



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“Antonio José de Sucre”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

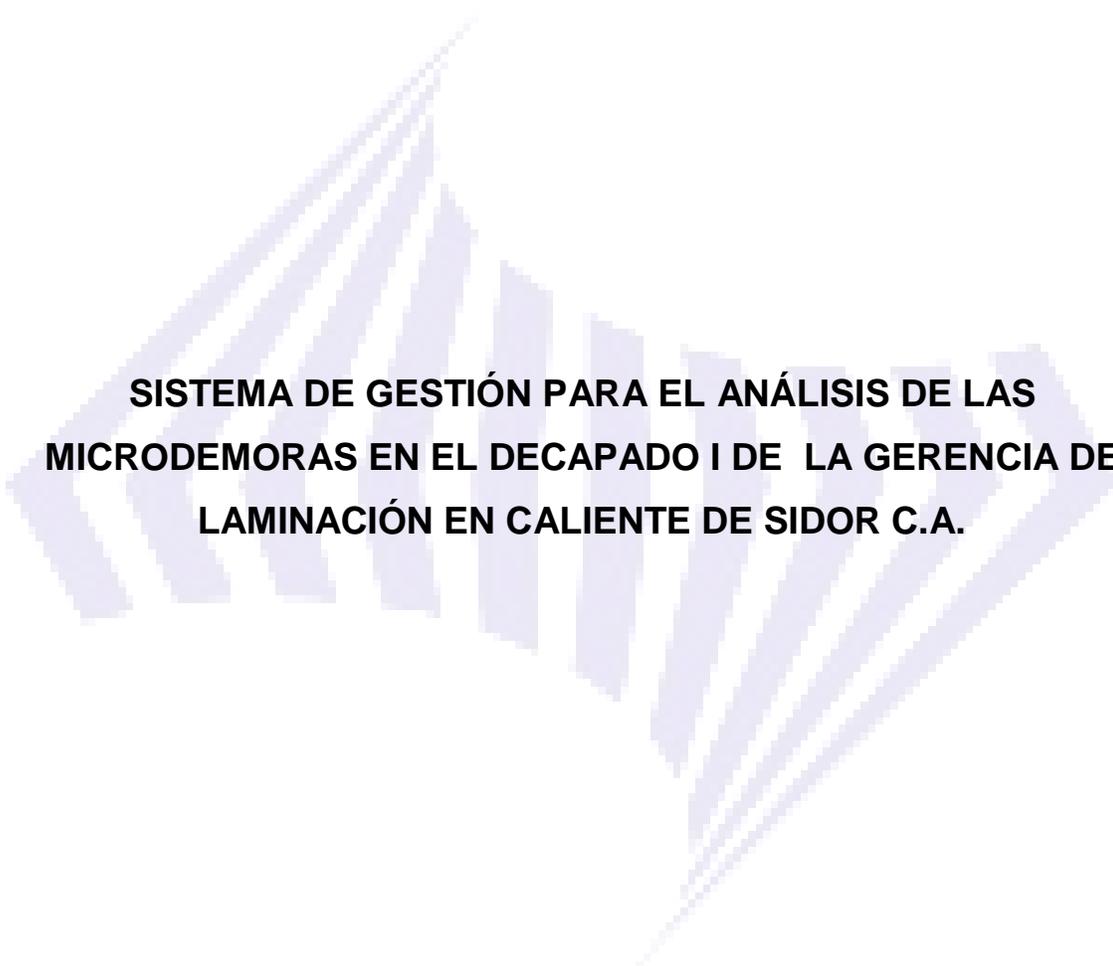
TRABAJO DE GRADO

**SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LAS
MICRODEMORAS EN EL DECAPADO I DE LA GERENCIA DE
LAMINACIÓN EN CALIENTE DE SIDOR C.A.**

AUTORA:

PARUTA N. ANGEL E.

CIUDAD GUAYANA, ABRIL DE 2014.



**SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LAS
MICRODEMORAS EN EL DECAPADO I DE LA GERENCIA DE
LAMINACIÓN EN CALIENTE DE SIDOR C.A.**



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“Antonio José de Sucre”

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

TRABAJO DE GRADO

**SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LAS
MICRODEMORAS EN EL DECAPADO I DE LA GERENCIA DE
LAMINACIÓN EN CALIENTE DE SIDOR C.A.**

Trabajo de Grado que se presenta ante el Departamento de Ingeniería Industrial del Vice-rectorado Puerto Ordaz UNEXPO como requisito para optar al Título de Ingeniero Industrial.

PARUTA N. ANGEL E.

Ing. Pinto Freddy

Tutor Industrial

MSc. Ing. Turmero Iván

Tutor Académico

CIUDAD GUAYANA, ABRIL DE 2014.

Paruta N. Angel E.

**“SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LAS
MICRODEMORAS EN EL DECAPADO I DE LA GERENCIA DE
LAMINACIÓN EN CALIENTE DE SIDOR C.A.”**

ABRIL, AÑO 2014

Trabajo de Grado

Páginas 170

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

Tutor Académico: MSc. Ing. Turmero Iván.

Tutor Industrial: Ing. Pinto Freddy.

Referencias Bibliográficas **Pag. 127.**

I: El problema, II: Marco Referencial, Capítulo III: Marco Teórico IV: Diseño Metodológico, Capítulo V: Situación Actual, VI: Análisis y Resultados, Conclusiones, Recomendaciones, Anexos y Bibliografía.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“Antonio José de Sucre”

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del Jurado Evaluador designados por la Comisión de Trabajo de Grado del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” Vice-Rectorado Puerto Ordaz, para examinar el Trabajo de Grado presentado por la **Br. Angel Elibett Paruta Nuñez**, portadora de la cédula de identidad número: 20.224641. Titulado: **Sistema de Gestión para el Análisis de las Microdemoras en el Decapado I de la Gerencia de Laminación en Caliente de SIDOR C.A.** el cual es presentado para optar el grado académico de Ingeniero Industrial, consideramos que dicho trabajo cumple con los requisitos exigidos para tal efecto, y por lo tanto lo declaramos: **APROBADO.**

En la ciudad de Puerto Ordaz a los treinta y un días del mes de Octubre de dos mil catorce.

MSc. Ing. Turmero Iván
Tutor Académico

Ing. Pinto Freddy
Tutor Industrial

Jurado Evaluador
Ing. Martínez Félix

Jurado Evaluador
Ing. Martínez Alí

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** todopoderoso, por ser mi ayudador y mi protector en todo momento, por darme salud, sabiduría y conocimiento en todo el trayecto de mi vida para lograr mis metas.

A mis Padres **José Elías Paruta** y **Betty Yolimar de Paruta**, por su constante amor, dedicación, compañía y apoyo incondicional en toda mi vida.

A mis Hermanas **Lady Paruta** y **Yosselyn Paruta**, por estar siempre a mi lado brindándome de su cariño, apoyo absoluto y palabras de estímulo en todo momento para el logro de los objetivos propuestos hasta ahora.

A mi amigo **Walter Sabas Muñoz** por brindarme su amistad y apoyo constante durante todo el desarrollo de este trabajo.

A la **UNEXPO** por otorgarme el privilegio de estar en tan Grande Casa de Estudios y por darme la formación profesional que hoy disfruto.

A mi Tutor Académico, **Mcs. Iván Turmero**, por ser parte de mi formación como Ingeniero Industrial al manifestarme todo su apoyo e instrucciones indispensables para culminar con éxito este trabajo.

A mi Tutor Industrial, **Ing. Freddy Pinto**, por dedicar de su tiempo al transmitirme cada una de sus enseñanzas, permitiéndome lograr con éxito los objetivos que se plantearon en este trabajo.

A la empresa SIDOR C.A. por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de grado.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo al Dios y Padre de nuestro Señor Jesucristo, la razón de mi existencia y el motivo de mi vivir. Al él sea la gloria por siempre.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“Antonio José de Sucre”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

**SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LAS
MICRODEMORAS EN EL DECAPADO I DE LA GERENCIA DE
LAMINACIÓN EN CALIENTE DE SIDOR C.A.**

Autora: Angel E. Paruta N.

Tutor Académico: MSc. Turmero Iván.

Tutor Industrial: Ing. Pinto Freddy.

Abril 2014.

RESUMEN

El presente trabajo está enfocado en un estudio comparativo entre las características de procesamiento de dos líneas de Decapado, con el propósito de instaurar un Sistema de Información de Tiempos Muertos en la línea de Decapado I, basado en la estructura del sistema incorporado en la línea de Decapado II. Para esto, se llevaron a cabo diferentes actividades orientadas al estudio de las operaciones ejecutadas en la zona de preparación y acondicionamiento de bobinas en ambas líneas, se emplearon técnicas y herramientas como: inspección visual, entrevistas no estructuradas, revisión documental, consultas en el Sistema de gestión de Líneas, interpretación de planos, paquetes computacionales y empleando un carácter de investigación de tipo descriptiva, comparativa y proyectiva. En función de los resultados obtenidos se establecen las bases en las que se fundamenta el sistema de la línea de Decapado I para la posterior implementación.

PALABRAS CLAVES: Microdemoras, Productividad Neta, Sistema de Gestión, Tiempos Muertos, Indicadores, Modelo, Decapado.

ÍNDICE GENERAL

	PAG.
ACTA DE APROBACIÓN	v
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	5
Planteamiento del Problema.....	5
Objetivos de la Investigación.....	7
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos.....	7
Importancia.....	8
Alcance.....	9
Limitaciones.....	9
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL	10
Generalidades de la Empresa.....	10
Nombre de la Empresa.....	10
Descripción de la Empresa.....	10
Ubicación Geográfica.....	11
Misión.....	11
Visión.....	12
Objetivos de la Empresa.....	12
Política de Calidad.....	13
Política Personal.....	14
Política de Seguridad y Salud Laboral.....	15
Política de Medio Ambiente.....	16
Estructura Organizativa de SIDOR.....	16
Gerencia de Laminación en Caliente.....	17
Productos de la Empresa.....	19
Secuencia del Proceso Productivo de SIDOR C.A.....	21
Decapado.....	25
Secuencia de Operaciones en el Área de Decapado.....	26
Productos.....	30
Destinos del producto.....	30
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO	31
Sistemas de Gestión.....	31
Características de un Sistema de Gestión.....	32
Implementación de los Sistemas de Gestión.....	32
Indicadores de Gestión.....	33
Beneficios de los Indicadores de Gestión.....	34
Particularidades de los Indicadores.....	34
Elementos que Comprenden los Indicadores de Gestión.....	35

Sistema de información.....	37
Objetivos de los Sistemas de Información.....	37
Actividades básicas que desempeña un sistema de información.....	38
Productividad.....	41
Indicadores de Productividad.....	42
Factibilidad Técnica-Económica.....	44
Método de Valor Presente Neto.....	44
Sensores.....	45
Tipos de Sensores.....	46
Diagrama de Proceso.....	48
Objetivos de los Diagramas de Procesos.....	49
Diagramas de Flujo.....	50
Los Símbolos Utilizados en los Diagramas de Flujo de Detalle/ordinogramas Según Joyanes.....	51
Diagrama de Ishikawa.....	53
Método 6M o Análisis de Dispersión para la Construcción de Un Diagrama de Ishikawa.....	54
Pasos para la Construcción de un Diagrama de Ishikawa.....	56
Matriz FODA.....	57
Objetivo Primario del Análisis FODA.....	57
Factores a Considerar en la Conformación de una Matriz FODA.....	57
Pasos para Realizar un Matriz FODA.....	58
Glosario de Términos Básicos.....	59
CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO.....	63
Tipo de Investigación.....	63
Diseño de Investigación.....	64
Unidades de Análisis.....	64
Población.....	64
Muestra.....	64
Técnica de Recolección de Datos.....	65
Observación Directa.....	65
Entrevistas no Estructuradas.....	65
Revisión Documental.....	66
Instrumentos de Recolección de Datos.....	66
Planos Layout de las Líneas.....	66
Manuales de los Equipos Instalados.....	66
Tablas Graficas.....	66
Paquetes Computarizados.....	67
Software Ibanalizer.....	67
Software Microsof Excel.....	67
Software Microsof Word.....	67
Procedimiento Metodológico.....	67
CAPÍTULO V: SITUACIÓN ACTUAL.....	69

Situación actual del Sistema de Gestión de la Línea de Decapado I.....	69
Matriz FODA de la Situación Actual del Sistema de Gestión de la Línea de Decapado I.....	69
Análisis de la Estructura del Sistema de Tiempos Muertos en la Línea de Decapado II.....	71
Descripción de Tiempos Muertos de La línea de Decapado II.....	72
Descripción de Tiempos Muertos en la Zona de Entrada - Preparación De Bobina.....	72
Descripción de Tiempos Muertos en la Zona de Salida - Acondicionamiento de la Bobina.....	73
Tiempos estándares de la Operaciones en la Zona de Preparación y Acondicionamiento de la Bobina.....	75
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	77
Estudio Comparativo.....	77
Proceso de Producción.....	77
Maquinas Empleadas para la Realización de las Operaciones en la Zona de Entrada y Zona de Salida.....	84
Diagrama de Operaciones.....	85
Velocidades de las Líneas.....	89
Diagrama del Flujo de Recorrido del Operario.....	92
Ubicación de Dispositivos Electrónicos en la Entrada y Salida de las Líneas de Decapado I y II.....	95
Tipos y Funciones de los Dispositivos Electrónicos en el Sistema de Tiempos Muertos.....	96
Resultados del Análisis Comparativo.....	98
Sistema de Gestión para el Análisis de las Microdemoras en la Línea de Decapado I.....	99
Objetivo del Sistema.....	100
Indicadores del Sistema de Información de Tiempos Muertos para la Línea de Decapado I.....	100
Diagramas de Flujo de Detalle del Sistema de Gestión de Tiempos Muertos.....	103
Diagrama de Contexto del Sistema de Gestión de Tiempos Muertos de la Línea de Decapado I.....	107
Diagrama de Ishikawa.....	110
Matriz FODA.....	111
Factibilidad Técnica-Económica.....	113
CONCLUSIONES.....	122
RECOMENDACIONES.....	126
BIBLIOGRAFÍA.....	127
ANEXOS.....	130

ÍNDICE FIGURAS

FIGURA		PAG.
1	Ubicación física de SIDOR.....	12
2	Estructura Organizativa de SIDOR C.A.....	18
3	Estructura Organizativa de la Gerencia de LAC.....	18
4	Productos que Procesan la Empresa.....	21
5	Proceso de Reducción Directa para la obtención de Acero....	22
6	Proceso de Fabricación de Productos Planos.....	24
7	Etapas en el Proceso de Fabricación de Productos Largos....	25
8	Diagrama del Decapado.....	25
9	Óxidos en la Banda.....	26
10	Preparación de la Banda.....	28
11	Tanques con Solución de Ácido Clorhídrico.....	28
12	Acondicionamiento de la Banda.....	29
13	Diagrama de Ishikawa.....	54
14	Ejemplo de Matriz Foda.....	59
15	Zona de Entrada - Preparación De La Bobina.....	73
16	Descripción de Tiempos Muertos - Caminos 1 y 2.....	73
17	Zona de Salida - Acondicionamiento de Bobina.....	64
18	Descripción de Tiempo Muerto - Tiempo De Corte de Soldadura.....	75
19	Desenrollador de Bobina.....	78
20	Enderezador de Banda (Preniveladora).....	79
21	Cizalla Transversal.....	79
22	Cizalla Transversal. Corte de 90°.....	80
23	Maquina Soldadora.....	80
24	Cepilladora.....	81
25	Maquina Cortadora de Bordes.....	82
26	Maquinaria Aceitadora.....	82
27	Cizalla Transversal.....	83
28	Lámina Siendo Enrollada por el Mandril.....	83
29	Bobinas Blancas en Proceso de Traslado al Almacén.....	84
30	Diagrama de Proceso en la Zona de Preparación.....	87
31	Diagrama de Proceso en la Zona de Acondicionamiento.....	88
32	Diagrama de Flujo Recorrido del Operario en la Zona de entrada-Dc2 (preparación de la cola).....	93
33	Diagrama de Flujo Recorrido del Operario en la Zona de entrada-Dc1 (Preparación de la cola).....	93
34	Diagrama de Flujo Recorrido del Operario en la	

	Zona de Acondicionamiento de Bobinas (Dc2).....	94
35	Diagrama de Flujo Recorrido del Operarion en la Zona de Acondicionamiento de Bobinas (Dc1).....	94
36	Dispositivos en la Zona de Preparación Dc1 y Dc2.....	97
37	Dispositivos en la zona de Acondicionamiento Dc1 y Dc2.....	98
38	Diagrama de Flujo – Sistema de Tiempos Muertos de la línea de Decapado I (Zona de Entrada).....	104
39	Diagrama de Flujo – Sistema de Tiempos Muertos de la línea de Decapado I (Zona de Salida).....	106
40	Diagrama de Contexto del Sistema de Gestión de Tiempos Muertos.....	108
41	Reporte-Tiempos Muertos (Zona de Entrada).....	109
42	Reporte-Tiempos Muertos (Zona de Salida).....	109
43	Diagrama Ishikawa.....	110
44	Diagrama de Flujo Efectivo, Sensor Telemecanique Sensors.....	119
45	Diagrama de Flujo Efectivo, Sensor Inductivo TURCK UPROX.....	120

ÍNDICE TABLAS

TABLA		PAG.
1	Tipos y Características de Sistemas de Información.....	40
2	Tipos de Sensores.....	47
3	Símbolos Empleados en los Diagramas de Proceso.....	49
4	Símbolos Normalizados para los Diagramas de Flujo.....	51
5	Signos Universales Utilizados en los Diagramas de Flujo..	52
6	Tabla N° Matriz FODA de la Situación Actual del Sistema del Decapado I.....	70
7	Estándares de Tiempos de las Operaciones en Zona de Entrada.....	76
8	Estándares de Tiempo de las Operaciones en la Zona de Salida.....	76
9	Maquinarias en la Zona de Entrada.....	84
10	Maquinarias en la Zona de Salida.....	85
11	Estudio Comparativo de las Velocidades en el Decapado I y II.....	91
12	Matriz Foda una vez Incorporado el Sistema de Tiempos Muertos.....	112
13	Especificaciones de los Sensores y Transductores Instalados.....	115
14	Costo del Sensor Inductivo, Fabricante Telemecanique Sensors.....	116
15	Costos de Operación y Mantenimiento para el Sensor Inductivo Telemecanique Sensors.....	116
16	Costo de Sensor Inductivo TURCK UPROX.....	117
17	Costos de Operación y Mantenimiento para el Sensor Inductivo TURCK UPROX.....	117
18	Costos de los Sensores Inductivos.....	118
19	Valor Presente Neto de Sensores.....	121

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRAFICA		PAG.
1	Velocidades del Desenrollador I, Dc1.....	90
2	Velocidades del Desenrollador I, Dc2.....	90

INTRODUCCIÓN

La gestión en las organizaciones es un elemento considerado fundamental para el alcance de los objetivos, la importancia de gestionar radica en dirigir de forma racional las actividades de la empresa, se requiere de planeación, organización, dirección y control de todas las funciones y tareas. En este sentido, es sensato mencionar que mientras mayor es la información que maneja la empresa mayor será su capacidad de alineamiento hacia lo que se propone lograr.

Los sistemas de gestión, en la actualidad, cumplen una importante función en la administración de las empresas, pues, facilitan la interacción entre los actores gerenciales y las actividades que desempeña la misma con el objeto de evaluar, tomar acciones o decisiones correctas y en el momento preciso sobre las diferentes variaciones que se evidencian en los indicadores considerados por el sistema, lo cual, permite el alcance de los objetivos previstos.

Un sistema de gestión de tiempos muertos facilita el estudio de los tiempos reales en los que se efectúan las operaciones de un determinado proceso. Con este sistema el ente evaluador puede analizar y controlar las causas que generan desviaciones de tiempos para evitar que provoquen impacto en la productividad neta de la empresa.

Las microdemoras presentes en la producción afectan la productividad neta de la empresa, es decir, impiden el alcance total de lo programado. Mediante un sistema de gestión de tiempos muertos estas se pueden localizar, al conocer de las operaciones que se encuentran fuera de los

estándares de tiempo establecidos, con el propósito de ser disminuidas o en el mejor de los casos eliminadas.

La problemática que presenta la gerencia de Laminación en Caliente está dada por la carencia que existe de información sobre los tiempos muertos de las operaciones que se le realizan a las láminas de acero en la zona de preparación antes de pasar hacia los tanques de ácido y en la zona de acondicionamiento luego de ser decapadas. Sin el suministro periódico de dicha información la empresa no puede determinar en qué etapa del proceso productivo se encuentran localizadas las microdemoras ni determinar las causas que las están generando, lo cual imposibilita la gestión para evitar el impacto que las mismas ocasionan a la productividad neta de la línea de Decapado I.

Este proyecto consistió en elaborar un sistema de información de tiempos muertos que hará posible el análisis de las microdemoras presentes en las operaciones de preparación y acondicionamiento de las bobinas en la línea de Decapado I. Este sistema se estructuró conforme al modelo de sistema de tiempos muertos implementado en la línea de decapado II, mediante:

- Un diagnóstico del sistema de tiempos muertos instalado en la línea de Decapado II con la finalidad de conocer la composición de este modelo.
- Un estudio comparativo entre las líneas de Decapado I y II, que tuvo la finalidad de comprobar si el sistema de tiempos muertos de la línea de Decapado II era aplicable en la línea de Decapado I.

- La delimitación del inicio y fin de las operaciones realizadas en la línea de Decapado I, de acuerdo a la descripción de tiempos muertos definida en la línea de Decapado II.
- La ubicación física de los sensores y transductores en la línea que emitirán las señales de entrada a la lógica del sistema cuando ha iniciado y culminado una operación.
- El diseño de diagramas de flujo y un diagrama de contexto que representan esquemáticamente la estructura del sistema de tiempos muertos de la línea de Decapado I.
- Indicadores de tiempo y productividad.
- La propuesta técnica-económica de sensores que serán instalados en la línea de Decapado I para el funcionamiento del sistema.

La presente investigación está conformada en seis (VI) capítulos fundamentales, los cuales son:

Capítulo I: El Problema, en esta sección se expone la problemática motivo de esta investigación, a su vez, se plantean los objetivos que se llevaron a cabo para la solución del problema, contiene importancia, alcance y limitaciones de la misma.

Capítulo II: Marco Referencial, incluye una breve descripción de la empresa donde se realizó este proyecto.

Capítulo III: Marco Teórico, en este capítulo se exponen las bases teóricas en las cuales se fundamentó este proyecto.

Capítulo IV: Diseño Metodológico, se describe la metodología que se utilizó en el desarrollo de este proyecto.

Capítulo V: Situación Actual, se expone la descripción del sistema empleado en la línea de Decapado II.

Capítulo VI: Este capítulo presenta los análisis realizados en el estudio comparativo, los resultados obtenidos y la estructura del sistema de tiempos muertos en la línea de Decapado I.

Así mismo este proyecto contempla la bibliografía consultada en el desarrollo de este trabajo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En este primer capítulo se expone la problemática situada en la línea de Decapado I de la empresa SIDOR C.A, a su vez se presentan los objetivos que se llevaron a cabo para la solución del problema, seguidamente se detalla la importancia del trabajo, el alcance y limitaciones.

Planteamiento del Problema

La empresa siderúrgica “Alfredo Maneiro” SIDOR C.A., localizada en la zona industrial Matanzas en Ciudad Guayana estado Bolívar, se dedica al procesamiento del mineral de hierro para la obtención del acero, el cual, es utilizado para la elaboración de productos semiterminados (palanquillas, planchones y barras) y terminados (láminas en caliente, láminas en frío, láminas recubiertas, hojalata, cabillas y alambrón), con el fin de comercializar a nivel nacional e internacional. Esta industria emplea en su proceso de fabricación de acero tecnologías de reducción directa (HYL y MIDREX) y hornos eléctricos de arco.

En el departamento de laminación en caliente (LAC), los denominados planchones son sometidos a deformación plástica hasta alcanzar los milímetros de espesor deseado. Durante este proceso, sobre la superficie de la lámina se forma una capa compuesta por tres tipos de óxidos de hierro: Férrico (Fe_2O_3), Ferroso Férrico (Fe_3O_4) y Ferroso (FeO), la cual debe ser

eliminada para su comercialización o antes de entrar al proceso de laminación en frío (LAF) debido a que podría provocar efectos no favorables tanto al material como al laminador.

El área de Decapado de SIDOR C.A, se encarga de realizar este trabajo, el cual consiste en eliminar la capa de óxido de hierro formada en las bandas, a través de la inmersión de la misma en diferentes soluciones de ácido clorhídrico (HCl) y agua. El proceso de decapar comprende tres (3) etapas, Preparación, Decapado y Acondicionamiento de la lámina.

SIDOR C.A, cuenta con dos líneas de Decapado, estas son monitoreadas a través de sistemas de gestión que suministran la información sobre el comportamiento de los procesos permitiéndole a la gerencia de Laminación en Caliente (LAC) efectuar el análisis y control de los resultados para la mejora continua.

La Gerencia de Laminación en Caliente (LAC) ha evidenciado una desviación importante en la productividad neta de la línea de Decapado I. La Gerencia afirma que a través del informe mensual de productividad de dicha línea se puede observar que el resultado de la productividad neta sufre un impacto por microdemoras, mas no se detalla información alguna acerca de estas, manifiesta que a diferencia del Decapado I, el Decapado II, cuenta con un sistema de información de tiempos muertos que arroja de forma detallada, en su informe mensual, el tiempo que perdura cada operación, permitiendo así el control de los tiempos el para el alcance de la productividad neta estándar. En este sentido la gerencia requiere estudiar la posibilidad de implementar el sistema referido del Decapado II en el Decapado I.

La presencia de microdemoras trae como consecuencia un impacto en la producción programada, por otra parte, éstas indican la existencia de irregularidades en los elementos que conforman el proceso (microdemoras ocasionadas por el operario, máquinas y materiales). Al ser detectadas, es necesario efectuar el control de sus causas en el tiempo oportuno, y de éste modo evitar que tomen protagonismo en el resultado de la productividad neta con el paso del tiempo.

De acuerdo a lo antes expuesto, surgen las siguientes interrogantes: ¿Cuáles discrepancias pueden encontrarse entre los procesos de las líneas de Decapado I y II? ¿Cuáles características se requieren estudiar para comprobar si la descripción de los tiempos muertos definida en el Decapado II puede ser aplicada en el Decapado I?, ¿Qué características deben ser evaluadas en las líneas para comprobar si los estándares de tiempos del Decapado II pudieran ser aplicados en el Decapado I?, ¿Qué tipo de sensores requiere el sistema de tiempos muertos que se instalen en la línea?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Diseñar un sistema de gestión para el análisis de las microdemoras en el Decapado I de la gerencia de Laminación en Caliente de SIDOR C.A.

Objetivos Específicos

1. Diagnosticar el sistema actual de control de microdemoras en la línea de Decapado II.

2. Comparar las características de proceso entre las líneas de Decapado I y II, con el fin de evaluar si el sistema de tiempos muertos del Decapado II aplica en el Decapado I.
3. Establecer la descripción de tiempos muertos en la línea de Decapado I, para el registro de tiempos de las operaciones en el sistema.
4. Establecer la ubicación física de los sensores en la línea de Decapado I, para la recolección de los datos de entrada del sistema.
5. Diseñar diagramas de flujo y diagrama de Contexto para definir la estructura de funcionamiento del sistema de gestión en la línea de Decapado I.
6. Plantear los indicadores del sistema de gestión, que permitan el análisis de tiempos y productividad de la línea.
7. Proponer alternativas técnico-económicas para el sistema de tiempos muertos en la línea de Decapado I.

Importancia

Este proyecto se realiza con la finalidad de que la Gerencia de Laminación en Caliente (LAC) identifique las microdemoras presentes en el proceso de la línea de Decapado I mediante reportes suministrados por un sistema de información de tiempos muertos, lo cual, le permitirá reducir el impacto en cuestión en la productividad neta de la línea, ya que, le será posible realizar el control y la tomar de acciones periódicas basadas en la realidad que presente la línea.

Alcance

El proyecto sobre elaborar un sistema de gestión para el análisis de las microdemoras se desarrolló en el área de Decapado, departamento de la Gerencia de Laminación en Caliente (LAC) de la empresa SIDOR C.A. la cual, se encuentra localizada en la zona industrial Matanzas en Ciudad Guayana estado Bolívar.

El presente proyecto consistió en realizar un estudio comparativo entre las líneas de Decapado I y II, con la finalidad de comprobar si el modelo del sistema de información de tiempos muertos implementado en la línea de Decapado II aplica en la línea de Decapado I, partiendo de la apreciación que existe por la gerencia de Laminación en Caliente de que ambas líneas presentan similitud en su composición. Una vez obtenido el resultado del estudio se continuó con la elaboración de la estructura del sistema en la línea de Decapado I de acuerdo a su realidad.

Limitaciones

No hubo operatividad en la línea de Decapado II en el lapso de tiempo estimado para el desarrollo de este proyecto, por lo que se tuvo que realizar el estudio comparativo entre las líneas con información documental, datos históricos y entrevistas al operario del Decapado II.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se presenta una breve descripción de la empresa, dentro de la cual se contempla, el nombre, dedicación, ubicación geográfica, misión, visión, objetivos, políticas, estructura organizativa, productos y el proceso productivo.

Generalidades de la Empresa

Nombre de la Empresa

Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR) C.A.

Descripción de la Empresa

La empresa Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (SIDOR), se dedica al procesamiento del mineral de hierro para la fabricación y comercialización de productos de acero largos (Barras y Alambrón) y planos (Láminas en Caliente, Láminas en Frío y Recubiertos), mediante la implementación de tecnología de Reducción Directa y Hornos Eléctricos de Arco.

SIDOR C.A. produce acero a partir de un mineral de alto contenido de hierro, 80% de hierro en reducción directa y 20% máximo de chatarra, utilizando la vía de reducción directa, hornos eléctricos de arco y colada

continúa, lo que contribuye a la elaboración de un acero de bajo contenido de impureza.

SIDOR C.A, es un complejo que ubica a Venezuela como uno de los mayores productores de acero en América Latina y el principal de la región Andina, ha alcanzado un nivel de producción de hasta 4 millones de toneladas por año, con indicadores de productividad, rendimiento total de calidad, oportunidad en las entregas y alta satisfacción en sus clientes.

Desde el 12 de mayo del 2008, SIDOR C.A. es una empresa perteneciente al Estado Venezolano, luego de que el Presidente de la República Hugo Chávez Frías decretara la nacionalización de la misma la cual en 1997 había sido privatizada.

Ubicación Geográfica

La Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR), se encuentra ubicada en la ciudad de Guayana, al sureste de Venezuela, en la Zona Industrial Matanzas, sobre el margen derecho del río Orinoco, a 17 kilómetros de su confluencia con el río Caroní y a 300 kilómetros de su desembocadura en el océano Atlántico. Interconectadas por vía terrestre y fluvial con el resto del país, y por la vía fluvial-marítima con el resto del mundo como se muestra en la Figura N° 1.

Misión

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.



Figura N° 1. Ubicación Física de SIDOR.

Fuente: Intranet SIDOR C.A

Visión

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.

Objetivos de la Empresa

Dentro de sus objetivos SIDOR busca:

- ✓ Optimizar la producción y los beneficios de la empresa en función de las exigencias del mercado, en cuanto al volumen, calidad u oportunidad.
- ✓ Alcanzar la independencia, dominio y desarrollo de la tecnología siderúrgica.
- ✓ Lograr mantener una estructura financiera sana para la empresa, teniendo presente los requerimientos propios y las políticas financieras.
- ✓ Satisfacer los requerimientos y expectativas de los clientes.
- ✓ Educar y motivar al personal en la mejora continua de la calidad de trabajo.

Política de Calidad

Se basa en el compromiso y la participación de todo el personal en la búsqueda de la excelencia empresarial con un enfoque dinámico que considera sus relaciones con los clientes, accionistas, trabajadores, proveedores y la comunidad, promoviendo la calidad en todas sus manifestaciones, como una manera de asegurar la confiabilidad de sus productos siderúrgicos, la prestación de servicios y la prestación del medio ambiente.

Para ello la empresa se dedica a:

- ✓ Satisfacer los requerimientos y expectativas de los Clientes.
- ✓ Implementar y mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión.

- ✓ Promover una cultura organizacional que priorice la participación, integración, la capacitación, la motivación, la calidad de vida, la seguridad de sus trabajadores y el bienestar de las comunidades.
- ✓ Generar relaciones confiables de largo plazo con sus proveedores, evaluando la calidad de sus productos y servicios.
- ✓ Desarrollar nuevos productos y mejorar los existentes previniendo las necesidades de los clientes.
- ✓ Mejorar constantemente los procesos y servicios incorporando actividades de investigación, innovación y nuevas tecnologías.
- ✓ Cumplir la legislación y otros requisitos que suscriba la empresa, en materia de calidad, seguridad y ambiente.

