas raíces.

1. Hacer un seguimiento de todas las varillas anódicas suministradas por el Taller de Varillas que no son incorporadas (por defectos) en el proceso de Envarillado de Ánodos de CVG Venalum.
2. Crear las normas necesarias para mantener el adecuado funcionamiento del área.
3. Realizar una demarcación de zonas o áreas de almacenaje en el Taller de Varillas y Envarillado de Ánodos de CVG Venalum.
4. Elaboración de formularios para el control de varillas suministradas, incorporadas y utilizadas en el Departamento de Envarillado.
5. Colocar una persona encargada del área de suministros e incorporación de varillas.
6. Reforzar el cumplimiento de los programas de mantenimiento programado, preventivo y correctivo a cada uno de los componentes mecánicos y eléctricos de la Friction Welder.
7. Invertir en la compra de repuestos e insumos originales de la Friction Welder.
8. Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control por turno en cuanto a la inspección de la soldadura de puntas por Fricción.
9. Dictar charlas a los operadores con el propósito de reforzar el cumplimiento adecuado de las prácticas operativas.

10. Reforzar el inventario de materia prima efectuado en varillas y refractario, con el fin de determinar la cantidad exacta de insumos con que debe contar dicho departamento.
11. Planificar futuras adquisiciones de materia prima e insumos, según los resultados arrojados por el inventario, con el propósito de disponer del mismo cuando sea necesario.
12. Incentivar al personal de trabajo a cubrir su respectivo puesto, mejorando las condiciones físicas en donde este se encuentre
13. Implementar conjuntamente con envarillado y Estaciones de Baño, un control de recepción de varillas dañadas.
14. Terminar de cargar el despiece de los repuestos de las maquinas en el taller (Friction Welder, Rompe Colada, Sierra Vertical y Horizontal) al Sistema Integral de Mantenimiento de CVG Venalum (SIMA).

Seguidamente se mostraran las soluciones que de alguna u otra manera permitirán contrarrestar en rechazo de varillas al Departamento de Envarillado de Ánodos. Entre ellas se tiene:

- Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control en cuanto a la inspección de las soldaduras de puntas por Friction.
- Implementar y ejecutar a la brevedad planes de mantenimiento preventivo y rutinario a la maquina Friction Welder.
- Incorporar al SIMA la maquina Friction Welder.
- Terminar de cargar el despiece de los repuestos de las maquinas en el taller (Friction Welder, Rompe Colada, Grúa, Sierra Vertical y Horizontal) al Sistema Integral de Mantenimiento de CVG Venalum (SIMA).

- Establecer y cumplir el balance de materiales para entrega, reparación y rechazo de varillas.
- Llevar un control de registro de las causas del rechazo de varillas por envarillado y cerciorarse que el inspector de cada turno maneje el mismo criterio de selección de los tridentes.
- Reforzar el control de asistencia del personal al Taller de Varillas
- Aplicar métodos de calidad (Plan de Mejora Continua, Despliegue de la Función Calidad, Mantenimiento preventivo y rutinario, etc.), que permitan conocer las necesidades de su clientes y así, reducir el rechazo de su producto terminado.
- Dictar charlas a los operadores con el propósito de reforzar el cumplimiento adecuado de las prácticas operativas.

Una vez diseñada y generada las soluciones, se procedió a planificar mediante un cronograma las actividades a desarrolla.

Soluciones	Mes												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control en cuanto a la inspección de las soldaduras de puntas por Friction													
Implementar y ejecutar a la brevedad planes de mantenimiento preventivo y rutinario a la maquina Friction Welder.													

<p>Dictar charlas a los operadores con el propósito de reforzar conocimientos y el cumplimiento adecuado de las prácticas operativas.</p>												
<p>Reunir al personal de trabajo por turno para su capacitación.</p>												

Tabla 11 Cronograma de Actividades – Situación Propuesta

Fuente: Elaboración Propia (2014)

CONCLUSIONES

Después de haber hecho una evaluación al proceso de reacondicionamiento de tridentes anódicos y haber realizado una propuesta de mejora al Taller de Varillas de CVG VENALUM, se puede concluir lo siguiente:

