



‘UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA.

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”.

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

PRÁCTICA PROFESIONAL.



**EVALUACIÓN DE LA CADENA NÚMERO DOS (2) DEL SISTEMA DE
TRANSPORTE DE BOBINAS DEL LAMINADOR EN CALIENTE DE LA
SIDERÚRGICA DEL ORINOCO “ALFREDO MANEIRO” (SIDOR).
MATANZAS – ESTADO BOLÍVAR.**

Tutor Industrial:

Ing. García Alonso.

Tutor Académico:

Ing. Turmero Iván MSc.

Realizado por:

Pérez O. Kervys K.

Ciudad Guayana, Julio de 2014.

**EVALUACIÓN DE LA CADENA NÚMERO DOS (2) DEL SISTEMA DE
TRANSPORTE DE BOBINAS DEL LAMINADOR EN CALIENTE DE LA
SIDERÚRGICA DEL ORINOCO “ALFREDO MANEIRO” (SIDOR).
MATANZAS – ESTADO BOLÍVAR.**



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA.

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”.

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

PRÁCTICA PROFESIONAL.

**EVALUACIÓN DE LA CADENA NÚMERO DOS (2) DEL SISTEMA DE
TRANSPORTE DE BOBINAS DEL LAMINADOR EN CALIENTE DE LA
SIDERÚRGICA DEL ORINOCO “ALFREDO MANEIRO” (SIDOR).
MATANZAS – ESTADO BOLÍVAR.**

Trabajo Investigación presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vice-rectorado Puerto Ordaz, como requisito para aprobar la Práctica Profesional.

Ing. Turmero Iván MSc.
Tutor Académico.

Ing. García Alonso.
Tutor Industrial.

Ciudad Guayana, Julio de 2014.

Pérez O. Kervys K.

EVALUACIÓN DE LA CADENA NÚMERO DOS (2) DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOBINAS DEL LAMINADOR EN CALIENTE DE LA SIDERÚRGICA DEL ORINOCO “ALFREDO MANEIRO” (SIDOR). MATANZAS – ESTADO BOLÍVAR.

99 páginas.

Práctica Profesional.

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Vicerrectorado de Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: Ing. Turmero Iván MSc.

Tutor Industrial: Ing. García Alonso.

Referencias Bibliográficas pág. 70

Capítulo I. Planteamiento del Problema; Capítulo II. Generalidades de la Empresa; Capítulo III. Marco Teórico; Capítulo IV. Marco Metodológico; Capítulo V. Situación Actual; Capítulo VI. Análisis de Resultados; Conclusiones; Recomendaciones; Bibliografía; Anexos. En este informe se anexa un CD, que contiene los datos en Excel de cada elemento perteneciente a la cadena de enrolladores.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRACTICA 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”, Vice-rectorado Puerto Ordaz, para examinar el informe de Práctica Profesional presentado por la ciudadano Kervys Ked Pérez Omaña, con cédula de identidad N° 17.632.061, titulado **“EVALUACIÓN DE LA CADENA NÚMERO DOS (2) DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOBINAS DEL LAMINADOR EN CALIENTE DE LA SIDERÚRGICA DEL ORINOCO “ALFREDO MANEIRO” (SIDOR). MATANZAS – ESTADO BOLÍVAR**, consideramos que dicho informe cumple con los requisitos exigidos. A tal efecto, lo declaramos **APROBADO**.

En Ciudad Guayana, Puerto Ordaz a los dieciséis días del mes de Julio de dos mil catorce.

Ing. Turmero Iván MSc.

Tutor Académico.

Ing. García Alonso.

Tutor Industrial.

DEDICATORIA

Ante todo a mi Dios, por regalarme el don de la vida y las fuerzas para perseverar en el cumplimiento de las metas que me he propuesto.

A mi madre por ser ejemplos a seguir además de siempre estar allí para ofrecerme su apoyo incondicional.

A mis Hermanas y Sobrinas que los adoro y que siempre han estado allí para compartir juntos todos los momentos importantes de mi vida.

A mi novia Ing. Keila Domínguez, por apoyarme y colaborar conmigo en todo lo que he querido realizar.

A mis amigos y compañeros, por brindarme su valiosa amistad y compartir todo este camino que llamamos vida.

Esto es por y para ustedes...

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, por haberme dado la vida y dirigirme por el camino del bien, con sabiduría y dedicación.

A mi madre, por estar en todo momento a mi lado, y hacer de mí quien soy hoy en día.

A mis hermanas, por ser quienes son, por toda su ayuda y enseñanza en los momentos más difíciles.

A mi novia Ing. Keila María Domínguez Gómez, por ser mi compañera de todos los días.

A mi Tutor Industrial. Ing. Alonso García, y al personal del Grupo Técnico Mecánico de Enrolladores: Eduardo Castellanos y Roberto Ramírez, por la ayuda prestada en la elaboración de este trabajo.

A mi tutor académico. Ing. Iván Turmero MSc, por las sugerencias brindadas para la elaboración de este proyecto.

A mis compañeros y amigos con los cuales pase momentos geniales.

A todos aquellos, que de alguna manera estuvieron a mi lado apoyándome y tendiendo su mano amiga.

A todos, mil gracias...

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA.

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”.

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

PRÁCTICA PROFESIONAL.

**EVALUACIÓN DE LA CADENA NÚMERO DOS (2) DEL SISTEMA DE
TRANSPORTE DE BOBINAS DEL LAMINADOR EN CALIENTE DE LA
SIDERÚRGICA DEL ORINOCO “ALFREDO MANEIRO” (SIDOR).
MATANZAS – ESTADO BOLÍVAR.**

Autor: Pérez Omaña, Kervys Ked.

Tutor Académico: Ing. Turmero Iván MSc.

Tutor Industrial: Ing. García Alonso.

Fecha: Julio 2014

RESUMEN.

El presente trabajo de investigación contiene el estudio realizado en la Empresa Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (SIDOR), la cual tuvo como objetivo general Evaluar la situación actual de la cadena número dos (2) del sistema de transporte de bobinas del laminador en caliente de la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR). Matanzas – Estado Bolívar; en el cual se utilizó una metodología de investigación de tipo documental, ya que, toda la información puede considerarse parte fundamental en la investigación, de campo no experimental, dado que la información se obtuvo de forma directa del lugar de la investigación y se describieron tal como ocurrieron en las condiciones normales. Una vez analizada la situación actual se propuso el plan de acción para minimizar y controlar las demoras operativas y mecánicas, debido a que se facilitará la distribución de las actividades y optimización del tiempo de operación.

Palabras Claves: Mantenimiento, Cadena, Fallas, Laminación, Rodamiento.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS	vii
RESUMEN.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
INDICE DE TABLAS	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.	3
EL PROBLEMA.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
LIMITACIÓN.	5
ALCANCE.....	5
CAPÍTULO II	6
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.	6

RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA.	6
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	8
UBICACIÓN GEOGRÁFICA.	10
MISIÓN DE LA EMPRESA.	11
VISIÓN DE LA EMPRESA.....	11
POLÍTICA DE CALIDAD.....	12
PRINCIPIOS Y VALORES.	13
SIDOR COMO INSTALACIÓN.	13
PROCESO PRODUCTIVO.....	14
PLANTA DE LAMINACIÓN EN CALIENTE.	15
PATIO DE RECEPCIÓN DE PLANCHONES	15
HORNOS DE RECALENTAMIENTO	15
DÚO DESCAMADOR	16
LAMINADOR IV REVERSIBLE	16
LAMINADOR CONTINUO	17
ENROLLADORES	17
PATIO DE BOBINAS.....	18
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LAMINACIÓN EN CALIENTE....	18

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LAMINACIÓN EN CALIENTE.....	19
CAPÍTULO III	20
BASES TEÓRICAS	20
CADENA.	20
COSTOS.	20
CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS.	21
MOTOR.	24
ROTOR.	25
RUEDA.	25
EJE DE RUEDA.	26
RIEL.	26
PARTES DEL RIEL.	26
PASADOR.	27
LAMINACIÓN EN CALIENTE.	27
FALLAS.	28
CAUSAS DE FALLA.	28
CAPÍTULO IV.	29

MARCO METODOLÓGICO	29
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	29
INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA	29
INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	30
INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.....	30
INVESTIGACIÓN NO EXPERIMENTAL.....	30
POBLACIÓN Y MUESTRA.....	30
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	31
ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA.....	31
REVISIÓN DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	31
RECURSOS	32
PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	32
CAPÍTULO V.....	34
SITUACIÓN ACTUAL.	34
DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL	34
CAPÍTULO VI.....	38
ANÁLISIS DE RESULTADOS.	38

VIGA PORTA RIEL, L: 5990 MM.....	39
PASADOR (D: 12X20 MM)	42
RIEL SUPERIOR DERECHO E IZQUIERDO	43
RODAMIENTO DE RODILLA A RÓTULA.....	44
RUEDA (D: 140 MM).....	46
MANGUITO DE FIJACIÓN SKF H – 311.....	47
CONCLUSIONES.....	657
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA.....	70
ANEXOS	72

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
FIGURA 1. PRODUCTOS DE SIDOR.....	9
FIGURA 2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE SIDOR.....	10
FIGURA 3. PROCESO PRODUCTIVO DE SIDOR.....	14
FIGURA 4. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL ÁREA DE LAMINACIÓN EN CALIENTE.....	19
FIGURA 5. RUEDA DENTADA (CATALINA).....	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	PÁG.
GRÁFICO 1. FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL PARA EL CONJUNTO DE VIGA PORTA RIEL (L: 5990 MM).....	40
GRÁFICO 2. FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL PARA EL EJE DE LA RUEDA (D: 2 3/8").....	41
GRÁFICO 3.FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL PARA EL PASADOR (D: 12X20 MM).....	42
GRÁFICO 4. FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL PARA EL RIEL SUPERIOR DERECHO E IZQUIERDO.....	44
GRÁFICO 5. FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL PARA RODAMIENTO DE RODILLO A RÓTULA.....	45
GRÁFICO 6.FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL PARA LA RUEDA (D: 140 MM).....	47
GRÁFICO 7.FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL DE LOS MANGUITO DE FIJACIÓN SKF H – 311.....	48
GRÁFICO 8. COSTOS ANUALES PARA EL CONJUNTO DE VIGAS PORTA RIEL (L: 5990 MM).....	50
GRÁFICO 9. COSTOS ANUALES PARA LOS DISCOS ABRASIVOS DE DESBASTE (D: 7X1/8X7/8").....	51
GRÁFICO 10. COSTOS ANUALES PARA EL EJE DE LA RUEDA (D: 2 3/8").....	52

GRÁFICO 11. COSTOS ANUALES PARA EL PASADOR (D: 12X20 MM).....	53
GRÁFICO 12. COSTOS ANUALES DE LOS RIELES SUPERIOR DERECHO E IZQUIERDO.....	54
GRÁFICO 13. COSTOS ANUALES PARA EL RODAMIENTO DE RODILLA A RÓTULA.....	56
GRÁFICO 14. COSTOS ANUALES PARA LA RUEDA (D: 140 MM).....	57
GRÁFICO 15. COSTOS ANUALES DE LOS ELECTRODOS AWS A5.4 E310-16 (D: 4 MM).....	58
GRÁFICO 16. COSTOS ANUALES DE LOS ELECTRODOS DE CORTE (D: 4 MM).....	59
GRÁFICO 17. COSTOS ANUALES DE LOS ELECTRODOS PARA CORTAR DE GRAFITO (D: 16 MM).....	60
GRÁFICO 18. COSTOS ANUALES DE LOS MANGUITOS DE FIJACIÓN SKF H – 311.....	61

INDICE DE TABLAS

	PÁG.
TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS.....	39
TABLA 2. FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL PARA EL CONJUNTO DE VIGA PORTA RIEL (L: 5990 MM).....	39
TABLA 3FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL PARA EL EJE DE LA RUEDA (D: 2 3/8").....	40
TABLA 4. FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL PARA EL PASADOR (D: 12X20 MM).....	42
TABLA 5. FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL PARA EL RIEL SUPERIOR DERECHO E IZQUIERDO.....	43
TABLA 6. FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL PARA RODAMIENTO DE RODILLO A RÓTULA.....	45
TABLA 7. FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL PARA LA RUEDA (D: 140 MM).....	46
TABLA 8. FRECUENCIA DE REEMPLAZO ANUAL DE LOS MANGUITO DE FIJACIÓN SKF H – 311.....	47
TABLA 9. COSTOS ANUALES PARA EL CONJUNTO DE VIGAS PORTA RIEL (L: 5990 MM).....	49
TABLA 10. COSTOS ANUALES PARA LOS DISCOS ABRASIVOS DE DESBASTE (D: 7X1/8X7/8").....	51
TABLA 11. COSTOS ANUALES PARA EL EJE DE LA RUEDA.....	52

TABLA 12. COSTOS ANUALES PARA EL PASADOR (D: 12X20 MM).....	53
TABLA 13. COSTOS ANUALES DE LOS RIELES SUPERIOR DERECHO E IZQUIERDO.....	54
TABLA 14. COSTOS ANUALES PARA EL RODAMIENTO DE RODILLA A RÓTULA.....	55
TABLA 15. COSTOS ANUALES PARA LA RUEDA (D: 140 MM).	56
TABLA 16. COSTOS ANUALES DE LOS ELECTRODOS AWS A5.4 E310-16 (D: 4 MM).....	58
TABLA 17. COSTOS ANUALES DE LOS ELECTRODOS DE CORTE (D: 4 MM).....	59
TABLA 18.COSTOS ANUALES DE LOS ELECTRODOS PARA CORTAR DE GRAFITO (D: 16 MM).....	60
TABLA 19.COSTOS ANUALES DE LOS MANGUITOS DE FIJACIÓN SKF H – 311.....	61
TABLA 20. PLAN DE ACCIÓN PARA MINIMIZAR Y CONTROLAR LAS DEMORAS OPERATIVAS.....	63
TABLA 21. PLAN DE ACCIÓN PARA MINIMIZAR Y CONTROLAR LAS DEMORAS MECÁNICAS.....	65

INTRODUCCIÓN.

La Siderúrgica de Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR) es una empresa destinada a la fabricación y comercialización de productos del acero para el mercado nacional e internacional. Esta empresa está ubicada geográficamente en la Zona Industrial Matanzas de la ciudad de Puerto Ordaz – Estado Bolívar.

SIDOR C.A. comprende un conjunto de instalaciones dedicadas a la transformación del mineral de hierro en productos de acero mediante una serie de procesos como la peletización y reducción directa del mineral, la aceración y la laminación (Productos planos y largos).

Esta empresa es conformada por veintidós (22) plantas agrupadas en cuatro (4) grandes sectores: Pre-reducidos, acerías, productos planos y largos. Entre las plantas que integran el sector de los productos planos se halla el área de “Laminación en Caliente”, la cual está dividida en las siguientes zonas: Patio de recepción de planchones, hornos de recalentamiento, dúo descamador, laminador IV reversible, tren continuo y enrolladores, este último es donde se llevó a cabo el trabajo.

Esta investigación se llevó a cabo mediante la implementación de herramientas y técnicas adecuadas para la evaluación y búsqueda de soluciones al problema presentado, por lo que la metodología de investigación que se aplicó fue de tipo descriptiva dado que, se detalló la situación actual permitiendo reunir y especificar las actividades relacionadas con las fallas de la cadena del enrollador, además también se aplicó una investigación de campo y documental pues, se realizó en el lugar donde se presenta el problema obteniendo de forma directa y ordenada la información que es fundamental en la investigación.

La investigación se encuentra estructurada por 6 capítulos, que están distribuidos de la siguiente manera:

- **Capítulo I. El Problema**, abarca la definición de la problemática actual, los objetivos del trabajo tanto general como específicos, la justificación, alcance y las limitaciones presentadas.
- **Capítulo II. Marco de Referencia**, consta de la descripción de la empresa, del área donde se llevó a cabo el trabajo de grado y los diversos procesos de gestión.
- **Capítulo III. Marco Teórico**, se hace referencia a los conceptos y bases teóricas que se usaron para la realización del trabajo.
- **Capítulo IV. Marco Metodológico**, se presenta el tipo de investigación que se llevó a cabo, la población y muestra del trabajo, así como también se menciona las actividades ejecutadas y, las técnicas e instrumentos de recolección de información.
- **Capítulo V. Situación Actual**, se presenta el estado en el que se encuentra la compañía con respecto al tema que se va a desarrollar, es decir, con lo que contaba para elaborar el trabajo.
- **Capítulo VI. Análisis y resultados**, en este capítulo se muestra el diseño de la propuesta hecha en base a los aspectos más relevantes.
- **Conclusiones.**
- **Recomendaciones.**
- **Bibliografía.**

CAPÍTULO I.

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema.

La Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR) es una empresa dedicada básicamente a procesar mineral de hierro con el objeto de obtener productos de acero semielaborados y elaborados, destinados a satisfacer la demanda del mercado nacional e internacional; dentro de sus instalaciones la Planta de Laminación en Caliente, la cual a su vez comprende las siguientes áreas: Patio de Recepción de Planchones donde se reciben los planchones provenientes de Acería de Colada Continua, Hornos de Recalentamiento en el cual se realiza el calentamiento de los planchones, Dúo Descamador donde se remueve la cascarilla (laminilla) generada por el proceso de recalentamiento de los planchones en el horno, esto se hace mediante la inducción de agua a presión, Laminador IV Reversible donde se ejecutan los primeros pases para la laminación de los planchones, Tren Continuo que como su nombre lo indica es un conjunto de 6 bastidores continuos que transforman la chapa gruesa en una lámina delgada, luego esta pasa al área de enrolladores donde se convierte en bobina.

El área de laminación en caliente se compone de tres (3) enrolladores los cuales se alternan entre sí, para mantener lo más reducida posible la secuencia de las bandas. Las láminas son enrolladas a través de un mandril, el cual es un equipo de funcionamiento electromecánico y que posee a su vez dos (2) rodillos impulsores (superior e inferior) que dirigen la punta de la banda; y dos rodillos presores, cuya función es ayudar al mandril a mantener la cola de la bobina apoyada al final del enrollado.

Dado que el laminado en caliente es un proceso continuo, implica que una pequeña falla en los equipos representa cuantiosas pérdidas, por lo tanto existe la necesidad de una constante inspección que indique el estado en que se encuentran los mismos, y de esta manera elaborar los planes de mantenimiento para su ejecución en el momento adecuado. Ejemplo de ello, son las constantes fallas suscitadas en las cadenas del enrollador la cual genera demoras y pérdidas de tiempo en la producción, por lo que es indispensable realizar una evaluación de estos equipos, para justificar estas pérdidas monetarias.

Objetivo General.

Evaluar la situación actual de la cadena número dos (2) del sistema de transporte de bobinas del laminador en caliente de la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR). Matanzas – Estado Bolívar.

Objetivos Específicos.

1. Diagnosticar la situación actual de las fallas presentadas en las cadenas de los enrolladores ubicadas en el área de laminación en caliente de la empresa SIDOR.
2. Recopilar los datos cronológicos arrojados por la cadena del enrollador y los costos asociados en el mantenimiento.
3. Identificar las falla de las cadenas de los enrolladores ubicadas en el área de laminación en caliente de la empresa SIDOR.
4. Determinar las causas que ocasionan las fallas en las cadenas de los enrolladores ubicadas en el área de laminación en caliente de la empresa SIDOR.
5. Especificar los costos asociados al reemplazo de las piezas que fallan en la cadena de los enrolladores ubicada en el área de laminación en caliente de la empresa SIDOR.

Justificación.

La finalidad del estudio permitió verificar la rentabilidad de seguir utilizando el sistema de cadenas del enrollador o reemplazarla por un sistema más sofisticado, lo que ocasionó la obtención de beneficios al área de laminación en caliente y a la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR). Matanzas – Estado Bolívar; tales como la disminución del tiempo en demoras por mantenimiento o reparación por fallas de dicha cadena, aumento de la producción u obtención de productos terminado, con el propósito de garantizar la correcta ejecución del proceso productivo.

Limitación.

En el proceso de recopilación de información para llevar a cabo este estudio, no existió limitación alguna, debido a que el personal del área de laminación en caliente prestó toda su colaboración y tiempo para la realización de esta investigación.

Alcance.

La investigación se llevó a cabo en el área de laminación en caliente, específicamente en los enrolladores de la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR). Matanzas – Estado Bolívar, cuya finalidad fue la de realizar una evaluación a las cadenas de los enrolladores, para así visualizar las fallas que presentó la misma.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA.

Reseña histórica de la empresa.

La historia del hierro y por ende de la empresa SIDOR, C.A. comenzó en el año 1926 cuando se descubrió los primeros yacimientos de mineral de hierro en la región de Guayana, pero es hasta el año de 1950 cuando se comienza a hablar de la transformación del mineral de hierro en acero en Venezuela con la instalación y puesta en marcha de una planta siderúrgica en Antímano, Caracas (SIVENSA). Pero es hasta el año de 1953, cuando el Gobierno Venezolano decide construir una planta siderúrgica en la región Guayana, y se inician los estudios y planes de ejecución del proyecto siderúrgico.

En 1955, el Gobierno Venezolano suscribe un contrato con la compañía Italiana INNOCENTI, para la construcción de una planta siderúrgica. Tal construcción se inició en el año de 1957 ubicada en Matanzas.

Se crea la Corporación Venezolana de Guayana en 1960, y se le asigna la función de supervisar la construcción de la planta siderúrgica.

En 1964, se crea la empresa CVG Siderúrgica del Orinoco, C.A. (SIDOR), y se le confía la operación de la planta existente.

En 1974, dadas las buenas condiciones económicas del país se inicia la ampliación de SIDOR, con el denominado PLAN IV.

Dos grandes avances importantes estuvieron representados por el inicio de las construcciones de las plantas de reducción directa MIDREX y HyL, contratadas por consorcios alemanes y mexicanos respectivamente. El 18 de Enero de 1977, se inician las operaciones de la planta de reducción directa MIDREX I y el 26 de Febrero de 1979, se pone en marcha la planta MIDREX II.

Con la puesta en marcha del complejo de reducción directa (MIDREX I y II, H y L I y II), la acería eléctrica, la colada continua de palanquillas y los laminadores de barras y alambrón, se concluyen importantes logros de esta etapa cronológica.

En Diciembre de 1994, el Consejo de Ministros aprueba el inicio de privatización de las Empresas Básicas, entre ellas SIDOR y finalmente en Marzo de 1995 el congreso de la República autoriza el Proceso de Privatización.

En 1997, el Gobierno Venezolano logra privatizar SIDOR, después de cumplir un proceso de licitación pública ganado por el consorcio Amazonia Holding, constituido por cinco de las empresas más importantes de América Latina en el área de producción de acero.

En el 2001, se inauguran tres nuevos hornos en el área de acería de planchones y se concluye el proyecto de automatización del laminador en caliente con una inversión de 123 millones de dólares.

Para el año 2005, la empresa deja de llamarse Siderúrgica del Orinoco, para llamarse SIDOR C.A.

Para el año 2006, la empresa deja de llamarse SIDOR C.A, para denominarse TERNIUM SIDOR C.A.

En Abril de 2008 el Estado Venezolano toma el control total de las operaciones de la siderúrgica, la nueva distribución accionaria será de 70% para el Estado Venezolano, 20% para los trabajadores, y 10% permanece en manos de Techint.

En la actualidad SIDOR es una empresa del Estado Venezolano, que tiene como objetivo mejorar la tecnología de la empresa y crear nuevas fuentes de trabajo, aumentado así la producción, además desarrolla programas de adiestramiento y capacitación a cada uno de sus trabajadores.

Descripción General de la Empresa.

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro C.A (SIDOR), es una empresa dedicada al trabajo y a procesar mineral de hierro para obtener productos de acero destinados al mercado nacional e internacional. Su capacidad instalada de producción es de seis millones seiscientas mil toneladas métricas de acero crudo al año. La fuerza laboral está integrada por más de 25.000 trabajadores; entre supervisores, técnicos, artesanos y obreros, quienes cumplen turnos de trabajo las 24 horas del día, todos los días del año, el desarrollo de esa empresa permite el aprovechamiento de los recursos naturales y da inicio a la cadena de transformaciones de la materia prima, como mineral principal el hierro en productos terminados y semi-terminados, al mismo tiempo que proporciona el desarrollo económico al país.

SIDOR C.A, elabora más de 1.500 productos siderúrgicos en sus instalaciones, que ocupan 2.838 hectáreas, tiene una red ferroviaria de 155 Km de extensión, además de 74 km en carreteras pavimentadas en el área industrial, la materia prima es llevada a la planta por vía férrea, que comprende una extensión de 132 Km. Para convertir el mineral de hierro en productos semi-elaborados o elaborados de acero, SIDOR C.A, desarrolla dos grandes procesos: los primarios que tienen la finalidad de darle al mineral de hierro características que lo convertirán en hacer de buena calidad y los procesos de fabricación, cuyo objetivo es darle al hacer las dimensiones y formas físicas requeridas.

SIDOR C.A, es un complejo siderúrgico integrado, desde la fabricación de pellas hasta productos finales largos (barras y alambrón) y planos (láminas en caliente, láminas en frío y recubiertos), ver figura 1 - productos utilizando tecnología de reducción directa – hornos de arcos eléctricos y colada continua.



Figura 1. Productos de SIDOR.

Fuente: Intranet – SIDOR.

Ubicación Geográfica.

La ubicación de la empresa responde principalmente a razones económicas y geográficas: la proximidad de los yacimientos de mineral de hierro y de las fuentes energéticas, así como la facilidad de acceso a los mercados mundiales a través del canal de navegación del Río Orinoco.

La planta industrial SIDOR C.A, está ubicada en Venezuela, específicamente en el estado Bolívar, dentro del perímetro urbano de Ciudad Guayana, en la Zona Industrial Matanzas, sobre la margen derecha del Río Orinoco, a 27 Km de su confluencia con el Río Caroní y a 300 Km de la desembocadura del Río en el Océano Atlántico (ver Figura 2).

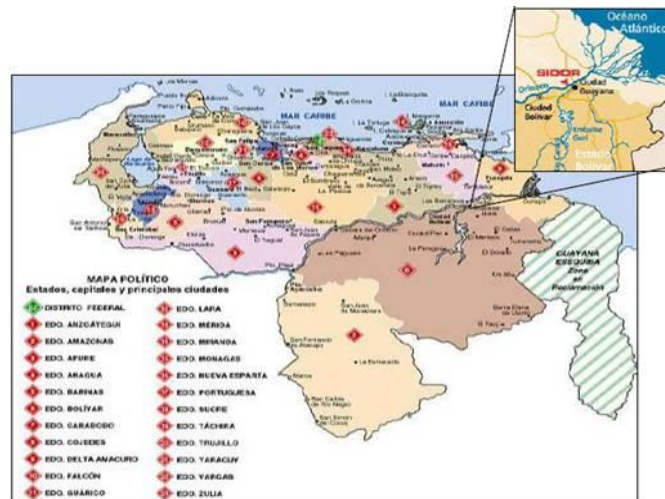


Figura 2. Ubicación Geográfica de SIDOR.

Fuente: Intranet – SIDOR.

Está conectada con el resto del país por vía terrestre y por vía fluvial marítima con el resto del mundo. Ocupa una extensión de 2838 hectáreas, de las cuales 87 son techadas. Además, tiene una amplia red de carreteras pavimentadas dentro del área industrial de 74 Km, 155 Km de vías férreas y

acceso al mar por vía fluvial a través del Río Orinoco, para lo cual cuenta con un terminal portuario de 1.038 m, con una capacidad para atracar simultáneamente seis barcos de 20.000 toneladas cada uno.

SIDOR C.A, se abastece de la energía eléctrica generada por EDELCA (Electrificación del Caroní C.A) en las represas de Macagua y Guri, ubicadas sobre el Río Caroní. Utiliza el gas natural proveniente de los campos petroleros del Oriente Venezolano, y aprovecha el mineral de hierro procedente de las minas del Cerro San Isidro, el cerro Bolívar y el Cerro El Pao, ubicadas en la región de Guayana.

Misión de la Empresa.

Comercializar y fabricar productos de acero con altos niveles de productividad, calidad y sustentabilidad, abasteciendo prioritariamente al sector transformador nacional como base del desarrollo endógeno, con eficiencia productiva y talento humano altamente calificado, comprometido en la utilización racional de los recursos naturales disponibles; para generar desarrollo social y bienestar a los trabajadores, a los clientes y a la Nación.

Visión de la Empresa.

Ser la empresa socialista siderúrgica del Estado venezolano, que prioriza el desarrollo del Mercado nacional con miras a los mercados del ALBA, andino, caribeño y del MERCOSUR, para la fabricación de productos de acero con alto valor agregado, alineada con los objetivos estratégicos de la Nación, a los fines de alcanzar la soberanía productiva y el desarrollo sustentable del país.

Política de Calidad.

- Aumento de la productividad mediante una mayor participación de los trabajadores y trabajadoras en la gestión de la empresa; adopción de normas de calidad; utilización óptima de los recursos disponibles y desarrollo de nuevos productos de acero que generen ventajas competitivas.
- Direccionalidad de las inversiones hacia el incremento de la productividad, en un ambiente seguro.
- Política de comercialización que considere, a futuro, contratos a largo plazo con empresas nacionales y extranjeras; para consolidar el posicionamiento del producto SIDOR en el Mercado nacional e internacional, asegurándole a los clientes el suministro de acero oportuno y confiable en el tiempo.
- Fortalecimiento y promoción del sector transformador nacional como base de la agregación de valor para el desarrollo endógeno; así como el mejoramiento de la red de distribución y comercialización del acero.
- Creación y fortalecimiento de mecanismos institucionales que privilegien la participación popular, impulsando la creación y el desarrollo de pequeñas empresas y redes de economía social.
- Incentivo del modelo de producción y consumo ambiental sustentable, con énfasis en la reducción del impacto ambiental y cumplimientos de las normativas ambientales.
- Formación técnico-político-ideológica para el impulso del Nuevo modelo de relaciones socio-productivas en el marco de una visión socialista; así como el conocimiento y capacitación dentro de la industria del acero y de materiales, ampliando la infraestructura tecnológica de los centros de investigación como instrumentos de desarrollo de la industria nacional.

Principios y valores.

- Humanismo.
- Patriotismo.
- Ética Socialista.
- Disciplina.
- Eficiencia.
- Lealtad.
- Excelencia.
- Visión colectiva.
- Solidaridad.
- Honestidad.

SIDOR como instalación.

SIDOR se extiende sobre un área de 2.800 hectáreas, cuenta con una amplia red de comunicaciones de 74 Km de carreteras pavimentadas, 132 Km de vías férreas y acceso al mar por un terminal portuario con capacidad para atracar simultáneamente 6 barcos de 20.000 toneladas cada uno. Además de contar con edificaciones en las cuales se desarrollan las áreas administrativas y de soporte al personal, tales como edificios administrativos, comedores, servicio médico, talleres centrales, entre otros; cuenta con las siguientes instalaciones productivas.

Instalaciones principales:

- Planta de Pellas.
- Planta de Cal.
- Planta de Reducción Directa (MIDREX I – II, H y L II).
- Planta de Briquetas.
- Acería y Colada Continua de Planchones.

- Acería y Colada Continua de Palanquilla.
- Laminación en Caliente.
- Laminación en Frío.
- Tren de Barras y Alambrón.
- Planta de Chatarras.
- Sistema de Recirculación de Aguas.
- Sistema de Vapor.
- Sistema de Control Ambiental.
- Planta de separación de Aire.

Proceso Productivo.

El proceso productivo de SIDOR se explica en forma general de la siguiente manera (ver figura 3).

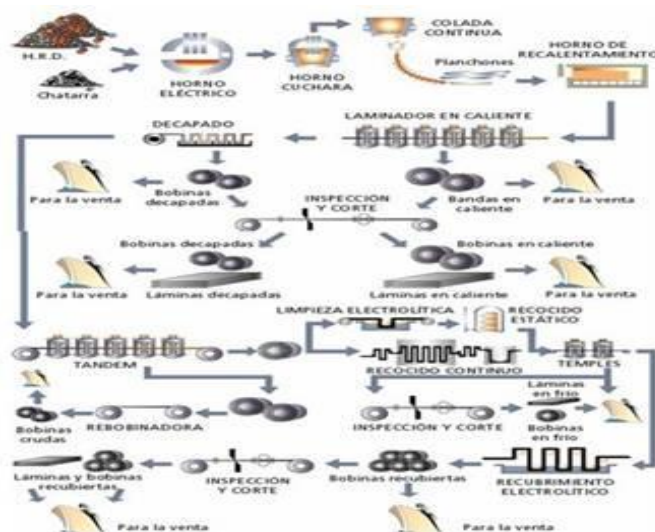


Figura 3. Proceso Productivo de SIDOR.

Fuente: Intranet – SIDOR.

El proceso productivo de SIDOR se divide en tres sistemas de producción los cuales son:

- Sistema de Reducción.
- Sistema de Productos Planos.
- Sistema de Productos Largos.

Dentro del Sistema de Productos Planos se encuentra el área de laminación en Caliente, en el cual se desarrolló este trabajo.

Planta de laminación en Caliente.