Política Personal

SIDOR C.A. considera al recurso humano uno de los factores determinantes. En tal sentido, asegurar el mayor nivel de su fuerza laboral constituye elemento clave en la diferenciación frente a la competencia.

La empresa, a este respecto, posee ciertos criterios para definir el perfil óptimo que debe tener cada uno de los puestos de trabajo dentro de la compañía.

- ✓ Los procesos de selección y desarrollo del personal se diseñan para captar y dar oportunidad en la compañía a los mejores recursos. El mejor recurso humano es aquel cuyo conocimiento se ajusta o supera los requerimientos del cargo, demuestra compromiso en sus tareas, posee sólidos principios morales y un equilibrio emocional superior al promedio.

- ✓ El esquema de trabajo está concebido para revalorizar al individuo, incrementando su nivel de conocimiento, para permitir incidir efectivamente sobre la productividad de los equipos y ampliarles sus posibilidades de desarrollo individual.
- ✓ La capacitación y el entrenamiento de la gente constituye una inversión.
- ✓ Las mejoras permanentes de las actitudes y condiciones de higiene y seguridad, el cuidado de la salud del trabajador y su protección en el ámbito laboral son premisas básicas para una empresa competitiva.
- ✓ El sistema de desarrollo de personal está dirigido a incorporar un modelo supervisorio sustentado en el liderazgo técnico, privilegiar a la especialización del trabajador y dotar a SIDOR de la generación de relevo tanto en el ámbito de dirección y gerencia como en el ámbito técnico.
- ✓ Las relaciones laborales se caracterizan por la confianza mutua, la veracidad y transparencia en las comunicaciones, así como por el respeto entre las partes.
- ✓ La aplicación estricta de las leyes, normas, procedimientos y acuerdos, es un principio organizacional.

Política de Seguridad y Salud Laboral

SIDOR en la fabricación y comercialización de productos de acero, considera que su capital más importante es su personal y por ello juzga Prioritario el cuidado de su seguridad y salud en el ámbito laboral.

Para el desarrollo de todas sus actividades establece entre sus premisas básicas, mejorar en forma permanente y sostenida las actitudes y

condiciones de higiene y seguridad de su personal, para convertir todas sus instalaciones industriales en modelos de gestión de trabajo seguro y eficiente, proyectando sus programas de seguridad a su comunidad.

Política de Medio Ambiente

SIDOR considera a la variable ambiental como uno de los pilares para la fabricación comercialización de aceros de calidad internacional. Por ello, basa sus acciones ambientales en los siguientes criterios:

- ✓ Cumplir con la legislación ambiental vigente.
- ✓ Promover los principios del desarrollo sostenible.
- ✓ Utilizar racionalmente los recursos naturales.
- ✓ Aplicar mejora continua en los sistemas existentes.
- ✓ Incorporar tecnología ambientalmente limpia en los nuevos equipos y procesos.

Estructura Organizativa de SIDOR

La empresa SIDOR C.A cuenta que la siguiente estructura para el ejercicio de sus funciones:

- **Dirección de asuntos legales,** se dedica a garantizar que la empresa proceda dentro del marco legal.
- **Dirección de relaciones institucionales,** promueve la imagen institucional de la empresa, organiza y coordina las actividades de la empresa en la comunidad.
- **Dirección de Planificación,** formular e impulsar las políticas y estrategias corporativas, en materia comercial, operativa, financiera y

de control de gestión.

- **Dirección administrativa**, se encarga de actividades relacionadas con la contabilidad y auditoría de la empresa, así como de organizar los sistemas de computación.
- **Dirección industrial**, se encarga de las actividades relacionadas con el proceso productivo.
- **Dirección comercial**, se encarga de la comercialización y el despacho de los productos de SIDOR, en óptimas condiciones.
- **Dirección de abastecimiento**, se encarga de suministrar los materiales e insumos requeridos por la empresa.
- **Dirección de finanzas**, administra y asegura el rendimiento de los recursos financieros.

La Figura N° 2, muestra el organigrama que describe como se encuentra estructurada la empresa.

Gerencia de Laminación en Caliente

La gerencia de Laminación en Caliente es el órgano, en SIDOR, encargado de velar por el buen desenvolvimiento de las actividades operacionales y de mantenimiento en los procesos relacionados con la Laminación en Caliente, el Decapado I y II y Corte. En la Figura N° 3 se describe el organigrama de cómo se encuentra estructurada la Gerencia de Laminación en Caliente de SIDOR.

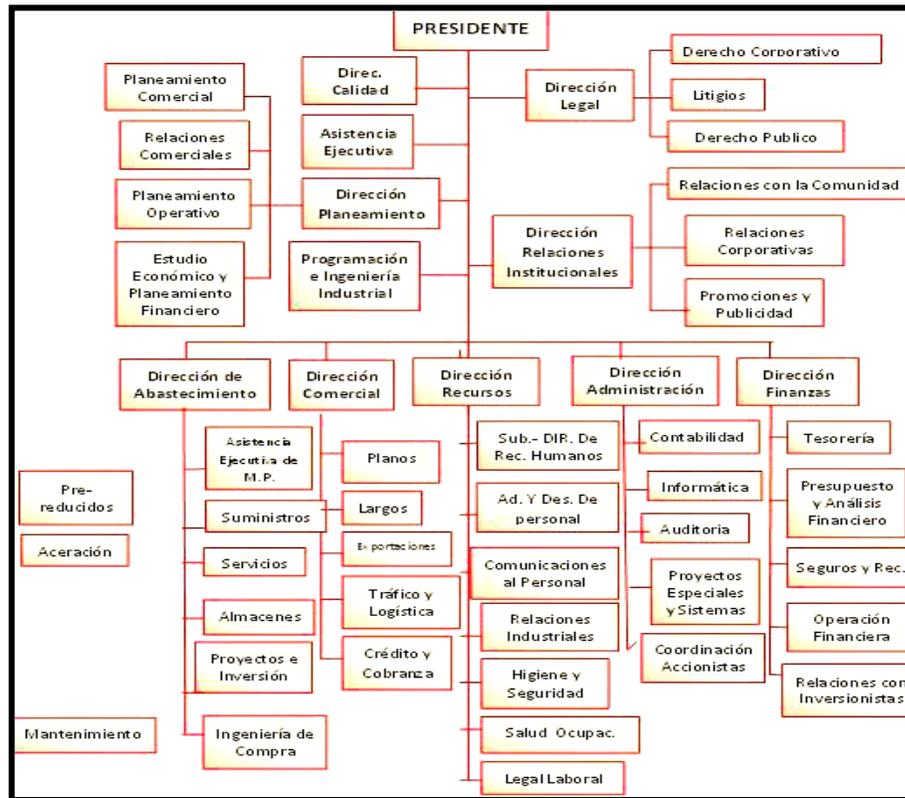


Figura N° 2. Estructura Organizativa de SIDOR C.A.

Fuente: Intranet SIDOR C.A.

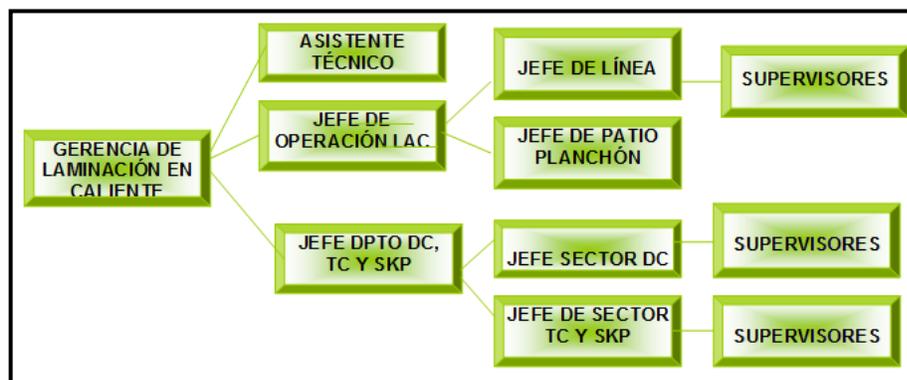


Figura N° 3. Estructura Organizativa de la Gerencia de LAC.

Fuente: Intranet SIDOR C.A.

Productos de la Empresa

Los productos que elabora la Empresa SIDOR C.A. se clasifican en semielaborados y terminados y se presentan a continuación.

- **Productos Semielaborados**

Los productos semielaborados son materiales solidificados en formas aptas para su posterior procesamiento en los trenes de laminación, destinados a la fabricación de productos planos, largos o tubos.

- ✓ **Planchones:** Productos semielaborados de acero, de sección rectangular, obtenidos en procesos de colada continua para su aplicación en trenes de laminación, en la producción de chapa lámina en caliente.
- ✓ **Palanquillas:** Productos semielaborados de sección transversal cuadrada maciza proveniente de procesos de solidificación por colada continua. Se utilizan como materia prima en procesos de laminación en caliente de productos largos.
- ✓ **Lingotes:** Productos semielaborados, fabricados con el proceso de vaciado por el fondo, de sección poligonal. Son laminados como tubos sin costura para la industria petrolera y para obtener bridas o elementos de tubería.

- **Productos Terminados**

Si bien los productos semielaborados se venden a clientes en forma directa, SIDOR C.A, continúa agregando valor, elaborando productos planos,

conformados, tubos y perfiles provenientes de los planchones y productos largos, barras y alambón a partir de las palanquillas.

- ✓ **Laminados en Caliente:** Productos elaborados a través de un proceso termomecánico que implica la deformación del acero en desbastes a altas temperaturas. Satisfacen los requerimientos de las más diversas industrias como las de construcción, tuberías API, maquinaria agrícola, recipientes a presión y auto partes. SIDOR C.A, provee bobinas negras, bobinas decapadas y productos ultra delgados.
- ✓ **Laminados en Frío:** Las chapas laminadas en caliente son sometidas a un proceso de laminación en frío donde se obtiene la reducción de su espesor, una mayor aptitud al conformado y un mejor aspecto superficial, apto para una amplia gama de aplicaciones.
- ✓ **Hojalata:** Acero de bajo carbono, laminado en frío a espesores finos, recubiertos con una capa de estaño aplicada mediante un proceso electrolítico para su uso en la fabricación de envases, principalmente para la industria alimenticia.
- ✓ **Hoja Cromada:** Acero de bajo carbono, laminado en frío a espesores finos, recubiertos con una capa de cromo aplicada mediante un proceso electrolítico para su uso en la industria de envases.
- ✓ **Varillas:** Productos que se utilizan como refuerzo de concreto. Su superficie está provista de rebordes (corrugaciones) que inhiben el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea.

- ✓ **Alambrón:** Es el producto de menor sección transversal circular y de superficie lisa, obteniendo por la laminación en caliente de palanquillas. Destinado a procesos de trefilación o deformación en frío. Usado también para fabricar alambre y mallas electro soldadas.

La Figura N° 4, muestra la gama de productos procesados en SIDOR C.A.

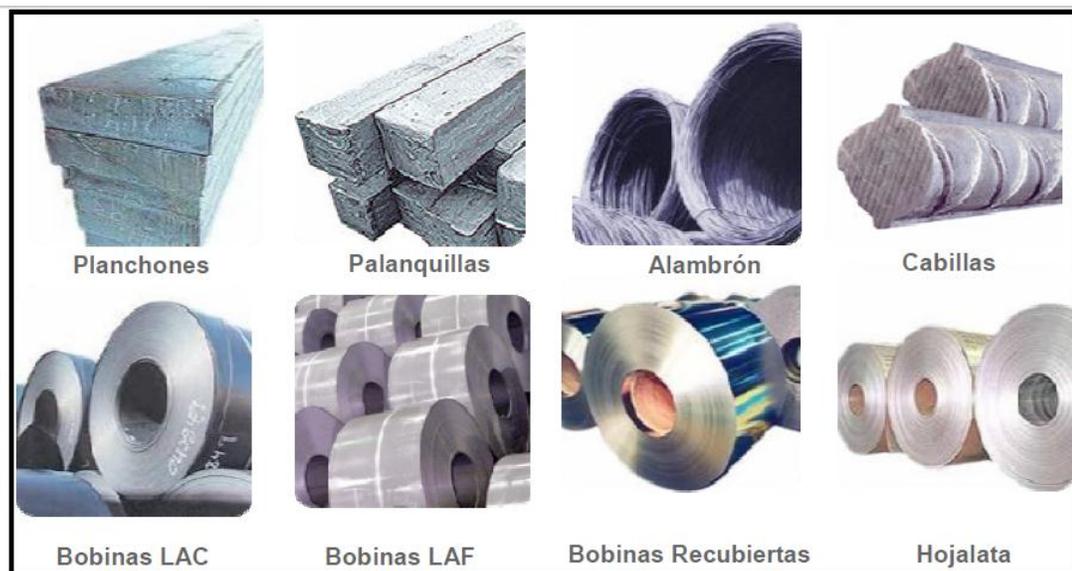


Figura N° 4. Productos que Procesan la Empresa.

Fuente: Intranet SIDOR C.A.

Secuencia del Proceso Productivo de SIDOR C.A.

- **Fabricación del Acero**

La fabricación de acero en SIDOR se cumple mediante procesos de reducción directa y hornos eléctricos de arco, complementados con metalurgia secundaria en los hornos de cuchara que garantizan la calidad interna del producto.

Finos de mineral, con alto contenido de hierro, se aglomeran en la planta de peletización. El producto resultante, las pellas, es procesado en dos plantas de reducción directa, una HYL II (dos módulos de lecho fijo) y otra midrex (cuatro módulos de lecho móvil), que garantizan la obtención de hierro en reducción directa (HRD) como se ilustra en la Figura N° 5. El HRD se carga a los Hornos Eléctricos de Arco para obtener acero líquido.

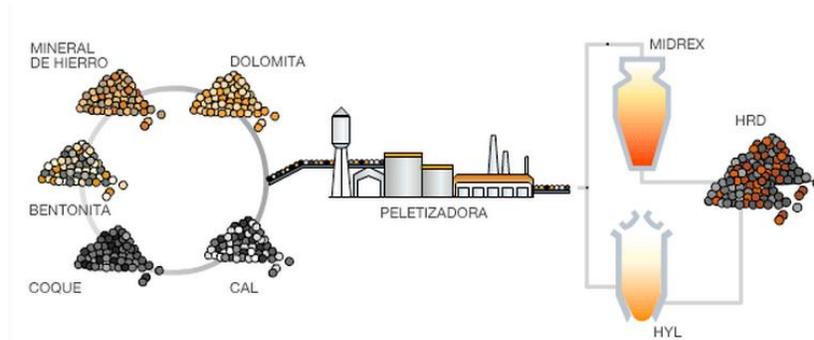


Figura N° 5. Proceso de Reducción Directa para la Obtención de Acero.

Fuente: Intranet SIDOR C.A.

El acero líquido resultante, con alta calidad y bajos contenidos de impurezas y residuales, tiene una mayor participación de HRD y una menor proporción de chatarra (20% máximo). Su refinación se realiza en las estaciones de metalurgia secundaria, donde se le incorporan las ferroaleaciones. Posteriormente, pasa a las máquinas de colada continua para su solidificación, obteniéndose semielaborados, planchones o palanquillas, que se destinan a la fabricación de productos planos y productos largos, respectivamente.

- **Fabricación de productos planos**

Los planchones son cargados en hornos de recalentamiento y llevados a temperaturas de laminación. Este tratamiento permite, por medio de la

oxidación que se genera, remover pequeños defectos superficiales y ablandar el acero para ser transformado mecánicamente en el tren de laminación en caliente, en bandas, con ancho y espesor definidos. Las bandas pueden ser suministradas como tales o como bobinas o láminas, sin decapar o decapadas, en función de los requerimientos del cliente en el uso y forma.

Las bandas también pueden ser sometidas a deformación a temperatura ambiente (Laminación en Frío) para reducir el espesor y obtener bobinas laminadas en frío (LAF). Estas últimas pueden ser entregadas al mercado como crudas (Full Hard), o continuar su procesamiento en los hornos de recocido y en los trenes de laminación de temple, con el objetivo de modificar sus características metalúrgicas, mecánicas y, muy ligeramente, las geométricas. De esta manera, se obtienen bobinas recocidas y/o procesadas en el laminador de temple, que podrán ser proporcionadas en bobinas, cortadas a longitudes específicas (Láminas), o continuar procesos posteriores con recubrimiento electroquímico de cromo o estaño.

La Figura N° 6 describe las etapas que detallan el proceso de fabricación de los productos planos.

- **Fabricación de productos largos**

Las palanquillas son cargadas en hornos de recalentamiento y llevadas a temperatura de laminación. Este tratamiento permite, por medio de la oxidación generada, remover pequeños defectos superficiales y ablandar el acero para ser transformado mecánicamente en los laminadores de alambón y de barras, para obtener el alambón y las barras con resaltes (Cabillas), respectivamente como se muestra en la Figura N° 7.

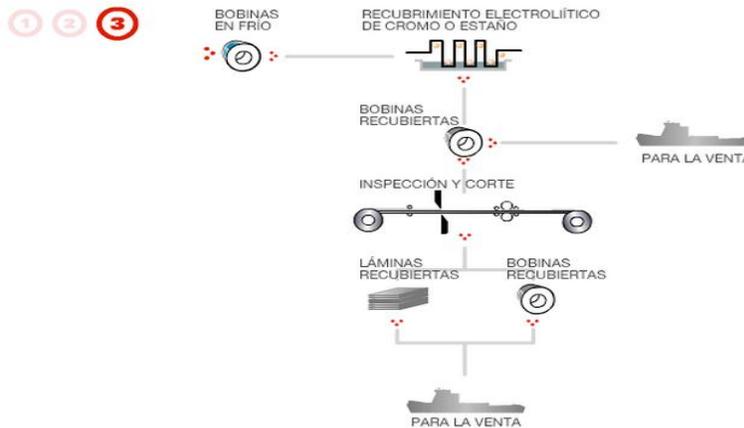
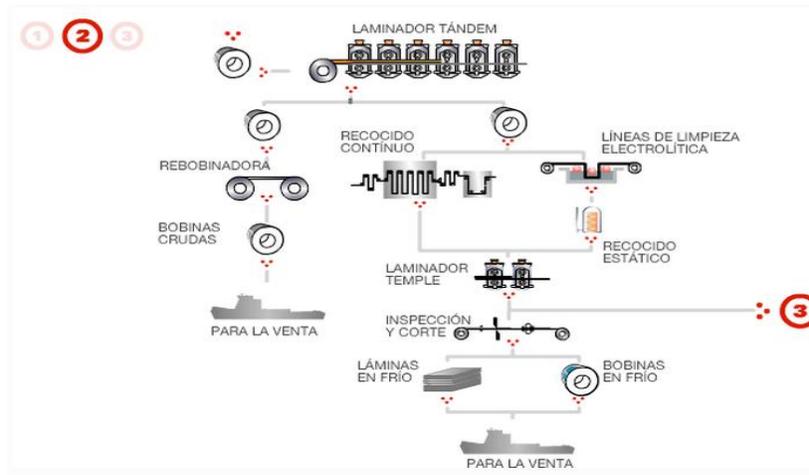


Figura N° 6. Proceso para la Fabricación de Productos Planos.

Fuente: Intranet SIDOR C.A.

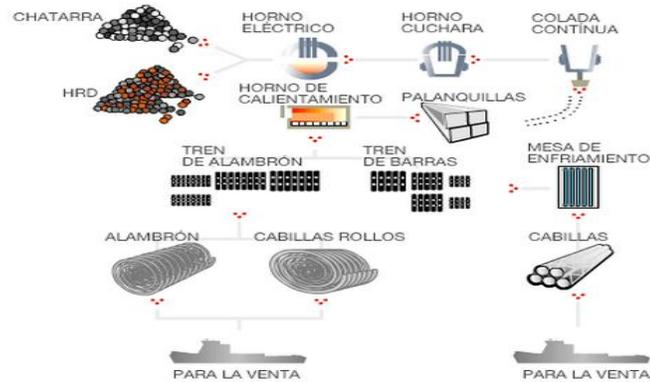


Figura N° 7. Etapas en el Proceso de Fabricación de Productos Largos.

Fuente: Intranet SIDOR C.A.

Decapado

El Decapado es el proceso que permite eliminar el óxido superficial de la banda mediante la inmersión de la misma en concentraciones variadas de ácido clorhídrico (HCl). La Figura N° 8 ilustra dicho proceso.

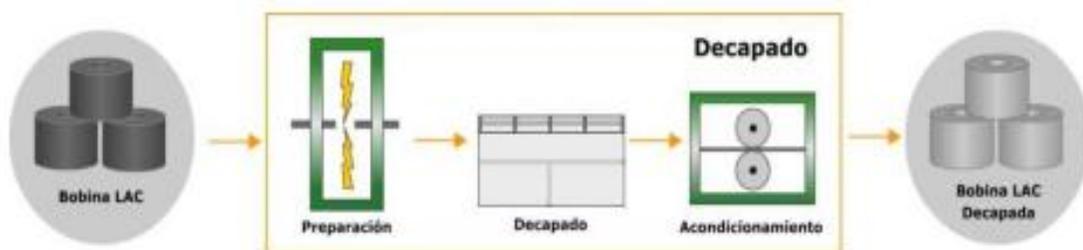


Figura N° 8. Diagrama de Decapado

Fuente: Intranet de SIDOR C.A.

Secuencia de Operaciones en el Área de Decapado

Durante el proceso de laminación en caliente, enfriamiento, transporte y almacenamiento se forma sobre la superficie de la banda una laminilla de óxidos. La misma está compuesta por tres tipos de óxidos de hierro:

- Férrico Fe_2O_3
- Ferroso Férrico Fe_3O_4
- Ferroso FeO

Y se distribuyen sobre la banda según se muestra en la Figura N° 9:

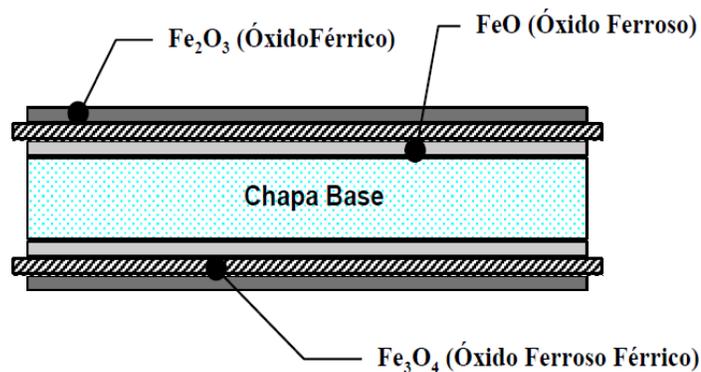


Figura N° 9. Composición de la Banda

Fuente: Intranet SIDOR C.A.

Esta oxidación superficial puede traer consecuencias negativas, como la pérdida de metal superficial e incrustaciones sobre la banda y los cilindros del laminador en frío, durante la laminación, si no se procede a su eliminación.

Si bien, el Decapado se puede efectuar con procedimientos como el granallado o el ultrasonido, el método de limpieza utilizado con más frecuencia, por su posibilidad de mayor escala, es el de Decapado por inmersión de la banda en una solución ácida, tal como el que se emplea en SIDOR C.A.

Las etapas del Proceso de Decapado son:

1. Preparación de la banda
2. Decapado
3. Acondicionamiento de la bobina.

- **Preparación de la Banda**

Las bobinas son colocadas en un mandril desenrollador y pasan por la niveladora. A consecuencia de esto, la laminilla de óxidos se rompe o quiebra, facilitando la acción posterior de la solución decapante.

Para poder efectuar el proceso de Decapado, es necesario arrastrar la banda a todo lo largo de la línea. Esto se logra uniendo la cabeza de la bobina entrante con la cola de la anterior que está siendo procesada y, de esta forma, se le da continuidad al proceso. La Figura N° 10 ilustra las etapas por las que transita la banda antes de la entrada a la zona proceso (tanques de Decapado).

Las bobinas soldadas ingresan a los carros acumuladores. El objeto es almacenar la banda para mantener la continuidad operativa en la etapa siguiente, transporte a los tanques de decapado, independizándola de las operaciones de entrada.

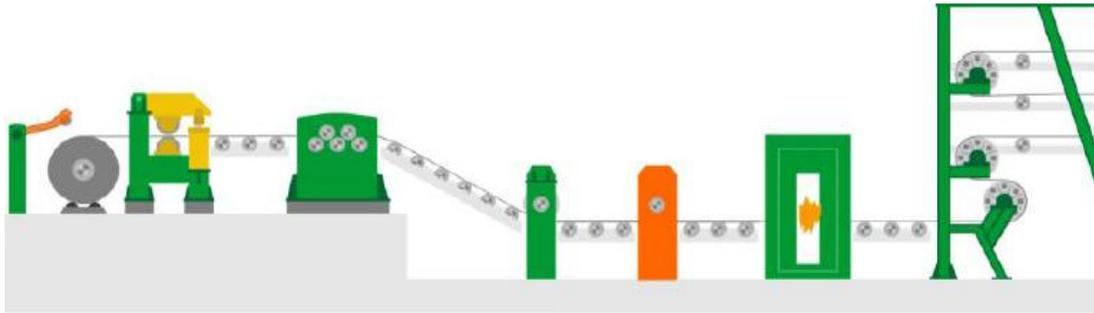


Figura N° 10. Preparación de la Banda

Fuente: Intranet SIDOR C.A.

- **Decapado**

La banda pasa por cuatro tanques tapados que contienen soluciones de ácido clorhídrico (HCl) en agua, en concentraciones variables, a una temperatura de aproximadamente 80°C. Estas soluciones atacan a los óxidos de la banda, produciendo una reacción química que los desprende. La adición de ácido se efectúa en el tanque N° 3 y pasa a los restantes en sentido contrario a la circulación de la banda, por lo tanto las concentraciones que encuentra la misma en su avance son crecientes (de 6% a 18%). La Figura N° 11, ilustra los tanques con solución de ácido clorhídrico.

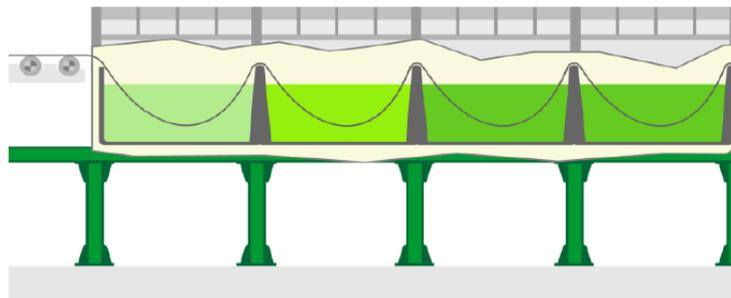


Figura N° 11. Tanques con solución de ácido clorhídrico.

Fuente: Intranet SIDOR C.A.

Una vez decapada, la banda, pasa por un tanque donde es lavada por medio de rociadores con agua. Después de ser enjuagada en agua caliente (aprox. a 90°C), pasa a otro tanque para eliminar todo resto de ácido de la banda. Finalmente se seca con aire caliente en la estación de secado.

- **Acondicionamiento de la Banda**

La banda limpia de óxidos (Banda Blanca) es ajustada al ancho requerido (corte de borde). Esto se realiza por el corte, con dos cizallas circulares, a ambos lados de la banda (refiladora o cortadora de bordes). Luego se la aceita en ambas caras para protegerla de nuevas oxidaciones.

Por medio de una cizalla se separan las bobinas en cada soldadura de entrada (bobina simple). Luego se enrollan, fleja, pesan, identifican y almacenan. La bobina decapada puede comercializarse como un producto final o continuar con el proceso de laminación en frío. La Figura N° 12, ilustra el proceso descrito.

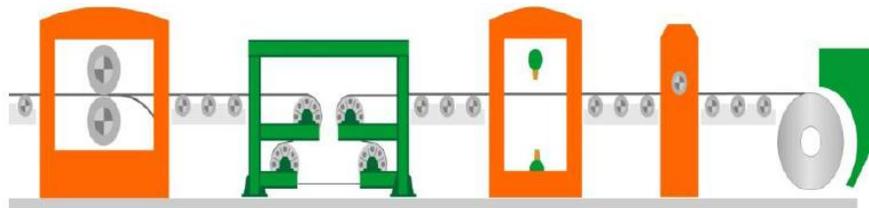


Figura N° 12. Acondicionamiento de la Banda.

Fuente: Intranet SIDOR C.A.

Productos

El producto resultante del proceso anterior son bobinas decapadas cubiertas en aceite para su resguardo.

Destinos del producto

- **75% - 80%** a la Laminación en Frío
- **25% - 20%** restante se destina a las Ventas Directas a Clientes.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

Sistemas de Gestión

Lorino (1995), define la gestión como: *“Un asunto de comportamiento: se trata mediante la elección de los fenómenos medidos, de orientar los componentes individuales o colectivos en un sentido que se ha juzgado favorable para la empresa y de conseguir el cumplimiento de su estrategia.”* (p.87)

Ogalla (2005), por otra parte define un sistema de gestión como: *“Conjunto de procesos, comportamientos y herramientas que se emplean para garantizar que la organización realiza todas las tareas necesarias para alcanzar sus objetivos.”* (p.1)

Un sistema de gestión permite la interacción entre los actores gerenciales y las actividades que desempeña una empresa, con el propósito de controlar los indicadores que definen los efectos económicos y no económicos. Para esto el sistema debe disponer de datos estándares como patrones que se persiguen alcanzar y datos reales de lo que periódicamente acontece en las actividades de la empresa. Mediante el conocimiento de datos ciertos y reales de lo que acontece en una organización no solo se logra gestionar lo que está sucediendo, sino que a su vez permite la planificación para definir lo que ha de ocurrir a futuro.

Los sistemas de gestión permiten:

- ✓ Realizar una planificación a largo plazo.
- ✓ Disminuir los posibles riesgos de la empresa.
- ✓ Gestionar los objetivos para su alcance.
- ✓ Adecuar la estructura de la empresa de acuerdo a los resultados del sistema.
- ✓ Facilitar la adaptación de los objetivos a largo plazo de acuerdo a las nuevas estrategias.

Características de un Sistema de Gestión

- ✓ Muy sencillo, de modo que pueda ser de fácil manejo, compuesto por pocos objetivos e indicadores (5 o 6).
- ✓ Preciso, compuesto por indicadores concretos.
- ✓ Evolutivo, diseñado de forma tal que pueda existir en él un rediseño de acuerdo a los cambios circunstanciales y de estrategia.
- ✓ Tan integrado como sea posible, se deben definir los indicadores de control de acuerdo a la determinación de los factores claves de éxito.

Implementación de los Sistemas de Gestión

La implementación de un sistema de gestión resulta factible cuando:

- ✓ Se establecen los objetivos a lograr. Se deben establecer los objetivos que han de ser percibidos a corto, mediano y largo plazo mediante la implementación del sistema de gestión.
- ✓ Se verifica constantemente el grado de cumplimiento de estos objetivos. Se debe mantener una revisión periódica del grado de

cumplimiento de los objetivos con el propósito de minimizar los desvíos que influyen en el alcance de lo previsto.

- ✓ Se toman decisiones correctas y oportunas. La definición de sistemas de gestión está más involucrada con esta etapa, ya que, la finalidad de los mismos es ser útiles a la toma de decisiones correctas, con la intención de optimizar la rentabilidad de las empresas.

La toma de decisiones es aceptable cuando:

- ✓ La información emitida por el sistema es objetiva, fidedigna, y suministrada en el tiempo oportuno.
- ✓ La información es precisa y completa, para ello se debe introducir en el sistema dos soportes esenciales.
 - a) El diseño e implementación del control interno, a través de la organización administrativa.
 - b) El diseño e implantación de un cuadro de mando.

Indicadores de Gestión

Se conoce un indicador de gestión como una expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según sea el caso.

Beneficios de los Indicadores de Gestión

Los indicadores de gestión permiten a las organizaciones determinar si un proyecto está siendo exitoso o si se está cumpliendo con lo programado.

De manera más específica se afirma que los indicadores de gestión permiten a las organizaciones:

- ✓ Interpretar lo que está ocurriendo.
- ✓ tomar medidas cuando las variables se salen de los límites establecidos.
- ✓ Definir la necesidad de introducir cambios y/o mejoras y poder evaluar sus consecuencias en el menor tiempo posible.
- ✓ Analizar la tendencia histórica y apreciar la productividad a través del tiempo.
- ✓ Establecer la relación entre productividad y rentabilidad.
- ✓ Direccionar o re-direccionar planes financieros.
- ✓ Relacionar la productividad con el nivel salarial.
- ✓ Medir la situación de riesgo de la empresa.
- ✓ Proporcionar las bases del desarrollo estratégico y de la mejora focalizada.