1. El inadecuado funcionamiento de equipos medulares, la falta de provisión oportuna de repuestos e insumos, el ausentismo de personal y la no ejecución oportuna de planes de mantenimiento, impacta negativamente la reparación de tridentes anódicos en la unidad de varillas.
2. Al no disponer de los recursos, maquinarias, repuestos e insumos oportunos para el reacondicionamiento de varillas anódicas, la planta se ve obligada a incorporar varillas anódicas al proceso, cuyas características físicas no cumplen con los estándares de calidad del producto terminado.
3. Varillas y Refractario presenta hoy en día un retrabajo en el reacondicionamiento de varillas por causa de adhesión de colada en las mismas lo cual se debe al incumplimiento de las prácticas operativas correspondientes a las estaciones de grafitado, estación rompe colada (falta de maquina rompe colada en la Línea I de Envarillado) y estación de rompe cabos del área de envarillado de ánodos.
4. La máquina para soldadura de puntas de yugo CVG Venalum, trabajando con un factor de servicio entre 60 y 70% y trabajando 9 turnos a la semana, está en capacidad de satisfacer el requerimiento

máximo histórico de puntas a reparar de la planta (en promedio 30000 puntas/año, de 180mm)

5. El 80% aproximadamente de las varillas que reacondiciona la unidad de varillas y refractarios de CVG Venalum es por defecto de colada adherida recuperable por la maquina Rompe Colada y la Colada Adherida Irrecuperable no extraíble (soldadura)
6. Entre las estrategias desarrolladas en la matriz FODA al proceso de reacondicionamiento de tridentes anódicos. Se establecen métodos que permitirán mejorar la calidad de las varillas antes de ser suministradas a la sala de Envarillado, así mismo la implementación de planes de mantenimiento continuos a los equipos, la aplicación de métodos de mejora continua y el adiestramiento de personal que representa un cambio positivo en el rendimiento de la unidad.
7. Existe un incremento considerable en el número de varillas con puntas fundidas y puntas con resto de colada desde el año 2011 hasta el mes de julio de 2014.
8. Si se implementa y se ejecutan programas de mantenimiento preventivo y rutinario a los equipos, y se cumplen las practicas operativas, se podrá incrementar las unidades producidas e inventario de tridentes disponibles en la unidad de varillas.

RECOMENDACIONES

De los resultados y las conclusiones obtenidas con este estudio se le recomienda a la empresa CVG VENALUM:

1. Realizar una evaluación integral de la máquina Friction Welder. Establecer los componentes y repuestos para su normalización y aplicación de planes de mantenimiento preventivo, programado y rutinario al equipo.
2. Ejecutar las acciones necesarias para garantizar en el tiempo, la adecuada condición operativa de la máquina, a parte de garantizar en cantidad, calidad y oportunidad el servicio de soldadura de puntas de yugo que el proceso demanda
3. Garantizar el suministro oportuno de equipos móviles, repuestos e insumos, y la presencia en planta del personal trabajador a fin de mejorar los niveles de producción y satisfacer las necesidades del cliente (Envarillado de Ánodos).
4. Establecer controles adecuados para los balances de materiales y productos de la unidad
5. Mejorar el manejo y selección de las varillas desincorporadas
6. Llevar un control detallado de las causas del retorno o rechazo de varillas suministradas a la Sala de Envarillado, donde especifique la cantidad exacta de cada subcausa, con el fin de facilitar la aplicación de métodos de mejora en el proceso de la Unidad de Varillas.

7. Diseñar e implementar un plan de seguimiento y control en cuanto a la inspección de las soldaduras de puntas por Friction.
8. Invertir en la compra de repuestos e insumos originales de la Friction Welder; así como la reparación inmediata de la misma.
9. Aplicar métodos de calidad (Plan de Mejora Continua, Despliegue de la Función Calidad, etc.), que permitan conocer las necesidades de sus clientes y así, reducir el rechazo de su producto terminado.
10. Dictar charlas a los operadores con el propósito de reforzar el cumplimiento adecuado de las prácticas operativas.
11. Adquirir varillas totalmente nuevas, para desincorporar las varillas con defectos críticos. Así como también el faltante de aproximadamente de 7000 varillas.
12. Incorporar de inmediato los equipos medulares de la unidad de varillas al Sistema Integral de Mantenimiento (SIMA).
13. Incluir en el sistema supervisorio la máquina Friction Welder que permita visualizar las puntas reparadas por esta y el historial de fallas.
14. Establecer y cumplir balances de materiales de : producción de varillas (reparación), suministrar a Envarillado, recepción desde Envarillado y retorno de varillas desde el mismo. Balance de envío y recepción de varillas desde y hacia Tefelca, así como de puntas de yugo.
15. Aplicar las propuestas generadas por el Plan de Mejora Continuo en el Taller de Varillas, con el fin de disminuir la incidencia del déficit y suministro de Tridentes Anódicos a la envarillado; logrando de esta

manera, aumentar los niveles de producción ofreciendo una mejor calidad en su producto terminado.