El Laminador en Caliente es una planta en la cual se producen bobinas de acero aplicando un proceso de laminación semicontinua a temperaturas por encima del punto de recristalización del material (por encima de 1.000 °C). Esta planta se divide en las siguientes áreas:

- **Patio de Recepción de Planchones:** Es aquí donde se reciben los planchones provenientes de Acería de Colada Continua, los cuales llegan por vía férrea y son descargados de las plataformas del tren mediante grúas – puente. Desde esta área se realiza la carga de los planchones hacia la vía de rodillos que a su vez, los transporta hacia la mesa de transferencia, para movilizarlos a la vía de rodillos que se encuentra frente a los hornos, para finalmente introducirlos en ellos por medio de vigas galopantes.
- **Hornos de Recalentamiento:** Aquí se procede a calentar los planchones, su principio de funcionamiento se basa en una mezcla de gas – aire; cada horno posee diez (10) guías de las cuales seis (6) son

fijas y cuatro (4) móviles, posee una longitud de 32 metros y 13 metro de ancho, está conformado por tres (3) zonas:

- Zona de Pre – calentamiento (1.100 °C aproximadamente).
- Zona de Calentamiento (1.250 °C aproximadamente).
- Zona de Igualación (1.200 – 1.250 °C aproximadamente).

➤ **Dúo Descamador:** Es una máquina constituida por dos cilindros horizontales, los cuales al ejercer presión sobre la superficie del planchón que proviene del horno de recalentamiento, fractura la capa de óxido formada en el mismo debido a la alta temperatura en el que se encuentra el material. Posteriormente esta capa es desprendida de la superficie del planchón por un sistema de agua a presión (140 Kg/cm^2) que se encuentra ubicada en la entrada y salida del mismo. Es importante que la capa de óxido sea completamente retirada de la superficie del material, ya que de lo contrario durante el proceso de laminación el óxido es forzado a penetrar el material, lo cual generaría defectos en la superficie de la banda.

➤ **Laminador IV Reversible:** Una vez que el planchón ha sido descamado, continúa por vía de rodillos hasta el Tren Laminador IV Reversible. Este posee cuatro cilindros, dos de trabajo y dos de apoyo, los cuales reducen el planchón en cada pasada con movimientos de avance y comprimen ambos lados del planchón en las pasadas impares, para garantizar el ancho a lo largo de toda la pieza. El Tren IV Reversible posee un solo bastidor cuyos cilindros de trabajo van acoplados a los motores, mientras que los cilindros de apoyo que se encuentran en contacto con los cilindros de trabajo, giran por el efecto de arrastre. La abertura entre los cilindros de trabajo se fijan

mediante los husillos, los cuales son accionados electromecánicamente. Los cilindros de trabajo y apoyo son enfriados por medio de un sistema de agua que posee una presión de 10 Kg/cm^2 .

- **Laminador Continuo:** Está formado por seis (6) bastidores colocados secuencialmente, de manera que el material pase progresivamente a través de ellos. En cada bastidor el material sufre una reducción de espesor diferente y decreciente. El desbasta entra al laminador continuo con una temperatura de 900 °C a 1.050 °C y sale con una temperatura aproximada de 850 °C, dependiendo del tipo de acero; de ahí pasa por un sistema de regaderas (Sistema de Enfriamiento Laminar), para obtener la temperatura de enrollado, que garantiza ciertas propiedades mecánicas.
- **Enrolladores:** En los enrolladores se bobina la banda ancha, acabada de laminar y refrigerada a la temperatura necesaria, en rollos. El diámetro máximo de un rollo es de 2.000 mm, el peso máximo es de 30 toneladas el diámetro interior del rollo es de 760 mm. La sección de bobinado se compone de tres (3) enrolladores instalados bajo el suelo, los cuales disponen de una capacidad de veintiún (21) toneladas, con dimensiones de 1.800 mm de diámetro máximo, ancho máximo de 1.270 mm y espesor máximo de 12,8 mm. Estas bandas son bobinadas a través de un mandril encargado de enrollar la banda. Es un equipo de funcionamiento electromecánico y posee a su vez dos (2) rodillos impulsores (superior e inferior) que dirigen la punta de la banda y dos (2) rodillos presionadores, cuya función es ayudar al mandril a mantener la cola de la bobina apoyada al final del enrollador.

- **Patio de Bobinas:** Por un sistema de cadenas las bandas son transportadas hasta el patio de bobinas, donde son distribuidas por grúas – puente. Aquí las bandas finalizan su etapa de enfriamiento. Del patio pueden ser despachadas o enviadas a las líneas de Corte y Tajado.

Descripción del Proceso de Laminación en Caliente.

Inicialmente el planchón proveniente de las acerías entra a los hornos de recalentamientos y se llevan las temperaturas que están entre 1.100 y 1.200 °C, luego pasa por el área del IV Reversible, el cual como su nombre lo indica representa un bastidor de laminación cuyo proceso es en ambos sentidos, con lo cual se logra que el planchón pase por el bastidor cinco (5) veces, logrando una reducción del espesor del material de un valor inicial que está entre 175 y 200 mm hasta un valor final o de entrega que oscila entre 24 y 30 mm, además se regula el ancho final de la banda el cual puede variar entre 760 y 1.200 mm; luego la banda pasa por el área del tren continuo donde se reduce aún más el espesor del material hasta alcanzar valores entre 1,8 y 12 mm.

Por último la banda con las dimensiones finales entra al área de enrolladores donde se forman las bobinas de acero las cuales pueden derivarse directamente al cliente como producto final o a la planta de laminación en frío como producto de proceso. En la figura 4 se logra apreciar un esquema del proceso productivo del laminador en caliente.

Estructura Organizativa del Departamento de Mantenimiento de Laminación en Caliente.

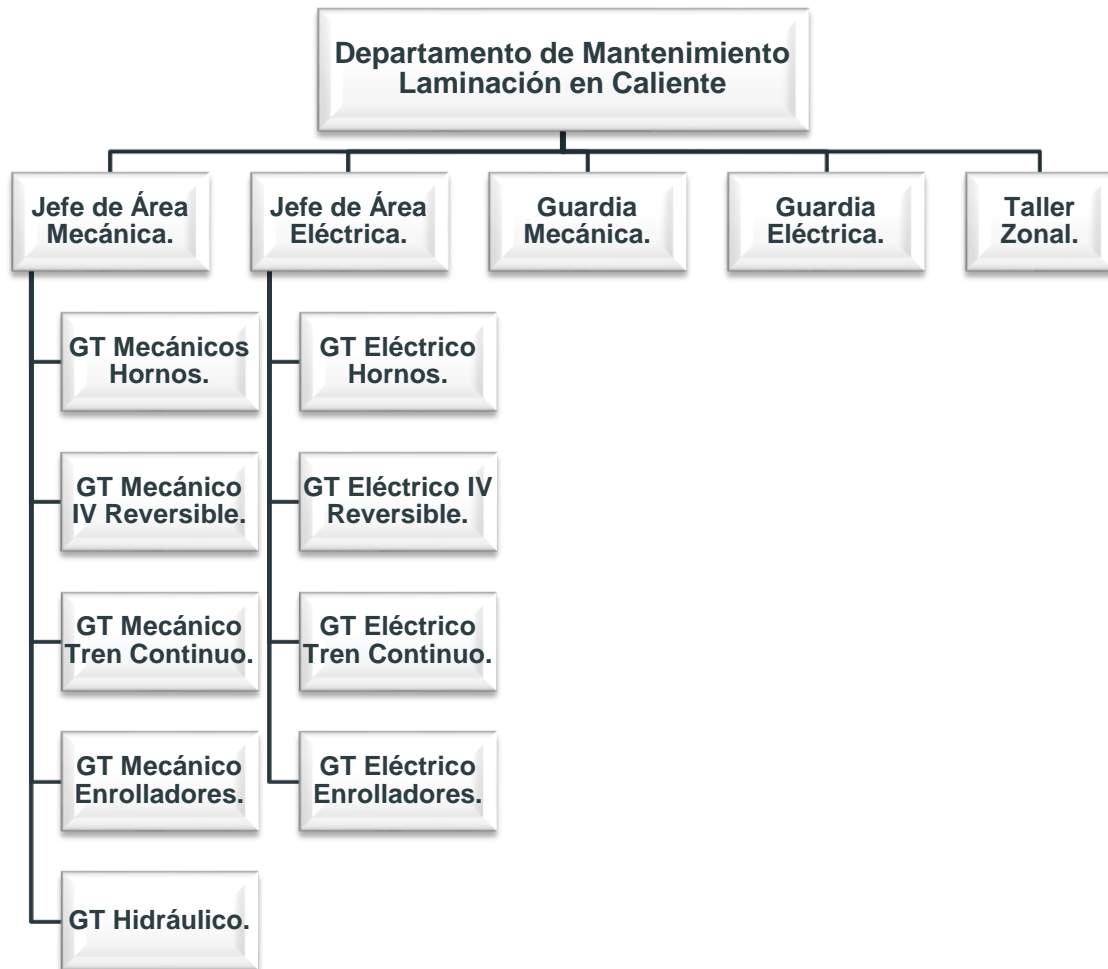


Figura 4: Estructura organizativa del Área de Laminación en Caliente.

Fuente: Propia del Autor.

CAPÍTULO III

BASES TEÓRICAS

Cadena.

Es un conjunto de eslabones o anillos enlazados entre sí, que sirven para sujetar, estirar y para la transmisión de movimiento en las máquinas. Es un objeto construido mediante eslabones, generalmente metálicos, que se entrelazan unos a otros. Han sido utilizadas desde antiguo debido a su fortaleza combinada con flexibilidad.

Sus usos van desde seguridad para mantener algo sujeto, para esto se necesita un candado que una ambos extremos y para sostener objetos de gran peso.

Costos.

- Según “Jiménez Boulanger, Francisco Javier y Carlos Luis Espinoza Gutiérrez”, autores del libro de costos industriales, dicen que el costo es convencionalmente utilizado como la base de la contabilidad. Cuando los activos son adquiridos bajo circunstancias normales, son registrados de acuerdo con el precio que se convino. En otras palabras, el costo de un activo es el precio que debe pagarse ahora o más tarde para obtener dicho activo.

- “Ralph, Frank y Arthur” autores del libro de contabilidad de costos definen el costo como el valor sacrificado para conseguir bienes y servicios, que se mide en dólares mediante la reducción de activos o al incurrir en pasivos en el momento en que se obtienen los beneficios.

Clasificación de los costos.

Existen varias clasificaciones de costos según el concepto por el cual los analicemos. Las más utilizadas son las siguientes:

1. Según el agrupamiento funcional de los costos, considerando las diferentes áreas de la actividad:
 - a. Costos de adquisición.
 - b. Costos de producción (incluye los costos de producción propiamente dichos y los de prestación de servicios).
 - c. Costos de comercialización.
 - d. Costos de administración.
 - e. Costos de dirección.
 - f. Costos de financiación.
 - g. Costos de prestación de servicios.
 - h. Costos de investigación y desarrollo.
2. Según la identificación con la unidad de costeo:
 - a. Costos directos: Son aquellos cuya relación con una unidad de costeo, por su naturaleza o funcionalidad, es clara e inequívoca, lo que permite su imputación a aquella en forma precisa con prescindencia de su comportamiento frente a cambios en los volúmenes de producción, previstos o reales.

- b. Costos indirectos: Son aquellos que no pueden relacionarse o identificarse con una unidad de costeo, por su naturaleza o funcionalidad, en forma clara e inequívoca, lo que impide su imputación a aquella en forma inmediata o precisa, con prescindencia de su comportamiento ante cambios en los volúmenes de producción, previstos o reales.

Lo que define el carácter directo o indirecto de un costo es la elección de la unidad de costeo, por lo tanto, un costo por su naturaleza puede ser directo respecto a una unidad de costeo e indirecto respecto a otra. Si elegimos el producto como unidad de costeo, podemos decir que la materia prima es un costo directo y, los sueldos correspondientes a la supervisión de tareas en el caso de producirse más de un producto serían indirectos.

Unidad de costeo: aquella en la cual se procura acumular costos, puede ser:

1. Física: referida al resultado de un proceso o de un segmento del mismo (en tanto ocupe un lugar en el espacio). Ejemplo: Corte de prenda, Confección.
2. Abstracta: referida a una función, a un segmento de ella o, al resultado de un proceso productivo cuando éste no es una cosa. Ejemplo: función mantenimiento de los equipos productivo o, función almacenamiento de materias primas y productos terminados.
3. Según el comportamiento ante cambios en los volúmenes de producción

- a. Costos variables: Son aquellos que en su cuantía total varían frente a cambios en el volumen de producción, siguiendo el mismo sentido de dichos cambios, a mayor producción mayor costo. Un ejemplo claro es el caso de la materia prima.
- b. Costos fijos: Son aquellos que en su cuantía total permanecen constantes ante variaciones en el nivel de producción, por las características de los factores productivos que los generan o bien por razones de decisión o planeamiento. En el mediano plazo, los costos fijos se van convirtiendo en variables hasta que en el largo plazo ya no existen costos fijos porque todos los factores de producción son variables. Se pueden diferenciar dos tipos de costos fijos, cuya constancia o rigidez en el tiempo es distinta.
- c. Costos Fijos de capacidad o estructurales: Representan la remuneración de aquellos factores productivos que condicionan o determinan la capacidad del ente de producción con prescindencia de su uso, previsto o real, y que permanecerán sin variación en tanto no se modifique, la capacidad de producción. Necesariamente sus modificaciones requerirán de una decisión de inversión o desinversión. Ejemplos: depreciación de la planta, de los equipos, de las instalaciones, los seguros, las tasas de alumbrado, barrido y limpieza, de servicio de agua corriente no medido, etc. Puede observarse que el volumen de operaciones puede variar desde cero hasta el máximo de uso total de la capacidad productiva, sin que ninguno de estos conceptos se altere.

- d. Costos Fijos de operación u operativos: Son consecuencia de una decisión de uso de la capacidad de producción de la empresa, y se mantendrán constantes mientras no se modifique aquella decisión. Se producen solamente cuando la planta opera. Ejemplos: corresponden a esta categoría las retribuciones fijas, supervisores, dotación de personal obrero, de limpieza, y de vigilancia, cargas sociales, etc.

Motor.

Es una máquina, que produce energía mecánica (movimiento con fuerza), energía eléctrica, química u otra. Transforma algún tipo de energía (eléctrica, de combustibles fósiles, etc.), en energía mecánica capaz de realizar un trabajo.

Existen diversos tipos, siendo de los más comunes los siguientes:

- a. Motores térmicos, cuando el trabajo se obtiene a partir de energía calórica.
- b. Motores de combustión interna, son motores térmicos en los cuales se produce una combustión del fluido del motor, transformando su energía química en energía térmica, a partir de la cual se obtiene energía mecánica. El fluido motor antes de iniciar la combustión es una mezcla de un comburente (como el aire) y un combustible, como los derivados del petróleo y gasolina, los delgas natural o los biocombustibles.

- c. Motores de combustión externa, son motores térmicos en los cuales se produce una combustión en un fluido distinto al fluido motor. El fluido motor alcanza un estado térmico de mayor fuerza posible de llevar es mediante la transmisión de energía a través de una pared.
- d. Motores eléctricos, cuando el trabajo se obtiene a partir de una corriente eléctrica.

Rotor.

Es el componente que gira (rota) en una máquina eléctrica, sea esta un motor o un generador eléctrico. Junto con su contraparte fija, el estator, forma el conjunto fundamental para la transmisión de potencia en motores y máquinas eléctricas en general.

El rotor está formado por un eje que soporta un juego de bobinas arrolladas sobre un núcleo magnético que gira dentro de un campo magnético creado bien por un imán o por el paso por otro juego de bobinas, arrolladas sobre unas piezas polares, que permanecen estáticas y que constituyen lo que se denomina estator de una corriente continua o alterna, dependiendo del tipo de máquina de que se trate.

Rueda.

La rueda es una pieza mecánica circular que gira alrededor de un eje. Puede ser considerada una máquina simple, y forma parte del conjunto denominado elementos de máquinas.

Eje de Rueda.

Es un elemento constructivo destinado a guiar el movimiento de rotación a una pieza o de un conjunto de piezas, como una rueda o un engranaje. Un eje se aloja por un diámetro exterior al diámetro interior de un agujero, como el de cojinete o un cubo, con el cual tiene un determinado tipo de ajuste. En algunos casos el eje es fijo, no gira y un sistema de rodamientos o de bujes insertas en el centro de la pieza permiten que ésta gire alrededor del eje. En otros casos, la rueda gira solidariamente al eje y el sistema de guiado se encuentra en la superficie que soporta el eje.

Riel.

Se denomina riel, carril, raíl o trillo a cada una de las barras metálicas sobre las que se desplazan las ruedas de los trenes y tranvías. Los rieles se disponen como una de las partes fundamentales de las vías férreas y actúan como soporte, dispositivo de guiado y elemento conductor de la corriente eléctrica.

Partes del riel.