Particularidades de los Indicadores

Cada medidor o indicador debe cumplir los siguientes criterios:

- **Medible:** El medidor o indicador debe ser medible. La característica descrita debe ser cuantificable en términos ya sea del grado o frecuencia de la cantidad.

- **Entendible:** El medidor o indicador debe ser reconocido fácilmente por todos aquellos que lo usan.
- **Controlable:** El indicador debe ser controlable dentro de la estructura de la organización.

Elementos que Comprenden los Indicadores de Gestión

Para la creación de indicadores de gestión se deben tomar en cuenta los siguientes elementos importantes:

- **La definición**

Consiste en la descripción del indicador de dos formas. Conceptual, Especifica la función del indicador y matemática, Representa la fórmula matemática con la que se identifica el indicador y permite cuantificar el estado de la característica o hecho que se quiere controlar.

- **El objetivo**

Es lo que se desea conseguir con el indicador. Expresa la mejora que se busca y el sentido de esa mejora (maximizar, minimizar o eliminar).

- **Valores de Referencia**

Son los niveles de referencia con los cuales se desea comparar el valor del indicador. Existen diferentes valores de referencia, estos son: valor histórico, valor estándar, valor teórico, valor de requerimiento de los usuarios, valor de la competencia, valor por política, corporativa determinación y de valores por consenso.

- **La Responsabilidad**

Define el modo en el que se debe actuar ante la información que muestra el indicador y su posible desviación respecto a las referencias escogidas.

- **Los puntos de medición**

Define la forma en la cual se han de obtener los datos, los sitios y momento donde han de realizarse las mediciones, especifica los medios con los cuales han de llevarse a cabo las medidas, quienes hacen las lecturas y cuál es el procedimiento de obtención de las muestras.

- **La Periodicidad**

Especifica el período de realización de la medida, cómo presentan los datos, cuando realizan las lecturas puntuales y los promedios.

Para que la denominación de un indicador sea eficaz debe reunir varias condiciones:

- ✓ Estar basado en el rendimiento, debe atacar las principales causas de eficiencia en las actividades críticas.
- ✓ Estar fundamentado en un objetivo, este debe perseguir un objetivo.
- ✓ Estar basado en un parámetro que pueda de forma sencilla expresarse en cifras.
- ✓ Definido de forma temporal, al ser alcanzado el objetivo por el cual fue establecido el indicador, se evaluará la conveniencia de mantenerlo o abandonarlo.

Un indicador de gestión será una herramienta de beneficio a la organización cuando éste sea de proceso, es decir, ha de proporcionar una

visión de las tendencias en las que va evolucionando el proceso, permitirá la acción y la toma de decisiones a tiempo.

Tipos de Indicadores

- **Indicadores de Eficiencia**

Empleados para medir el alcance de objetivos con relación al costo invertido. Se habla de eficiencia cuando se busca el óptimo uso de los recursos que se tienen para lograr los objetivos que se esperan.

- **Indicadores de Eficacia**

Empleados para medir el grado de alcance de los objetivos planeados. Se deben definir las actividades y operaciones que realmente necesitan llevarse a cabo para el logro de los objetivos esperados.

- **Indicadores de Efectividad**

La efectividad contempla la eficiencia y la eficacia, se define como el logro de los objetivos esperados en el tiempo y con el costo más razonable posible. Se habla de efectividad cuando se logran los objetivos deseados sin despilfarro de tiempo o dinero.

Sistema de información

Es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el objetivo de servir de apoyo para el control de una empresa. El computador es el equipo utilizado para que el sistema de información pueda operar y el recurso humano es quien interactúa con el sistema de información.

Objetivos de los Sistemas de Información

- ✓ Automatización de los procesos operativos.
- ✓ Proporcionar información que sirva de apoyo al proceso de toma de decisiones.
- ✓ Lograr ventajas competitivas a través de su implantación.

Actividades Básicas que Desempeña un Sistema de Información

- **Entrada:** Proceso que realiza el sistema para la recolección de datos que requiere para procesar la información, este puede darse de forma manual, el usuario proporciona de manera directa la información y de forma automática, los datos son tomados de otros sistemas o módulos (interfaces automáticas). Las unidades comunes para la toma de datos a las computadoras son los terminales, las cintas magnéticas, las unidades diskette, los códigos de barras, los escáner, la voz, los monitores sensibles al tacto, el teclado, el mouse, entre otras.

Los datos son un conjunto de hechos, es decir unidades individuales de información. Los mismos pueden darse en forma:

- **Numéricos:** tales como, reportes de ventas, cifras de los inventarios, reportes de tiempo de las actividades, entre otros.
- **No Numéricos:** nombres y direcciones de los clientes, las fotografías, los mapas, entre otros.
- **Almacenamiento de Información:** Actividad o capacidad de mayor relevancia que tiene una computadora, ya que permite al sistema guardar y recordar la información obtenida en el proceso anterior. Generalmente, esta información es alojada en unidades denominadas

archivos tales como: discos magnéticos o discos duros, discos flexibles o diskettes y los discos compactos CD-ROM).

- **Procesamiento:** Es la actividad interna que realiza el sistema de información, la cual, consiste en efectuar los cálculos de acuerdo a la secuencia de operaciones preestablecida, con los datos introducidos o bien con los almacenados. El resultado de este proceso permite la transformación de los datos fuente en información que servirá de apoyo para la toma de decisiones.

A continuación se muestran los tipos de operaciones de procesamiento de datos:

- ✓ Registro, transferencia de datos a una forma de documento.
 - ✓ Duplicación, operación que consiste en reproducir los datos en varios documentos o formas.
 - ✓ Verificación, Comprueba los datos de forma cuidadosa para evitar errores.
 - ✓ Separación, esta operación consiste en separar los datos por categoría.
 - ✓ Clasificación, forma de ordenar los datos suministrados.
 - ✓ Intercalación, se toman dos o más conjunto datos que han sido clasificados con la misma clave y se resumen para formar un solo conjunto de datos.
 - ✓ Calculo, se realizan cálculos matemáticos sobre la base de datos.
 - ✓ Recuperación, operación que consiste en recuperar datos que han sido perdidos o eliminados.
-
- **Salida de Información:** Es la capacidad que tiene un sistema de información para mostrar la información que ha sido procesada en la

etapa anterior. Las unidades típicas de salida son las impresoras, monitores, terminales, diskettes, cintas magnéticas, la voz, graficadores y los plotters, entre otros.

- **Distribución de la información:** En esta etapa se generan los documentos de informe o reporte, pueden ser documento fuente para futuros procesamientos.

La Tabla N° 1 que a continuación se muestra, describe un resumen de tres tipos de sistemas de información:

Tabla N° 1. Tipos y Características de Sistemas de Información.

Sistema de información	características
Transaccionales	<ul style="list-style-type: none"> -Diseñado para realizar transacciones tales como: cobros, pagos, transferencias, entradas y salidas. -Permiten el ahorro de mano de obra -Son intensivos de entrada y salida de información -Recolectores de información
De apoyo para las Decisiones	<ul style="list-style-type: none"> -Diseñados para la toma de decisiones -Comúnmente establecidos después de la implantación de los sistemas transaccionales. -La Información que generan sirve de apoyo a los mandos intermedios como a la alta administración -Intensivos en cálculos y de poca información de entrada y salida. -Requieren de mano de obra significativa -Interactivos y amigables -Desarrollados por el usuario -Pueden incluir la programación de la producción, compra de materiales, flujo de fondos, modelo de simulación de negocios, modelo de inventarios.
Estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> -Desarrollados dentro de la organización, de fácil adaptación -Su función es lograr ventaja sobre la competencia. -Apoyan el proceso de innovación de producto o proceso.

Fuente: Propia del Autor

Productividad

La Productividad es la relación entre la cantidad física de bienes y servicios obtenidos en un período determinado y la cantidad de insumos gastados para lograrla, de esta manera la productividad constituye una medida para evaluar cualquier tipo de actividad productiva de la sociedad, combinando la efectividad (lo que puede lograrse) con la eficiencia (la utilización de los recursos). Podemos expresar la productividad a través del siguiente modelo matemático:

$$Productividad = \frac{Cantidad\ de\ Productos}{Cantidad\ de\ Recursos\ Gastados} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Se puede decir que la productividad aumenta cuando existe un aumento en la cantidad de productos obtenidos, logrado en un lapso de tiempo determinado e invirtiendo la misma cantidad de recursos.

La productividad no es un indicador sino un conjunto de indicadores, que incluyen:

Indicadores Parciales de Productividad por Producto y para el Conjunto de la Producción.

En éstos indicadores parciales se coloca en el denominador un solo tipo de recurso, y se hablara entonces, de productividad laboral, productividad de las materias primas y componentes, productividad de la energía, productividad de los equipos, según sea el caso.

Indicadores de Productividad Total por Producto y para el Conjunto de la Producción.

En éstos indicadores se coloca el total de los recursos gastados.

Indicadores de Productividad

Una vez que se conocen los productos e insumos, y sus atributos, se pueden establecer o construir diversos indicadores de productividad, definidos de la siguiente manera:

- ✓ Para cada producto y cada insumo, existirá un indicador parcial de productividad: productividad del insumo respectivo para el producto que se está considerando.
- ✓ Para el total de la producción y para cada insumo común a los diferentes productos existirá un indicador parcial de productividad: productividad del insumo respectivo para el conjunto de la producción.
- ✓ Para cada producto existirá un indicador de productividad total: productividad del conjunto de insumos para el producto en cuestión.
- ✓ Para el total de la producción existirá un indicador de productividad total: productividad del conjunto de insumos para el conjunto de la producción.

A continuación se describe el modelo matemático para cada tipo de indicadores:

Se toman en cuenta 2 tipos productos (A Y B), y cuatro tipos insumos (X, Y, Z, U).

Indicadores de tipo (I):

$$\frac{qA}{QxA'} \frac{qA}{QyA'} \frac{qA}{QzA'} \frac{qA}{QuA}$$

Ecuación (2)

$$\frac{qB}{QxB'} \frac{qB}{QyB'} \frac{qB}{QzB'} \frac{qB}{QuB}$$

Ecuación (3)

Indicadores de productividad tipo (II):

$$\frac{qA + qB}{QxA + QxB'} \frac{qA + qB}{QyA + QyB'} \frac{qA + qB}{QzA + QzB'} \frac{qA + qB}{QuA + QuB}$$

Ecuación (4)

Indicadores de productividad de tipo (III)

$$\frac{qA}{QxA + QyA + QzA + QuA'} \frac{qB}{QxB + QyB + QzB + QuB}$$

Ecuación (5)

Indicadores de productividad tipo (IV)

$$\frac{qA + qB}{QxA + QyA + QzA + QuA + QxB + QyB + QzB + QuB}$$

Ecuación (6)

Dónde:

q A: Cantidad de productos A

q B: Cantidad de productos B

QxA: Cantidad del insumo (x) gastado en el producto A.

QxB: Cantidad del insumo (x) gastado en el producto B.

QyA: Cantidad del insumo (Y) gastado en el producto A.

QyB: Cantidad del insumo (Y) gastado en el producto B.

QzA: Cantidad del insumo (Z) gastado en el producto A.

QzB: Cantidad del insumo (Z) gastado en el producto B.

QuA: Cantidad del insumo (U) gastado en el producto A.

QuB: Cantidad del insumo (U) gastado en el producto B.

Factibilidad Técnica-Económica

El estudio económico permite realizar la planificación del futuro, a través, de la evaluación de proyectos de inversiones, con el propósito de determinar anticipadamente la rentabilidad que este pueda tener. El método seleccionado para realizar este estudio, es el de Valor Presente Neto.

Método de Valor Presente Neto

Esta herramienta permite transformar los ingresos y egresos a futuro en dinero equivalentes del presente, el método de valor presente es utilizado para la selección de una alternativa sobre otra.

Para realizar el cálculo del Valor presente Neto (VPN) se requiere de los siguientes datos:

- ✓ Costo inicial del producto.
- ✓ Costo de operación y mantenimiento.
- ✓ Valor de Salvamento.
- ✓ Tasa de descuento
- ✓ Vida útil estimada del producto.

En este estudio se debe traer al presente los flujos netos efectivos y el valor de salvamento (valor del producto al final de su vida útil). A continuación, se muestra la ecuación general para determinar este factor:

$$VPN = -P + \sum_1^n (VP) * FNE + (VP) * VS \quad \text{Ecuación (7)}$$

Dónde:

P: Costo Inicial.

(VP)*FNE: Valor presente del flujo neto de efectivo del periodo n.

(VP)*VS: Valor presente del Valor Salvamento.

n: Número de años del estudio.

Sensores

Un sensor es un equipo diseñado para detectar magnitudes físicas o químicas, las cuales se denominan, variables de instrumentación, éstas son transformadas en variables eléctricas cuyo propósito es el de emitir una señal a un determinado sistema de modo que este pueda efectuar una actividad u operación.

Las variables de instrumentación pueden darse, entre otras, por:

- ✓ Temperatura
- ✓ Intensidad lumínica
- ✓ Distancia
- ✓ Aceleración
- ✓ Inclinación, desplazamiento
- ✓ Velocidad
- ✓ Presión
- ✓ Fuerza
- ✓ torsión
- ✓ Humedad
- ✓ Movimiento

- ✓ PH entre otras.

Características de un sensor

- ✓ Rango de medida: Dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- ✓ Precisión: es el error de medida máximo esperado.
- ✓ Desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula.
- ✓ Linealidad o correlación lineal.
- ✓ Sensibilidad.
- ✓ Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede detectarse a la salida.
- ✓ Rapidez de respuesta
- ✓ Derivas: otras magnitudes, aparte de la magnitud de entrada, que influye en la variable de salida.

Un sensor es un dispositivo capaz de transformar o convertir una determinada magnitud que se quiere medir o controlar para facilitar su medida. Pueden ser de indicación directa o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un visualizador) de modo que los valores detectados puedan ser leídos por un humano.

Tipos de Sensores

La Tabla N° 2, describe algunos de los tipos de sensores electrónicos:

Tabla N° 2. Tipos de Sensores

Sensor	Imagen	Descripción
Sensor de Distancia		<p>Pensados para realizar la medida de distancia lineal o desplazamiento lineal de una forma automatizada, proporcionan una señal eléctrica según la variación física, en este caso la variación física es la distancia.</p> <p>Los rangos de medida, según el tipo de sensor de distancia empleado. hay modelos miden pocas micras y otros que llegan a medir cientos de metros.</p>
Sensores de Desplazamiento		<p>Pensados para realizar medidas de desplazamiento lineal o posición lineal, de una forma automatizada. Generalmente la medida se realiza en magnitudes de distancia como pueden ser metros o pulgadas.</p>
Sensores de Aceleración		<p>Pensados para realizar una medida de aceleración o vibración, proporcionando una señal eléctrica según la variación física, en este caso la variación física es la aceleración o la vibración.</p> <p>Los rangos de medida son diversos, desde 1 g, hasta los miles de g's. Respecto al rango de frecuencia, hay acelerómetros que parten de 0 Hz, para medida de bajas frecuencias, acelerómetros que llegan hasta los miles de Hz para altas frecuencias de vibración, otros modelos de muy alta sensibilidad con bajo rango de frecuencia, etc.</p>
Sensores de Inclinación		<p>Pensados para la conversión de la magnitud física de inclinación en una eléctrica. Cuyo rango puede partir de pocos grados hasta el giro de 360°. En cuanto a la señal de salida puede ser proporcional al ángulo o proporcional al seno del ángulo, pudiendo ser en corriente, tensión o digital.</p> <p>Los formatos son muy diversos, con encapsulados o carcasas de diferentes materiales, plástico, aluminio, acero inoxidable, etc.</p>
Sensores de Fuerza		<p>Empleados para medir la cantidad de presión por unidad de superficie que se ejerce en un control o ensayo. Estos sensores de fuerza transforman la magnitud mecánica en magnitud eléctrica, fuerza ejercida en voltaje.</p> <p>La tecnología depende principalmente de como estén montadas las bandas extensométricas que se instalan en los sensores, así pues, hay sensores de fuerza a tracción, sensores a compresión, células de carga a flexión, células de carga a cortadura, etc.</p>

<p>Sensores de Par de Torsión</p>		<p>Los sensores de par miden la fuerza de torsión a la que se somete un eje durante las diferentes fases de su funcionamiento, bien sea en arranque, dinámico o parada. Se suele ensayar y estudiar en elementos de potencia como motores, generadores, alternadores, etc. Un transductor de par proporciona una variación mecánica en una eléctrica, en este caso una torsión se traduce en una variación de voltaje.</p>
<p>Sensores de Presión</p>		<p>Su objetivo es transforman una fuerza por unidad de superficie en un voltaje equivalente a esa presión ejercida.</p> <p>Los formatos son diferentes, pero destacan en general por su robustez, ya que en procesos industriales están sometidos a todo tipo de líquidos, existiendo así sensores de presión para agua, sensores de presión para aceite, líquido de frenos, etc.</p>
<p>Sensores de Temperatura y Humedad</p>		<p>Las sondas de temperatura y humedad así como los sensores de temperatura y humedad, cuentan con diferentes fases de integración, desde sensores básicos para acondicionar, hasta elementos con visualizador que incorporan el sensor internamente, que además pueden registrar los datos o proporcionar una señal estándar amplificada.</p>

Fuente: Empresa SENSING S.L

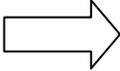
Diagrama de Proceso

Un diagrama de proceso es una herramienta de ingeniería de métodos empleada para representar gráficamente la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones esperas y almacenamiento que ocurren en un determinado proceso. Incluye, además, toda la información necesaria para realizar el análisis; tal como el tiempo de la actividad y distancia recorrida. Es utilizado para representar las secuencias de un producto, un operario, o una pieza.

Objetivos de los Diagramas de Procesos

Los diagramas de flujo son utilizados con el objetivo de proporcionar un panorama claro de los acontecimientos de un proceso de forma cronológica con el propósito de mejorar la distribución de los departamentos y el manejo de los materiales. Sirven, además, para conocer las operaciones y disminuir las demoras, decidir los cambios aceptables que se puedan realizar, ya que, nos permite graficar el método actual con el mejorado. Así mismo permiten comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para estudios particulares. La Tabla N° 3 describe las Figuras o símbolos utilizados en los diagramas de proceso.

Tabla N° 3. Símbolos Empleados en los Diagramas de Proceso

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
OPERACIÓN		Es un cambio realizado al producto, pieza o material dentro de un proceso.
INSPECCIÓN		Es una actividad que implica verificación o comprobación de la calidad del producto de acuerdo a especificaciones estándar.
INSPECCIÓN		Es una actividad verificación de la cantidad de un producto en un área específica.
TRANSPORTE		Es un cambio de posición del producto, se considera para distancias iguales o mayores a 1 metro.
DEMORA		Es el tiempo improductivo en el cual no se realiza ninguna operación. (espera de montacargas, papeles en espera x algún trámite).
ALMACENAMIENTO		El material o producto se encuentra en un área sin operaciones ni traslados.

Fuente: Propia del Autor

Diagramas de Flujo

Un diagrama de flujo es una herramienta comúnmente utilizada por los programadores informáticos que sirve de apoyo para el diseño de un programa una vez ya definida su estructura.

Un diagrama de procedimiento según:

Forsythe (1973), “Un esquema para representar un algoritmo.” (p.24)

Joyanes (1987), “*es la representación gráfica de unos procedimiento y de la secuencia u orden en que deben ejecutarse.*” (p.14), dicho autor, menciona que se pueden considerar tres tipos fundamentales de diagramas, conocidos también como diagramas de flujo o flujogramas los cuales son:

Diagramas de Sistema o de Configuración

Son diagramas diseñados para describir el flujo de información entre los distintos soportes físicos de un sistema informático. Reflejan las operaciones normales para el desarrollo del proceso que realizan los componentes utilizados en un programa.

Diagrama de Macroprocesos o Bloques

Representan la estructura en los módulos o bloques que se han realizado del problema a resolver. Incluye también el flujo de información entre los diversos módulos, así como el orden de ejecución de los mismos. Estos diagramas están relacionados con el proceso.

Diagramas de Detalle u Organigrama

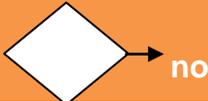
Son las órdenes en secuencia que se deben dar a la máquina para la resolución de problemas.

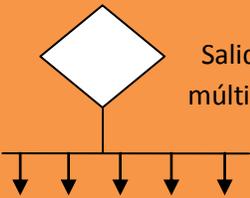
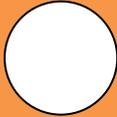
Este tipo de diagrama es utilizado para representar gráficamente las operaciones que realiza un determinado programa, con el detalle específico para que pueda servir de apoyo a la etapa siguiente de la programación.

Los Símbolos Utilizados en los Diagramas de Flujo de Detalle/ordinogramas Según Joyanes

El instituto de Normalización Americano (ANSI) (American National Standards Institute) ha diseñado un conjunto de símbolos y signos estándar para la realización de este tipo de diagramas los cuales se presentan a continuación en las Tablas N° 4 y 5.

Tabla N° 4. Símbolos Normalizados para los Diagramas de Flujo

Símbolos Principales	Función
	Representa el inicio o el final de un programa. También puede representar una parada o interrupción programada.
	Representa la entrada de datos a la memoria desde periféricos. También el registro de información procesada en un periférico.
	Simboliza cualquier tipo de operación que pueda efectuar cambios en los datos de entrada.
	Figura las operaciones lógicas o de comparación entre datos para los caminos que debe considerar el programa.

↓ si	
 <p>Salidas múltiples</p>	Figura que representa las decisiones multiples donde en función de los resultados de la comparación se selecciona el camino.
	Se utiliza para conectar dos partes de un ordinograma. (para una misma página)
	Utilizadas en los diagramas de flujo para indicar la secuencia de ejecución de las operaciones
	Línea que une un símbolo de otro.
	Se utiliza para conectar dos partes de un ordinograma. (para páginas distintas)
	Se emplea para un módulo independiente del programa principal que recibe una entrada que proviene de dicho programa.
	Representa la impresión de cualquier documento generado por el programa.
	Se utiliza para añadir comentarios clasificadores a otros símbolos del diagrama.

Fuente: Propia del Autor

Tabla N° 5. Signos Universales Utilizados en los Diagramas de Flujo

Operaciones aritmética	Significado
------------------------	-------------

→ ←	Cambios en campos de información.
+	Suma
-	Resta
.	Multiplicación
/	División
↑	Exponenciación
Operaciones de relación	Significado
<	Menor que
=	Igual que
>	Mayor que
≤	Menor o igual que
≥	Mayor o igual que
≠	Diferente de
:: y <>	Símbolo de comparación

Fuente: Propia del Autor

Diagrama de Ishikawa

Gutiérrez (1997), define un diagrama Ishikawa como: “*Un método gráfico que refleja la relación entre las características de calidad (muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyan a que exista. En otras palabras es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus características potenciales*”. (p.113).

El diagrama Ishikawa conocido también como diagrama de causa-efecto o diagrama de espina de pescado, es una herramienta utilizada generalmente

a nivel empresarial, para facilitar el análisis de problemas y generar posibles soluciones que vayan en pro de la calidad de procesos, productos o servicios. Consiste de una representación gráfica sencilla, consta de una línea horizontal donde se indica el problema a analizar y se escribe hacia el lado derecho, luego hacia la izquierda se especifican cada una de las causas potenciales y se agrupan o estratifican de acuerdo con sus similitudes en ramas y subramas.

La Figura N° 13 Muestra la estructura que debe tener un diagrama de Ishikawa.

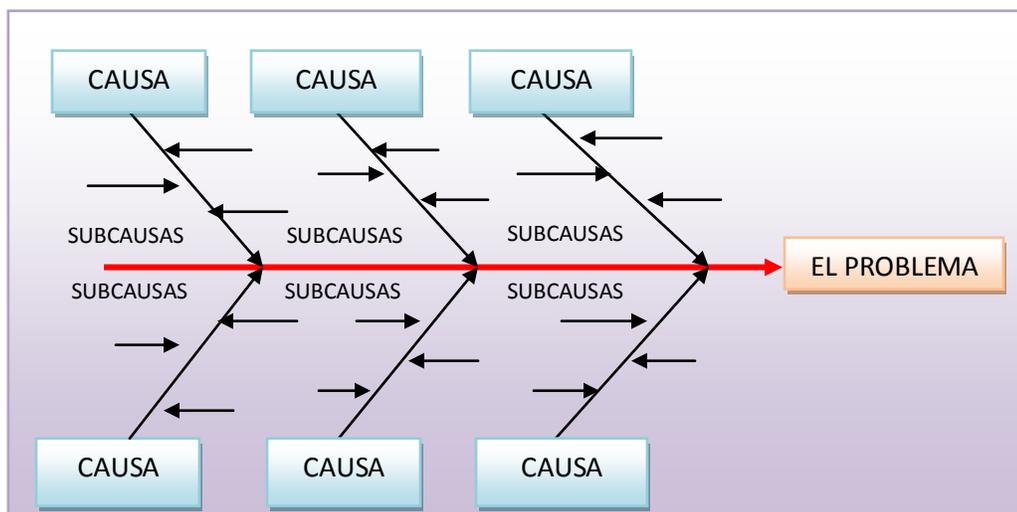


Figura N° 13. Diagrama de Ishikawa.

Fuente: Propia del Autor.

Método 6M o Análisis de Dispersión para la Construcción de un Diagrama Ishikawa

Según el autor referido, el método 6M o análisis de dispersión, es el método generalmente utilizado, consiste en agrupar las causas potenciales en las seis siguientes ramas principales:

✓ Mano de Obra:

- Conocimiento (¿se conocimiento del trabajo?)
- Entrenamiento (¿Entrenados para la realización del trabajo?)
- Habilidad (¿el operario muestra habilidad en el desarrollo para el desarrollo del trabajo?)
- Capacidad (¿el operario se encuentra en condiciones físicas y mentales ideales para realizar el trabajo?)

✓ Métodos:

- Estandarización (¿las responsabilidades y procedimientos del trabajo se encuentran definidos?)
- Excepciones (¿existe un procedimiento alterno cuando no puede realizarse el procedimiento estándar para efectuar la labor?)
- Definición de Operaciones (¿Se encuentran definidas las operaciones y existe un indicador que exprese si se ha realizado bien la operación?)

✓ Maquinarias o equipos:

- Capacidad (¿Las maquinarias se encuentran en buenas condiciones para realizar el trabajo?)
- Herramientas (¿existe cambio de herramientas consecuentemente y es adecuado?)
- Ajustes (¿existen manuales operativos que clarifiquen el ajuste del equipo?)
- Mantenimiento (¿existe un programa de mantenimiento preventivo adecuado?)

✓ Material:

- Variabilidad (¿se realizan variaciones en las características indispensables?)
- Cambios (¿Ha habido algún cambio?)
- Proveedores (¿Cuál es la influencia de diversos proveedores?
¿Cuál es la influencia de materiales con características similares?)
- ✓ Medición o inspección:
 - Disponibilidad (¿Se realizan las mediciones requeridas?)
 - Definiciones (¿Están definidas operacionalmente las características que son medidas?)
 - Tamaño de la muestra (¿Se han medido suficientes piezas?)
 - Capacidad de repetición (¿se puede repetir fácilmente la medida?)
 - Sesgo (¿existe algún sesgo en la medida?)
- ✓ Medio Ambiente:
 - Ciclos (¿existe algún ciclo del proceso donde el medio ambiente impacte?)
 - Temperatura (¿la temperatura ambiental influye en la operaciones?).

Pasos para la Construcción de un Diagrama de Ishikawa

- ✓ Seleccionar el aspecto de calidad a mejorar.
- ✓ Escribir de forma clara y concisa el aspecto a mejorar del lado derecho del diagrama, trazar una flecha ancha de izquierda a derecha.
- ✓ Buscar todas las causas probables que están generando el problema y representarlas en el diagrama del lado izquierdo.
- ✓ Decidir cuáles son las causas más importantes.
- ✓ Decidir sobre cuales causas se va a actuar.

- ✓ Preparar un plan de acción para atacar cada una de las causas.

Matriz FODA

La matriz foda es una herramienta que permite el análisis de cualquier situación, individuo, producto, empresa, entre otros, al que se le deba hacer un estudio en un momento determinado. Dicha matriz, facilita la toma de decisiones estratégicas para mejorar la situación actual en el futuro.

La matriz foda consiste en construir un cuadro del contexto actual del objeto de estudio, a través de esta herramienta se logra obtener un diagnóstico preciso que permite, en función de ello, tomar decisiones y acciones acordes con los objetivos propuestos.

Objetivo Primario del Análisis FODA

El objetivo de un análisis foda es obtener estrategias en base a la capacidad del objeto de estudio, se consideran sus fortalezas y debilidades Internas para afrontar los cambios y turbulencias en el contexto del estudio (factores externos, oportunidades y amenazas).

Factores a Considerar en la Conformación de una Matriz FODA

- ✓ **Factores Internos:**
 - **Fortalezas:** son las capacidades especiales con las cuenta la empresa, lo que le permite, tener una mejor posición frente a otras.

- **Debilidades:** Son aquellos factores no favorables a la empresa y que provocan una posición inferior ante las demás empresas.

- ✓ **Factores Externos:**
 - **Oportunidades:** Son todos aquellos elementos que resultan positivos y favorables y que deben ser descubiertos en el entorno en el que se encuentra la empresa.

 - **Amenazas:** Son las situaciones que provienen del entorno y que pueden provocar efectos totalmente desfavorables a la empresa.

Pasos para Realizar una Matriz Foda

- ✓ Hacer una lista de las fortalezas internas claves.
- ✓ Hacer una lista de las debilidades internas claves.
- ✓ Hacer una lista de las oportunidades externas importantes
- ✓ Hacer una lista de las amenazas claves.
- ✓ Plasmar como se muestra en la Figura N° 14
- ✓ Comparar las fortalezas internas con las oportunidades externas y registrar las estrategias FO resultantes.
- ✓ Comparar las debilidades internas con las oportunidades externas y registrar las estrategias DO resultantes
- ✓ Comparar las fortalezas internas con las amenazas externas y registrar las estrategias FA resultantes.
- ✓ Comparar las debilidades internas con las amenazas externas y registrar las estrategias DA resultantes.

La Figura N° 14 muestra la estructura de una matriz foda.

Factores Internos Factores Externos	Lista de Fortalezas F1 F2 F3	Lista de Debilidades D1 D2 D3	
	Lista de Oportunidades O1 O2 O3	Lista de Estrategias FO (O1,O3, F1,F2)	Lista de Estrategias DO (O2, O3, D2, D3)
	Lista de Amenazas A1 A2 A3	Lista de Estrategias FA (A1, A2, F2, F3)	Lista de Estrategias DA (A1, A2, D1,D2)

Figura N° 14. Ejemplo de Matriz Foda.

Fuente: Propia del Autor.

Glosario de Términos Básicos

- **Punta y Cola de Bobina:** Se le llama a los extremos de una banda.

Cepilladora: Es un subconjunto de la máquina soldadora encargada de eliminar el excedente de material formado por arco eléctrico con el fin de tener una banda continua sin rebaba en su superficie.

- **Cizalla:** Maquina que se utiliza para cortar los extremos defectuosos de las bandas.

- **Cuchilla:** Lamina de metal a base de acero, que forma la parte cortante de las Cizallas.
- **Decapado:** Proceso que elimina el óxido de hierro de sobre la superficie de las bandas de acero, mediante la inmersión de la misma en una solución de ácido clorhídrico (HCl) en agua.
- **Despunte y Descole:** Corte de los extremos de la banda, motivo de descarte por defecto. También para el escuadre de la punta de una banda con la cola de otra.
- **Encoder:** Codificador rotatorio, también conocido como codificador de eje o generador de pulso, es un dispositivo electrónico diseñado para convertir la posición angular de un eje a un código digital, lo que lo convierte en un tipo de transductor.
- **Espada:** Subconjunto de la maquina soldadora que define la cantidad de material necesario a fundir de acuerdo al tipo de espesor a procesar para la costura entre punta y cola de las láminas.
- **Gestión:** Acción y efecto de administrar. Conjunto de acciones y decisiones que toma la gerencia para que se lleve a cabo un trabajo de la mejor forma.
- **Mandril:** Equipo empleado para enrollar o desenrollar las bobinas.
- **Máquina Soldadora:** Es el equipo utilizado en el proceso de decapado continuo para soldar los extremos de las bobinas para su procesamiento en la línea.