BIBLIOGRAFIA

- ROSA DE NARVAEZ, Rosa (1996) **Orientaciones Practicas para la elaboracio de informes de investigacion**. Puerto Ordaz. Primera edicion UNEXPO-FUNDIUP
- CLARET CABRERA, Claret (2010) **Evaluacion de la Capacidad de Produccion y las Fallas en las Varillas del Taller de Varillas y Refractarios de CVG Venalum**. Puerto Ordaz. Trabajo de grado UNEXPO.
- Se tomo informacion sobre las operaciones que se llevan a cabo en el Taller de Varillas de CVG Venalum, de la Practica Profecional de JUAN ROVERSI, Juan (2011) **Propuesta de Mejora del Proceso de Selección de Varillas a ser Reparadas en el Taller de Varillas de CVG Venalum**. Univeridad Catolica Andres Bello. Puerto Ordaz. UCAB.
- Presentaciones de inventarios, reparaciones semanales y mensuales de Varillas en el Taller de Varillas de CVG Venalum.
- JORGE PEÑA, Jorge Luis (2013) **Elaboracion de los Planos de Potencia y Control del Sistema Electrico de la Maquina Friction Welder del Area de Varillas y Refractarios de Planta Carbon CVG Venalum**. Puerto Ordaz. UNEXPO