- **Cabeza/Hongo:** Parte superior, que se utiliza como elemento de rodadura.
- **Patín:** Base, de anchura mayor que la cabeza, cuya superficie inferior es plana para su apoyo en la traviesa.
- **Alma:** Parte de pequeño espesor que une la cabeza con el patín.

Pasador.

Es un elemento de fijación mecánica desmontable, de forma cilíndrica o cónica, cuyos extremos pueden variar en función de la aplicación. Se emplea para la fijación de varias piezas a través de un orificio común, impidiendo el movimiento relativo entre ellas. El empleo de estos sistemas de fijación es de gran uso en máquinas industriales y productos comerciales; como dispositivos de cierre, posicionado de los elementos, pivotes, etc.

Laminación en Caliente.

La laminación del acero es la deformación plástica de los metales o aleaciones, realizada por la deformación mecánica entre cilindros con el fin de reducir su sección transversal.

En laminación en caliente el planchón se eleva a temperaturas aproximado a los 1200°C. Esto con el fin de proporcionar ductilidad maleabilidad para que sea más fácil la reducción de área a la cual va a ser sometido y de manera tal que la recrystalización se produjese de manera continua durante el proceso de laminación. En la laminación de productos planos se pretende fundamentalmente disminuir el espesor del metal, Disminuyendo así el espesor lo que se pudiera traducir en un aumento de longitud, debido a que el volumen de la pieza permanece constante.

Fallas.

Se dice que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

Causas de Falla.

- Cuando la pieza queda completamente inservible.
- Cuando a pesar de que funciona no cumple su función satisfactoriamente.
- Cuando su funcionamiento es poco confiable debido a las fallas y presenta riesgos
- Mal diseño, mala selección del material.
- Imperfecciones del material, del proceso y/o de su fabricación.
- Errores en el servicio y en el montaje.
- Errores en el control de Calidad, mantenimiento y reparación.
- Factores ambientales, sobrecargas.

Generalmente una falla es el resultado de uno o más de los anteriores factores.

CAPÍTULO IV.

MARCO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del trabajo de investigación, se requirió de la implementación de una metodología que permitió utilizar las herramientas y técnicas adecuadas a través de las cuáles se pudo obtener toda la información necesaria para la evaluación y búsqueda de soluciones al problema presentado.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

En el desarrollo de esta investigación se hizo necesaria la aplicación de la siguiente metodología:

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

Esta investigación se define como descriptiva, ya que, se detalla la situación actual en que se encuentra en la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR); permitiendo esto reunir la mayor información posible para la identificación de las fallas presentadas en la cadena del enrollador ubicadas en el área de laminación en caliente.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Es de campo puesto que, la información recolectada fue directamente en el lugar donde se realizó el trabajo de investigación, sin ningún tipo de manipulación, efectuándose así en el lugar y tiempo en que ocurren los objetos de estudio.

INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Se caracterizó documental, ya que, se puede definir como parte fundamental del proceso de investigación. Se realizó a través de la consultas de historiales y documentos relacionados con la situación actual en que se encuentra en la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR) de forma ordenada y con objetivos precisos para construir con los conocimientos necesarios para la realización del trabajo de investigación.

INVESTIGACIÓN NO EXPERIMENTAL

Se basó en observaciones de las situaciones existentes y en contexto natural, así como de la información suministrada para luego realizar el análisis a esta.

POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y la muestra para este trabajo de investigación es igual, ya que, es necesario tomar en consideración todas las operaciones y procesos que se realicen en el funcionamiento del enrollador ubicado en el área de

laminación en caliente de la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR), para así poder identificar las fallas que se presentan en la cadena del mismo.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA

Se utilizó este instrumento como un medio para obtener datos de interés, mediante la realización de preguntas que guardan relación directa con los procesos que se ejecutara en la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR).

REVISIÓN DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

Para el desarrollo de este informe se revisaron materiales bibliográficos que facilitaron, reforzaron y argumentaron las bases teóricas para el estudio planteado; definir argumentos teóricos y conocer la metodología a emplear, por medio de la consulta de libros, manuales, tesis, para su análisis y descripción en forma exhaustiva.

Mediante esta técnica se hizo posible que el estudio se realizara dentro de las condiciones que aseguran la autenticidad de la información.

RECURSOS

✓ RECURSO HUMANO

El recurso humano estuvo conformado por:

- ✓ Tutor industrial
- ✓ Tutor académico
- ✓ Ingeniero Industrial.

✓ RECURSO FÍSICO

El recurso físico estuvo formado por:

- ✓ Papel tamaño carta.
- ✓ Lápices.
- ✓ Computadora.
- ✓ Excel.
- ✓ Word.

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.

1. Realizar un diagnóstico con el fin de conocer la problemática presente en la cadena del enrollador que se encuentra en el área de laminación en caliente de la en la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR).
2. Verificar y analizar los datos cronológicos obtenidos de la cadena del enrollador ubicado en el área de laminación en caliente de la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR).

3. Visualizar y determinar las fallas presentes en la cadena del enrollador ubicado en el área de laminación en caliente de la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR), en un rango de tiempo.
4. Determinar las causas que originan las fallas en la cadena del enrollador ubicado en el área de laminación en caliente de la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR).
5. Elaborar un diagrama de barra para visualizar la frecuencia con que se presentan las fallas en la cadena del enrollador ubicado en el área de laminación en caliente de la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR).
6. Elaborar un plan de estrategias que mejore el rendimiento del funcionamiento de la cadena del enrollador ubicado en el área de laminación en caliente de la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR).
7. Determinar los costos que pueden incurrir en relación al mantenimiento de la cadena del enrollador ubicado en el área de laminación en caliente de la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR).

CAPÍTULO V.

SITUACIÓN ACTUAL.

El presente capítulo muestra el diagnóstico de la condición actual del trabajo de investigación que se realizó en la Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (SIDOR), así como también el análisis de los datos cronológicos arrojados por el enrollador.

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro C.A (SIDOR), es una empresa dedicada al trabajo y a procesar mineral de hierro para obtener productos de acero destinados al mercado nacional e internacional. En ella se encuentra el área de laminación en caliente, en el cual se llevó a cabo el estudio de investigación.

El área de laminación en caliente en la actualidad presenta una problemática que posee un grado de importancia elevado, ya que al presentarse esta su consecuencia incurren numerosos costos a la siderúrgica del Orinoco.

Esta problemática se presenta exactamente en el área de los enrolladores, la cual está constituida por:

- Elementos motrices:
 - Motor.
 - Reductor.
 - Rueda dentada (Catalina).

- Sistema de estructura:
 - Vigas porta rieles.
 - Rieles
 - Estructuras verticales.
 - Media luna de retorno.
 - Sistema de rodillo inferior.
 - Cadena:
 - Eslabones:
 - ✓ Hembra.
 - ✓ Macho.
 - Pasadores.
 - Ruedas y bocinas.

Al fallar cualquiera de los elementos mencionados anteriormente, influye en el mal funcionamiento de la cadena de los enrolladores, no obstante la problemática principal que se estudiará en el trabajo de investigación son las fallas que originan directamente que la cadena no realice su funcionamiento correcto. Cabe destacar que el área de enrolladores cuenta con dos cadenas que realizan el transporte de la bobina hacia el área de productos terminados. Estas fueron nombradas por el personal según su ubicación como cadena de planta de agua y cadena logística.

Las fallas que influyen directamente en el mal funcionamiento de la cadena en primer lugar, es que al no realizar el mantenimiento correctivo adecuado en cada parada que se le da a la maquinaria, o no realizarle la correcta limpieza a las zonas a reparar estas van acumulando los residuos, creando así una masa de aceite, grasa y agua que sumado a las altas temperaturas de las bobinas, hace que se endurezca y cause el rompimiento de las ruedas.

Este rompimiento de las ruedas, también se puede ocasionar por los pesos de la bobinas, ya que se estima que estas fueron creadas para soportar entre 15 y 16 toneladas y en la actualidad están soportando casi 20 toneladas, adicionado a las altas temperaturas nombradas anteriormente que estas pueden llegar a ser aproximadamente 600°C.

Anteriormente las ruedas poseían un sistema de lubricación denominado cobra, que lubricaba una a una cada rueda de los eslabones de la cadena, sin embargo este sistema no fue para nada exitoso, debido a los residuos de grasa que dejaba internamente entre los ejes, los cuales se secaban rápidamente por las temperaturas a las cuales están soportando las ruedas.

Para llevar a cabo la producción y evitar que se pare la maquinaria por fallas de la cadena, las ruedas están siendo colocadas de manera intercalada, tratando de cumplir con el transporte de las bobinas.

Otro factor que influye en la cadena es la rueda dentada (conocida como catalina), esta posee seis dientes o bordes en forma de semi-luna, (Ver Figura 5), esta va colocada a un extremo de la cadena haciendo la función de un engranaje común. El área de enrolladores cuenta con dos catalinas, ambas unidas a un reductor (eje central), este a su vez está unida a un motor, cambiando velocidad (motor) por torque (reductor), para traer hacia una silla que eleva la bobina hacia el área de productos terminados. La rueda dentada en la parte inferior tiene un pozo donde se encuentra agua y aceite que se utiliza para refrigerar y lubricar respectivamente.

Cuando la rueda dentada presenta la falla, se detiene una de las cadenas mientras la otra sigue en movimiento, ocasionando esto que la bobina se vaya desviando de su carril, hasta llegar al punto donde la misma se cae de las cadenas, siendo esto una perdida muy costosa para la empresa, ya que la bobina se maltrata en la caída. Cabe destacar que la cadena nombrada

planta de agua es la que con regularidad se detiene en pleno proceso de transporte.



Figura 5: Rueda dentada (Catalina).

Fuente: Propia del Autor.

Las fallas mencionadas anteriormente son las causas que generan la problemática en el área de los enrolladores específicamente en la cadena. En general dicha cadena falla principalmente porque las ruedas que se encuentran unidos a los eslabones se rompe, debido a los factores explicados anteriormente.

A continuación se visualizaran los gráficos que permitirá ver de forma más clara las frecuencias con que las ruedas son reemplazadas.

Para la realización de este gráficos se hizo uso de los datos históricos arrojado por la maquinaria (Ver apéndice A), en un rango del 2003 al 2012 donde se evidenciaron la mayor frecuencia de fallas por rueda de la cadena.

CAPÍTULO VI.

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En el presente capítulo se evidenciarán los resultados obtenidos por la investigación que se llevó a cabo en el área de laminación en caliente de la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR).

Identificar las fallas de la cadena de los enrolladores, ubicadas en el área de laminación en caliente SIDOR.

La falla de un equipo puede traer graves consecuencias económicas, y en ocasiones la pérdida de vidas humanas, es por esto que se hace de gran importancia un análisis de fallas a la cadena del enrollador para observar las deficiencias de estas y hacer los correctivos pertinentes.

Una falla se puede presentar en un equipo y sus causas están ligadas generalmente a varios aspectos, tales como: Diseño inadecuado, materiales inadecuados y/o defectuosos, nuevo material no probado, desgaste, corrosión, negligencia en el mantenimiento, entre otros factores.

Para la realización de esta investigación se evaluaron los datos cronológicos (Ver Anexo A) obtenidos por la maquinaria, y así identificar las fallas que se presentan en la cadena del enrollador. A continuación se presentará la tabla 1, donde se reflejan algunos de los componentes usados para el mantenimiento del sistema de transporte de bobinas, así como algunas de sus piezas.

Tabla 1. Clasificación de Elementos.

Piezas.	Herramientas para el mantenimiento.
Viga porta riel (L: 5.990mm).	
Riel superior derecho.	Disco abrasivo de desbaste.
Riel superior izquierdo.	Electrodo AWS. A5 4 E310-16 (D: 4mm).
Rueda (D: 140 mm).	Electrodo de corte D: 4mm.
Rodamiento de rodillo a rótula.	Electrodo para cortar grafito D: 6mm.
Pasador (D: 12x20mm).	Manguito de fijación SKF.

Fuente: Propia del Autor.

Estos elementos fueron evaluados para así determinar el por qué el sistema de transporte de bobinas ha presentado tantos inconvenientes durante los últimos años, y buscar una solución factible.

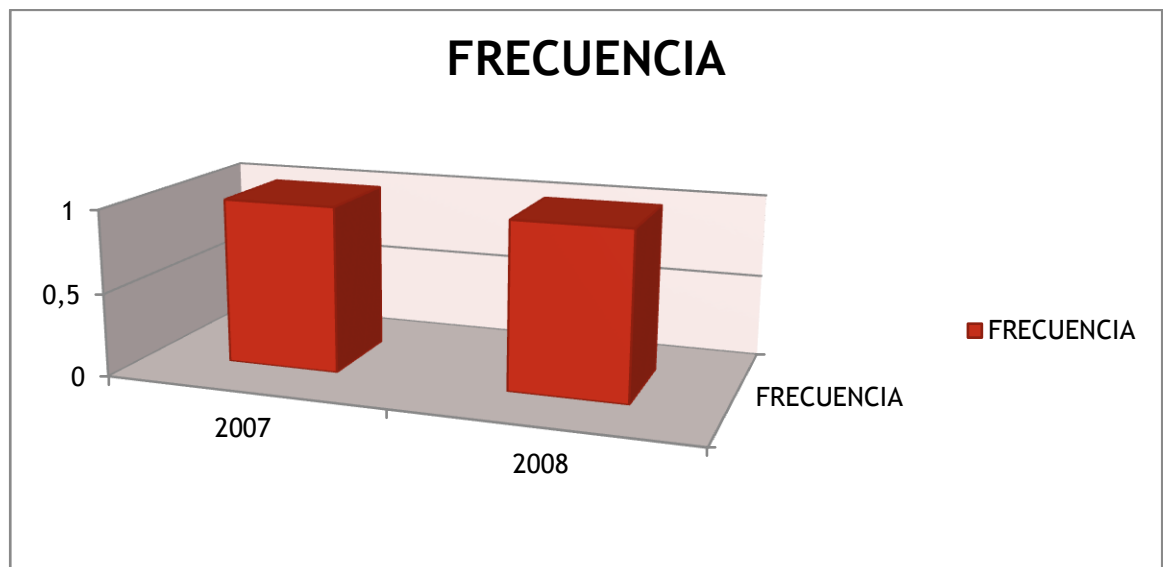
Una vez identificadas las fallas es de vital importancia evaluar las causas que las originan, por lo que se muestra a continuación las frecuencias con que se presentan dichas fallas.

- **Viga Porta Riel, L: 5990 mm.**

Tabla 2. Frecuencia de reemplazo anual para el Conjunto de Viga Porta Riel, L: 5990 mm.

AÑO	FRECUENCIA (Unidad)
2007	1
2008	1

Fuente: Propia del Autor.



Gráfica 1. Frecuencia de reemplazo anual para el Conjunto de Viga Porta Riel, L: 5990 mm.

Fuente: Propia del Autor.

La gráfica 1 muestra la frecuencia de reemplazo de la viga porta riel, la cual es la base en la cual se soportan los rieles en la cual se desplazan las ruedas, se evidencia que para los años 2007 y 2008 sólo se han realizado par de cambios,

Tabla 3. Frecuencia de reemplazo anual para el Eje de la Rueda, D: 2 3/8".

AÑO	FRECUENCIA
2007	488
2008	486
2009	0
2010	8
2011	88
2012	38
2013	150

Fuente: Propia del Autor.

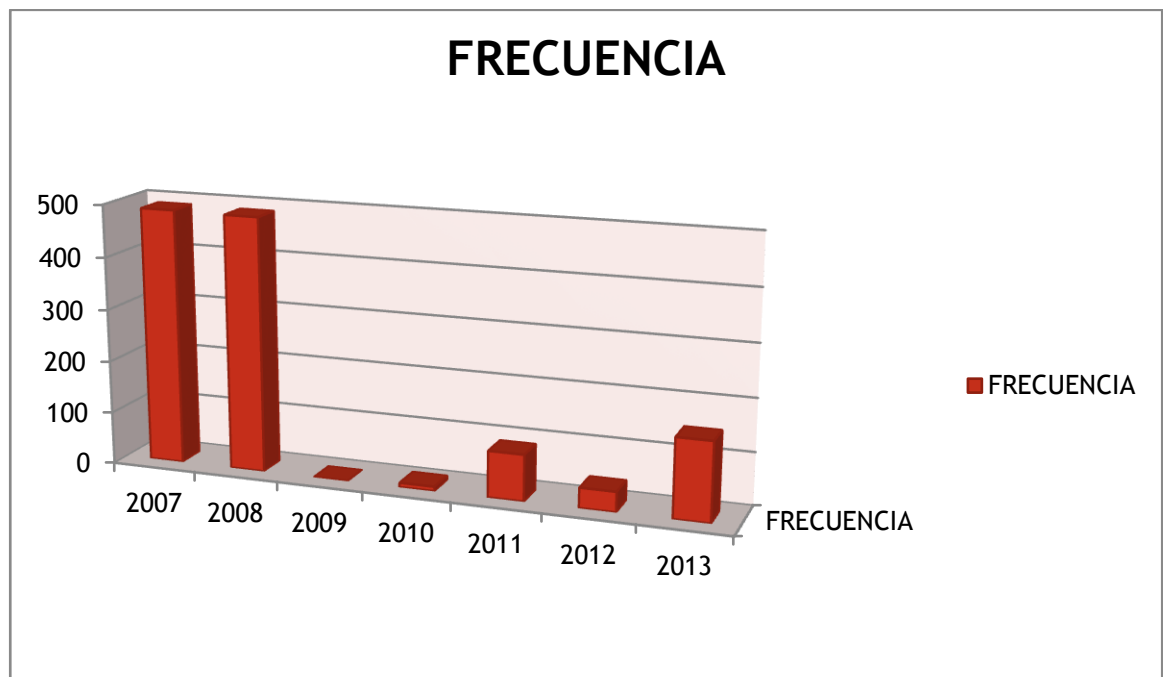


Grafico 2. Frecuencia de reemplazo anual para el Eje de la Rueda, D: 2 3/8".