- **Modelo:** Aquello que se toma como referencia para producir algo igual.
- **Mordazas:** Es un componente de la máquina soldadora que se utiliza para sujetar y nivelar los extremos de la banda en el momento de realizar la soldadura.
- **Operación:** Ejecución de una acción.
- **Operación de Entrada y Salida:** Operaciones de preparación y acondicionamiento de la bobina.
- **Proceso de Soldadura:** Es el proceso donde se une la punta de una lámina con la cola de la otra, para darle continuidad la siguiente etapa.
- **Productividad:** Es la relación entre la cantidad de productos y el tiempo utilizado para obtenerlos.
- **Rodillos Tensores:** Permiten mantener la banda tensionada durante el proceso, también controlan la velocidad con la que avanza la banda.
- **Sensor:** Dispositivo capaz de detectar una magnitud física o química y transformarla en una variable eléctrica para emitir una señal a un sistema.
- **Sistema:** Conjunto de elementos que interactúan entre sí para el alcance de objetivos.

- **Tiempo Disponible:** Tiempo calendario menos el tiempo no trabajado (feriados, paradas programadas.)
- **Tiempo Efectivo:** Tiempo Disponible menos el tiempo de interrupciones (Demoras, Microdemoras entre otras.)
- **Tiempo Muerto:** Período de tiempo del que se dispone para hacer algo.
- **Tracción:** Es el esfuerzo interno al cual está sometido un cuerpo debido a la aplicación de dos fuerzas en sentido opuesto, acción que tiende a estirarlo.
- **Zona de Proceso:** Área donde se encuentran ubicados los tanques que contienen una solución de ácido clorhídrico en agua, y los tanques de acondicionamiento de las bandas.

CAPÍTULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe la metodología aplicada en el desarrollo de este proyecto, contiene el tipo y diseño de investigación, así como también las unidades de análisis, técnicas, herramientas empleadas y el procedimiento metodológico.

Tipo de Investigación

El presente estudio se realizó empleando una modalidad de investigación descriptiva, comparativa y proyectiva.

Esta investigación es de tipo descriptiva, ya que, se estudiaron las características de proceso de las líneas de Decapado I y II en las operaciones de entrada y salida.

Parte de esta investigación tuvo también una modalidad comparativa, pues, una vez descritas ambas líneas se prosiguió a contrastar la información obtenida, esto se realizó con el propósito de evaluar si la línea de Decapado I contaba con las características de proceso que presenta el Decapado II en función de la estructura de su sistema de tiempos muertos, ya que, el objetivo de este proyecto es establecer un sistema de tiempos muertos en la

línea de Decapado I estructurado conforme al que actualmente se encuentra incorporado en el Decapado II.

Esta investigación también se consideró de tipo proyectiva, pues, se formalizó la estructura de un sistema de tiempos muertos en la línea de Decapado I, que permite el control de los desvíos en la productividad ocasionados por la presencia de las microdemoras en el proceso.

Diseño de Investigación

Según las estrategias aplicadas, esta investigación se catalogó como de campo no experimental, debido a que, se obtuvo información directamente de las líneas de Decapado I y II, la cual, fue de carácter indispensable en el estudio comparativo y para la estructura del sistema de tiempos muertos en la línea de Decapado I.

Unidades de Análisis

Población

La población en este estudio estuvo conformada por todas las actividades que se realizan en el proceso de la línea de proceso del Decapado I donde existe la presencia de microdemoras.

Muestra

Como muestra se estudiaron las siguientes operaciones:

En la zona de preparación de la bobina:

- Descole,
- Corte en cizalla III,
- Traslado,
- Preparación,
- Soldadura y
- Cepillado.

En la zona de Acondicionamiento de la bobina:

- Corte de la soldadura,
- Sacar bobina del mandril,
- Enhebrado y
- Arranque.
-

Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos

Observación Directa

Se empleó esta técnica de observación directa en el área de decapado, la cual, permitió la familiarización con las diferentes etapas de los procesos en las líneas para efectuar la descripción y comparación entre ambas líneas de Decapado.

Entrevistas no Estructuradas

Esta herramienta hizo posible obtener información adicional concerniente a las actividades operativas que se efectúan en la entrada y la salida de los Decapados, provista por el operario, técnicos electricistas, ingenieros de procesos, industriales, mecánicos, entre otros.

Revisión Documental

Esta herramienta también fue utilizada para obtener información acerca de las características de los procesos en las líneas de Decapado para la realización del estudio comparativo. Se extrajo información de prácticas operativas, de las tendencias del sistema de gestión de las líneas (SGL), de manuales de las maquinarias instaladas, planos, entre otros.

Instrumentos de Recolección de Datos

La recolección de datos se llevó a cabo empleando los siguientes instrumentos:

Planos Layout de las Líneas

Los planos Layout representan una herramienta importante en esta investigación, ya que, por medio de ellos se logró identificar cómo se encuentran distribuidas físicamente las líneas en el área de decapado, además, indagar acerca del distanciamiento entre las maquinaria.

Manuales de los Equipos Instalados

En esta investigación los manuales de los equipos instalados se utilizaron, para describir las características físicas y funciones de los equipos instalados.

Tablas Graficas

Las Tablas graficas se utilizaron en este proyecto para facilitar el estudio las velocidades con las que actualmente operan las líneas de Decapado.

Paquetes Computarizados

Software Ibanalizer incorporado en el (GSL)

Este programa permite graficar variables para su posterior análisis. Mediante la información aportada por este software se realizó el estudio comparativo de las velocidades con los que actualmente se encuentran operando las líneas de Decapado.

Software Microsof Excel

El Software de hoja de cálculo Microsoft Excel, permitió la tabulación de características que han de ser estudiadas en las líneas de Decapado y el diseño del formato de reportes.

Software Microsof Word

Este software facilitó toda la transcripción del trabajo sobre el Diseño de un sistema de gestión para el análisis de las microdemoras en el Decapado I de la gerencia de Laminación en Caliente de SIDOR C.A.

Procedimiento Metodológico

A continuación, se describe el procedimiento que se llevó a cabo para el alcance de los objetivos específicos definidos en el capítulo I.

Actividades:

1. Indagación sobre el sistema de gestión de microdemoras actual de la línea de Decapado I y análisis de la estructura del sistema de tiempos muertos en la línea de Decapado II.

2. Estudio comparativo entre las líneas de Decapado I y II, con el propósito de evaluar la posibilidad de implementar el sistema de tiempos muertos del Decapado II en el Decapado I, este consistió en:
 - ✓ La interpretación de planos, y visitas al área de Decapado para conocer el proceso de producción y las especificaciones técnicas de las líneas.
 - ✓ El análisis de las tendencias en el SGL, para conocer las velocidades de procesamiento de las líneas.
 - ✓ La inspección en el área de Decapado, para conocer el recorrido que realiza el operario para la puesta en marcha de las operaciones en las líneas.
 - ✓ La inspección en el área de Decapado, para conocer de la ubicación de los sensores en las líneas y de los requeridos para el sistema en el Decapado I.

3. Elaboración del diagrama de flujo del sistema de tiempos muertos de la línea de Decapado I.

4. Elaboración del diagrama de contexto del sistema de tiempos muertos para la línea de Decapado I.

5. Establecer los indicadores del sistema de gestión de tiempos muertos de la línea de Decapado I.

CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

Situación actual del Sistema de Gestión de la Línea de Decapado I.

Actualmente en la línea de Decapado I, no existe un método que permita el análisis de las microdemoras presentes en el proceso para disminuir el impacto que acarrearán en la productividad neta. Se puede observar en el informe mensual de dicha línea que en el cálculo de la productividad se toma en cuenta el impacto por velocidad (bajos ritmos de proceso) y por microdemoras, en éste se muestra una breve descripción del comportamiento de velocidades de las líneas durante el mes, mas no se contempla información alguna que detalle donde se situaron las microdemoras en el proceso, es por esto, que al tener presente la productividad neta estándar de la línea y restar el impacto de tonelada por la velocidad las cantidades de toneladas faltantes para cumplir con el programa estándar se le asigna al impacto por microdemoras, ya que, este el fenómeno actualmente no controlado en dicha línea.

Matriz FODA de la Situación Actual del Sistema de Gestión de la Línea de Decapado I.

La Tabla N° 6 muestra la matriz FODA de la situación actual del sistema de gestión de la productividad de la línea de Decapado I, donde se plantean estrategias q van en pro de la mejora continua para el alcance de los objetivos de la empresa.

Tabla N° 6. Matriz FODA de el Sistema de Gestión del Decapado I.

<p>FACTORES INTERNOS</p> <p>FACTORES EXTERNOS</p>	<p>FORTALEZAS</p> <p>F1.Sistema de cálculo de Productividad. F2.Motivación por parte de la gerencia en mejorar. F3.Personal familiarizado con el sistema de tiempos muertos del Dc2. F4.Dc1 Cuenta con un estándar de productividad.</p>	<p>DEBILIDADES</p> <p>D1.No existe control de las microdemoras. D2.No existe información detallada de cuales actividades presentan microdemoras. D3.No hay control del impacto desfavorable en la productividad neta. D4.Sistema de productividad limitado. D5.Desaprovechamiento de la utilidad de la línea.</p>
<p>OPORTUNIDADES</p> <p>O1.Nuevas funciones en el sistema actual. O2.Mantener la rentabilidad en la empresa. O3.Entrega de pedidos a tiempo. O4.Aumentar la satisfacción de clientes.</p>	<p>Estrategia (FO):</p> <p>(O1,O2,F1,F3,F4) Actualización del sistema gestión de la productividad de la línea en base al modelo del sistema del Dc2 para ajustar la productividad neta real a la estándar con la finalidad de mantener la rentabilidad de la empresa. (O3,O4,F2,F4) Inspección de los elementos q componen proceso de producción y toma de medidas correctivas, para cumplir con el estándar de productividad y mejorar el desempeño para la entrega de pedidos y satisfacción de clientes.</p>	<p>Estrategia (DO):</p> <p>(O1,O2,D2,D4) Actualización del sistema de productividad para incluir el detalle de información sobre los tiempos de las operaciones presentes en la línea de Dc1 para el análisis de las causas q provoca impacto desfavorable en la productividad neta y por ende en rentabilidad de la empresa. (O3,O4, D3) Estudio y control de las causas que provocan impacto en la productividad neta de la línea y que impiden en la entrega de pedidos a tiempo y la satisfacción de clientes</p>
<p>AMENAZAS</p> <p>A1.Impacto protagónico en la productividad. A2.Retrasos en la entrega de pedidos. A3.Pérdida de clientes. A4.Impacto en la rentabilidad de la empresa.</p>	<p>Estrategia (FA):</p> <p>(A1,F1,F2,F4) Supervisión y ajuste constante de los factores de producción de la línea de Dc1, con la finalidad de cumplir con el estándar de productividad, para el descarte de impactos protagónicos en la productividad. (A2,A3,F1,F3) Maximizar el grado de cumplimiento del estándar de productividad, a través de planes de mejora continua, con la finalidad de</p>	<p>Estrategia (DA)</p> <p>(A1.D1.D2) Disminuir impacto en la productividad mediante la realización de análisis y descarte de las microdemoras de los elementos involucrados de producción. (O4,D5) Supervisar periódicamente el proceso de producción para Garantizar el máximo aprovechamiento de la utilidad de línea con la finalidad de mantener o</p>

	cumplir con la entrega de pedidos a tiempo y la insatisfacción del cliente.	incrementar la rentabilidad de la empresa.
--	---	--

Fuente: Propia del Autor

Análisis de la Estructura del Sistema de Tiempos Muertos en la Línea de Decapado II.

La línea de Decapado II cuenta con un sistema de tiempos muertos que permite la emisión de reportes, los cuales, muestran el comportamiento de las actividades operativas en la zona de preparación y zona de acondicionamiento de la línea de Decapado II. El sistema aporta la información sobre el tiempo de descole, tiempo de corte en la cizalla 3, tiempo de traslado, tiempo de preparación, tiempo de soldadura, tiempo de cepillado, tiempo de corte de soldadura, tiempo de enhebrado, tiempo de arranque y el tiempo de sacar la bobina del mandril una vez culminado el proceso. Dichos tiempos son tomados de la línea de acuerdo a una descripción de tiempos muertos definida en la misma, respecto a esto, el sistema realiza la toma de datos de forma automática a través de periféricos de entrada (Sensores y Transductores), estos se encargan de transformar las variables de accionamiento de la línea en señales eléctricas que informan al sistema cuando ha iniciado y culminado una tarea, el software programado (Controlador lógico programable PLC) recibe dicha señal, mide y almacena el tiempo de las operaciones, como proceso final emite el reporte por cada turno estudiando las operacionales realizadas a cada bobina de forma particular.

Mediante los reportes referidos en el párrafo anterior, la Gerencia de Laminación en Caliente, puede estudiar las operaciones del proceso que se encuentran fuera de los estándares de tiempos establecidos, examinar la causa de los desvíos y plantear soluciones para disminuir las microdemoras

existentes en las tareas y de este modo mejorar el proceso para el alcance de la productividad neta estándar.

Descripción de Tiempos Muertos de La línea de Decapado II

La Figura N° 15, ilustra la zona de entrada de línea de Decapado II.

Descripción de Tiempos Muertos en la Zona de Entrada - Preparación De Bobina

- ✓ **Tiempo de Descole (T. DES):** Desde que el desenrollador pierde tracción hasta el primer corte en la cizalla 1 o 2.
- ✓ **Tiempo de Cizalla 3 (T. CZ3):** Desde que termina el primer corte en la cizalla 1 o 2 hasta el primer corte en la cizalla 3.
- ✓ **Tiempo de Traslado (T. TRAS):** Desde que termina el primer corte en la cizalla 3 hasta que baja la espada.
- ✓ **Tiempo de Preparación (T. PREP):** Desde que empieza a bajar la espada hasta que empieza la primera chispa de soldadura.
- ✓ **Tiempo de Soldadura (T.SOLD):** Desde la primera y hasta la última chispa de soldadura.
- ✓ **Tiempo de Cepillado (T.CEP):** Desde que termina la soldadura hasta que arranca la línea.

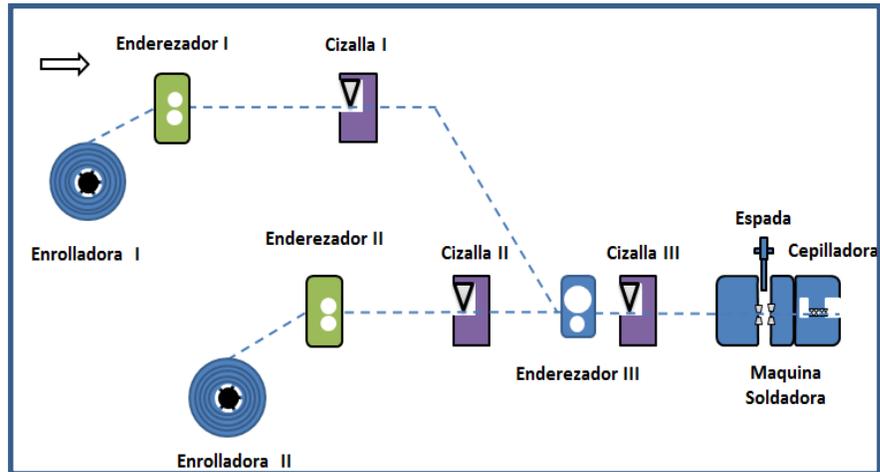


Figura N° 15. Zona de Entrada - Preparación De La Bobina.

Fuente: Propia del Autor.

La Figura N° 16, muestra la descripción de tiempo para las actividades descole y corte en cizalla III en ambos caminos. El resto de la descripción gráfica se encuentra en el Anexo I.

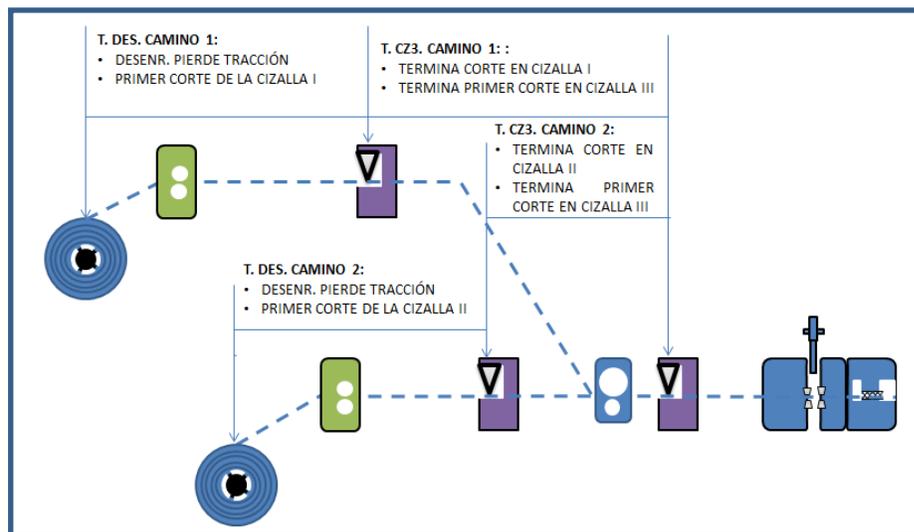


Figura N° 16. Descripción de Tiempos Muertos - Caminos 1 y 2.

Fuente: Propia del Autor.

Descripción de Tiempos Muertos en la Zona de Salida - Acondicionamiento de la Bobina

- ✓ **Tiempo de Corte de Soldadura (T. CORT.SOLD):** Desde que la banda se detiene en la cizalla IV hasta que termina de cortar la soldadura.
- ✓ **Tiempo de Enhebrado (T. ENH):** Desde que termina el corte de la soldadura hasta que la punta de la bobina se enhebra en el mandril enrollador.
- ✓ **Tiempo de Arranque (T. ARR):** Desde que termine de enhebrar la punta de la bobina hasta que arranque el proceso.
- ✓ **Tiempo de Sacar la Bobina Del Mandril (T.S.B.MAN):** Desde que se termina de cortar la soldadura hasta que se saca la bobina del mandril enrollador.

La Figura N° 17, ilustra la zona de salida de la línea de decapado II.

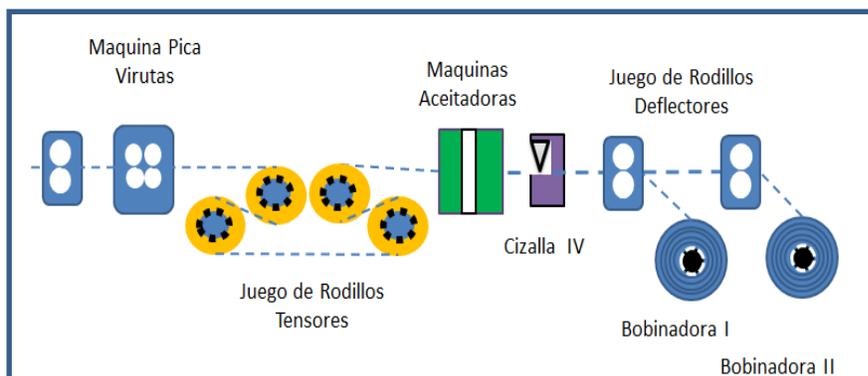


Figura N° 17. Zona de Salida - Acondicionamiento de Bobina.

Fuente: Propia del Autor.

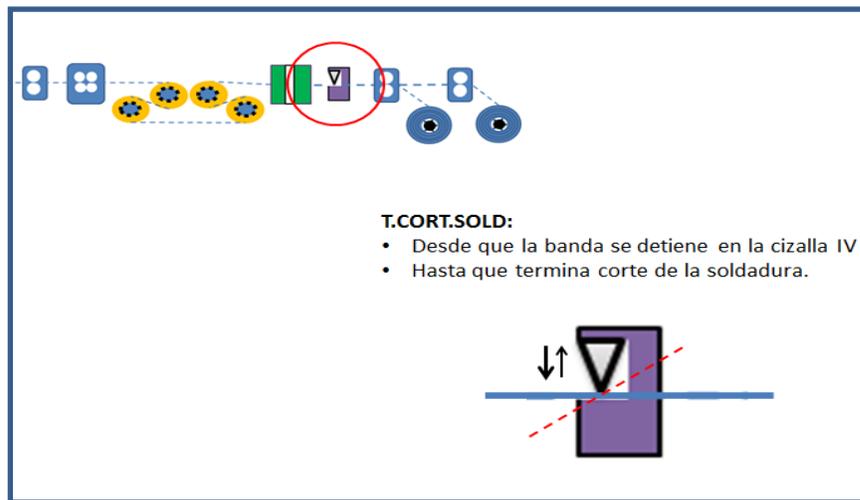


Figura N° 18. Descripción de Tiempo Muerto - Tiempo De Corte de Soldadura

Fuente: Propia del Autor

Tiempos estándares de la Operaciones en la Zona de Preparación y Acondicionamiento de la Bobina.

La Figura N° 18, muestra la Descripción de Tiempos Muertos para la actividad de corte de la soldadura. El resto de la descripción gráfica se encuentra en el Anexo I.

Las Tablas N° 7 y 8, muestran los estándares de tiempos fijados para las operaciones en la zona de preparación y acondicionamiento de la bobina en el Decapado II.

Tabla N° 7. Estándares de tiempos de las operaciones en zona de entrada.

		ESP < 2.80 MM	ESP < 3.70 MM	ESP < 4.80 MM	ESP >= 4.80 MM
Tiempo de descole		15,00	15,00	15,00	15,00
Tiempo Cizalla 3	Camino 1	30,00	30,00	30,00	30,00
	Camino 2	20,00	20,00	20,00	20,00
Tiempo Traslado		50,00	50,00	50,00	50,00
Tiempo Preparación		42,00	42,00	42,00	42,00
Tiempo Soldadura		8,50	10,50	12,50	20,00
Tiempo Cepillado		30,00	30,00	30,00	30,00

Fuente: SIDOR. C.A.

Tabla N° 8. Estándares de tiempo de las operaciones en la zona de salida.

	Venta Directa	Resto	
		Camino 1	Camino 2
Tiempo traslado soldadura	30,00	30,00	30,00
Tiempo corte de soldadura	35,00	35,00	35,00
Tiempo Sacar bobina del mandril	24,00	0,00	0,00
Tiempo enhebrado	40,00	25,00	40,00
Arranque	30,00	30,00	30,00

Fuente: SIDOR C.A.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y RESULTADOS

A continuación se presenta el estudio comparativo entre las líneas de Decapado I y II, con el propósito de evaluar la posibilidad de implementar el sistema de tiempos muertos del Decapado II en el Decapado I.

Estudio Comparativo

Este estudio consistió en comparar los siguientes aspectos entre las líneas: Proceso de producción, especificaciones técnicas, velocidades, recorrido del operario y la ubicación de los sensores.

El estudio estuvo enfocado, principalmente, en las operaciones que impactan el proceso continuo del Decapado, ya que, la banda debe ser detenida para que puedan llevarse a cabo las actividades de preparación tales como: cortes de la cola de la bobina, traslados hasta maquina soldadora, preparación antes de la soldadura, soldadura y cepillado y en la zona de acondicionamiento: el corte de la soldadura, el sacar la bobina del mandril enrollador, enhebrado de la punta de la bobina, y arranque del proceso. En dichas operaciones existe la presencia de microdemoras.

Proceso de Producción

En el estudio comparativo entre las operaciones realizadas en las líneas de Decapado I y II, se pudo conocer que ambas líneas aplican igual método para realizar el decapado de bobinas, y que además, emplea el mismo mecanismo para llevarlo a cat (nes se realizan empleando el mismo tipo de maquinarias), (se fundamentó en los planos Layout de las líneas (plano N°: PLF-DS2-SA-GLY005 “DECAPADO 2 ZONA DE ENTRADA Y SALIDA DE PLANTA” y El plano N°: PLF-DC1-SA-MLY000 “DECAPADO 1, LINEA DECAPADO CONTINUO) y planos mecánicos de las maquinarias (PLANO Nro. P.T8105602-3015: DESENROLLADOR, PLANO Nro. P.T-8223202-3016: CIZALLA TRANSVERSAL, PLANO Nro. P.T-8106300-3001: MAQUINA SOLDADORA PLANO Nro. P.T-8108702-3007: ENROLLADOR). Los planos que describen las líneas y el tipo de maquinarias empleadas en los Decapados se encuentran adjuntos en el Anexo II.

Descripción de las Actividades en la Entrada del Proceso de Decapado (Etapa de Preparación de la Bobina)

Inicialmente es colocada la bobina en un mandril, el cual, realiza el trabajo de desenrollar la bobina, esta lámina es guiada e introducida a la maquina enderezadora, proceso que se realiza para que la banda pueda ser trasladada por toda la línea. Ver Figura N° 19 y 20.



Figura N° 19. Desenrollador de bobina.

Fuente: Propia del Autor.



Figura N° 20. Enderezador de Banda (Preniveladora).

Fuente: Propia del Autor.

Luego del proceso anterior la lámina es dirigida por un camino de rodillos hacia la maquina de corte (cizalla), la cual se encarga de realizar varios cortes transversales a la lámina, (número de cortes de acuerdo al tiempo de producto) con el fin de eliminar la cola defectuosa resultado del proceso de laminación en caliente. Ver Figura N° 21.



Figura N° 21. Cizalla transversal.

Fuente: Propia del Autor.

Una vez finalizado el proceso de descole la lámina es trasladada a una siguiente cizalla transversal, esta máquina realiza un corte transversal de 90°, el cual, cumple la función de hace coincidir la cola de una lámina con la punta de otra, para seguidamente se unidas con el proceso de soldadura. Ver Figura N° 22.



Figura N° 22. Cizalla transversal. Corte de 90°.

Fuente: Propia del Autor.

La lámina es guiada hacia la maquina soldadora. En este proceso se unen los extremos de las láminas mediante la soldadura, formando una sola banda que permite que el proceso de decapado sea continuo. Ver Figura N° 23.



Figura N° 23. Maquina soldadora a tope.

Fuente: Propia del Autor.

Como etapa final del proceso de preparación de la bobina, la costura es pasada por la maquina cepilladora, la cual, elimina el excedente de material producto de la soldadura, con el fin de obtener una banda continua en su superficie. Ver Figura N° 24.



Figura N° 24. Cepilladora.

Fuente: Propia del Autor.

Culminada la etapa de preparación, la banda se encuentra lista para continuar con el proceso de Decapado en los tanques de ácido clorhídrico.

Descripción de las actividades en la salida del Decapado II (Etapa de preparación de la bobina)

El proceso de acondicionamiento comprende las siguientes actividades:

La banda limpia de óxidos (banda blanca) es pasada por la maquina refiladora o cortadora de bordes, esta ajusta el ancho de la lámina al

requerido por el cliente. Esto se realiza por medio del corte con dos cizallas circulares en ambos lados de la banda como se muestra en la Figura N° 25.



Figura N° 25. Maquina Cortadora de Bordes.

Fuente: Propia del Autor.

Una vez realizado el proceso anterior la banda es pasada por un equipo electrostático, este aplica una fina película de aceite que recubre la superficie de la banda la cual retarda a la misma de una próxima oxidación. Ver Figura N° 26.



Figura N° 26. Maquinaria Aceitadora.

Fuente: Propia del Autor.

Seguidamente la banda es trasladada por el camino de rodillos hacia la última cizalla transversal, esta máquina corta la unión de soldadura en la banda, (costura realizada en la etapa de preparación) lo que separa una lámina de otra. Ver Figura N° 27.



Figura N° 27. Cizalla transversal.

Fuente: propia del Autor.

Las bobinas ya separadas son dirigidas a un mandril enrollador el cual transforma la lámina nuevamente en bobina para su posterior almacenamiento. Las Figuras N° 28 y 29, muestran dicho proceso.



Figura N° 28. Lamina siendo enrollada por el mandril.

Fuente: Propia del Autor.



Figura N° 29. Bobinas blancas en proceso de traslado al almacén.

Fuente: Propia del Autor.

Maquinas empleadas para la realización de las operaciones en la zona de entrada y zona de salida

Las Tablas N° 8 y 9, presenta el equipamiento de las líneas de Decapado I y II.

Tabla N° 9. Maquinarias en la Zona de Entrada

Zona de Preparación (entrada)		
Equipo Instalado	Decapado I	Decapado II
2 Desenrolladores	✓	✓
2 Enderezadoras (Pre-niveladoras)	✓	✓
3 Cizalla Transversal	✓	✓
1 Maquina Soldadora	✓	✓

1 Cepilladora	✓	✓
1 Rodillos Tensores (Brida 6)	✓	✓

Fuente: Propia del Autor.

Tabla N° 10. Maquinarias en la Zona de Salida

Zona de Acondicionamiento (salida)		
Equipo Instalado	Decapado I	Decapado II
1 Máquina Cortadora de Bordes	✓	✓
1 Juego de Rodillos Tensores	✓	✓
1 Máquina de Aceitar	✓	✓
1 Cizalla Transversal	✓	✓
* 2 Enrolladores	✓	✓
* Actualmente el Enrollador II del Decapado I se encuentra desincorporado y el Enrollador I en el Decapado II se encuentra fuera de servicio		

Fuente: Propia del Autor.

Especificaciones Técnicas de las Líneas

Este estudio consistió en comparar los siguientes aspectos: secuencias de operaciones, distribución de líneas, distancias entre operaciones. Dicho estudio se fundamentó en Planos layout de las líneas (contemplados en el Anexo I).

Diagrama de Operaciones

Esta herramienta fue empleada para representar gráficamente la cronología de las operaciones, la distribución de las líneas y distancias entre las operaciones. Las Figuras N° 30 y 31 muestran:

- ✓ La distribución de las líneas en la zona de preparación y zona acondicionamiento:

Se pudo conocer que ambas líneas cuentan con dos caminos por donde transitan las láminas. En la zona de entrada: por un camino circula la cola de la lámina que se encuentra ya dentro del proceso de Decapado y por el otro es dirigida una nueva lámina a ser despuntada (corte de la punta) y posteriormente unida con la cola de la que ya está adentro para entrar al mismo proceso Ver Figura N° 30. De igual forma ambas líneas, en la zona de salida, cuentan con dos caminos, estos fueron diseñados para que luego de ser separada una lámina de otra (proceso de corte de soldadura), puedan tomar cada una un camino alterno para ser enrolladas nuevamente. Ver Figura N° 31.

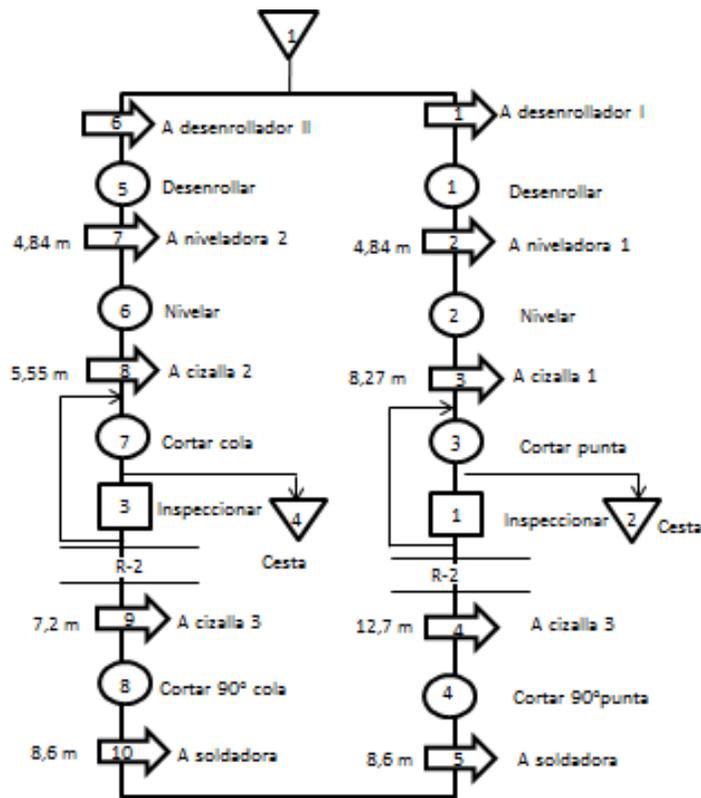
La distribución descrita en el párrafo anterior fue diseñada con el propósito de que el proceso de decapado sea continuo, es decir, que no se detenga o existan interrupciones en la zona de proceso debido a las actividades ejecutadas en los desenrolladores y enrolladores, pues, al ser prolongado el tiempo del material en los tanques de ácido este se ve afectado.

- ✓ El distanciamiento entre maquinarias:

Se pudo conocer que las líneas de Decapado I y II cuentan con la misma distancia de separación entre las maquinarias instaladas en las zonas de preparación y acondicionamiento.

- ✓ Las líneas de Decapado I y II tienen la misma secuencia de Operaciones.