ANEXOS

ANEXO 1 Maquina de Soldar Friction Welder



ANEXO 2 Sierra Horizontal



ANEXO 3 Sierra Vertical



ANEXO 4 Patio de Almacén de Varillas Anódicas del Taller de Varillas



ANEXO 5 Ánodos Envarillados



ANEXO 6 Ánodos Envarillados en Carretes y Básquets



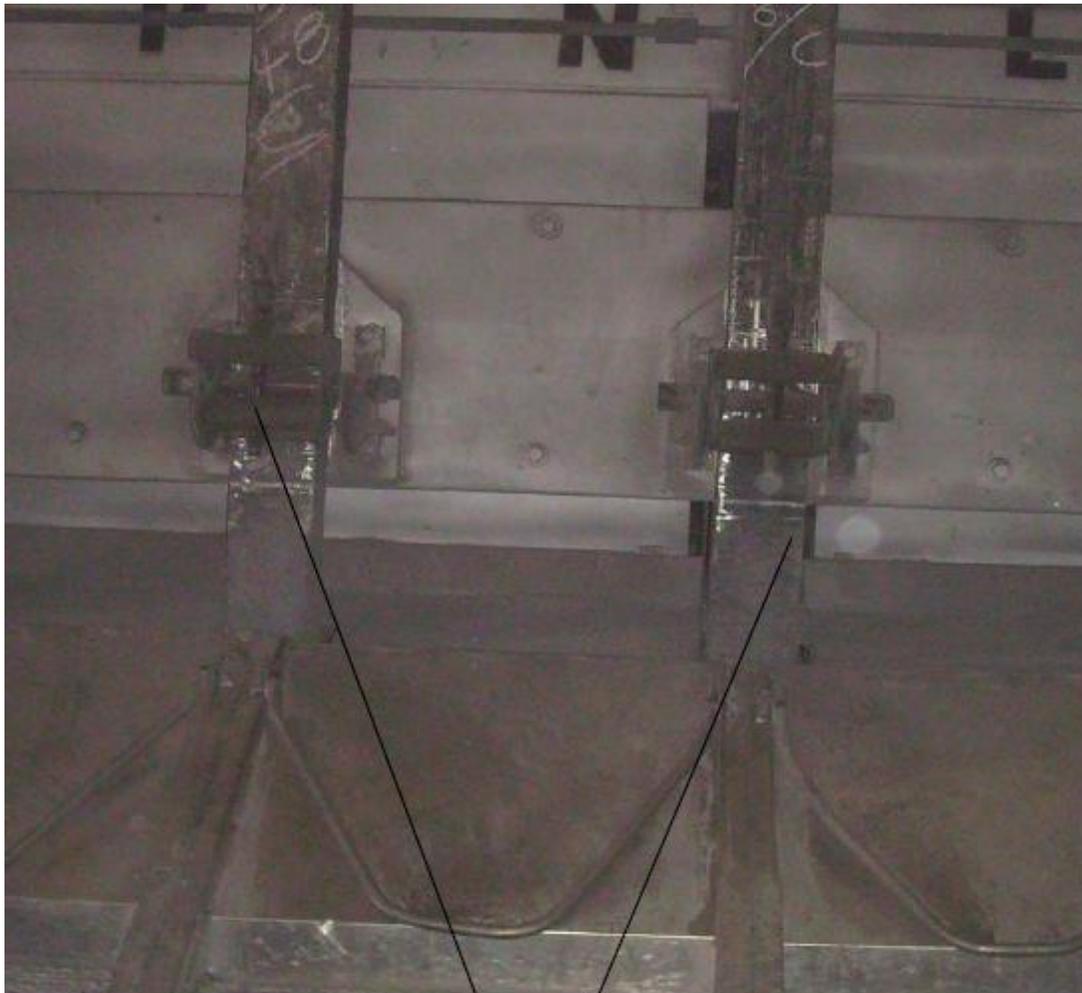
ANEXO 7 Buen Banqueo de Ánodo



ANEXO 8 Mal Banqueo de Ánodo



ANEXO 9 Sujeción de Varillas en Celdas



Grapas

ANEXO 10 Varilla con Erosión Crítica



ANEXO 11 Varilla con Erosión Media



ANEXO 12 Varilla Doblada



ANEXO 13 Bimetal Fisurado



ANEXO 14 Yugo Inclinado



ANEXO 15 Yugo con Punta Desprendida



ANEXO 17 Punta de Yugo Fundidas



ANEXO 16 Punta de Yugo Gastadas



ANEXO 19 Colada Adherida Irrecuperable (Corte de Punta)



ANEXO 18 Colada Adherida Recuperable (Para Carboneo o Rompe Colada)



ANEXO 20 Varilla con Ataque de Baño



ANEXO 21 Data General de Varillas con Defecto año 2010

V. DOBLADA	V. EROSIONAD	V.BIM- FISURADO	V.PTA- CARBON	V.PTA-CORTE			V.PTA- DESPRENDI	V.PTA- FUNDIDA	V.ATAQ- BAÑO
				1P	2P	3P			
16	20	31	1688	216	174	116	51	121	113
20	27	45	2066	255	183	114	54	103	114
16	15	38	1475	266	165	71	64	120	101
20	20	38	1358	427	256	164	91	260	115
18	10	19	1234	399	317	204	80	191	210
46	6	39	1378	270	239	124	71	174	157
56	16	27	1091	249	187	104	60	150	149
38	11	65	1549	273	241	110	94	188	196
99	20	74	2782	249	175	102	69	196	149
41	20	51	2337	319	297	131	112	224	178
10	16	40	2175	285	307	152	93	247	144
17	12	30	1735	135	110	52	32	105	79
397	193	497	20868	3343	2651	1444	871	2079	1705
					7438				

ANEXO 22 Data General de Varillas con Defecto año 2011

V. DOBLADA	V. EROSIONAD	V.BIM- FISURADO	V.PTA- CARBON	V.PTA-CORTE			V.PTA- DESPRENDI	V.PTA- FUNDIDA	V.ATAQ- BAÑO
				1P	2P	3P			
41	10	2	3001	374	370	271	199	266	431
16	4	33	2197	293	260	180	99	208	313
34	1	30	2632	573	272	136	90	243	245
18	4	38	2698	334	288	146	123	256	233
48	5	45	2061	162	140	77	70	115	136
148	18	112	4343	855	690	537	192	711	852
22	15	48	2864	421	304	123	103	277	265
0	3	54	3537	455	274	124	79	260	326
0	24	55	3143	560	364	190	84	334	381
28	20	55	2684	574	449	212	66	349	476
0	25	70	3104	907	719	324	151	562	794
2	12	38	2511	502	270	226	95	210	343
357	141	580	34775	6010	4400	2546	1351	3791	4795
					12956				

ANEXO 23 Data General de Varillas con Defecto año 2012

V. DOBLADA	V. EROSIONAD	V.BIM- FISURADO	V.PTA- CARBON	V.PTA-CORTE			V.PTA- DESPRENDI	V.PTA- FUNDIDA	V.ATAQ- BAÑO
				1P	2P	3P			
0	7	73	3191	753	484	524	98	351	835
0	9	43	4255	678	601	891	138	249	1258
0	10	39	2977	508	481	1062	62	272	1027
0	11	58	4691	442	583	2869	133	544	2182
0	28	45	2709	647	502	1418	456	758	771
0	22	36	2177	252	279	162	52	227	216
0	8	17	2057	82	108	77	38	47	32
0	10	23	2636	114	119	89	39	77	174
0	16	20	2529	182	148	291	73	164	89
0	3	20	2494	97	121	234	48	49	130
5	7	31	2199	115	126	116	90	15	39
12	8	23	2363	96	70	74	26	4	62
17	139	428	34278	3966	3622	7807	1253	2757	6815
					15395				