Fuente: Propia del Autor.

Los resultados que se presentan en esta gráfica es que anualmente se reemplazan una gran cantidad de ejes de ruedas, acotando que el valor que el valor cero (0) es un dato no suministrado por la empresa y fue anexado para darle continuidad a los años. El eje de la rueda de la cadena de enrolladores, está destinado para guiar el movimiento de rotación de la rueda.

En esta grafica se evidencia la variación de cambios significativos en los ejes de las ruedas, destacando que para el periodo 2007 – 2008, se realizaron reparaciones extraordinarias (REX), por lo que se utilizó gran cantidad de ejes.

- **Pasador (D: 12x20 mm).**

El pasador es un elemento de fijación mecánica, desmontable, de formar cilíndrica o cónica que se emplea para la fijación de varias piezas a través de un orificio en común e impidiendo el movimiento rotativo entre ellos.

Tabla 4. Frecuencia de reemplazo anual para el Pasador (D: 12x20 mm).

AÑO	FRECUENCIA
2007	0
2008	20
2009	0
2010	0
2011	128

Fuente: Propia del Autor.

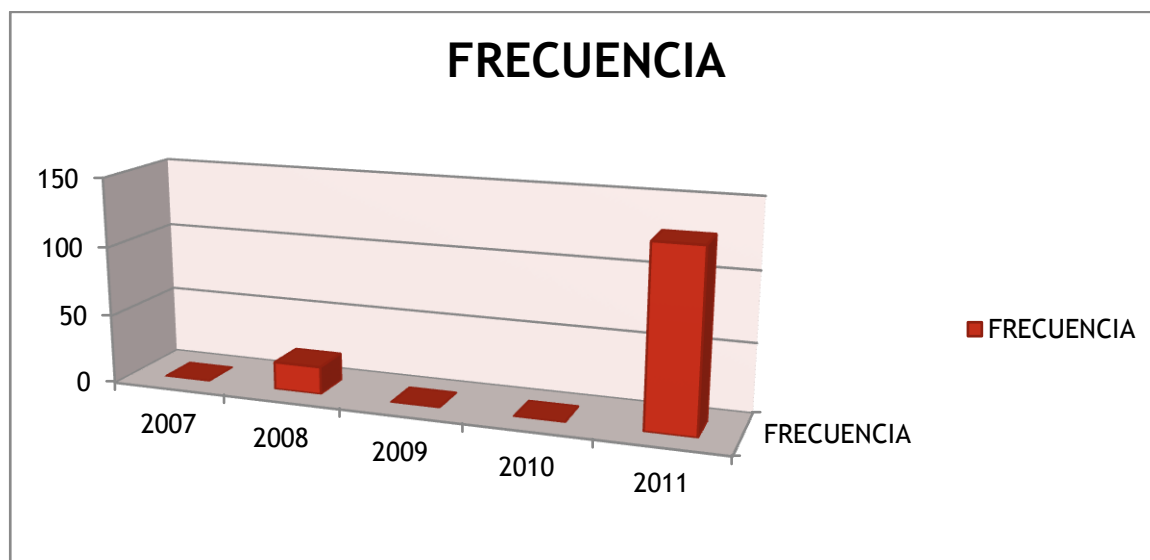


Grafico 3. Frecuencia de reemplazo anual para el Pasador (D: 12x20 mm).

Fuente: Propia del Autor.

Los resultados de la gráfica destacan que el año 2008 se reemplazaron sólo 20 piezas, y retomando las reparaciones para el año 2011 la cual aumentó el número de pasadores reemplazados, debido a las constantes fallas de la cadena. Cabe destacar que los valores con cero (0) son datos que no fueron facilitados por la empresa y fueron colocados para darle continuidad al período anual.

Actualmente estos pasadores son reutilizados y fabricados por la empresa, reflejando que no produce costos excesivos.

- **Riel Superior Derecho e Izquierdo.**

El riel superior es una barra metálica sobre las que se desplazan las ruedas, disponen una parte fundamental de las vías férreas, y actúa como soporte y dispositivo de guiado. El área de enrolladores cuenta con un riel superior derecho y un riel superior izquierdo.

A continuación se muestra la frecuencia de reemplazo de ambos rieles.

Tabla 5: Frecuencia de reemplazo anual para el Riel Superior Derecho e Izquierdo.

AÑO	FRECUENCIA
2007	2
2008	0
2009	7
2010	24
2011	6

Fuente: propia del Autor.

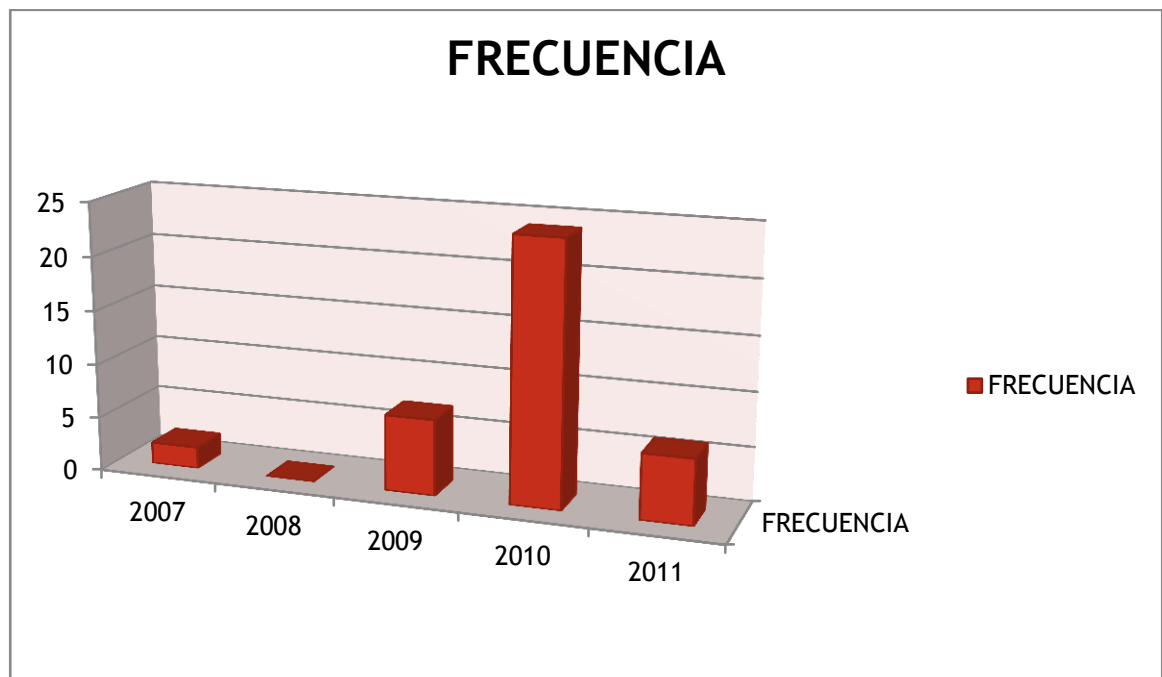


Grafico 4. Frecuencia de reemplazo anual para el Riel Superior Derecho e Izquierdo.

Fuente: Propia del Autor.

Se observa que ambos rieles son reemplazados con poca frecuencia, y sólo para el año 2010 fue donde se obtuvo un mayor reemplazo con veinticuatro (24), esto debido a que soportan gran cantidad de peso proveniente de las bobinas, lo cual ocasiona pandeos irregulares en los rieles.

- **Rodamiento de rodilla a rótula.**

Estos tienen dos (2) hileras con camino esférico común en el exterior siendo por lo tanto de alineación automática.

Tabla 6. Frecuencia de reemplazo anual para el Rodamiento de Rodilla a Rótula.

AÑO	FRECUENCIA
2007	196
2008	28
2009	60
2010	0
2011	194
2012	100
2013	2

Fuente: Propia del Autor.

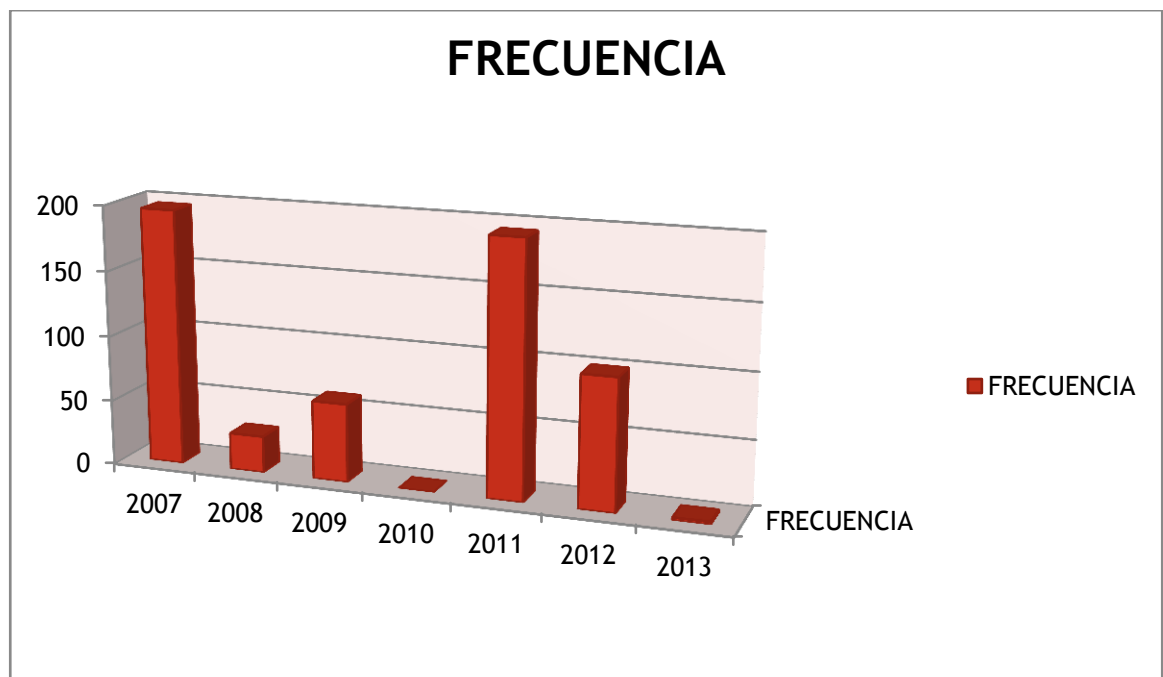


Grafico 5. Frecuencia de reemplazo anual para el Rodamiento de Rodilla a Rótula.

Fuente: Propia del Autor.

La gráfica anterior muestra el año más crítico, donde hubo mayor reemplazo fue el año 2007, logrando reducir las reparaciones significativamente los años 2008 y 2009, sin embargo el problema de reemplazo se acrecentó en el 2011 y de allí en adelante han estado disminuyendo las reparaciones de las mismas.

- Rueda (D: 140 mm).

Tabla Nº 7: Frecuencia de reemplazo anual para la Rueda (D: 140 mm).

AÑO	FRECUENCIA
2007	605
2008	200
2009	0
2010	16
2011	156
2012	28

Fuente: Propia del Autor.

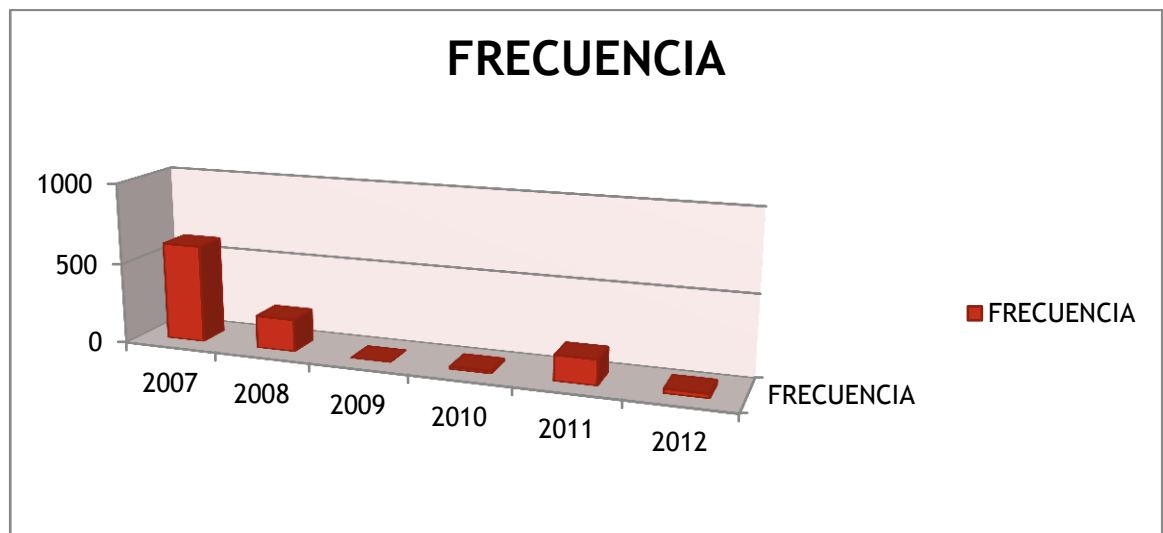


Gráfico 6. Frecuencia de reemplazo anual para la Rueda (D: 140 mm).

Fuente: Propia del Autor.

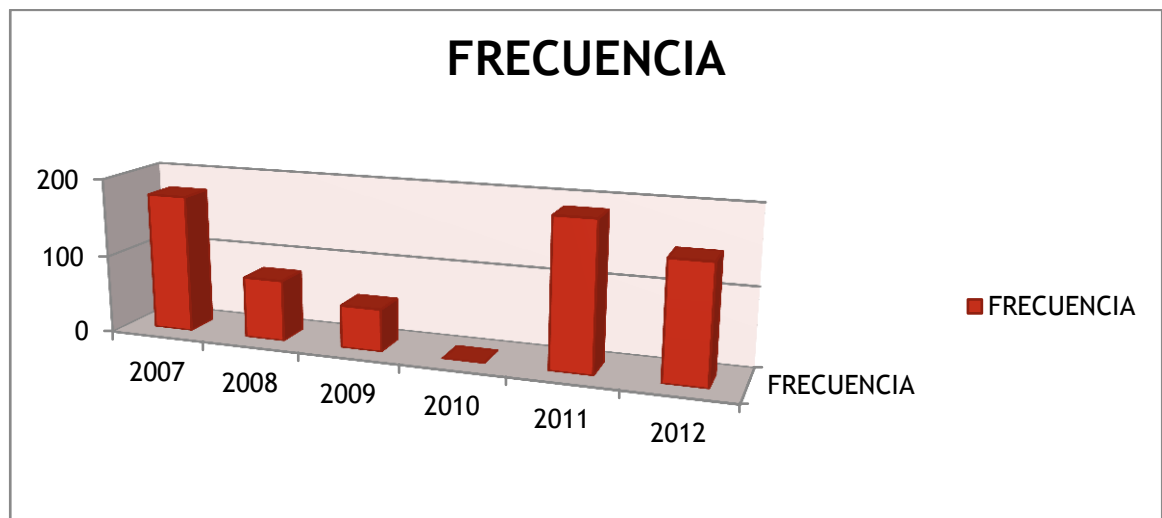
- **Manguito de fijación SKF H – 311.**

Son los componentes más utilizados para fijar los rodamientos con un agujero cónico sobre un asiento cilíndrico, ya que pueden ser montados sobre ejes lisos o escalonados, la ventaja de estos manguitos de fijación es que son fáciles de montar y no requiere fijación adicional sobre el eje.

Tabla 8. Frecuencia de adquisición anual de Manguito de fijación SKF H – 311.