Diagrama de Operaciones		
Diagrama N° 1	Hoja: 1 de 1	Método: Actual
Producto: Bobinas		Lugar: Decapado de la Gerencia de Laminación en Caliente.
		Línea: Decapado I y Decapado II
Actividad: Preparación de Bobina		Fecha: 22/10/2014



Actividad:	Nro.
	10
	5
	11
	5
Total:	31

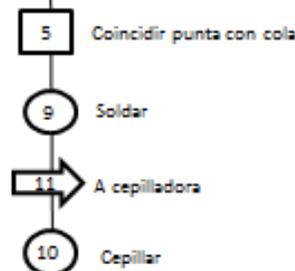
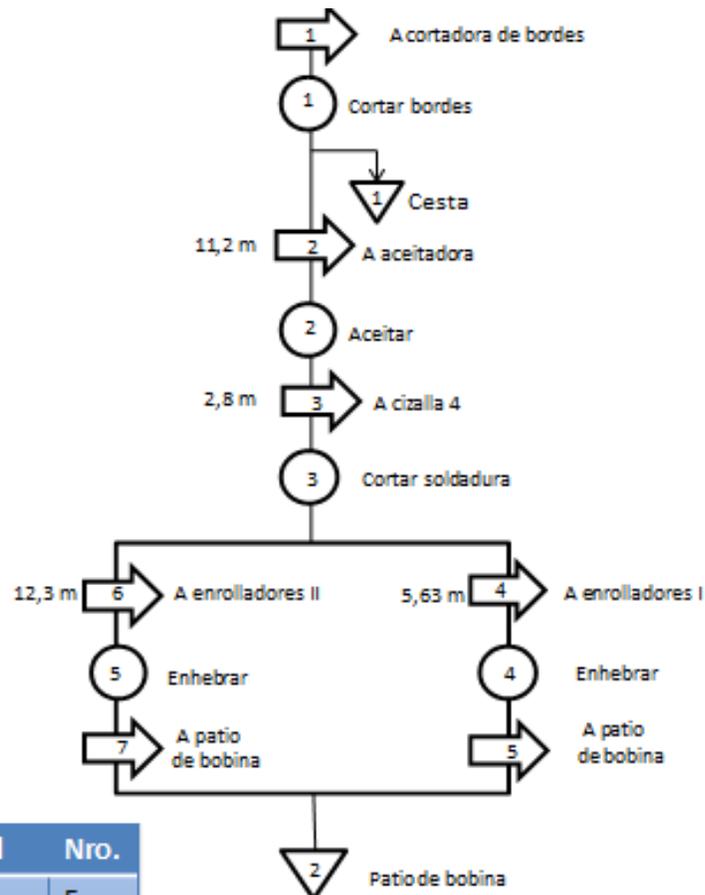


Figura N° 30. Diagrama de Proceso en la Zona de Preparación.

Fuente: Propia del Autor.

Diagrama de Operaciones		
Diagrama N° 2	Hoja: 1 de 1	Método: Actual
Producto: Bobinas		Lugar: Decapado de la Gerencia de Laminación en Caliente.
		Línea: Decapado I y Decapado II
Actividad: Acondicionamiento de Bobina		Fecha: 22/10/2014



Actividad	Nro.
	5
	0
	7
	2
Total:	14

Figura N° 31. Diagrama de Proceso en la Zona de Acondicionamiento.

Fuente: Propia del Autor.

Velocidades de las Líneas

Este estudio se les realizó a los equipos motores que generan el desplazamiento de la banda en la entrada y salida de los decapados. Estuvo basado en datos provistos de las líneas por medio de la dirección “Sistema de Gestión de Líneas (SGL), DC I y DC II, Reporte de Línea-Tendencias” contemplado en la intranet de la empresa y tomando para ello los días de producción: 25/09/2014 para el Decapado I y 12/02/2012 para el Decapado II.

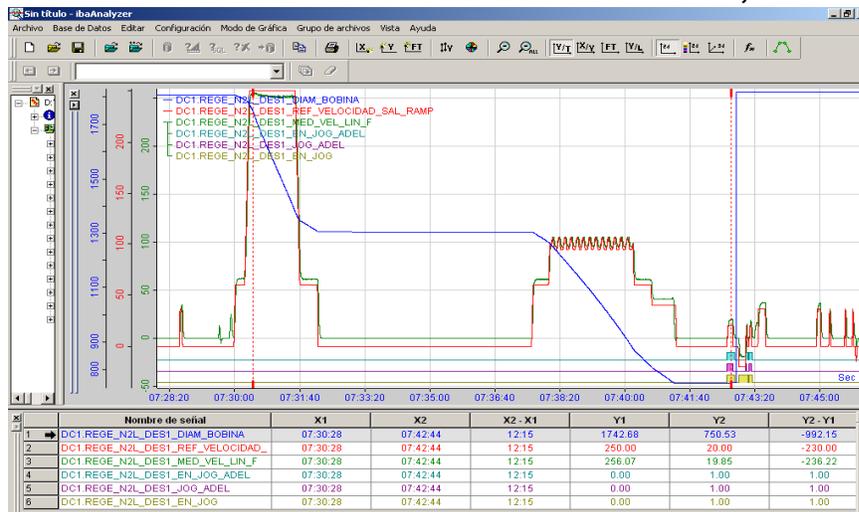
- Velocidad en el Desenrollador I del Decapado I

La Gráfica N° 1, describe las velocidades con las que procesa el desenrollador I. La grafica de color rojo, muestra la tendencia de velocidad real. El cursor ubicado del lado izquierdo, indica la velocidad máxima ejercida por el equipo (250m/min), y el cursor ubicado del lado derecho, indica la velocidad mínima (20m/min), momentos en los que se realizan las operaciones de preparación y de acondicionamiento. Las Gráficas que describen el comportamiento de las velocidades del resto de los equipos motores en la zona de preparación y acondicionamiento se encuentran contempladas en el Anexo III.

- Velocidad en el Desenrollador I del Decapado II

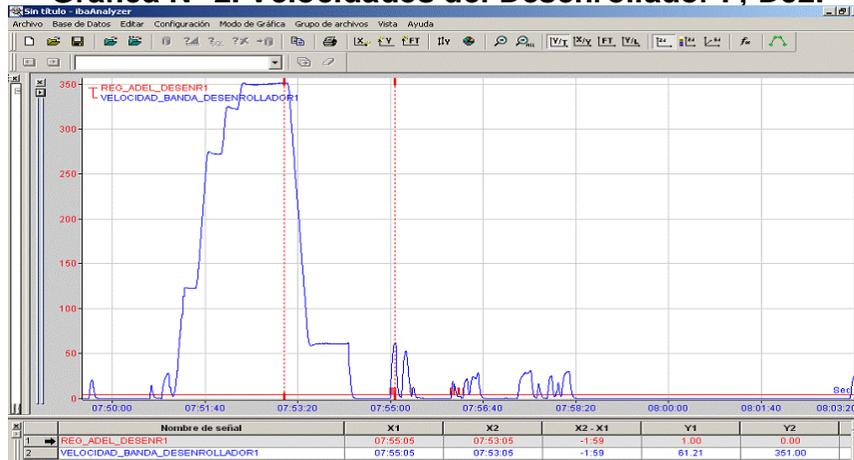
La Gráfica N° 2, describe la velocidad real (Gráfica de color azul), El cursor ubicado del lado izquierdo indica la velocidad máxima (350 m/min) el cursor ubicado del lado derecho indica la velocidad mínima (61 m/min), momentos en los que se realizan las operaciones de preparación y de acondicionamiento, para el equipo Desenrollador I. El resto de los equipos motores en la salida se encuentran contemplados en el anexo III.

Gráfica N° 1. Velocidades del Desenrollador I, Dc1.



Fuente: Propia del Autor.

Gráfica N° 2. Velocidades del Desenrollador I, Dc2.



Fuente: Propia del Autor.

La Tabla N° 11, muestra un estudio comparativo entre las líneas de Decapado I y II respecto a las velocidades de los equipos motores que generan el desplazamiento de la banda para las operaciones de preparación y acondicionamiento de bobinas.

Tabla N° 11. Estudio Comparativo de las Velocidades en el Decapado I y II

Equipos Motores	Velocidades m/min	
	Decapado I	Decapado II
Desenrollador I	20	61
Desenrollador II	20	71
Niveladora I	37	36
Niveladora II	37	36
Rodillos tensores I	36	37
Rodillos tensores 6	20	19
Enhebrador I	25	Fuera de servicio
Enhebrador II	Fuera de servicio	36

Fuente: Propia del Autor.

En la Tabla N° 10, se observar que:

- ✓ Existe diferencia significativa de velocidades en los desenrolladores I y II.

Con la velocidad ejercida por este equipo se realiza el desplazamiento de la banda, desde el desenrollador hasta la pre-nivelador para efectuar el proceso de enhebrado de la punta de la bobina en la pre-niveladora.

- ✓ Existe similitud entre las velocidades de las pre-niveladoras I y II.

Con la velocidad ejercida por dichos equipos es realizado el proceso de traslado de la punta de la bobina hacia las operaciones de acondicionamiento.

- ✓ Las velocidades de los rodillos tensores I (Brida I), también ejercen velocidades similares, variando en 1 metro por minuto.

La operación de traslado de la cola de la banda en la zona de preparación es realizada con la velocidad que ejercen los rodillos tensores I.

- ✓ Existe semejanza de velocidades en los rodillos tensores 6

Con la velocidad ejercida por los rodillos tensores 6, se efectúa el proceso de traslado de la banda hacia las operaciones de salida.

Diagrama del Flujo de Recorrido del Operario

Esta herramienta se utilizó para representar el recorrido o posición del operario para la puesta en marcha de las operaciones efectuadas en la zona de preparación y acondicionamiento de bobinas.

En la Figura N° 32, se observa que las operaciones de corte en las cizallas I, II y arranque en la zona de entrada del decapado II, son ejecutadas desde la cabina central por los operarios 1 y 2 sin realizar desplazamientos, Las operaciones de corte en cizalla III y preparación-soldadura las ejecuta el operario 3 que se traslada de una operación a otra en la zona del proceso.

La Figura N° 33, muestra que a diferencia del Decapado II, la operación de corte en las cizallas I o II, en el Decapado I, es efectuada por el operario 1 directamente en la línea, a través de los paneles de control de las cizallas, el resto de las operaciones se efectúan de igual forma que en el Decapado II.

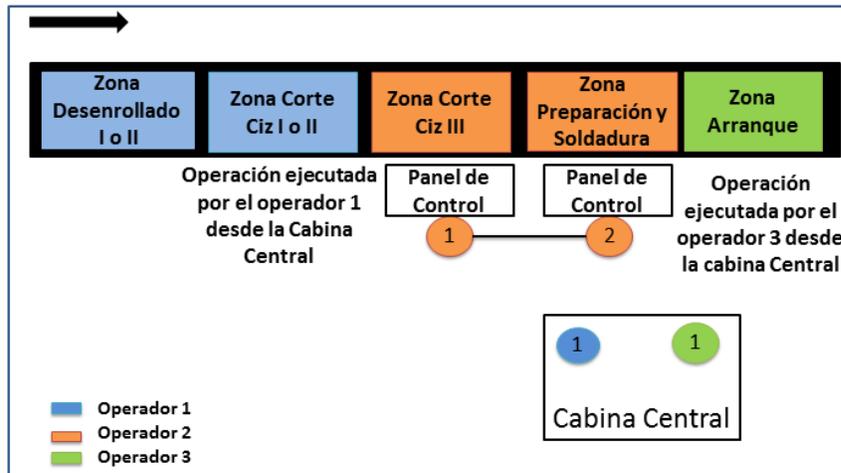


Figura N° 32. Diagrama de Flujo Recorrido del Operario en la Zona de entrada-Dc2 (preparación de la cola).

Fuente: Propia del Autor.

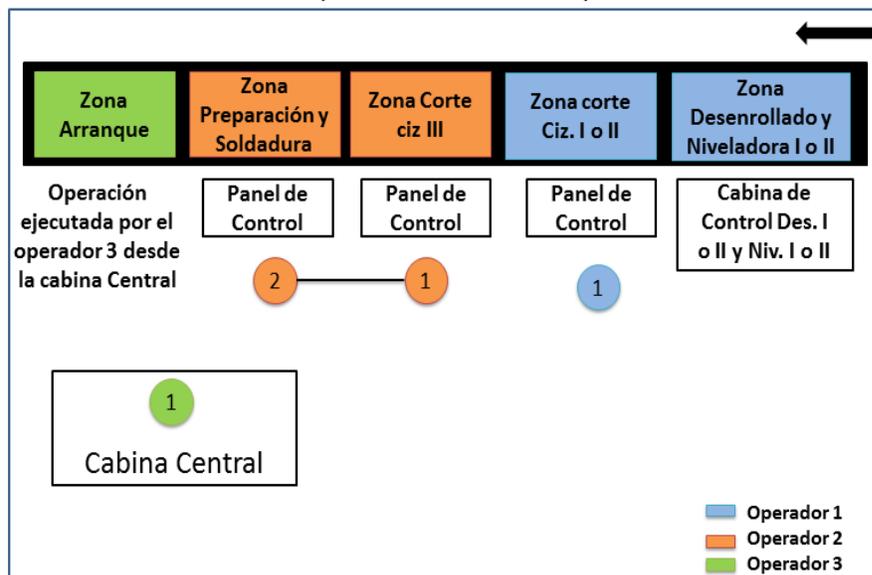


Figura N° 33. Diagrama de Flujo Recorrido del Operario en la Zona de entrada-Dc1 (Preparación de la cola)

Fuente: Propia del Autor.

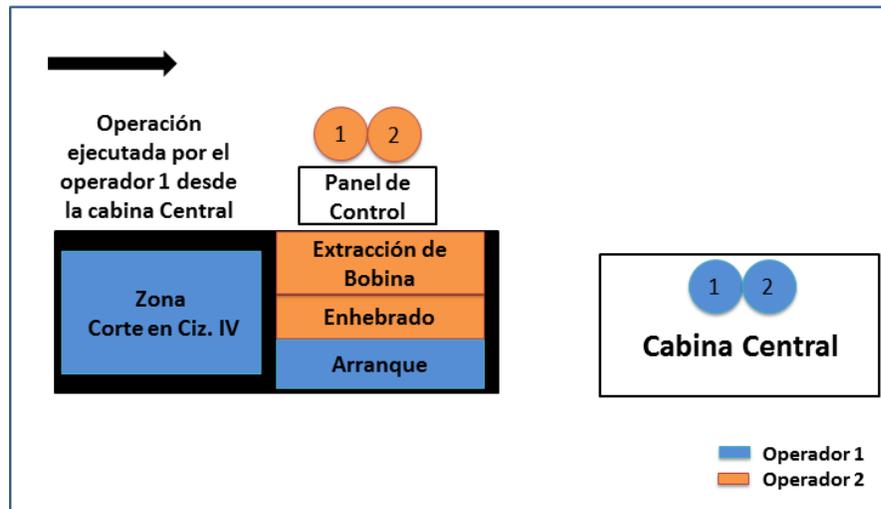


Figura N° 34. Diagrama de Flujo Recorrido del Operario en la Zona de Acondicionamiento de Bobinas (Dc2)

Fuente: Propia del Autor.

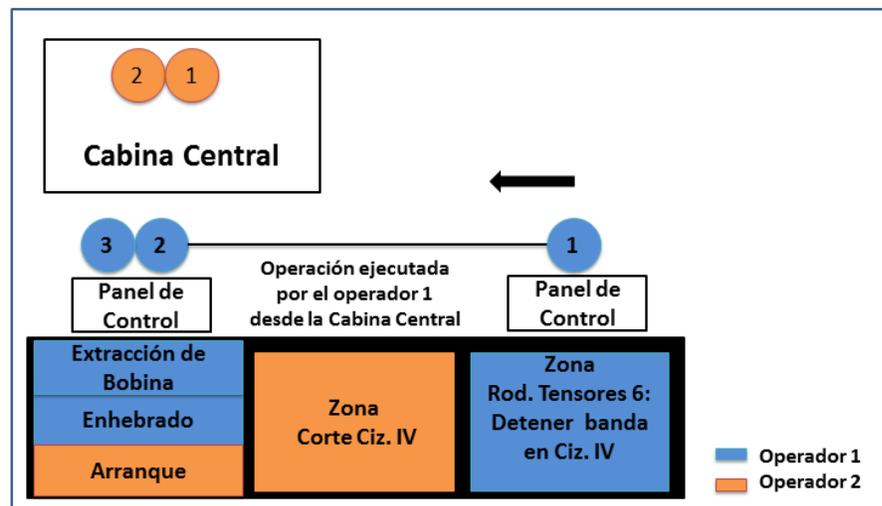


Figura N° 35. Diagrama de Flujo Recorrido del Operario en la Zona de Acondicionamiento de Bobinas (Dc1).

Fuente: Propia del Autor.

En la Figura N° 34, se observa que las operaciones, corte en la cillaza IV y arranque son ejecutadas por el operario 1 desde la cabina central, mas las

operaciones sacar bobina del mandril y enhebrado son efectuadas por el operario 2 directamente en la línea, a través de los paneles de control de las maquinarias. No existe desplazamientos del operario en la zona de salida del Decapado II.

La Figura N° 35, muestra que a diferencia del Decapado II, en el Decapado I, el operario 1 se desplaza desde la zona de los rodillos tensores (una vez que detiene la banda en la cizalla IV), hasta la zona de extracción de bobina y enhebrado para efectuar dichas operaciones, el operario 2 desde la cabina central ejecuta la actividad de corte en la cizalla IV y arranque.

Ubicación de Dispositivos Electrónicos en la Entrada y Salida de las líneas de Decapado I y II

El método para la recolección de datos en la línea de Decapado II es de forma automatizada, a través de Sensores y Transductores distribuidos en la línea, estos equipos detectaran las variables de instrumentación de las maquinarias y suministrarán las señales que requiere el sistema para efectuar el registro de tiempos de las operaciones en la zona de entrada y salida.

Las Figuras N° 36 y 37, muestran la ubicación estratégica de los sensores y transductores en las líneas de Decapado I y II. Los círculos de color rojo situados en las cizallas transversales indican que tales sensores no se encuentran en el Decapado I, sin embargo, cuenta con el resto de los sensores y transductores que indica el diagrama, estos actualmente ubicados en la línea de Decapado I realizan funciones distintas al sistema en cuestión, no obstante, pueden aplicar sin inconvenientes en el sistema de tiempos muertos para dicha línea.

- **Tipos y Funciones de los Dispositivos Electrónicos en el sistema de tiempos muertos:**
 - ✓ Transductores de tipo Encoder, instalados en los ejes de los motores de los Desenrolladores I y II para que se detecte la pérdida de tracción de los mismos e indique al sistema el inicio del tiempo de descole.
 - ✓ Sensores de tipo Inductivos en Cizallas I y II, para detectar el momento en el que suba y baje la cuchilla cuando se ha realizado un corte y dar por culminado el tiempo de descole y por iniciado el tiempo de Cizalla III en el sistema.
 - ✓ Sensores de tipo Inductivos en Cizalla III, para que detecte el instante del corte e indiquen al sistema que ha culminado el tiempo de cizalla III e iniciado el tiempo de traslado.
 - ✓ Sensor de tipo Inductivo ubicado en la parte superior de la maquina soldadora, indicara al sistema, cuando la espada comience a descender, que ha culminado el tiempo de traslado e iniciado el tiempo de preparación.
 - ✓ Transductor de tipo Encoder, ubicado en el eje del motor de los Rodillos Tensores I, indicaran al sistema el momento en el que arranque la línea, la culminación del tiempo de cepillado.
 - ✓ Transductor de tipo Encoder ubicado en los rodillos tensores 6, para indicar al sistema, al momento que se detengan, que la banda se ha posicionado en la cizalla IV, para que inicie el registro de tiempo de corte de la soldadura.

- ✓ Sensores de tipo Inductivos en la Cizalla IV, para que al instante en el que suba y baje la cuchilla, concluya el tiempo de corte de soldadura e inicie el tiempo de sacar la bobina del mandril y el tiempo de enhebrado.
- ✓ Sensor de tipo Láser que detecte cuando la bobina se encuentra fuera del mandril, para indicar al sistema que ha culminado el tiempo de sacar la bobina del mandril.
- ✓ Sensor de tipo Inductivo ubicado en la mesa enhebradora, para indicar al sistema, en el momento el que suba y baje, que la punta de la bobina ya se ha enhebrado y que ha iniciado el tiempo de arranque.
- ✓ Transductor de tipo Encoder en los enrolladores que indiquen al sistema, al momento en el que arranquen, que ha culminado el tiempo de arranque.

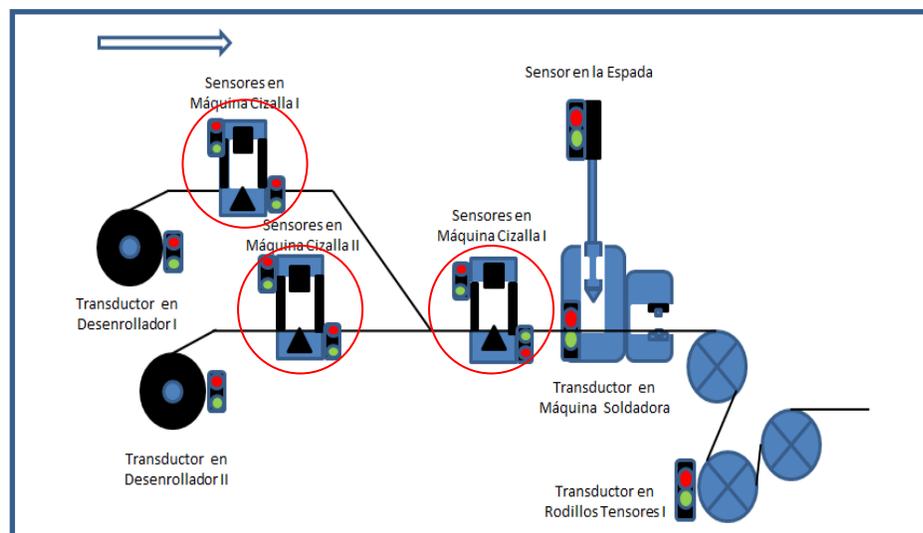


Figura N° 36. Dispositivos en la Zona de Preparación Dc1 y Dc2.

Fuente: Propia del Autor.

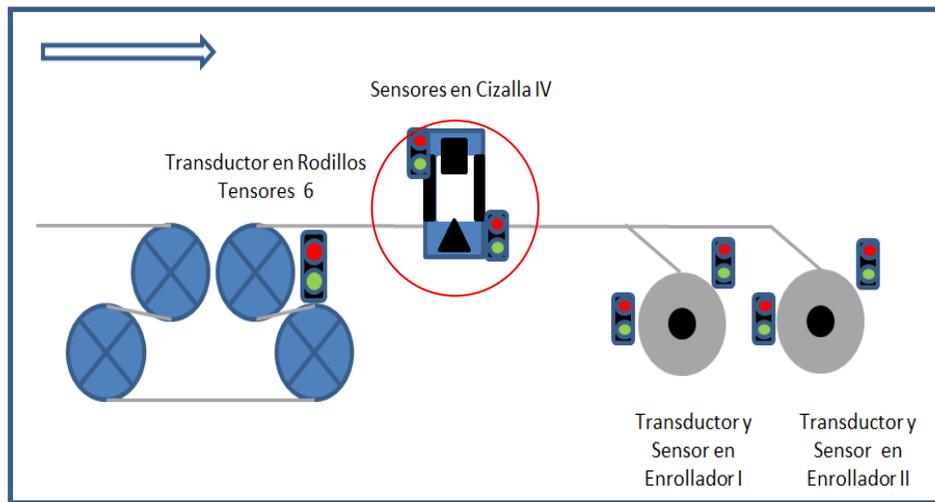


Figura N° 37. Dispositivos en la zona de Acondicionamiento Dc1 y Dc2.

Fuente: Propia del Autor.

Resultados del Análisis Comparativo

1. La Descripción de Tiempos Muertos es aplicable en el Decapado I pues se pudo comprobar lo siguiente:
 - ✓ Las líneas emplean el mismo proceso para las operaciones de preparación y acondicionamiento de bobinas.
 - ✓ Se cumple una misma secuencia de operaciones para las operaciones de preparación y acondicionamiento de bobinas.
 - ✓ Se realizan las operaciones empleando el mismo tipo de maquinarias.

2. Los estándares de tiempos son aplicables en el Decapado I a excepción de los tiempos de soldadura (Las líneas procesan espesores distintos, y por ende los tiempos son distintos. Ver Anexo IV) , y el tiempo de sacar bobina del mandril enrollador (Existe un desplazamiento del operario en la zona de acondicionamiento del Decapado I que no se realiza en el Decapado II).

Se pudo comprobar que:

- ✓ Las distancias entre las maquinarias que realizan las operaciones de preparación y acondicionamiento son iguales en ambas líneas.
- ✓ Las velocidades con las que se traslada la banda de una operación a otra en la zona de preparación y acondicionamiento son similares (Dc2: V.rodillos1=37m/min, V.rodillos6=19m/min y en el Dc1: V.rodillos1=36m/min, V.rodillos6=20m/min.)
- ✓ Se realizan las operaciones empleando el mismo tipo de maquinarias en ambas líneas.
- ✓ El recorrido del operario resulta similar.

3. La línea de Decapado I no posee sensores en las cizallas transversales.

Sistema de Gestión para el Análisis de las Microdemoras en la Línea de Decapado I de la Gerencia de Laminación en Caliente de Sidor C.A.

Este Sistema fue diseñado, basado en el modelo del Sistema de Tiempos Muertos implementado en la línea de Decapado II, al comprobar que la descripción de tiempos muertos y parte de los estándares de tiempo de dicha línea aplican en la Línea de Decapado I.

Objetivo del Sistema

El objetivo principal de este sistema es controlar los tiempos de las operaciones: descole, corte en la cizalla III, traslado, preparación, soldaduras, cepillados, corte en la cizalla IV, sacar bobina del mandril enrollador, enhebrado y arranque, para disminuir las microdemoras que impactan negativamente en la productividad neta de la línea de Decapado I.

Indicadores Del Sistema de Información de Tiempos Muertos Para la Línea de Decapado I.

➤ Indicadores De Tiempo

1. **Nombre del Indicador:** Desviación en la operación

✓ **Modelo Conceptual:** Expresa el total de horas resultantes de deducir el tiempo real el tiempo estándar de la operación.

✓ **Modelo Matemático:**

$$\text{Desvio operación} = \text{Tiempo Real} - \text{Tiempo Estandar}$$

✓ **Objetivo:** Ajustar las operaciones que se encuentran fuera de los estándares de tiempo.

✓ **Unidad de Medida:** Hora (H).

✓ **Periodicidad de la medida:** Por cada Bobina procesada.

- ✓ **Periodicidad del Reporte:** Por Turno.

2. Nombre del Indicador: Tiempo Efectivo de Producción.

- ✓ **Modelo Conceptual:** Expresa el total de horas resultantes de deducir del tiempo Disponible total el tiempo de interrupciones.

- ✓ **Modelo Matemático:**

$$\textit{Tiempo Efectivo} = \textit{Tiempo Disponible} - \textit{Tiempo de Interrupciones}$$

- ✓ **Objetivo:** Medir el tiempo real en el cual la línea se mantuvo operando

- ✓ **Unidad de Medida:** Hora (H).

- ✓ **Valor de Referencia:** Tiempo efectivo estándar

- ✓ **Periodicidad del Reporte:** Por turno.

3. Nombre de indicador: Utilización Neta

- ✓ **Modelo conceptual:** Permite medir la relación porcentual del Tiempo Efectivo referido al Tiempo Disponible

- ✓ **Modelo Matemático:**

$$\textit{Utilización Neta} = \frac{\textit{Tiempo Efectivo}}{\textit{Tiempo Disponible}} \times 100$$

- ✓ **Unidad de Medida:** Porcentaje (%)
- ✓ **Valor de Referencia:** Porcentaje de Utilización Neta Estándar
- ✓ **Periodicidad:** Por Turno de Trabajo.

➤ **Indicadores de Productividad**

Con base a los indicadores de tiempo y las cantidades de toneladas procesadas.

1. Nombre del Indicador: Productividad Neta Real

- ✓ **Modelo Conceptual:** Expresa la relación entre la cantidad de toneladas y el tiempo efectivo de producción.
- ✓ **Modelo Matemático:**

$$Productividad\ Neta\ Real = \frac{Toneladas}{Tiempo\ efectivo}$$

- ✓ **Objetivo del Indicador:** Medir la cantidad de toneladas obtenidas en base al tiempo total efectivo.
- ✓ **Valor de Referencia:** Productividad Neta Estándar
- ✓ **Unidad de Medida:** Toneladas por hora (T/h)
- ✓ **Periodicidad de Reporte:** Diario.

2. Nombre del Indicador: Eficiencia Efectiva

- ✓ **Modelo Conceptual:** Expresa la relación porcentual entre la Productividad Neta Real y la Productividad Neta Estándar.
- ✓ **Modelo Matemático:**

$$Eficiencia\ Efectiva = \frac{Productividad\ Neta\ Real}{Productividad\ Neta\ Estandar} \times 100$$

- ✓ **Objetivo:** Medir el grado de cumplimiento de la productividad programada.
- ✓ **Unidad de medida:** Porcentaje (%).
- ✓ **Periodicidad de Reporte:** Diario.

Diagramas de Flujo de Detalle del Sistema de Gestión de Tiempos Muertos.

La Figura N° 38, muestra el diagrama de flujo del Sistema de Gestión de Tiempos Muertos para la zona de entrada de la línea de Decapado I.

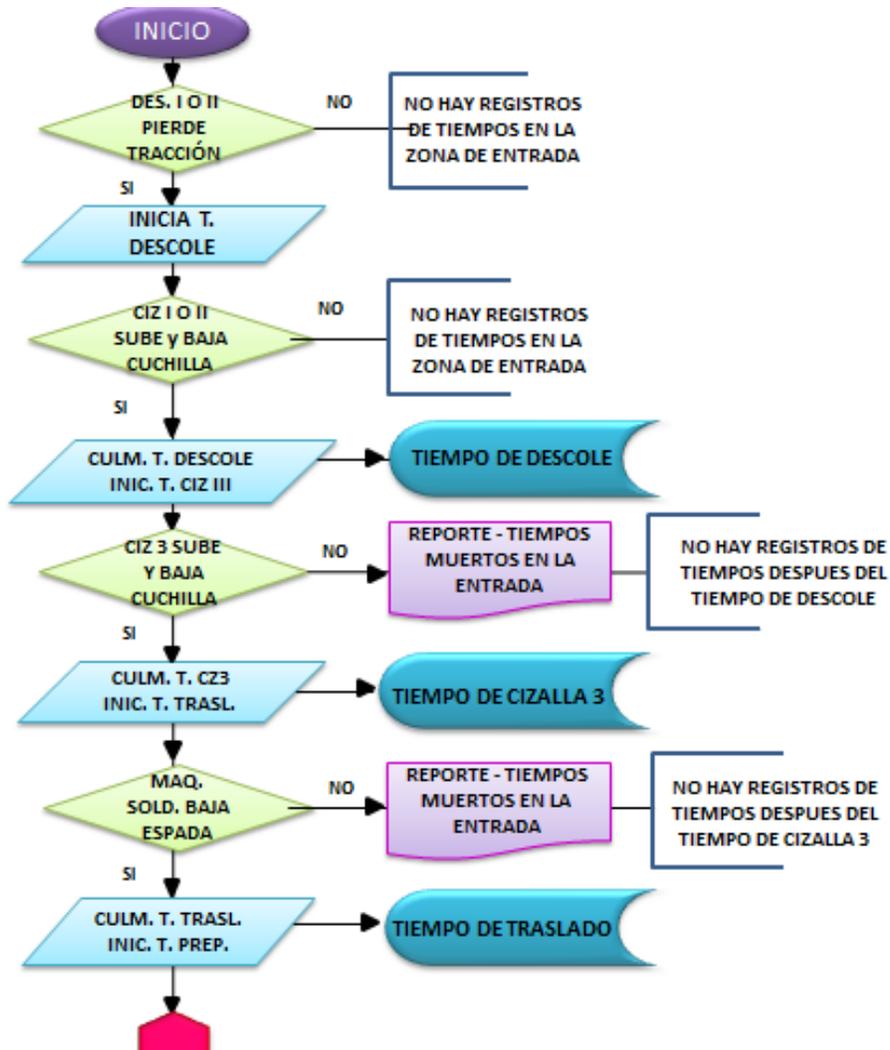
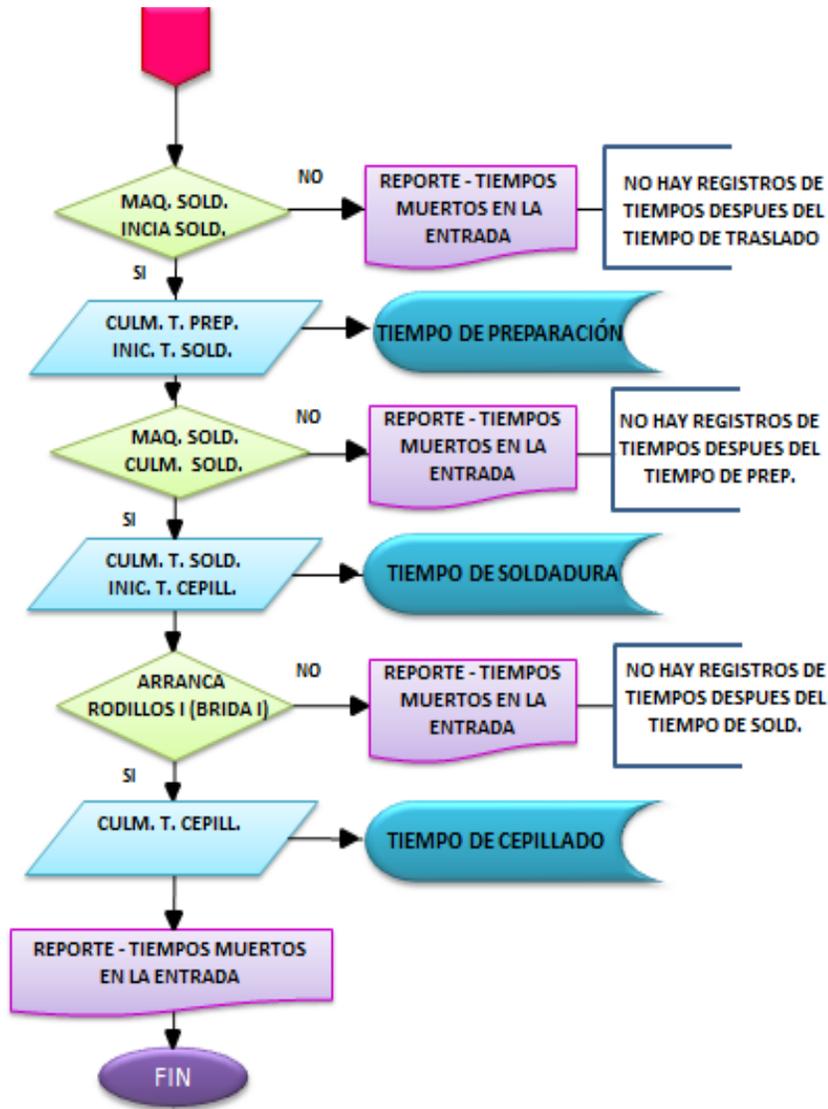


Figura N° 38. Diagrama de Flujo – Sistema de Tiempos Muertos de la línea de Decapado I (Zona de Entrada).