ANEXO 24 Data General de Varillas con Defecto año 2013

V. DOBLADA	V. EROSIONAD	V.BIM- FISURADO	V.PTA- CARBON	V.COLDA ADHERIDA	V.PTA- DESPRENDI	V.PTA- FUNDIDA	V.ATAQ- BAÑO
5	10	0	2563	311	234	35	171
0	5	24	2088	307	46	18	89
4	9	47	2153	274	115	192	82
0	3	39	2101	377	45	19	41
0	11	26	2198	336	75	64	27
30	17	65	2099	257	37	78	60
0	4	47	2110	260	52	63	68
0	4	93	1824	562	82	33	36
0	4	16	2198	404	10	36	0
9	0	30	2359	331	23	18	2
0	10	107	2564	448	131	86	78
0	5	36	2758	481	17	29	9
48	82	530	27015	4348	867	671	663

ANEXO 25 Data General de Varillas con Defecto Enero-Mayo 2014

V. DOBLADAS	V. EROSIONAD	V.BIM- FISURADO	V.PTA- CARBON	V.COLDA ADHERIDA	V.PTA- DESPRENDI	V.PTA- FUNDIDA	V.ATAQ- BAÑO	V.PTA-CORTE		
								1P	2P	3P
0	5	0	2625	564	125	17	6	189	241	0
10	8	79	2321	539	231	29	22	177	258	161
29	1	85	2605	528	36	23	24	204	247	118
0	0	12	2595	712	23	0	4	215	333	167
0	1	23	1909	451	125	44	3	130	227	139
39	15	199	12055	2794	540	113	59	915	1306	585

ANEXO 26 Resumen de Data General de Varillas Reacondicionadas (2010-2013)

VARILLAS REACONDICIONADAS	2010	2011	2012	2013
RESUMEN GENERAL				
VARILLAS REPARADAS	24413	41109	45360	33400
PUNTAS REP. TEFELCA	429	0	1383	1190
VARILLAS SUMINISTRADAS	20208	41558	44842	34146

ANEXO 27 Cantidad de Varillas Procesadas por la Friction Welder

Meses	Cantidad	Puntas Utilizadas
ene-11	100	218
feb-11	594	1409
mar-11	555	1432
abr-11	103	260
may-11	253	668
jun-11	162	224
jul-11	57	71
ago-11	1077	1732
sep-11	1095	2131
oct-11	687	1496
nov-11	635	843
dic-11	1196	1427
ene-12	1087	1760
feb-12	1364	1996
mar-12	891	1547
abr-12	1465	2949
may-12	1115	2078
jun-12	717	1576
jul-12	598	1543
ago-12	729	1806
sep-12	655	1675
oct-12	819	1996
nov-12	706	1851
dic-12	321	805
ene-13	579	1360
feb-13	443	1067
mar-13	478	1165
abr-13	731	1789
may-13	702	1714
jun-13	425	951
jul-13	368	811
ago-13	803	1910
sep-13	381	905
oct-13	515	1119
nov-13	455	1010
dic-13	460	1065
ene-14	485	974
feb-14	247	459
mar-14	283	612
abr-14	139	268
may-14	255	523
jun-14	507	1039
jul-14	614	1297

**ANEXO 28 Total Puntas Reparadas en Tefelca y Total Real de Varillas
Reparadas en CVG Venalum 2013-Agosto 2014**

Año 2013	Varillas TEFELCA	Puntas	Celdas en Operacion	Varillas Reparadas en CVG Venalum (Plan)	Varillas Suministradas a Envarillado	Real Varillas ReparadaS en CVG Venalum
ene-13	0	0	281	3076	2513	2513
feb-13	0	0	281	2533	2052	2052
mar-13	0	0	281	2563	2179	2179
abr-13	0	0	281	2813	1987	1987
may-13	0	0	281	2824	2195	2195
jun-13	0	0	281	2516	1892	1892
jul-13	85	85	275	2495	2026	1941
ago-13	595	595	275	2689	1768	1173
sep-13	85	85	275	2721	2616	2531
oct-13	0	0	280	2822	2586	2586
nov-13	255	255	280	3091	2534	2279
dic-13	170	170	280	3251	2748	2578
ene-14	170	170	262	3138	3278	3108
feb-14	170	170	262	2662	2681	2511
mar-14	0	0	245	2862	3130	3130
abr-14	0	0	245	5592	2905	2905
may-14	0	0	244	2122	2162	2162
jun-14	170	228	244	2223	2555	2385
jul-14	340	688	244	2877	3310	2970
ago-14	254	650	244	2988	3233	2979