AÑO	FRECUENCIA
2007	176
2008	78
2009	54
2010	0
2011	187
2012	148

Fuente: Propia del Autor.



**Gráfica 7. Frecuencia de adquisición anual de Manguito de fijación
SKF H – 311.**

Fuente: Propia del Autor.

Observamos en la gráfica que para los años 2007, 2011 y 2012, se utilizaron gran cantidad de manguitos para la fijación de los rodamientos en los agujeros, es decir que a mayor cantidad de rodamientos mayor cantidad de manguitos de fijación serán requeridos para reparaciones.

Una vez estudiadas y visualizadas las frecuencias con se presentan las fallas en el sistema de transporte de bobinas del laminador en caliente, se evidencia los altos costos asociados a los reemplazos de cada elemento. Estas fallas se presentan por diversas causas, tales como:

- Mantenimiento preventivo inadecuado o no realizado a tiempo en sus programaciones, ocasionando acumulación de residuos y/o grasa, que a corto plazo se convierte en una masa endurecida, provocando que las piezas fallen, fracturándose o funcionando inadecuadamente.
- Entrega de material solicitado con las especificaciones incorrectas o no entregada en el tiempo estipulado; este tipo de percance origina

que por falta de material, bien sea por cualquiera de las dos (2) razones expuestas, se coloquen piezas inadecuadas que provocan el mal funcionamiento de la cadena, así como también prolongando el reemplazo por tiempo de vida útil y haciendo funcionar la pieza más de lo previsto.

Estas fallas se pueden minimizar, realizando una actualización de los planes de mantenimiento, así como un correcto cumplimiento de los mismos, es decir, realizar un correcto cumplimiento de los mismos, es decir, realizar los mantenimientos preventivos y correctivos al tiempo en que son planificados y cumpliendo con los más altos estándares de efectividad, así la maquinaria será mucho más productiva.

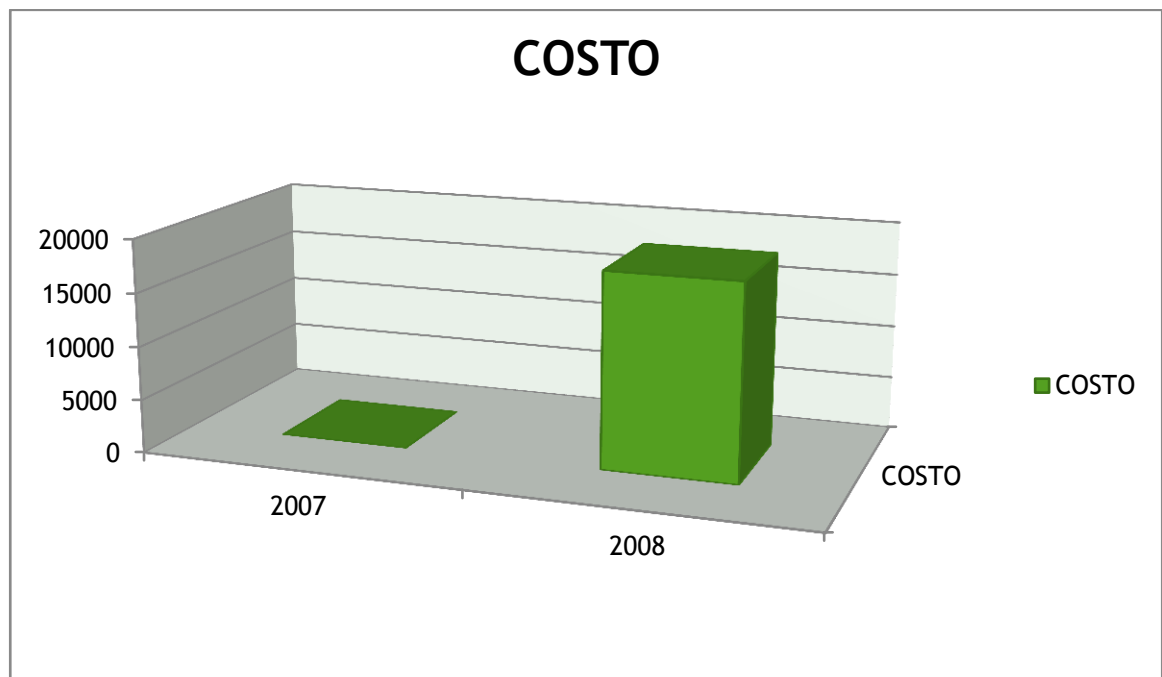
Especificar los costos relacionados al reemplazo de las piezas que fallan en la cadena de los enrolladores.

A continuación se visualizarán los costos asociados a cada año por piezas de reemplazo, esta nos ayuda a conocer el valor monetario que se genera al reemplazar una pieza que anteriormente se visualizaron en las frecuencias, en las siguientes tablas y gráficas se especificarán los costos anuales de cada una de ellas.

Tabla 9. Costos anuales para el Conjunto de Viga Porta Riel (L: 5990 mm).

AÑO	COSTO
2007	0
2008	18234,06

Fuente: Propia del Autor.



Gráfica 8. Costos anuales de la Viga Porta Riel (L: 5990 mm).

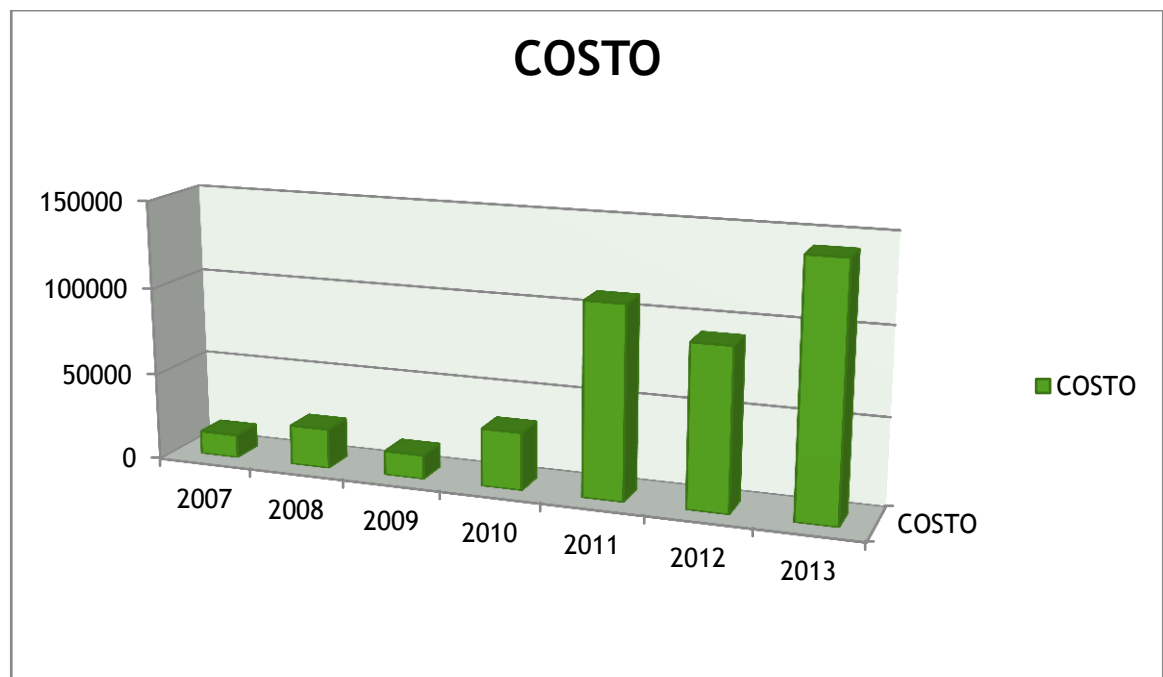
Fuente: Propia del autor.

La grafica demuestra que sólo para el año 2008 se realizó la compra de una viga porta rieles, utilizada para los mantenimientos correctivos de la cadena.

Tabla 10. Costos anuales para los Disco Abrasivo de Desbaste (D:7x1/8x7/8”).

AÑO	COSTO
2007	13363,626
2008	22829,364
2009	13831,509
2010	32982,217
2011	109552,082
2012	92017,284
2013	142390,257

Fuente: Propia del Autor.



Gráfica 9. Costos anuales para los Disco Abrasivo de Desbaste (D:7x1/8x7/8”).

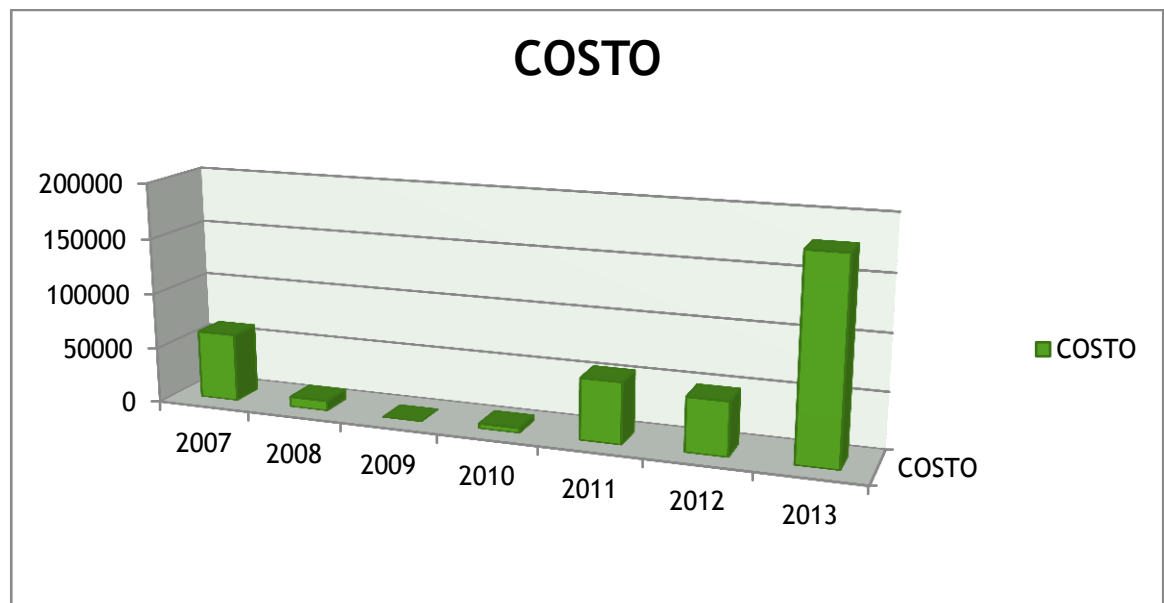
Fuente: Propia del autor.

Se muestra en la gráfica el incremento de los discos abrasivos con el paso del tiempo, a pesar de ello la empresa ha adquirido una gran cantidad de los mismos, ya que son de vital importancia para la reparación de la cadena.

Tabla 11. Costos anuales para el Eje de la Rueda (D: 2 3/8").

AÑO	COSTO
2007	61378,2
2008	9055,8
2009	0
2010	4524
2011	54741,536
2012	47973,848
2013	177544,25

Fuente: Propia del Autor.



Gráfica 10. Costos anuales para el Eje de la Rueda (D: 2 3/8").

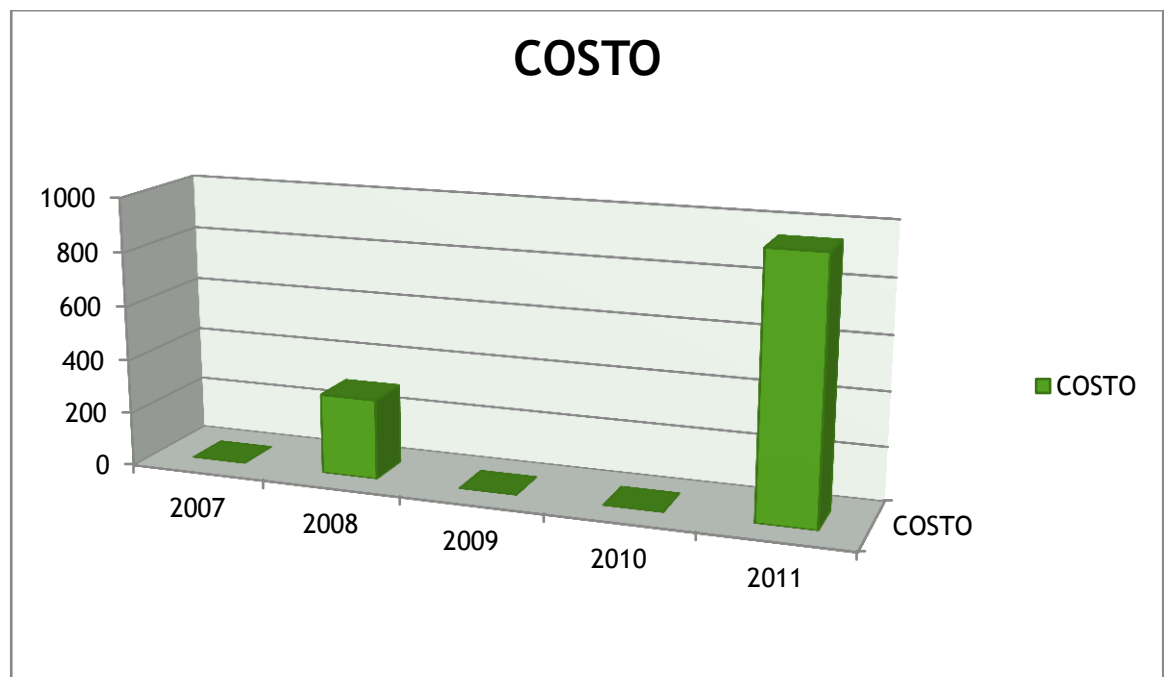
Fuente: Propia del autor.

Se muestra el aumento de los ejes a lo largo de los años, es por ello que se han solicitado cada vez menores cantidades de estos elementos, así como lo muestra la tabla 11.

Tabla 12. Costos anuales para el Pasador (D: 12x20 mm).

AÑO	COSTO
2007	0
2008	296,28
2009	0
2010	0
2011	948,096

Fuente: Propia del Autor.



Gráfica 11. Costos anuales para el Pasador (D: 12x20 mm).

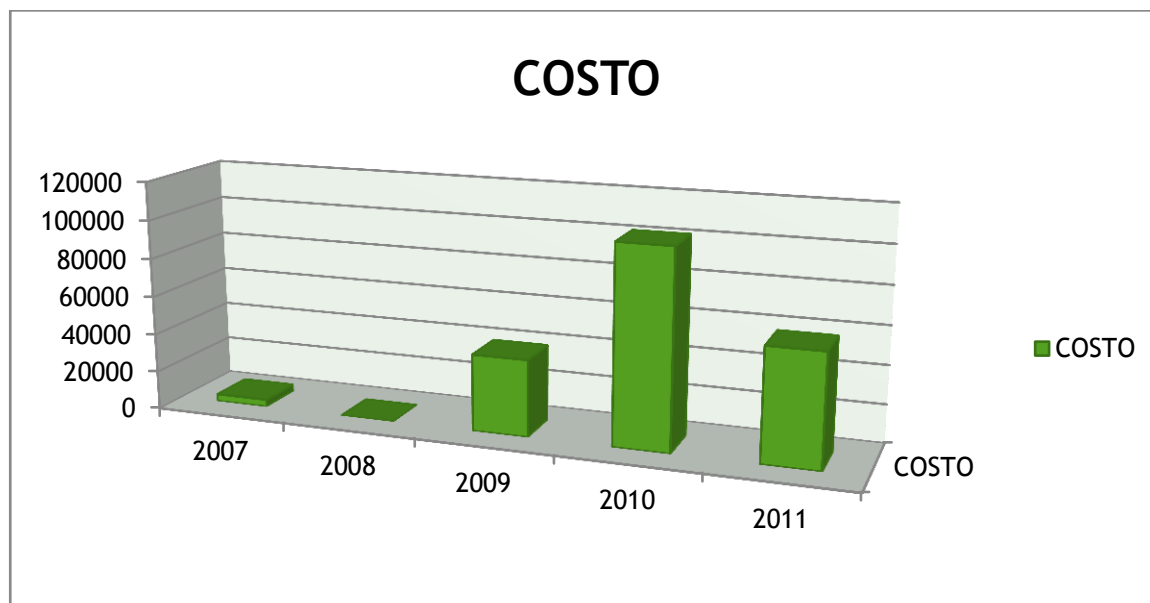
Fuente: Propia del autor.

La grafica 4 muestra los costos anuales por el reemplazo de los pasadores, como se visualiza en el 2011 hubo mayor gastos, esto debido a que se tuvo mayor frecuencia de reemplazo debido a cualquiera de las causas nombradas anteriormente.

Tabla 13. Costos anuales de los Rieles Superior Derecho e Izquierdo.