Fuente: Propia del Autor.



La Figura N° 39, muestra el diagrama de flujo del Sistema de Gestión de Tiempos Muertos para la zona de salida de la línea de Decapado I.

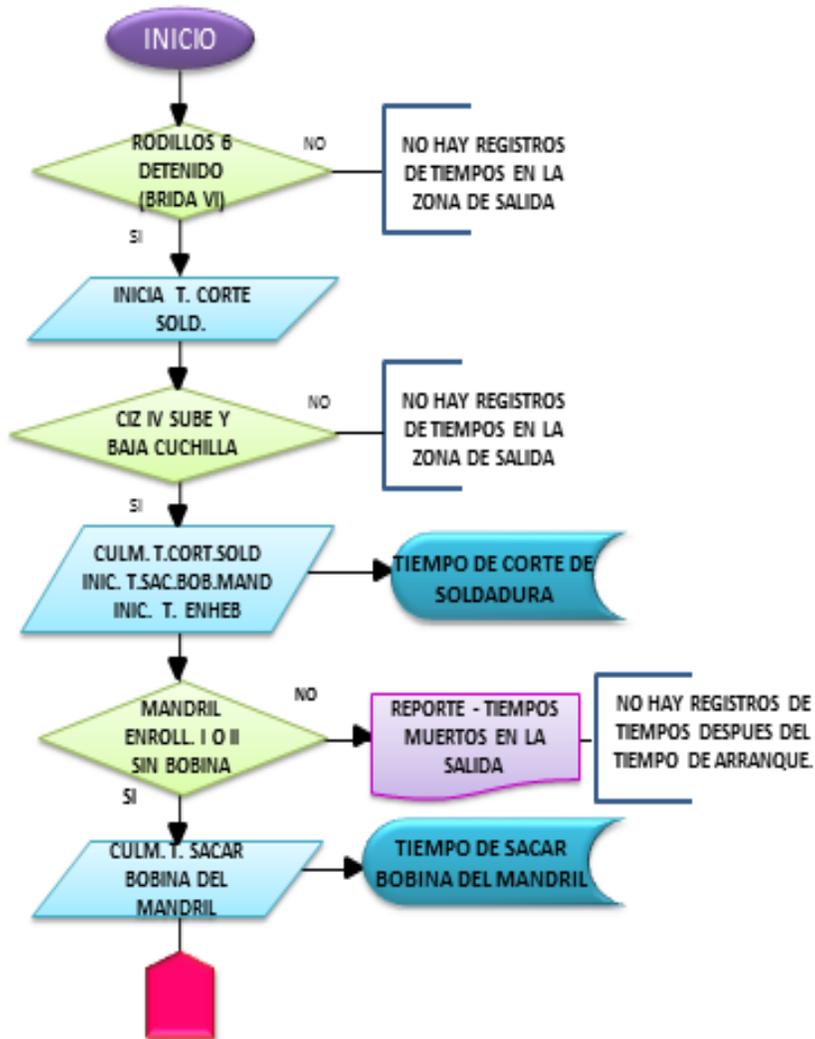


Figura N° 39. Diagrama de Flujo – Sistema de Tiempos Muertos de la línea de Decapado I (Zona de Salida).

Fuente: Propia del Autor.

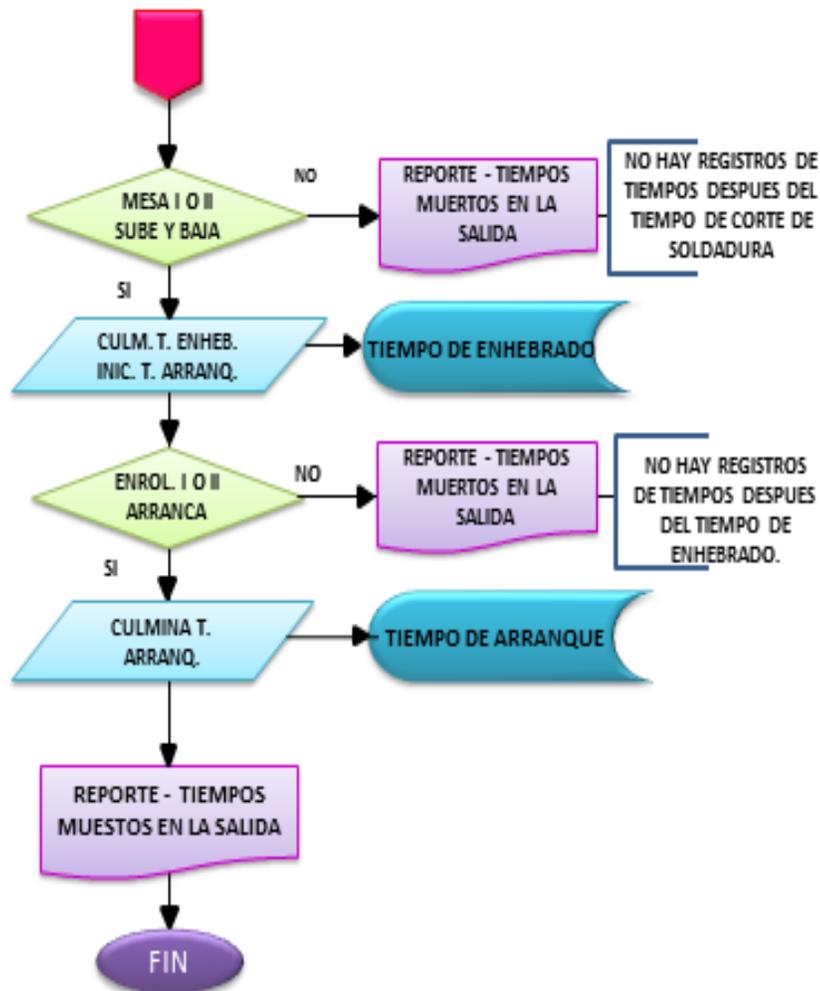


Diagrama de Contexto del Sistema de Gestión de Tiempos Muertos de la Línea de Decapado I.

La Figura N° 40, muestra el Diagrama de Contexto del Sistema de Gestión de Tiempos Muertos, donde se especifican los datos de entrada que ha de emplear el programa (Lógica) para generar los reportes por turno.



Figura N° 40. Diagrama de Contexto del Sistema de Gestión de Tiempos Muertos.

Fuente: Propia del Autor.

Las Figuras N° 41 y 42, muestran los modelos de formatos propuestos para los reportes de tiempos muertos de las operaciones de entrada y salida en la línea de Decapado I.

Diagrama de Ishikawa

Esta herramienta se utilizó para representar de forma gráfica y sencilla el problema (Las microdemoras) y las posibles causas importantes a atacar. La Figura N° 43 muestra los elementos que conforman el proceso en la zona de preparación y acondicionamiento y los factores que pudieran estar impactando en los tiempos de realización de las operaciones en la línea de Decapado I.

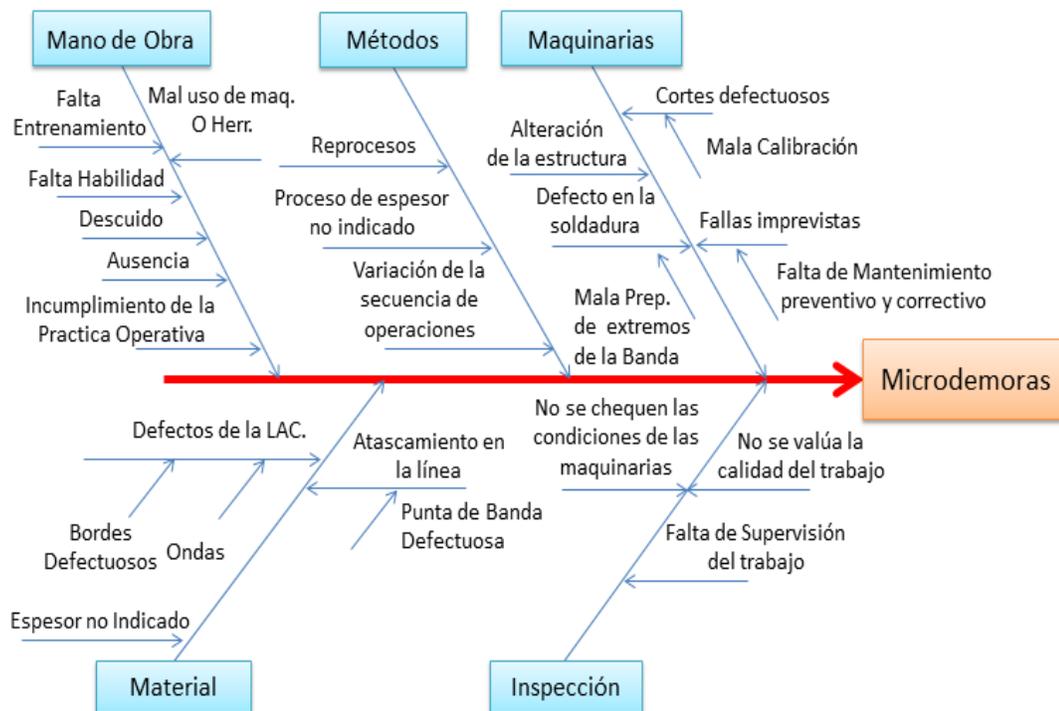


Figura N° 43. Diagrama Ishikawa.

Fuente: Propia del Autor.

Las microdemoras en el proceso de preparación y soldadura involucra elementos del proceso como:

- ✓ Mano de obra, esta requiere de entrenamiento y mayor habilidad, responsabilidad y del cumplimiento de las practicas operativas.
- ✓ Métodos, Se requiere de un control del proceso con el cual se puedan eliminar los reprocesamientos, además, se debe trabajar el espesor que se ajusta a las condiciones del diseño de la línea y cumplir a cabalidad con las etapas que comprenden el proceso de preparación y acondicionamiento.
- ✓ Maquinarias, Realizar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para evitar las fallas inesperadas que se convierten en interrupciones en el proceso, además cumplir con la aplicación de instrucciones contempladas los manuales operativos al momento de realizar la calibración de los equipos.
- ✓ Material, Dado que el materia llega defectuoso del proceso de laminación en caliente, estos no se pueden eliminar a cabalidad pero si pueden disminuirse de modo tal que no sea significativo el impacto que pueda causar.
- ✓ Inspección, se requiere de la supervisión periódica de todos los elementos que conforman la línea de Decapado I.

Matriz FODA

La Tabla N° 12 muestra la matriz FODA del sistema de gestión para el análisis de las microdemoras una vez implementado en la línea, se plantea estrategias que permitirán el progreso de la empresa en base a las fortalezas y debilidades de la misma.

Tabla N° 12: Matriz FODA del Sistema de Gestión para el análisis de las Microdemoras en la línea de Decapado I.

<p>FACTORES INTERNOS</p> <p>FACTORES EXTERNOS</p>	<p>FORTALEZAS:</p> <p>F1.Motivación por parte de la gerencia a la mejora. F2.Cuenta con estándar de utilidad de la línea. F3.Dc1 cuenta con sist. De inf. de tiempos muertos para el análisis y control de microdemoras. F4.Satisfacción de clientes por la entrega de pedidos a tiempo. F5.Buena gestión de línea a través de indicadores de tiempo y productividad incorporados en el sistema. F6.Cuenta con estándar de productividad neta.</p>	<p>DEBILIDADES:</p> <p>D1.Deficiencia en la coordinación de las estrategias de trabajo. D2.Incapacidad para reconocer las causas que generan microdemoras en la línea. D3.Falta de motivación en los operarios para cumplir con los estándares de producción. D4.Equipamiento viejo que componen la línea. D5.No existe la información detallada de las causas que generan las microdemoras.</p>
	<p>OPORTUNIDADES:</p> <p>O1.Atracción de nuevas oportunidades de mercado o clientes. O2.Optimización de la entrega de pedidos. O3.Incrementar su valor de mercado. O4.Optimización del grado de aprovechamiento del estándar de utilidad de la línea. O5.Incorporación de nuevas funciones en el sistema.</p>	<p>ESTRATEGIAS (FO):</p> <p>(O4,O5,F3,F5) Realizar una actualización al sistema de información del Dc1 incorporando nuevas funciones, que permitan la optimización del proceso de gestión de la línea y el aprovechamiento del estándar de utilidad de la misma. (O3,F4) Desarrollar planes de mejora continua que permitan el desarrollo eficiente del proceso para incrementar el valor de mercado. (O1,O4) Aprovechar la satisfacción de clientes para Gestionar mejoras en las estrategias de mercado y atraer nuevos miembros al segmento meta, garantizando la calidad del producto y servicio.</p>
<p>AMENAZAS:</p> <p>A1.Falta de competitividad en el mercado. A2.Perdida de posicionamiento en el mercado.</p>	<p>ESTRATEGIAS (FA):</p> <p>(A1, F1,F2) Ajuste de procesos a los estándares de utilidad y productividad de la línea a través de estrategias de mejoras para fortalecer la competitividad en el mercado. (A2,F1,F5) Realizar actualizaciones periódicamente a los sistemas para el control de procesos y en las estrategias de mercadeo, que permitan elevar la competitividad y posicionamiento de la empresa en el mercado, garantizando la satisfacción del cliente y atracción de nuevos miembros al segmento meta.</p>	<p>ESTRATEGIAS (DA):</p> <p>(A1,D1,D3,D4) Desarrollar estrategias de trabajo que incentiven al personal al logro de los estándares de producción e innovar el equipamiento que componen la línea para garantizar el crecimiento sustentable de la organización y mantener la competitividad en el mercado. (A2,D1,D2,D5) Capacitar al personal en función de las nuevas actualizaciones del sistema para maximizar la eficiencia en la coordinación de las estrategias de trabajo que permitan mantener la rentabilidad y el posicionamiento en el mercado de la empresa.</p>

Fuente: Propia del Autor

Factibilidad Técnica-Económica

Se realizó un estudio de la tecnología existente en la línea con finalidad de evaluar la posibilidad de hacer uso de los componentes técnicos que posee y determinar los requeridos para la implementación del sistema de tiempos muertos en la línea de decapado I.

De acuerdo a la tecnología requerida para la implementación del sistema, el estudio estuvo centrado en los dispositivos electrónicos que necesita la línea de Decapado I para la detección de las variables de accionamiento: Sensores y Transductores.

Sensores

La línea de Decapado I actualmente tiene incorporada sensores de tipo inductivos y de láser, los cuales, se encuentran cumpliendo funciones diferentes al sistema en cuestión, sin embargo, pueden ser utilizados, ya que, se encuentran ubicados en lugares adecuados, favorables al sistema.

Este sistema requiere de los siguientes sensores inductivos la línea:

- 2 sensores en la cizalla I.
- 2 sensores en la cizalla II.
- 2 sensores en la cizalla III.
- 2 sensores en la cizalla IV.
- 1 sensor en la espada (Maquina Soldadora).
- 1 sensor en la mesa de enhebrado.
- 1 sensor en el mandril enrollador.

Actualmente la línea posee sensores de tipo inductivos ubicados en la espada y en la mesa de enhebrado, se requiere de la adquisición de 2 sensores inductivos para cada cizalla, por otro lado tiene un sensor de tipo laser en el enrollador, indicando el diámetro de la bobina en otro sistema, sin embargo, este puede ser utilizado para detectar cuando la bobina se encuentra fuera del mandril enrollador.

Transductores

Este sistema requiere de Transductores de tipo Encoder, que permitan convertir la posición angular de los ejes de los equipos motores de la línea en códigos digitales para indicar al sistema el accionamiento de los mismos.

La empresa no requiere realizar inversión para la adquisición de nuevos transductores, ya que, la línea actualmente cuenta con dichos dispositivos instalados en los equipos motores, los cuales se encuentran operando para funciones distintas al sistema en cuestión, mas sin embargo, pueden ser utilizados.

La siguiente Tabla N° 13, muestra la descripción de los Sensores y Transductores disponibles que serán de utilidad para el sistema de tiempos muertos.

Tabla N° 13. Especificaciones de los Sensores y Transductores instalados

Dispositivo	N	Imagen	Descripción
Sensor de tipo inductivo TURCK UPROX	2		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Corriente de Conmutación (dc) mA, 400 (ac) mA 300 ✓ Frecuencia de Conmutación kHz <= 3 ✓ Material de la Carcasa PBT ✓ Protección contra cortocircuitos/sobrecargas ✓ Rango de Detección 40 mm ✓ Temperatura de Funcionamiento Máxima +85°C ✓ Temperatura de Funcionamiento Mínima -30°C ✓ Tensión AC Máxima 250V ✓ Tensión DC Máxima 300V ✓ Tensión de Alimentación 10 - 300 Vdc, 20...250 V ac ✓ Tipo de Montaje No enrasado. ✓ 2 LED
Sensor de Medición Laser	1		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alta resolución, sin contacto, para medición de distancia. ✓ Temperatura máxima 1300 °C ✓ Mediante la combinación de varios sensores, pueden lograrse lecturas de forma y tamaño. ✓ Aplicaciones, medición del diámetro de las bobinas de metal.
Transductor de tipo Encoder HUBNER BERLIN	5		<ul style="list-style-type: none"> ✓ TENSIÓN 9...30V ✓ Rango de temperatura -30°C a +100°C ✓ Carga de eje axial 80N ✓ Carga de eje radial 150N ✓ Grado de protección IP66

Fuente: Propia del Autor

Análisis Costos-Beneficios

Alternativa Sensor Inductivo Telemecanique Sensors

➤ Determinación del Costo Inicial:

En la Tabla N° 14, se observan los costos del sensor inductivo Telemecanique Sensors

Tabla N° 14. Costo del Sensor Inductivo, Fabricante Telemecanique Sensors.

Costo Inicial	\$
Sensor Inductivo, Fabricante Telemecanique Sensors	87,04
Seleccionando 8 Sensores Inductivos	696,32
Total	696,32

Fuente: Propia del Autor

De igual forma, en la Tabla N° 15 se observa un estimado de costos por mantenimiento para el sensor inductivo.

Tabla N° 15. Costos de Operación y Mantenimiento para el Sensor Inductivo Telemecanique Sensors

Costos de Operación y Mantenimiento	\$
Supervisor	50
Técnico Electricista	30
Total	80

Fuente: Propia del Autor.

Tasa de descuento: Con un porcentaje estimado en los estudios de costos del 10%.

Valor de Salvamento: Para este caso se considera el 30% del costo inicial, lo que resulta un total de 208,896

Vida útil: Entre 10 a 20 años, por esta razón se tomará un promedio de 15 años.

Alternativa Sensor inductivo TURCK UPROX

➤ Determinación del Costo Inicial:

El costo del Sensor Inductivo TURCK UPROX se muestra en la Tabla N° 16.

Tabla N° 16 Costo de Sensor Inductivo TURCK UPROX

Costo Inicial	\$
Sensor Inductivo TURCK UPROX	212,69
Seleccionando 8 Sensores Inductivos	1701,52
Total	1701,52

Fuente: Propia del Autor.

Asimismo, en la Tabla N° 17, se visualiza un estimado de costos por mantenimiento:

Tabla N° 17 Costos de Operación y Mantenimiento para el Sensor Inductivo TURCK UPROX

Costo de Operación y Mantenimiento	\$
Supervisor	50
Técnico Electricista	30
Total	80

Fuente: Propia del Autor.

Valor de Salvamento: Se considera el 30% del costo inicial, lo que resulta un total de 510,456

Tasa de descuento: Con un porcentaje estimado en los estudios de costos del 10%.

Vida útil: Rango entre 10 a 20 años, por esta razón se tomará un promedio de 15 años.

Determinación del Valor Presente Neto de los Sensores

A continuación, se presenta la Tabla comparativa de costos de los sensores (Ver Tabla N° 18):

Tabla N° 18. Costos de los Sensores Inductivos

Datos	Telemecanique Sensors	TURCK UPROX
Costo Inicial	696,32	1701,52
Costo de Operaciones y Mtto	80	80
Valor de Salvamento	208,896	510,456
Tasa de Descuento	10%	10%
Vida Útil	15	15

Fuente: Propia del Autor.

Valor Presente Neto del Sensor Telemecanique Sensors

La Figura N° 44, muestra el diagrama de flujo efectivo para el sensor Telemecanique Sensor.

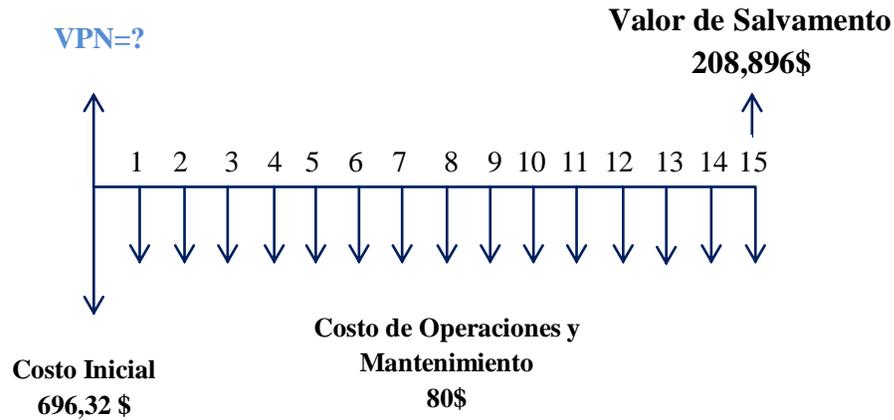


Figura N° 44. Diagrama de Flujo Efectivo, Sensor Telemecanique Sensors.

Fuente: Propia del Autor.

De las Tablas de factores de interés compuesto se tomaron los valores (P/A, 10%, 15) y (P/F, 10%, 15) con una tasa de descuento anual de 10% y un período de 15 años (ver anexo V) :

$$(P/A, 10\%, 15) = 7.6061$$

$$(P/F, 10\%, 15) = 0.2394$$

$$VPN_{(TS)} = -696,32 \$ - 80\$ * (P/A, 10\%, 15) + 208,896\$ * (P/F, 10\%, 15)$$

$$VPN_{(TS)} = -696,32\$ - 80\$ * (7.6061) + 208,896\$ * (0.2394)$$

$$VPN_{(TS)} = -696,32\$ - 608,488\$ + 50,009\$$$

$$VPN_{(TS)} = -1254,779\$$$

Valor Presente Neto del Sensor Inductivo TURCK UPROX

La Figura N° 45, muestra el diagrama de flujo efectivo para el sensor TURCK UPROX.

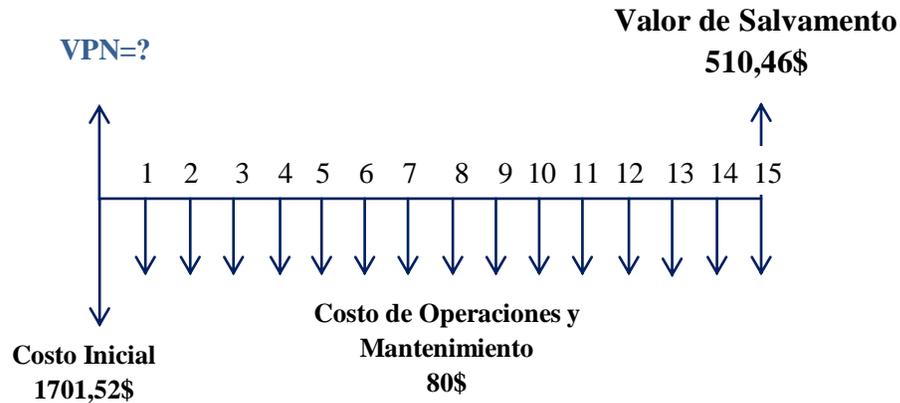


Figura N° 45. Diagrama de Flujo Efectivo, Sensor Inductivo TURCK UPROX

Fuente: Propia del Autor.

$$(P/A, 10\%, 15) = 7.6061$$

$$(P/F, 10\%, 15) = 0.2394$$

Al sustituir los valores obtenidos en la ecuación 7, nos queda de la siguiente forma:

$$VPN_{(TU)} = -1701,52\$ - 80\$ * (P/A, 16\%, 15) + 510,46\$ * (P/F, 16\%, 15)$$

$$VPN_{(TU)} = -1701,52\$ - 80\$ * 7.6061 + 510,46\$ * (0.2394)$$

$$VPN_{(TU)} = -1701,52\$ - 608.488\$ + 122,204\$$$

$$VPN_{(TU)} = -1639.804\$$$

Los resultados del Valor Presente Neto para ambas alternativas se presentan en la Tabla N° 19:

Tabla N° 19. Valor Presente Neto de Sensores.

Fabricante	Telemecanique Sensors	TURCK UPROX
VPN	1254.779\$	1639.804\$

Fuente: Propia del Autor.

De los resultados obtenidos, es evidente, que el sensor del fabricante Telemecanique Sensors resulta favorecido por ser ligeramente de menor costo, sin embargo, poseen características similares y brindan los mismos beneficios.

CONCLUSIONES

Mediante la realización del presente estudio se obtienen las siguientes conclusiones:

1. Actualmente no existe control alguno de las microdemoras que se presentan en la línea de Decapado I, sin embargo, la Gerencia de Laminación en Caliente controla las microdemoras en el proceso de línea de Decapado II a través un sistema de información de tiempos muertos que les permite conocer las operaciones que presentan desviación con relación a los estándares.
2. El sistema del Decapado II se encuentra conformado por una descripción de tiempos muertos, la cual define el inicio y fin de las operaciones en la línea. El sistema recolecta los datos de entrada a través de sensores, estos están ubicados en la línea de acuerdo a la descripción de tiempos, una vez procesada la información por la lógica programable (PLC) este último, arroja el informe de los tiempos reales, permitiendo así el análisis y control de las microdemoras.
3. De acuerdo al estudio comparativo entre las líneas de Decapado I y II se concluye que el sistema de tiempos muertos del Decapado II es aplicable en la línea de Decapado I, ya que:
 - De acuerdo a la visualización de a los planos mecánicos de las maquinarias y visitas al área se afirmó que las líneas de Decapado I y II emplean los mismos tipos de maquinarias para realización de las operaciones, tienen la misma distribución de líneas y realizan la misma secuencia de operaciones.

- En base a las tendencias, las velocidades de traslado de la cola de la bobina de una operación a otra son similares en la zona de preparación (V.NivI Dc1=37 y Dc2=36, V.NivII Dc1=37 y Dc2=36 V.Bridal Dc1=36 y Dc2=37), y en la zona acondicionamiento la velocidades de traslado de la punta de la bobina hacia los enrolladores son similares (V.Brida6 Dc1=20 y Dc2=19).
- De acuerdo a los planos Layout, las distancias que recorre la banda para la realización de las operaciones en la zona de preparación y zona de acondicionamiento de la bobina son todas iguales.
- En el estudio del recorrido del operario en las líneas de Decapado, se observó que existe similitud en la puesta en marcha de las operaciones: Descole, Corte en Cizalla III, Traslado, Preparación, Soldadura, Cepillado, Corte en Cizalla IV, Enhebrado y Arranque, que aunque existen algunas discrepancias con respecto al sitio desde donde ejecutan las operaciones, no existe algún recorrido que impacte significativamente en el estudio comparativo para la aplicación del sistema de tiempos muertos en la línea de Decapado I, sin embargo, si existe un recorrido adicional en la operación de Sacar Bobina en el Decapado I que no es realizado en la el Decapado II.
- La línea de Decapado I, cuenta con la ubicación estratégica de sensores y transductores para la toma de datos de acuerdo a la descripción de tiempos definida en el decapado II, a excepción

de las cizallas I, II, III y IV que no poseen de ningún tipo de sensor instalado.

4. La descripción de tiempos muertos definida en la línea de Decapado II es completamente aplicable a la línea de Decapado I, dado que, no existe alguna diferencia con respecto a: secuencia de proceso, distribución de las líneas y maquinarias.
5. Los estándares de tiempos de las operaciones de la línea de Decapado II son aplicables a la línea de Decapado I (excepto los tiempos de soldadura y tiempo de sacar bobina), ya que, no existe diferencia con respecto a: Maquinarias, distancias, velocidades, recorrido del operario.
6. El sistema de tiempos muertos para la línea de Decapado I fue diseñado conforme a la estructura de sistema de tiempos muertos implementado en la línea de decapado II. Mediante este sistema la gerencia de Laminación en Caliente, podrá detectar, a través de reportes por turno, los tiempos de las operaciones realizadas en la zona de preparación y zona de acondicionamiento de las bobinas.
7. Mediante los indicadores diseñados para el sistema de gestión de tiempos muertos en la línea de Decapado I, la empresa conseguirá:
 - ✓ Ajustar las operaciones que se encuentran operando fuera de lo ideal.
 - ✓ Medir el tiempo real en el cual la línea se mantuvo operando.
 - ✓ Determinar el porcentaje de utilización neta estándar.

- ✓ Medir la cantidad de toneladas obtenidas en base al tiempo total efectivo.
 - ✓ Calcular el porcentaje de cumplimiento de la productividad programada.
8. Dado que la línea de Decapado I cuenta con sensores y transductores instalados en la maquina soldadora, mesa enhebradora, desenrolladores, enrolladores y rodillos tensores, solo se requiere de la adquisición de un total de ocho sensores para las cuatro cizallas transversales, se realiza la propuesta de sensores inductivos del fabricante Telemecanique Sensors, que posee cualidades similares a los dispositivos ya instalados y a un bajo costo.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnóstico y diseño del sistema para la línea de Decapado I, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Realizar a corto o mediano plazo un estudio de movimiento y tiempo específico para determinar el estándar de tiempo de cada operación en la línea de Decapado I, ya que, estos estándares no tendrán el grado de confiabilidad que tienen para el Decapado II.
2. Establecer límites de control para los tiempos de las operaciones en las líneas de Decapado I y II.
3. Una vez incorporado el sistema, realizar un plan de mejora para disminuir las causas de las microdemoras presentes en las líneas de Decapado I y II.
4. Analizar periódicamente los reportes de tiempos muertos emitidos por cada línea.

BIBLIOGRAFÍA

Textos:

Bernal Torres (2006), **Metodología de la investigación. Para administración, economía humanidades y ciencias sociales**, México, editorial. Pearson Educación S.A.

Fernández (2010), **Mejora de la Productividad en la Pequeña y Mediana Empresa**, Editorial. Club Universitario.

Francisco Ogalla (2005), **Sistema de Gestión, una guía práctica**, España, editorial. Ediciones Días de Santos.

Fred N. Kerlinger, **Enfoque Conceptual de la investigación del comportamiento**, editorial. Interamericana S.A de C.V.

Gomez (1985), **Productividad. Un Enfoque Integral**, Venezuela. Instituto nacional de corporación educativo (I.NC.E).

Humberto Gutiérrez (1997), **Calidad Total y Productividad**, México, editorial McGraw-hill/Interamericana S.A de C.V.

Joyanes (2008), **Fundamentos de Programación, Algoritmos, Estructuras de Datos y Objetos**, España editorial. McGraw-hill/Interamerica S.A de España. S. A. U.

Mario Tamayo y Tamayo (2005), **El Proceso de la Investigación Científica**, México, D.F, editorial. Limusa, S.A de C.V.

Namakforoosh (2005), **Metodología de la investigación**, México, editorial. Limusa Noriega Editores.

Niebel, **Ingeniería Industrial. Métodos Estándares y Diseño de Trabajo**, Colombia, editorial. Alfaomega S.A.

Philippe Lorino (1995), **El Control de Gestión Estratégico**, Colombia, editorial. Alfaomega Marcobo S.A.

Consultas en la Web:

Aguilera, H. (2005). **Sistema de información Gerencial y Control de Gestión**. Recuperado el 20 de agosto de 2014 de, <http://www.monografias.com/trabajos44/sistemas-informacion-gerencial/sistemas-informacion-gerencial2.shtml>

Atencio, J. (2010). **Control de Gestión**. Recuperado el 13 de junio de 2014 de, <http://www.publicaciones.urbe.edu/index.php/cicag/article/download/482/1196>

Cantu, V. (2011). **Matriz FODA**. Recuperado el 02 de noviembre de 2014 de, <http://es.slideshare.net/Kalev88/matriz-dofa-8783816?related=1>

Jara, P. (2012). **Datos de Procesamiento**. Recuperado el 25 de julio de 2014 de, <http://www.monografias.com/trabajos90/procesamiento-de-datos/procesamiento-de-datos.shtml#ixzz35ZyJntT>

Matriz FODA. (2011). Recuperado el 02 de noviembre de 2014 de, <http://www.matrizfoda.com/>

Pérez, C. (2005). **Indicadores de Gestión.** Recuperado el 15 de junio de 2014 de, <http://www.escuelagobierno.org/inputs/los%20indicadores%20de%20gestion.pdf>

RS. **Sensor Telemecanique.** Recuperado el 12 de septiembre de 2014 de, <http://mx.rsdelivers.com/product/telemecanique/xs8c4a1mpg13/15-40-mm-no-nc-rectangular-inductive-proximity-sensor-200-dc-ma-300-ac-ma-24-240-v-ac-dc/7931822.aspx>

Sensing S.L. (2014). **Sensores.** Recuperado el 29 de agosto de 2014 de, <http://www.sensores-de-medida.es/>

Sistema de Control. (2009). Recuperado el 18 de junio de 2014 de, <http://www.monografias.com/trabajos6/sicox/sicox.shtml>

Sistema de información. (2006). Recuperado el 20 de agosto de 2014 de, <http://www.monografias.com/trabajos7/sisinf/sisinf.shtml#ixzz3Ews2rS4E>

Valda, J. (2010). **Indicadores de Gestión.** Recuperado 15 de junio de 2014 de, <http://jcvalda.wordpress.com/2012/12/10/definicion-y-caracteristicas-de-los-indicadores-de-gestion-empresarial/>

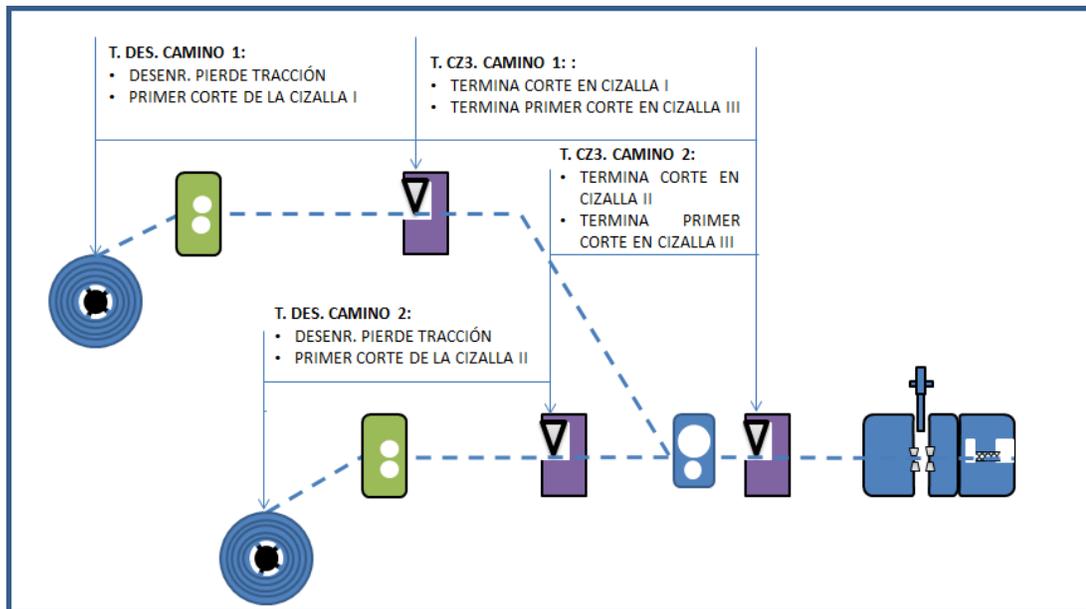
Vazquez, A. (2006). **Herramientas Organizacionales.** Recuperado el 25 de septiembre de 2014 de. <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entregacs.asp?IdEntrega=526>

ANEXOS

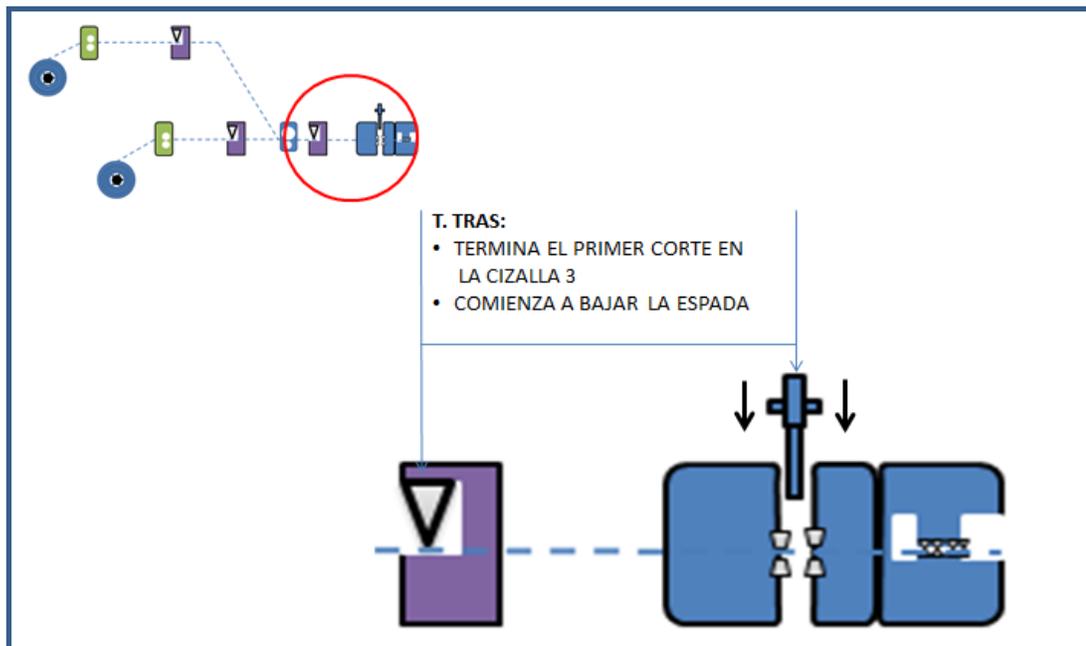
ANEXO I

DIAGRAMA DE LA DESCRIPCIÓN DE TIEMPOS MUERTOS EN LA ZONA DE ENTRADA Y SALIDA DEL DECAPADO II

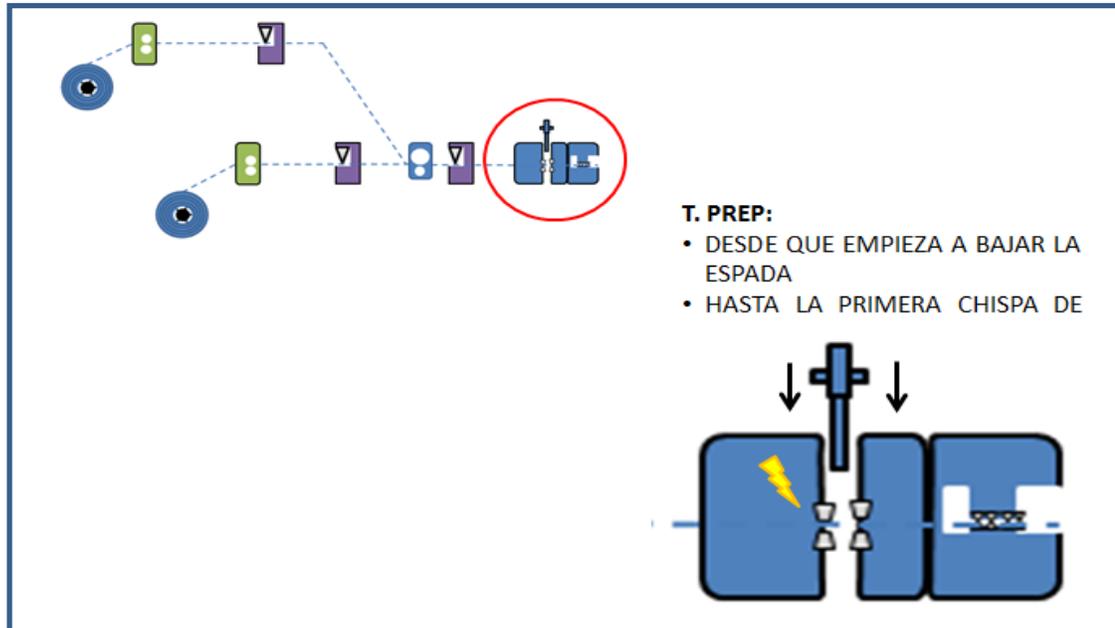
Descripción de tiempos Muertos Camino I y II. Tiempo de Descole y Tiempo de Cizalla III.



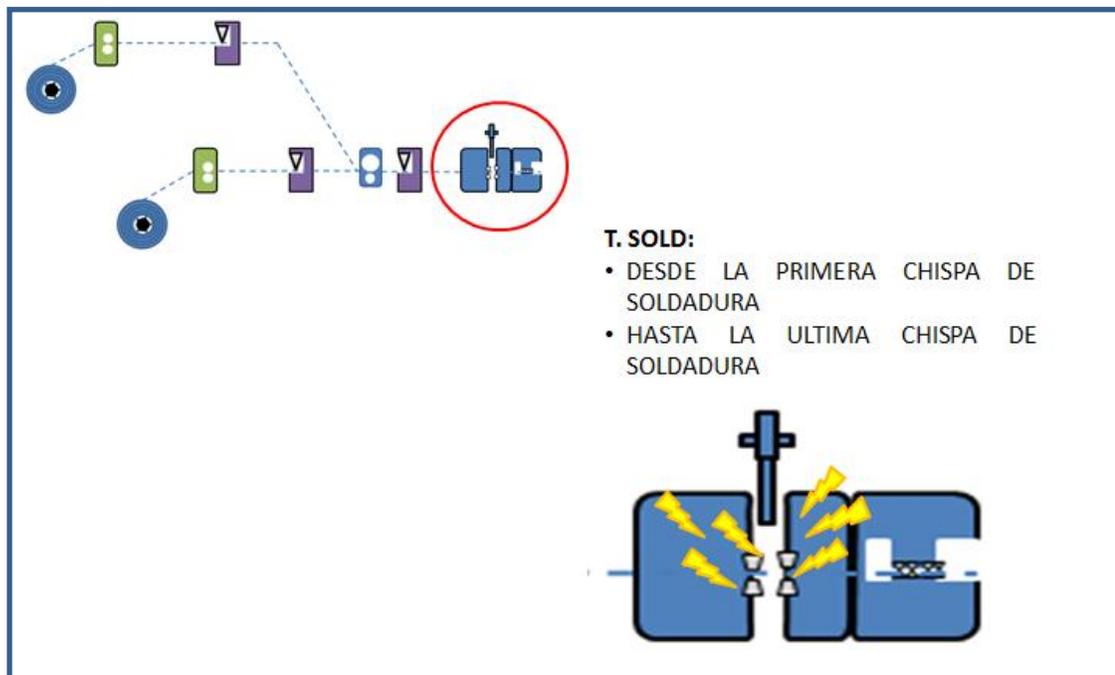
Descripción del Tiempo de Traslado



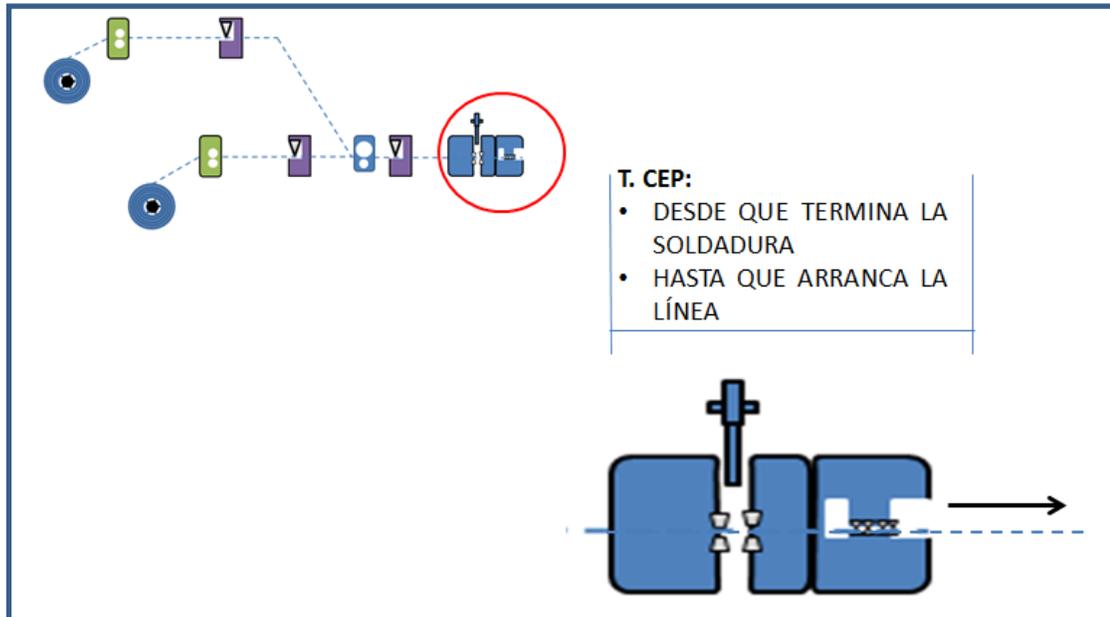
Descripción de Tiempo de Preparación



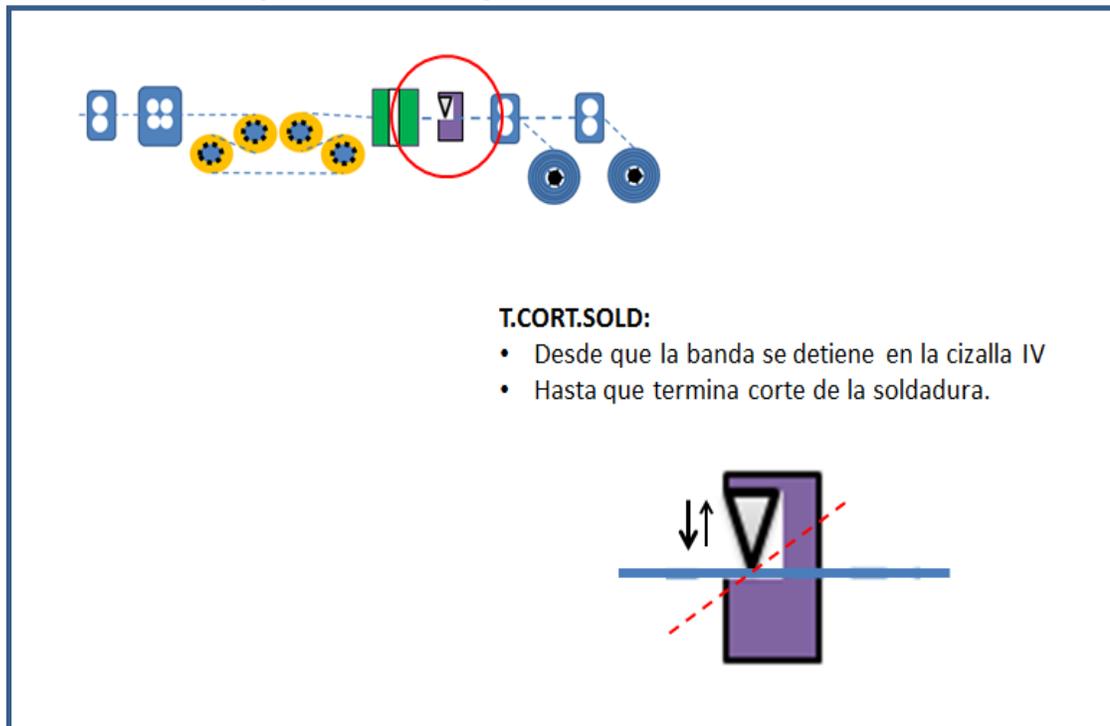
Descripción del Tiempo de Soldadura



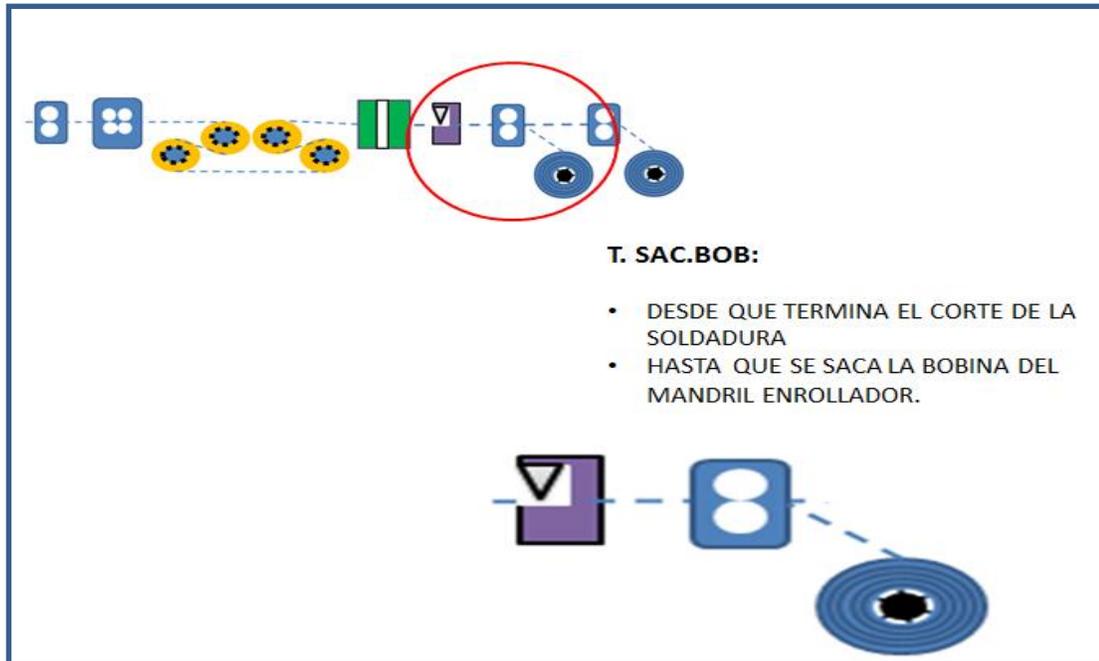
Descripción del Tiempo de Cepillado



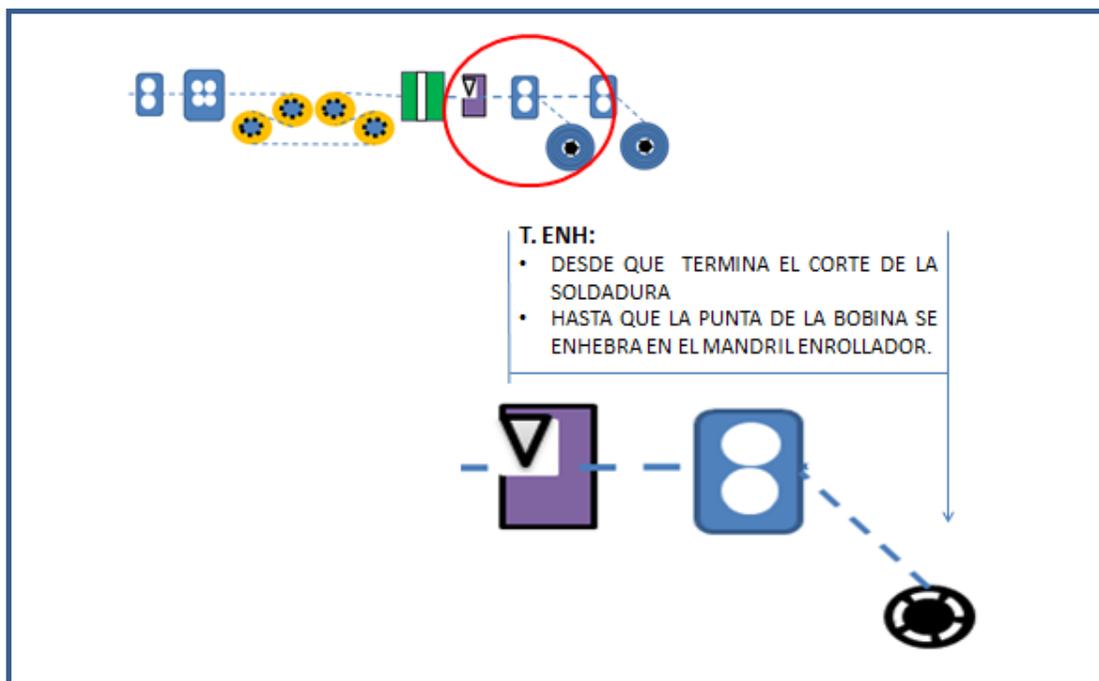
Descripción del Tiempo de Corte de la Soldadura.



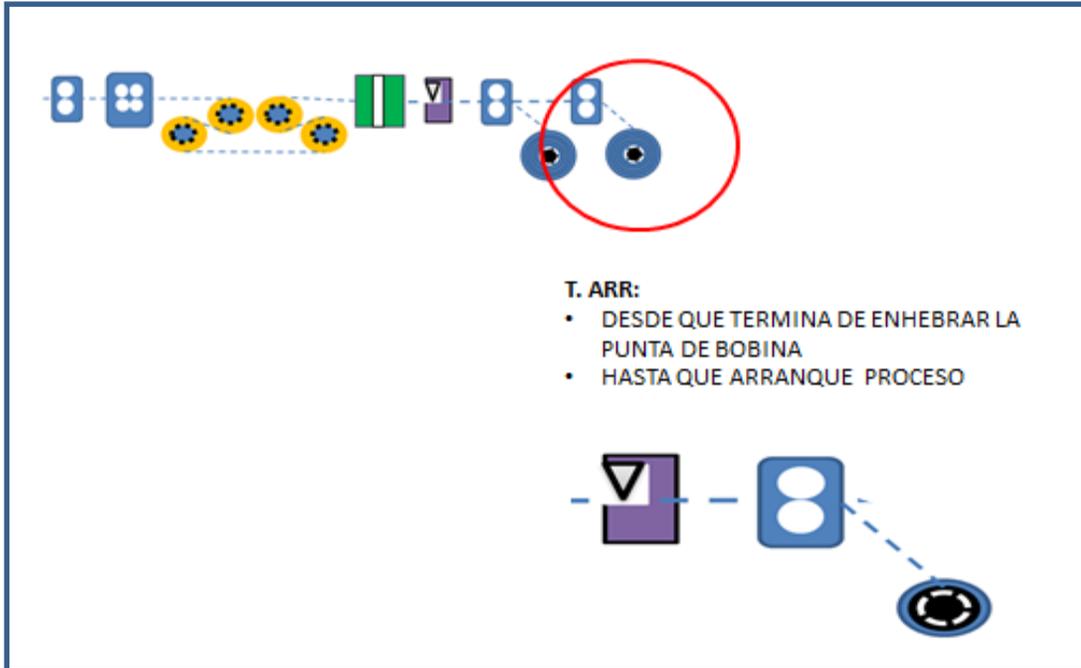
Descripción del Tiempo de Sacar la Bobina Del Mandril



Descripción del Tiempo Enhebrado



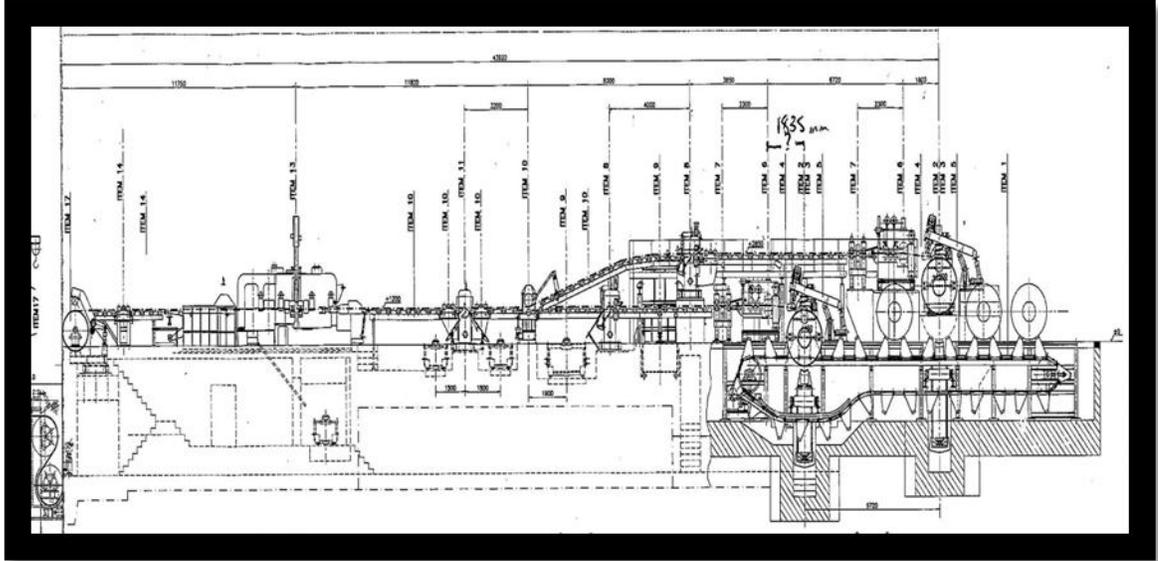
Descripción de Tiempo Arranque



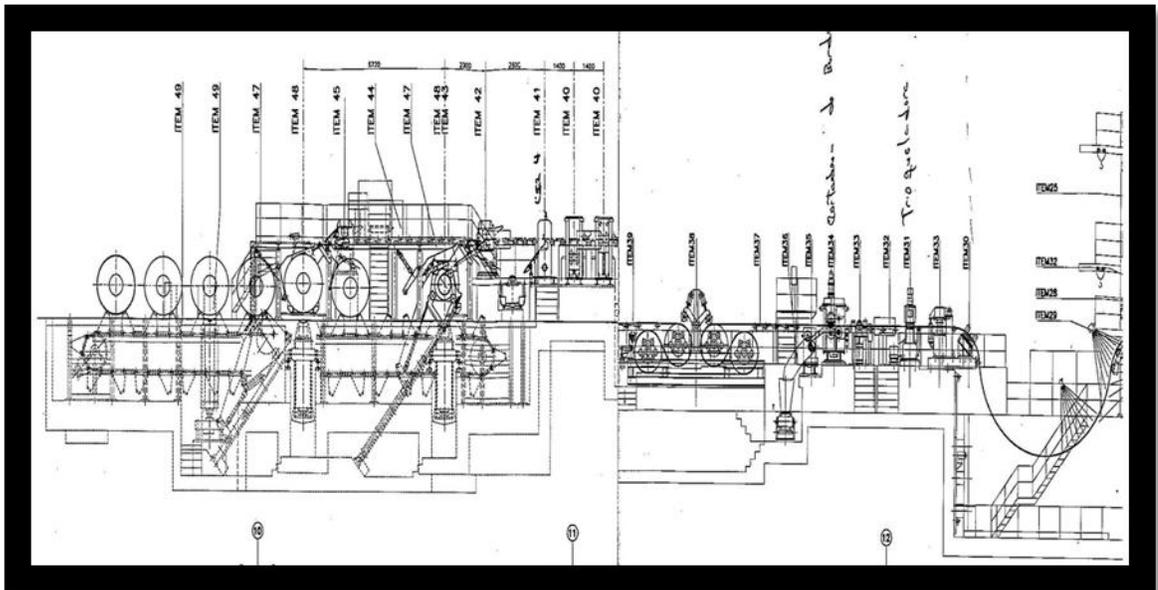
ANEXO II

**PLANOS LAYOUT DE LAS LÍNEAS DE DECAPADO I Y II Y PLANOS DE
LAS MAQUINARIAS INSTALADAS.**

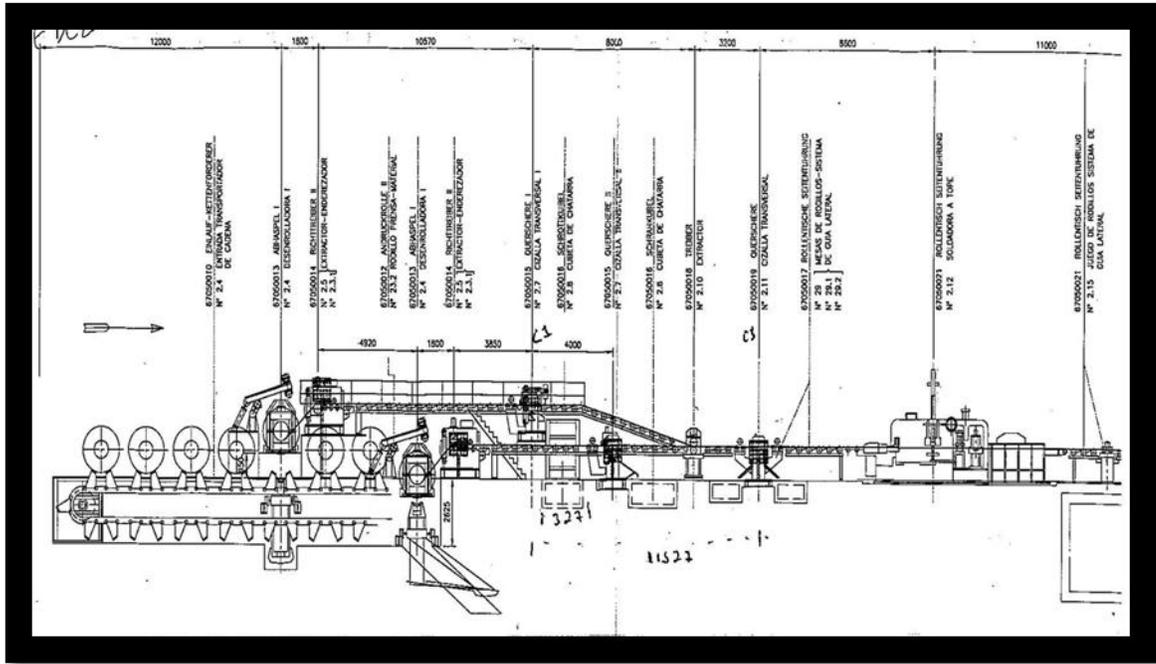
Plano Layout Decapado I (zona de Preparación)