AÑO	COSTO
2007	3690,48
2008	0
2009	39777,30
2010	102284,496
2011	58336,886

Fuente: Propia del Autor.



Gráfica 12. Costos anuales de los Rieles Superior Derecho e Izquierdo.

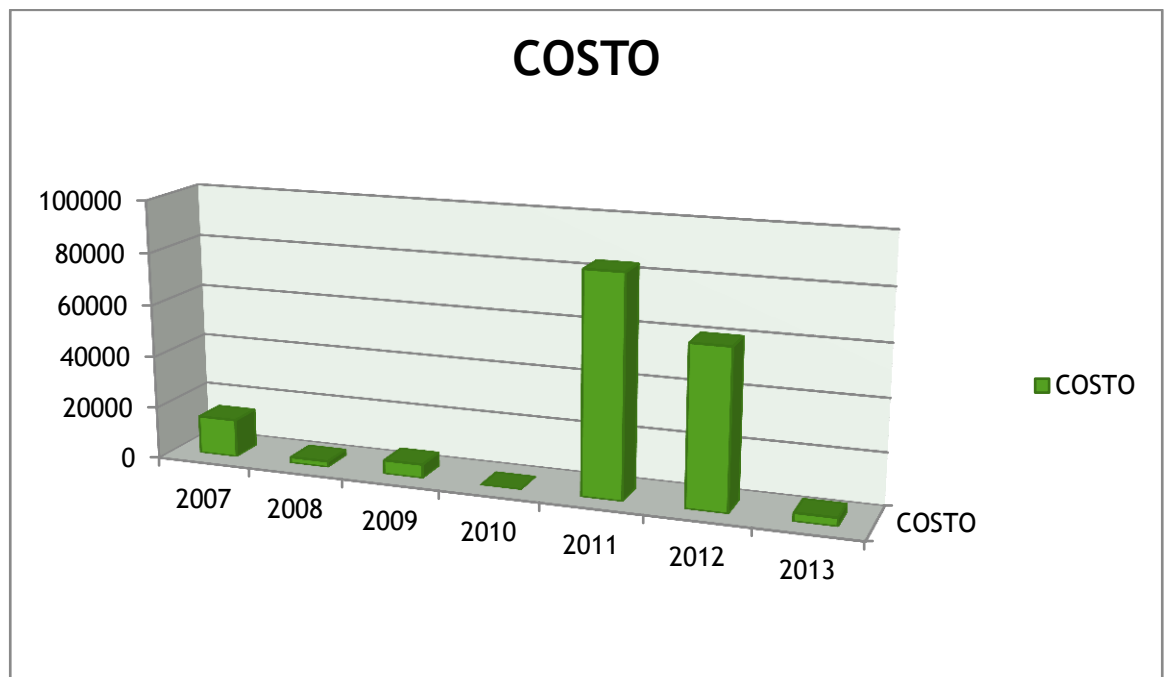
Fuente: Propia del autor.

Los rieles o barras de metales donde se desplazan las ruedas de la cadena tanto superior derecho o izquierdo, tienen los mismos costos de reemplazo debido a que al cambiar el riel superior derecho se recomienda cambiar el riel superior izquierdo, para una mejor producción. La grafica 5 muestra que en el año 2010 se incurrieron gastos elevados ya que fue el año donde se realizaron más reemplazos.

Tabla 14. Costos anuales para el Rodamiento de Rodilla a Rótula.

AÑO	COSTO
2007	14533,256
2008	2221,26
2009	5239,98
2010	0
2011	83973,676
2012	60720,006
2013	3170,56

Fuente: Propia del Autor.



Gráfica 13. Costos anuales para el Rodamiento de Rodilla a Rótula.

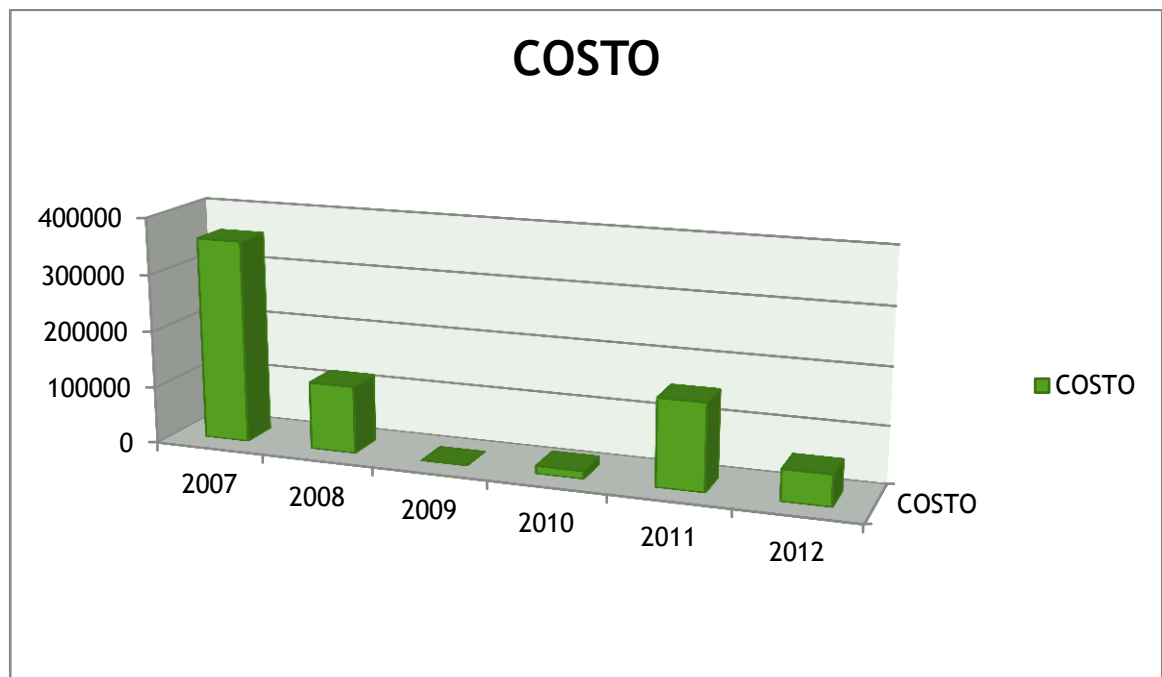
Fuente: Propia del autor.

Observamos en esta gráfica que desde el año 2011 han dejado de comprar rodamientos de rodillo a rótulas, debido a que cada unidad de estos elementos ha ido aumentando sus costos con el paso de los años.

Tabla 15. Costos anuales para la Rueda (D: 140 mm).

AÑO	COSTO
2007	357278,02
2008	118920,8
2009	0
2010	14040
2011	152338,328
2012	54851,958

Fuente: Propia del Autor.



Gráfica 14. Costos anuales para la Rueda (D: 140 mm).

Fuente: Propia del autor.

Las ruedas es una de las piezas que fallan comúnmente como se explicó anteriormente, debido a las diversas causas ya sean por mantenimiento, o por las condiciones a las que se exponen las misma. Es por esto que la gráfica anterior muestra que para el año 2007 un alto costo, pero con el paso del tiempo fueron disminuyendo, ya que debido al reemplazo frecuente de dicha pieza, optaron por fabricarlas ellos mismos para así disminuir los costos de reemplazo.

A continuación se presentan los costos anuales de los electrodos; estos son utilizados para el mantenimiento y/o reemplazo de algunas de las piezas falladas. Por lo que esta relaciona con los costos de reemplazo, ya que es necesario para el mismo.

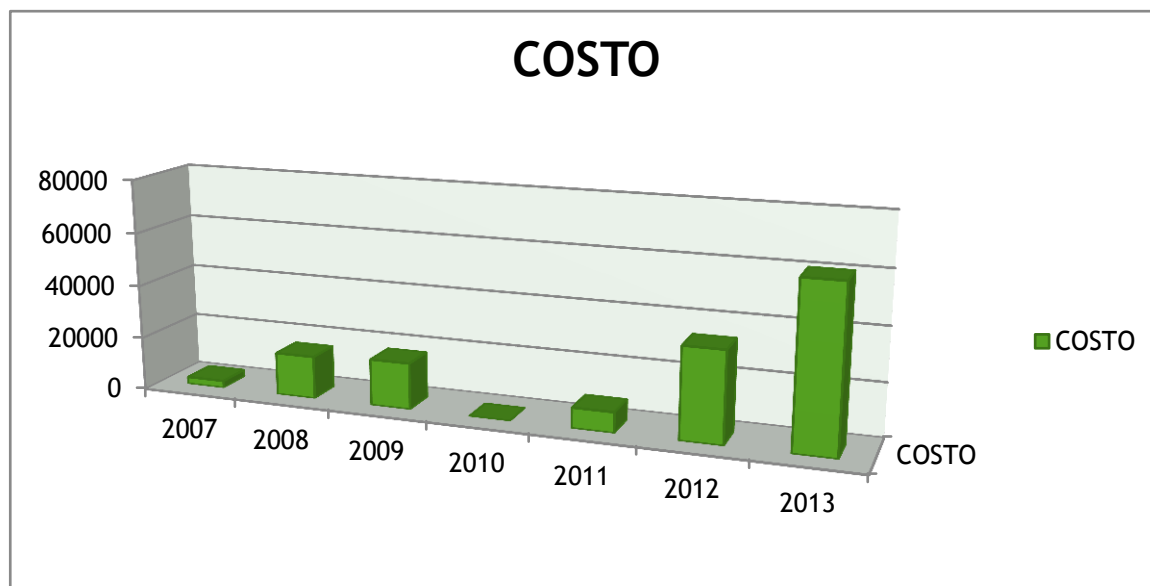
Estos pueden variar de tipo dependiendo del área que se necesite. Estos pueden ser:

- Electrodo AWS A5.4 E310-16, D:4mm
- Electrodo de Corte, D: 4 mm.
- Electrodo para cortar de Grafitos, D: 6 mm.

Tabla 16. Costos anuales de los Electrodo AWS A5.4 E310-16 (D: 4 mm).

AÑO	COSTO
2007	2631,2
2008	15957,96
2009	17345,34
2010	0
2011	7580,65
2012	33892,17
2013	60717,72

Fuente: Propia del Autor.



Gráfica 15. Costos anuales de los Electrodo AWS.

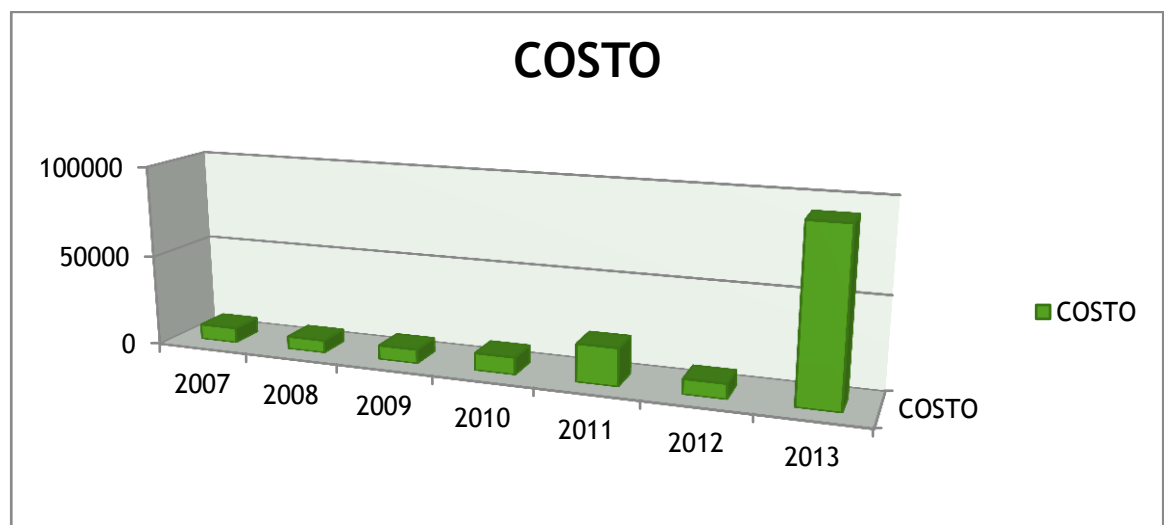
Fuente: Propia del autor.

Los electrodos AWS A5.4 E310-16, D:4mm tuvieron una incidencia de costos en los años 2012, seguidamente por el año 2013, como muestra la gráfica 10, esto debió a que el precio unitario varia en el paso de los tiempos, a pesar de que en los años 2009 y 2010 tuvo mayor utilización en las reparaciones.

Tabla 17. Costos anuales de los Electrodo de Cortes (D:4mm).

AÑO	COSTO
2007	8358,11
2008	6961,967
2009	7743,031
2010	9453,451
2011	20522,019
2012	8172,36
2013	92702,882

Fuente: Propia del Autor.



Gráfica 16. Costos anuales de los Electrodo de Corte.

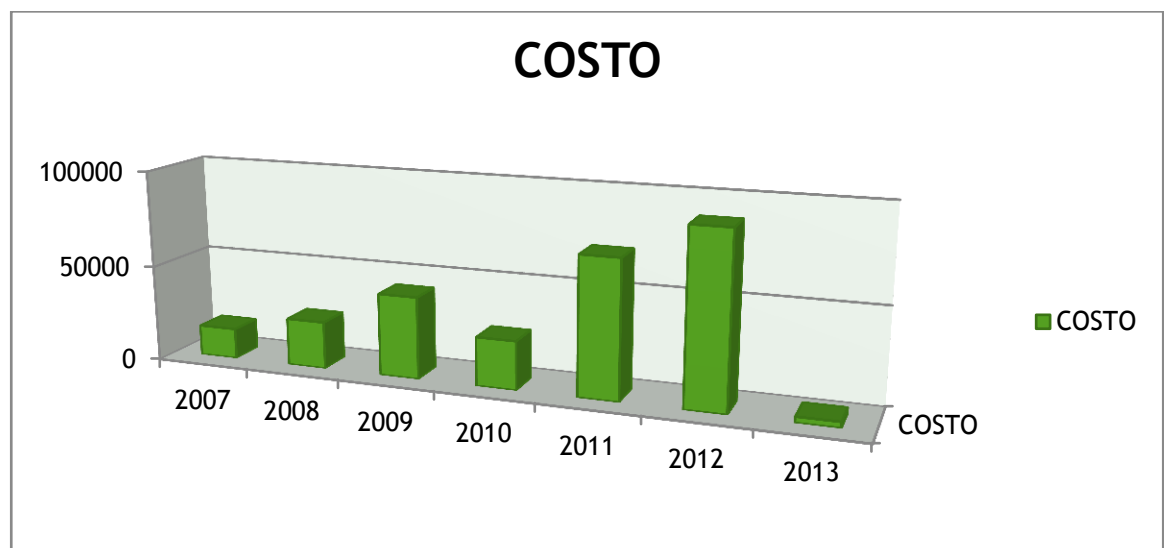
Fuente: Propia del autor.

La gráfica anterior demuestra el gran aumento de los costos de los electrodos de corte, aproximadamente (10) veces su valor, esto se refleja comparando las compras efectuadas en el año 2010 con el año 2013.

Tabla 18 Costos anuales de Electroodos para cortar de Grafitos (D: 6 mm).

AÑO	FRECUENCIA	COSTO
2007	456119	15798,914
2008	58775	24492,85
2009	56741	42469,187
2010	22435	25160,761
2011	33920	71196,798
2012	28371	89438,031
2013	1970	2981,79

Fuente: Propia del Autor.



Gráfica 17. Costos anuales de Electroodos para cortar de Grafitos (D: 6 mm).

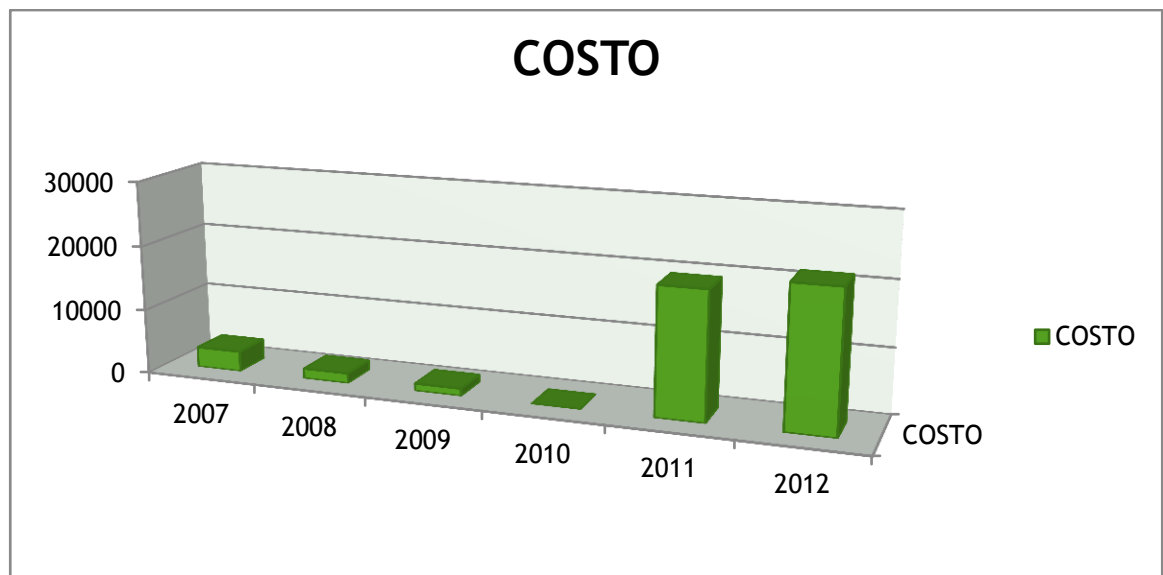
Fuente: Propia del Autor.

La gráfica evidencia que desde el año 2010 hasta el 2012 hubo un aumento de los costos por unidad de electrodos, sin embargo el año 2013 las unidades de compra han disminuido considerablemente, lo cual es un grave problema para las reparaciones de cadena.

Tabla 19. Costos anuales de los manguitos de fijación SKF H-311.

AÑO	COSTO
2007	3132,9
2008	1543,614
2009	1126,17
2010	0
2011	19519,247
2012	21464,106

Fuente: Propia del Autor.



Gráfica 18. Costos anuales de los manguitos de fijación SKF H-311.

Fuente: Propia del Autor.

La gráfica demuestra que los últimos años (2011 y 2012) se ha ido incrementando los costos por unidad de los manguitos de fijación, destacando que a mayor cantidad de rodamientos a reemplazar, se requerirán un número significativo de estos elementos.

Finalmente se puede analizar de todas y cada una de las tablas y gráficas, que el área de laminación en caliente ha estado comprando cada vez menos elementos para la reparación del sistema de transporte de bobinas, esto debido a los altos costos que se han ido implementando en las partes antes mencionadas.

Luego que se analizaron dichas tablas fue importante desarrollar un plan de acción donde el personal del área de laminación en caliente pueda visualizar las actividades más importantes para el cumplimiento de objetivos y metas, es decir, una guía que brinda una estructura a la hora de llevar a cabo las distintas acciones para el cumplimiento de las mejoras que se deben aplicar en las fallas mencionadas anteriormente.

A continuación se presenta el plan de acción para minimizar y controlar las demoras operativas (Ver Tabla 20), así como también el plan de acción para minimizar y controlar las demoras mecánicas (Ver Tabla 21), haciendo esto que el personal que labora en el área de laminación en caliente se le facilite la distribución de las actividades y optimicé el tiempo de operación.

Tabla 20. Plan de acción para minimizar y controlar las demoras operativas.

CAUSA.	SOLUCIÓN.	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?	¿POR QUÉ?	¿DÓNDE?	¿CÓMO?
Falta capacitación.	Capacitar al personal de operaciones.	Departamento de operaciones y centro de capacitaciones	Corto plazo.	Por los nuevos empleados y refrescar los conocimientos al personal.	En el área de producción.	A través de charlas y cursos.
Incumplimiento de las prácticas operativas.	Dictar charlas de prácticas operativas y supervisar al personal.	Supervisor y jefe de área.	Corto plazo.	Reemplazo hacia un nuevo puesto de trabajo.	En el área de producción.	Dar charlas y material audio visual.
Falta de personal de mantenimiento.	Dictar charlas de contrato colectivo y realizar una adecuada programación de vacaciones.	Supervisor y jefe de área.	Corto plazo.	Minimizar el tiempo de ocio y evitar el sobre tiempo.	En el área de producción.	Dictar charlas a través de material audio visual, entrega de folletos y elaborar un calendario de trabajo.
Mal uso de las herramientas de trabajo.	Utilizar herramientas adecuadas para su propósito.	Departamento de mantenimiento y de operación.	Corto plazo.	Evitar accidentes y optimizar el tiempo de mantenimiento.	En el área de producción y abastecimiento.	Charlas, folletos y con la compra de nuevas herramientas.

CAUSA.	SOLUCIÓN.	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?	¿POR QUÉ?	¿DÓNDE?	¿CÓMO?
Falta de repuesto.	Realizar compras oportunas de los distintos repuestos, e informar al sistema los repuestos faltantes.	Mantenimiento mecánico.	Corto y mediano plazo.	Por ausencia de mantenimiento oportuno, por desgaste de la vida útil de los equipos y por minimizar demoras.	En el área de producción y en el SAP.	Haciendo la programación oportuna de compra de repuestos y llevar un seguimiento del proceso de compra.
Falta de personal de mantenimiento .	Hacer cumplir la programación de mantenimiento, para que el personal se encuentre disponible.	Mantenimiento mecánico.	Corto y mediano plazo.	Para optimizar la línea de producción y aumentar la vida útil de los equipos.	En el área de producción.	Realizando reuniones, preparando los recursos para las paradas de mantenimiento programadas.

Fuente: Propia del Autor.

Tabla 21. Plan de acción para minimizar y controlar las demoras mecánicas.

CAUSA.	SOLUCIÓN.	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?	¿POR QUÉ?	¿DÓNDE?	¿CÓMO?
Vida útil de la rueda dentada.	Garantizar que todo el sistema esté bien lubricado.	Personal de mantenimiento mecánico y los líderes y supervisores.	En cada parada de mantenimiento (Cada 21 días).	La rueda dentada puede estar sucia por falta de lubricación o desajustada por el uso.	En la cadena de enrolladores cerca de la silla 4.	Desmontando todo el sistema y lubricándolo.
Vida útil de los rieles superior derecho e izquierdo.	Garantizar que los rieles se encuentren nivelados y completos.	Personal de mantenimiento, líderes y supervisores.	En cada parada de mantenimiento (Cada 21 días).	El peso de las bobinas y el mal funcionamiento de la rueda dentada, desnivelan y parten los rieles.	En la cadena lenta de enrolladores.	Chequeando tramo a tramo los rieles.
Vida útil de las ruedas, ejes y pasadores.	Garantizar que cada eslabón cuente con sus elementos, para el perfecto funcionamiento de la cadena.	Personal de mantenimiento, líderes y supervisores.	En cada parada de mantenimiento (Cada 21 días).	La suciedad del área, el peso y temperatura de las bobinas, mal funcionamiento de la rueda dentada.	En la cadena lenta de enrolladores.	Verificando eslabones, haciendo un barrido al pozo de lubricación para hallar piezas que caigan dentro de esta.

CAUSA.	SOLUCIÓN.	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?	¿POR QUÉ?	¿DÓNDE?	¿CÓMO?
Falta de herramientas adecuadas.	Suministrar herramientas adecuadas al personal y darle un buen uso a estas.	El personal de mantenimiento mecánico.	Inmediatamente.	Falta de presupuesto.	En SIDOR y contratistas.	Mejorando la dotación de herramientas y buscando nuevos proveedores.
Problema de abastecimiento.	Mejorar el sistema de compra, liberación y entrega de repuestos.	Departamento de laminación en caliente.	Inmediatamente.	Falta de dinero, repuestos, licitaciones y liberación de firmas.	En el departamento de laminación en caliente.	Liberar el proceso oportuno, establecer los procesos de licitación.
Falta de lubricación en los rodamientos.	Lubricar temporalmente los rodamientos.	El personal de mantenimiento mecánico.	En cada parada que se realice (Cada 21 días).	Por estar sucio y por no aplicársele la cantidad necesaria de grasa.	En el área de enrolladores.	Aplicar la cantidad de grasa necesaria a los rodamientos.
Falta de ajuste en la rueda dentada.	Ajustar y verificar la rueda dentada, para mejorar el torque.	El personal de mantenimiento.	En cada parada que se realice (Cada 21 días).	Por vibraciones, se daña la ranura de la y pierde progresivamente el torque.	En la rueda dentada y el rotor.	Ajustar para no tener que someterla a golpes y forzarla tanto.

Fuente: Propia del Autor.

CONCLUSIONES

En el estudio del presente trabajo de investigación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Mediante las entrevistas que se le realizaron al personal que labora en la empresa, el chequeo de los materiales digitales y bibliográficos, se obtuvo información para determinar la problemática presente en el área de laminación en caliente de la empresa siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (SIDOR).
2. Se recaudaron datos cronológicos con el fin de ser analizados y determinar las fallas que se presentaban en la cadena del enrollador ubicado en el Área de Laminación en Caliente de la Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (SIDOR).
3. Las piezas que fallaron en la cadena del enrollador del área de laminación en caliente fueron: Viga porta riel (L: 5.990mm), Riel superior derecho, Riel superior izquierdo, Rueda (D: 140 mm), Rodamiento de rodillo a rótula, Pasador (D: 12x20mm).
4. Las fallas que se presentaron en la cadena y que afectaron las piezas anteriormente escrita se debieron: incumplimiento del mantenimiento, falta de material, mal uso de las herramientas de trabajo.
5. Para conocer aquellos componentes de la cadena de enrolladores con mayor cantidad de problemas mecánicos, se realizó un gráfico de las fallas más significativas por cada año, donde se obtuvo como resultado los años más críticos o de mayor reemplazo, es decir, los que presentan más fallas mecánicas.

6. Se observó que la empresa ha estado invirtiendo una gran cantidad de dinero en materiales y equipos bastantes costosos y en muchos casos estos no llegan con las especificaciones requeridas.
7. Se diseñó un plan de acción para que el personal que labora en el área de laminación en caliente distribuya las actividades a realizar correctamente y optimice el tiempo de operación.

RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las siguientes recomendaciones:

1. Actualizar los planes de mantenimiento y guías de inspección, para garantizar en la mayor medida posible su disponibilidad a lo largo de su vida útil.
2. Llevar a cabo un minucioso control de las actividades de mantenimiento aplicados a cada uno de sus equipos, puesto que conociendo las condiciones en que se encuentran los mismos, podrán evitar en lo posible la aparición de ciertas fallas.
3. Contar con proveedores que cumplan con las especificaciones técnicas de los materiales y equipos utilizados en el área de enrolladores, para así minimizar los tiempos de reparaciones.
4. Reemplazar la cadena que actualmente se encuentra en el sistema de transporte de bobinas, por un sistema de vigas galopantes, ya que son unidades muy compactas, de fácil instalación, con sistemas completamente mecánicos de extrema confiabilidad, y costos de mantenimiento mínimos.

BIBLIOGRAFÍA

- Análisis de fallas [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos94/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas.shtml> (Consultado el 20 de Abril de 2014).
- Cadena [Documento en línea]. Disponible en: es.wikipedia.org/wiki/Cadena (Consultado el 20 de Abril de 2014).
- **Castellanos Mosquera, Enaro (2002).** Apoyo Logístico para la Administración del Mantenimiento Industrial (4taEdición). Madrid – España. Edición Barcelona.
- (S/F). El modelo organizativo de mantenimiento en SIDOR, elaborado por la Gerencia General de Mantenimiento y Servicios de Ternium Sidor, C.A.
- Motor [Documento en línea]. Disponible en: es.wikipedia.org/wiki/Motor (Consultado el 20 de Abril de 2014).
- **ROJAS DE NARVAEZ, Rosa.** Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación. Ediciones UNEXPO. 2da Edición. Puerto Ordaz 1997.
- Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro, C.A. (SIDOR) [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.sidor.com/> (Consultado el 20 de Abril de 2014).

- **SIDOR.** Práctica de Proceso: Mantenimiento. Subproceso: planificación y control de mantenimiento. Título: Planificación, programación y control de una reparación programada (RP). Fecha: 25 de Julio de 2008.
- **Sistema SAP.** Logística de mantenimiento y planificación de mantenimiento/planes de mantenimiento/posiciones de mantenimiento/tratamiento de lista/visualizar.

ANEXOS



Cadena rápida y Sillas 1 y 2.



Pasillo Cadena Lenta.



Conjunto de Vigas Porta Rieles.



Pozo de refrigeración y lubricación.



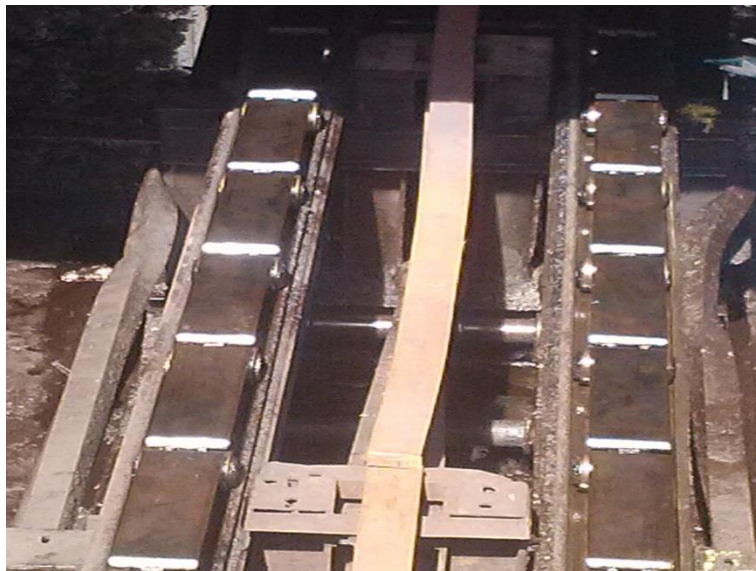
Reductor marca SIEMAG.



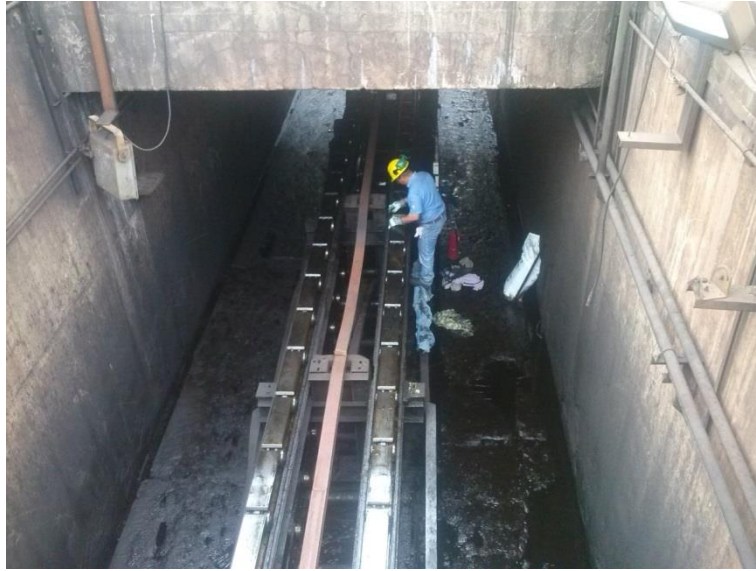
Final de la cadena lenta y silla 4.



Bobina caída de la cadena por el mal funcionamiento de la rueda dentada (Catalina).



Viga de guía desnivelada por las altas temperaturas de las bobinas.



Cadena lenta en reparación (Montaje de una guía del riel).



Eslabón sin rueda.



Eslabón de la cadena lenta.



Vista superior de la unión entre eslabones de la cadena lenta.



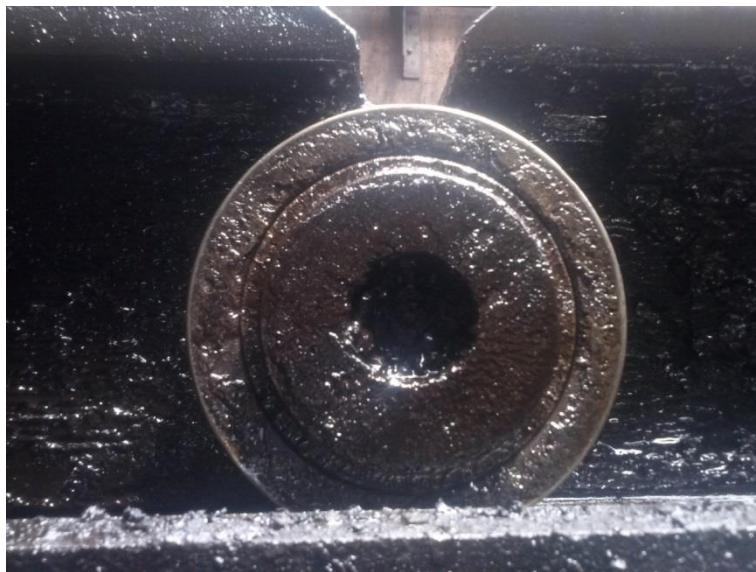
Piezas de rueda.



Media Luna de retorno.



Piezas de ruedas a ser reemplazadas.



Vista frontal de la rueda.



Sistema de lubricación.



Sistema de rodillos.