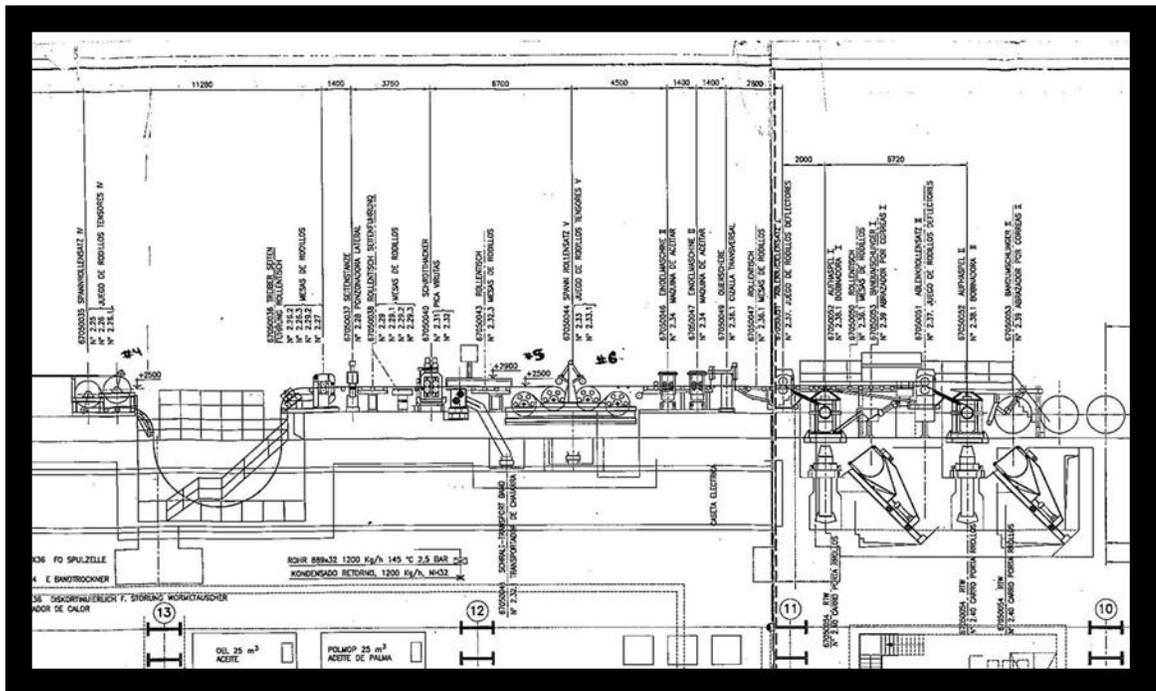
Plano Layout Decapado I (Zona de Acondicionamiento)



Plano Layout Decapado II (zona de Preparación)



Plano Layout Decapado I (zona de Acondicionamiento)

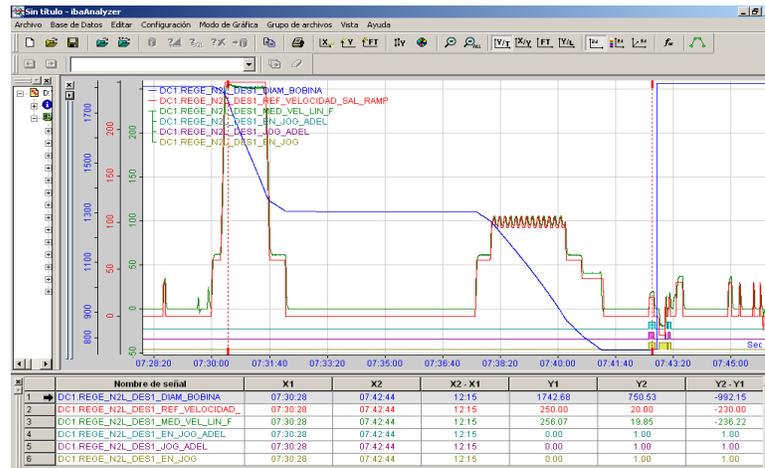


ANEXO III

**GRÁFICAS DE LAS VELOCIDADES DE LOS EQUIPOS MOTORES EN LA
ZONA DE PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA BOBINA DE
LOS DECAPADOS I Y II.**

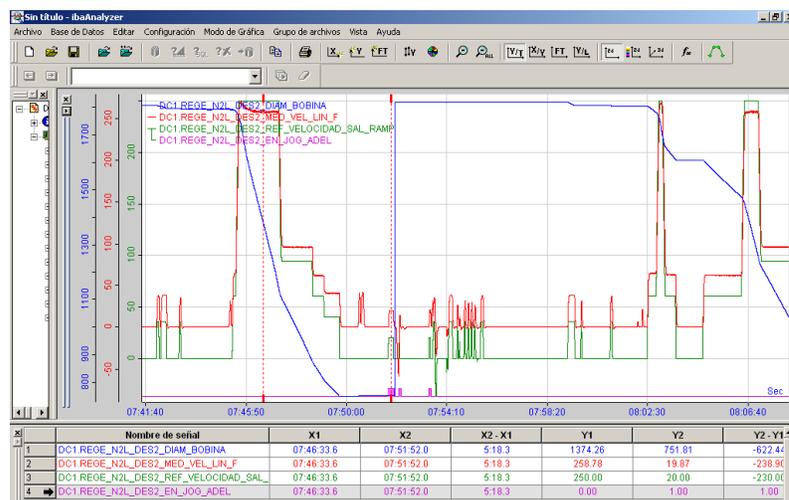
Gráficas de Velocidades en la zona de entrada y salida del Decapado I

Gráfica de Velocidades del Desenrollador I (Dc1)



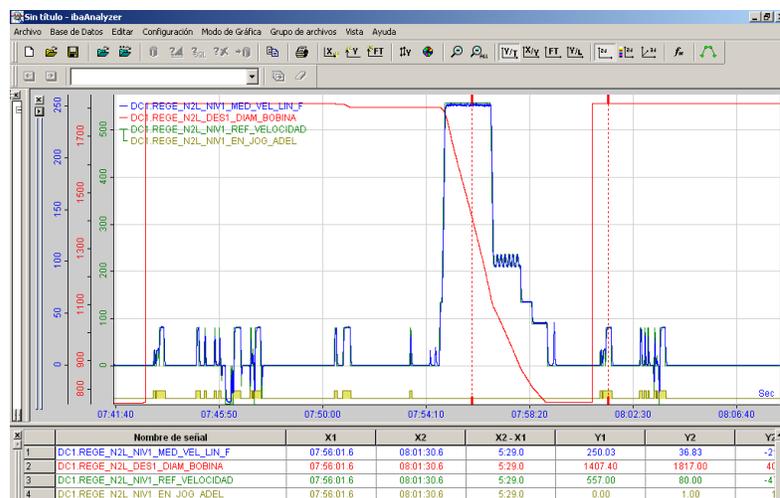
De la Gráfica anterior: La Gráfica de color verde indican la tendencia de velocidad real y la roja la estándar. El cursor ubicado de lado izquierdo señala la velocidad máxima (256 m/min, Ref. 250 m/min), y el cursor ubicado en el lado derecho indica la velocidad mínima (20 m/min, Ref. 20 m/min), ejercidas por el desenrollador I.

Gráfica de Velocidades del Desenrollador II (Dc1)



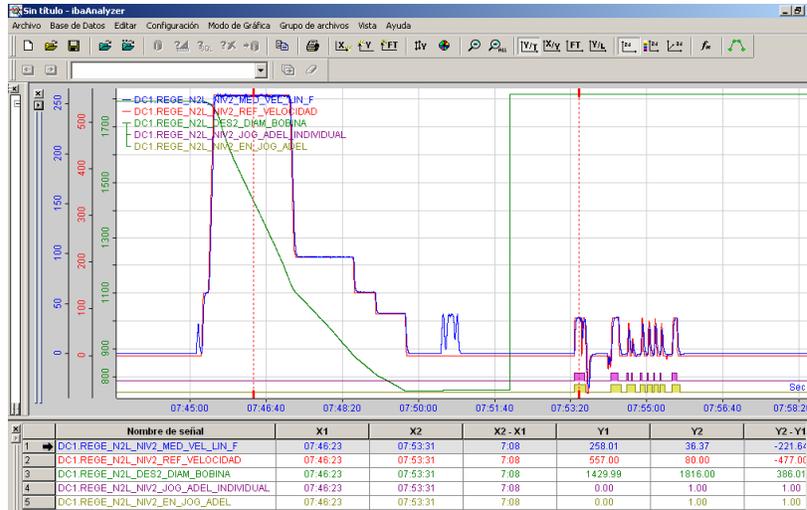
De la Gráfica anterior: La Gráfica de color rojo indica la tendencia de velocidad real y la verde la estándar. El cursor ubicado de lado izquierdo señala la velocidad máxima (258 m/min Ref. 250 m/ min.), y el cursor ubicado en el lado derecho indica la velocidad mínima (20 m/min, Ref. 20 m/min), ejercidas por el desenrollador II.

Gráfica de Velocidades de la Preniveladora I (Dc1)



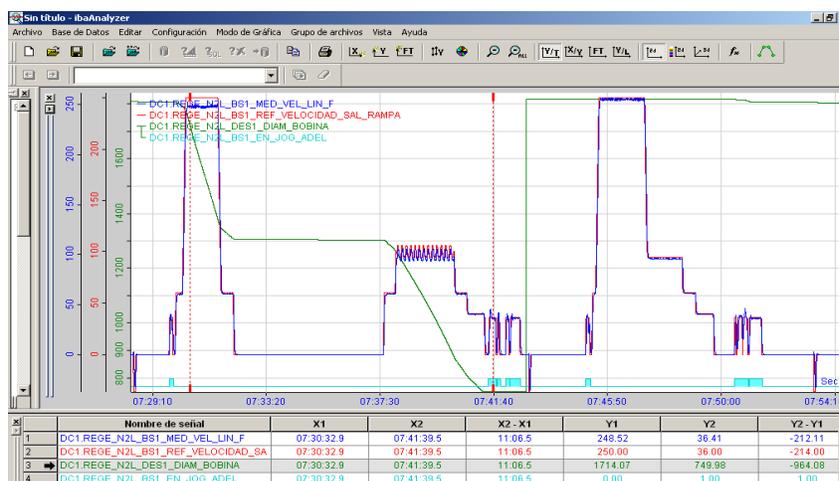
De la Gráfica anterior: La Gráfica de color azul indica la tendencia de velocidad real y la verde la estándar. El cursor ubicado de lado izquierdo indica la velocidad máxima (250 m/min Ref. 557 m/min) y el cursor ubicado en el lado derecho indica la velocidad mínima (37m/min Ref. 80m/min), ejercidas por la Preniveladora I.

Gráfica de Velocidades de la Preniveladora II (Dc1)



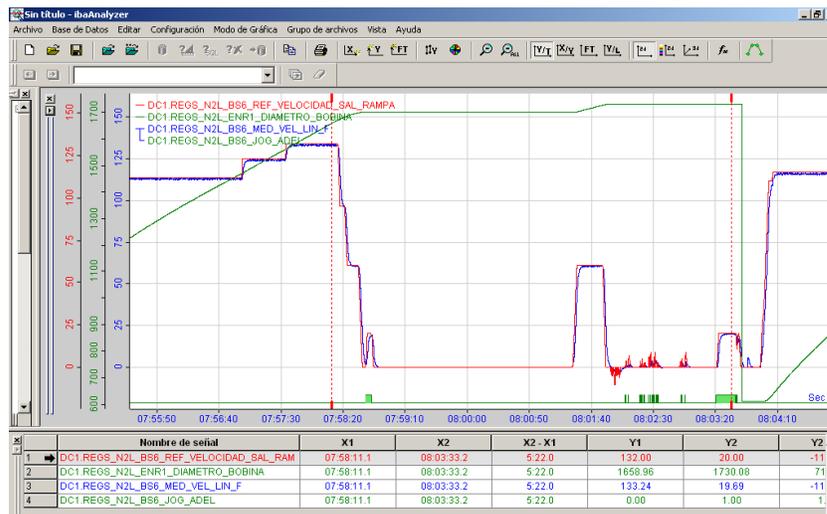
De la Gráfica anterior: La Gráfica de color azul indica la tendencia de velocidad real y la roja la estándar. El cursor ubicado de lado izquierdo indica la velocidad máxima (257 m/min Ref. 557 m/min.), y el cursor ubicado en el lado derecho indica la velocidad mínima (37m/min Ref. 80m/min.), ejercida por la Preniveladora II.

Gráfica de Velocidades del Juego de Rodillos Tensores I (Dc1)



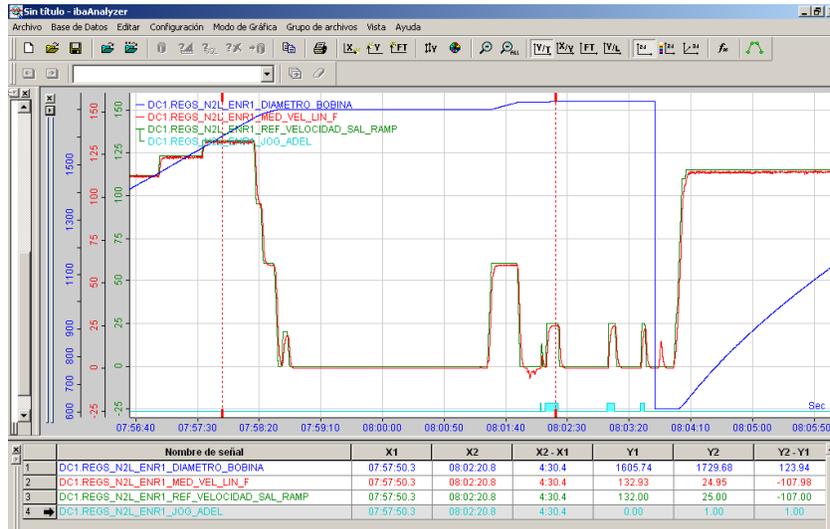
De la Gráfica anterior: La Gráfica de color azul indica la tendencia de velocidad real y la roja la estándar. El cursor ubicado de lado izquierdo indica la velocidad máxima (250 m/min Ref. 250 m/min.), y el cursor ubicado en el lado derecho indica la velocidad mínima (36 m/min Ref. 36 m/min), ejercida por el Rodillos Tensores I.

Gráfica de Velocidades del Juego de Rodillos Tensores 6 (Dc1)



De la Gráfica anterior: La Gráfica de color azul indica la tendencia de velocidad real y la roja la estándar. El cursor ubicado de lado izquierdo indica la velocidad máxima (133 m/min Ref. 132 m/min) y el cursor ubicado en el lado derecho indica la velocidad mínima (20 m/min Ref. 20 m/min.), ejercida por el Rodillos Tensores VI.

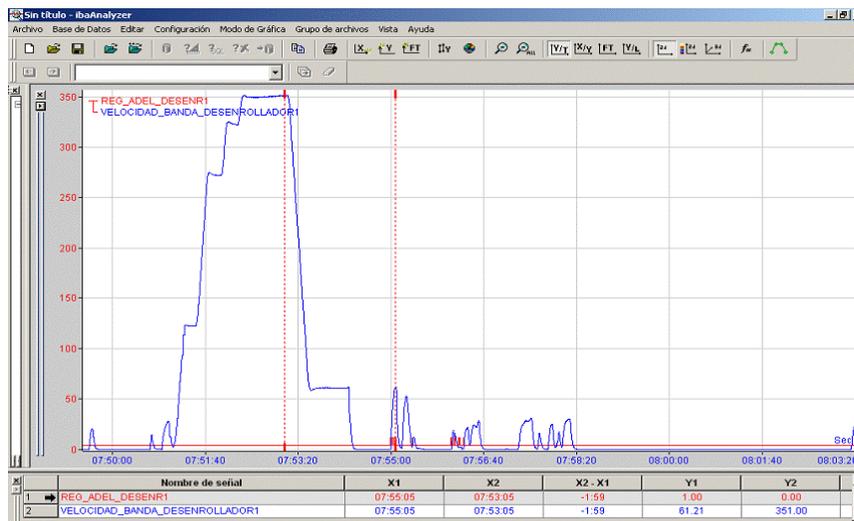
Gráfica de Velocidades del Enrollador I (Dc1)



De la Gráfica anterior: La Gráfica de color verde indica la tendencia de velocidad real y la roja la estándar el cursor ubicado de lado izquierdo indica la velocidad máxima (133 m/min Ref. 132 m/min) y el cursor ubicado en el lado derecho indica la velocidad mínima (25 m/min Ref. 25 m/min), ejercida por el Enrollador I.

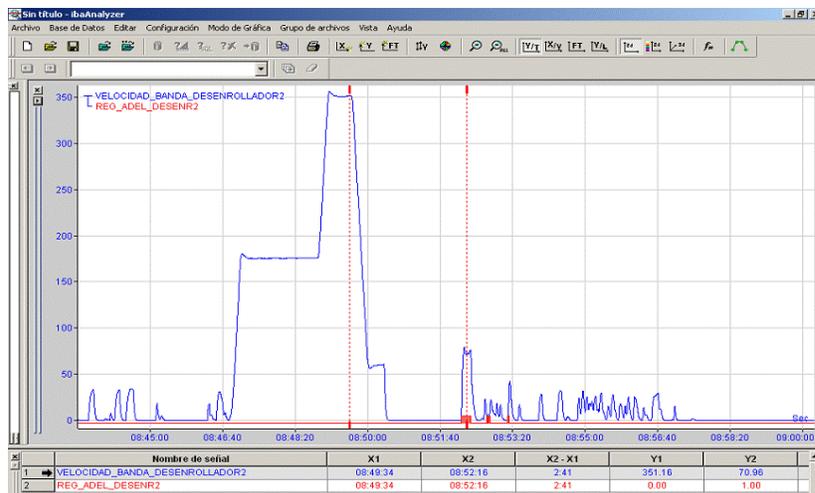
Gráficas de Velocidades en la Zona de Entrada y Salida del Decapado II

Gráfica de Velocidades del Desenrollador I (Dc2)



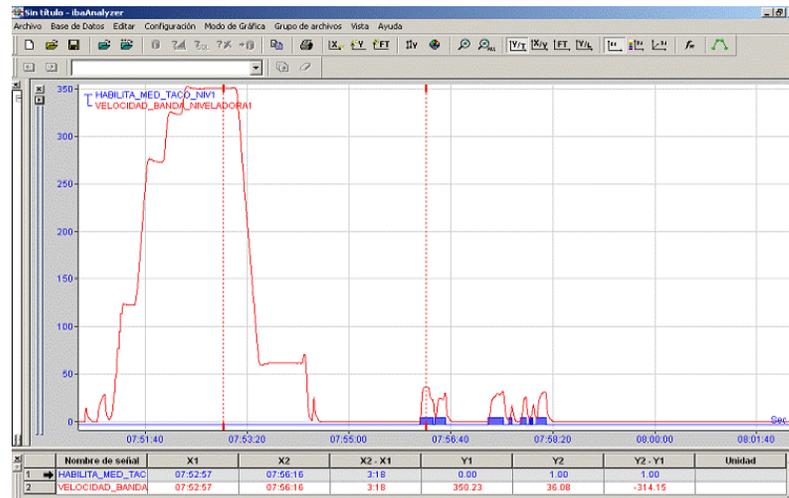
De la Gráfica anterior: La Gráfica de color azul indica la tendencia de velocidad real. El cursor ubicado de lado izquierdo indica la velocidad máxima (351 m/min.), y el cursor ubicado en el lado derecho indica la velocidad mínima (61 m/min.), ejercida por el Desenrollador I.

Gráfica de Velocidades del Desenrollador II (Dc2)



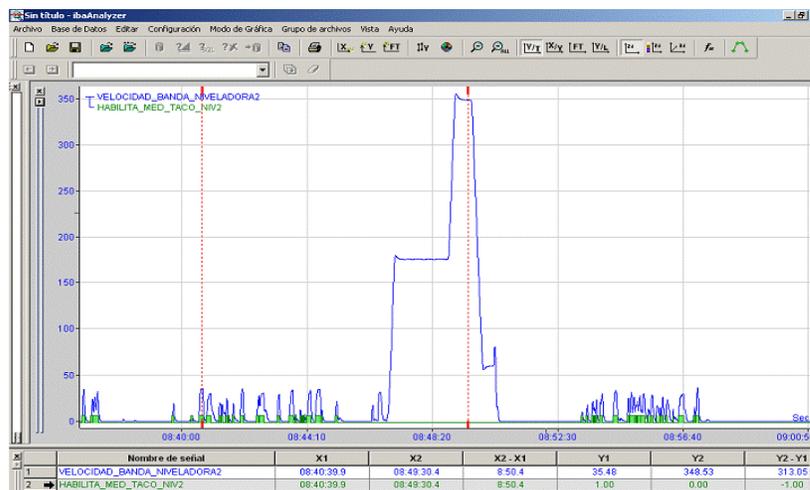
De la Gráfica anterior: La Gráfica de color azul indica la tendencia de velocidad real. El cursor ubicado de lado izquierdo indica la velocidad máxima (351 m/min) y el cursor ubicado en el lado derecho indica la velocidad mínima (71 m/min), ejercida por el Desenrollador II.

Gráfica de Velocidades de la Preniveladora I (Dc2)



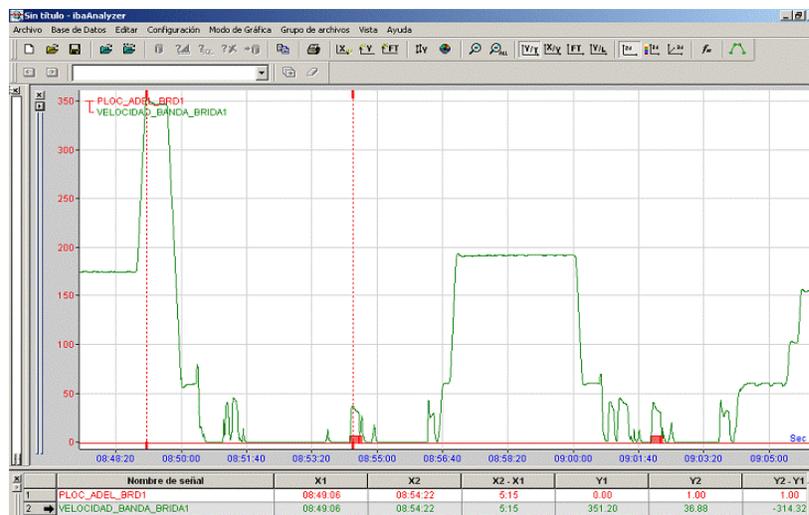
De la Gráfica anterior: La Gráfica de color rojo indica la tendencia de velocidad real. El cursor ubicado de lado izquierdo indica la velocidad máxima (351 m/min) y el cursor ubicado en el lado derecho indica la velocidad mínima (36 m/min), ejercida por el Preniveladora I.

Gráfica de Velocidades de la Preniveladora II (Dc2)



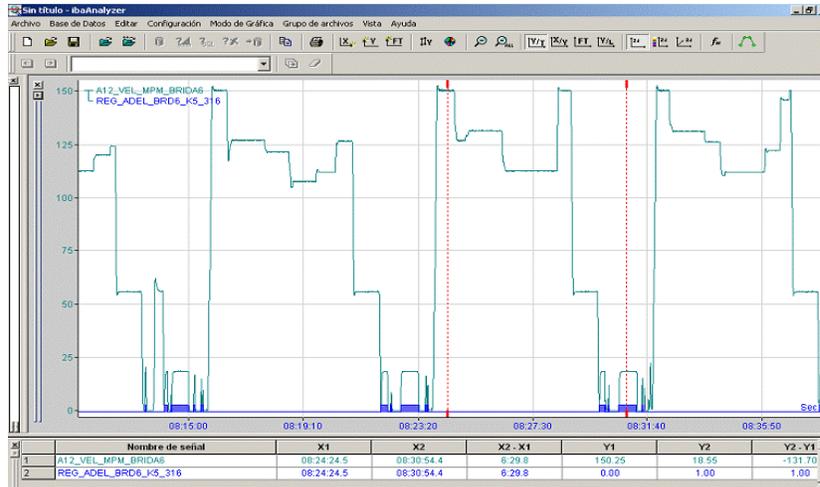
De la Gráfica anterior: La Gráfica de color azul indica la tendencia de velocidad real. El cursor ubicado de lado derecho indica la velocidad máxima (350 m/min) y el cursor ubicado en el lado izquierdo indica la velocidad mínima (36 m/min), ejercida por el Preniveladora II.

Gráfica de Velocidades del Juego de rodillos tensores I (Dc2)



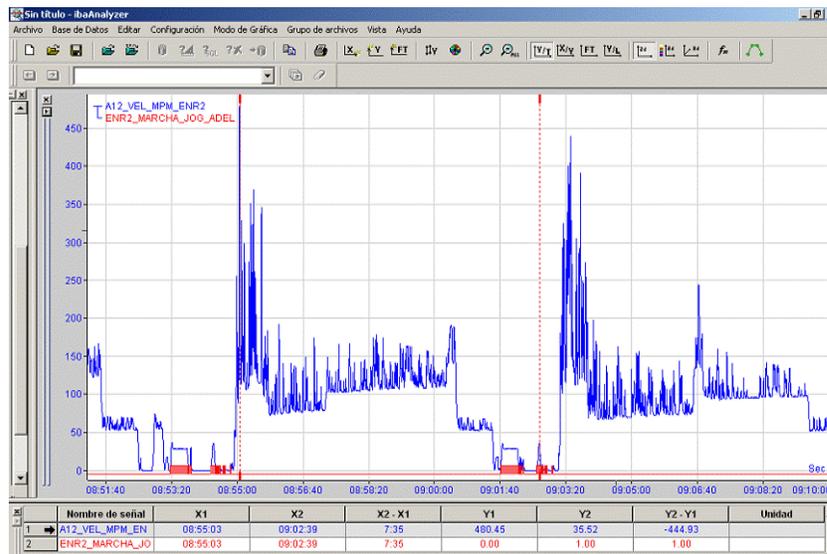
De la Gráfica anterior: La Gráfica de color verde indica la tendencia de velocidad real. El cursor ubicado de lado izquierdo indica la velocidad máxima (351 m/min) y el cursor ubicado en el lado derecho indica la velocidad mínima (37 m/min), ejercida por el Rodillos Tensores I.

Gráfica de Velocidades del Juego de rodillos tensores 6 (Dc2)



De la Gráfica anterior: La Gráfica de color azul indica la tendencia de velocidad real. El cursor ubicado de lado izquierdo indica la velocidad máxima (150 m/min) y el cursor ubicado en el lado derecho indica la velocidad mínima (19 m/min), ejercida por el Rodillos tensores VI.

Gráfica de Velocidades del Enrollador II (Dc2)



De la Gráfica anterior: La Gráfica de color azul indica la tendencia de velocidad real. El cursor ubicado de lado izquierdo indica la velocidad máxima (480 m/min) y el cursor ubicado en el lado derecho indica la velocidad mínima (36 m/min), ejercida por el Enrollador I.

ANEXO IV

TIEMPOS DE SOLDADURA DEFINIDOS POR TIPO DE ESPESOR PROCESADO.

La Tabla muestra en la primera columna el tipo de espesor y en ultima columna el tiempo estándar de soldadura

PRALPC11002 “Operaciones de Entrada”

TABLA 3. Selección de Programa (Posición) según el espesor de la Banda

TABLA 1 SELECCIÓN DE PROGRAMA (POSICIÓN) EN LA MSM (CON LOS PARÁMETROS IMPLÍCITOS).											
MIEBACH DORTMUND			TABLA DE AJUSTES MAQUINA No. 100292								
Espesor de Banda		Cabezal Espada Mesa Transferencia	Comutación de Velocidad	Comutación de Voltaje	Material Recalcado	Ciclos de Corriente Recalcado	Material Fundido	Perdida Total de Material	Distancia entre mordazas después de soldadura	Avance total del carro	Tiempo de soldadura
mm	Espesor Nominal	Posición	Parada del Carro (mm)	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	s
1.25 - 2.75	2	2	35-40	44.10	3.20	4.00	10.00	13.20	12.50	55.50	8.50
2.80 - 3.65	3.2	3	28-33	37.10	4.00	4.00	13.20	17.30	16.00	52.00	10.50
3.70 - 4.75	4.2	4	20-25	30.00	4.80	4.00	16.80	21.60	19.50	48.50	12.50
4.80 - 6.30	5.5	5	13-18	23.00	5.00	6.00	20.20	25.20	22.50	45.50	20.00

NOTA: Para TACE 050, aumentar el tiempo de soldadura en aproximadamente un 20 %.

Seleccionar Estufe y Presión según Tabla 4.

TABLA 4. Estufe y Presión

ESTUFE	OTROS TACE's	TACE 050
	PRESION RECALQUE (bar)	PRESION RECALQUE (bar)
1	90	90
2	90	120
3	90	120

ANEXO V

TABLA DE INTERÉS COMPUESTO

Tabla de Interés Compuesto

10% TABLA 15 Flujo de efectivo discreto: Factores de interés compuesto 10%								
n	Pagos únicos		Pagos de serie uniforme			Gradientes aritméticos		
	Cantidad compuesta F/P	Valor presente P/F	Factor de amortización A/F	Cantidad compuesta F/A	Recuperación de capital A/P	Valor presente P/A	Gradiente de valor presente P/G	Gradiente de serie anual A/G
1	1.1000	0.9091	1.00000	1.0000	1.10000	0.9091		
2	1.2100	0.8264	0.47619	2.1000	0.57619	1.7355	0.8264	0.4762
3	1.3310	0.7513	0.30211	3.3100	0.40211	2.4869	2.3291	0.9366
4	1.4641	0.6830	0.21547	4.6410	0.31547	3.1699	4.3781	1.3812
5	1.6105	0.6209	0.16380	6.1051	0.26380	3.7908	6.8618	1.8101
6	1.7716	0.5645	0.12961	7.7156	0.22961	4.3553	9.6842	2.2236
7	1.9487	0.5132	0.10541	9.4872	0.20541	4.8684	12.7631	2.6216
8	2.1436	0.4665	0.08744	11.4359	0.18744	5.3349	16.0287	3.0045
9	2.3579	0.4241	0.07364	13.5795	0.17364	5.7590	19.4215	3.3724
10	2.5937	0.3855	0.06275	15.9374	0.16275	6.1446	22.8913	3.7255
11	2.8531	0.3505	0.05396	18.5312	0.15396	6.4951	26.3963	4.0641
12	3.1384	0.3186	0.04676	21.3843	0.14676	6.8137	29.9012	4.3884
13	3.4523	0.2897	0.04078	24.5227	0.14078	7.1034	33.3772	4.6988
14	3.7975	0.2633	0.03575	27.9750	0.13575	7.3667	36.8005	4.9955
15	4.1772	0.2394	0.03147	31.7725	0.13147	7.6061	40.1520	5.2789
16	4.5950	0.2176	0.02782	35.9497	0.12782	7.8237	43.4164	5.5493
17	5.0545	0.1978	0.02466	40.5447	0.12466	8.0216	46.5819	5.8071
18	5.5599	0.1799	0.02193	45.5992	0.12193	8.2014	49.6395	6.0526
19	6.1159	0.1635	0.01955	51.1591	0.11955	8.3649	52.5827	6.2861
20	6.7275	0.1486	0.01746	57.2750	0.11746	8.5136	55.4069	6.5081
21	7.4002	0.1351	0.01562	64.0025	0.11562	8.6487	58.1095	6.7189
22	8.1403	0.1228	0.01401	71.4027	0.11401	8.7715	60.6893	6.9189
23	8.9543	0.1117	0.01257	79.5430	0.11257	8.8832	63.1462	7.1085
24	9.8497	0.1015	0.01130	88.4973	0.11130	8.9847	65.4813	7.2881
25	10.8347	0.0923	0.01017	98.3471	0.11017	9.0770	67.6964	7.4580
26	11.9182	0.0839	0.00916	109.1818	0.10916	9.1609	69.7940	7.6186
27	13.1100	0.0763	0.00826	121.0999	0.10826	9.2372	71.7773	7.7704
28	14.4210	0.0693	0.00745	134.2099	0.10745	9.3066	73.6495	7.9137
29	15.8631	0.0630	0.00673	148.6309	0.10673	9.3696	75.4146	8.0489
30	17.4494	0.0573	0.00608	164.4940	0.10608	9.4269	77.0766	8.1762
31	19.1943	0.0521	0.00550	181.9434	0.10550	9.4790	78.6395	8.2962
32	21.1138	0.0474	0.00497	201.1378	0.10497	9.5264	80.1078	8.4091
33	23.2252	0.0431	0.00450	222.2515	0.10450	9.5694	81.4856	8.5152
34	25.5477	0.0391	0.00407	245.4767	0.10407	9.6086	82.7773	8.6149
35	28.1024	0.0356	0.00369	271.0244	0.10369	9.6442	83.9872	8.7086
40	45.2593	0.0221	0.00226	442.5926	0.10226	9.7791	88.9525	9.0962
45	72.8905	0.0137	0.00139	718.9048	0.10139	9.8628	92.4544	9.3740
50	117.3909	0.0085	0.00086	1163.91	0.10086	9.9148	94.8889	9.5704
55	189.0591	0.0053	0.00053	1880.59	0.10053	9.9471	96.5619	9.7075
60	304.4816	0.0033	0.00033	3034.82	0.10033	9.9672	97.7010	9.8023
65	490.3707	0.0020	0.00020	4893.71	0.10020	9.9796	98.4705	9.8672
70	789.7470	0.0013	0.00013	7887.47	0.10013	9.9873	98.9870	9.9113
75	1271.90	0.0008	0.00008	12709	0.10008	9.9921	99.3317	9.9410
80	2048.40	0.0005	0.00005	20474	0.10005	9.9951	99.5606	9.9609
85	3298.97	0.0003	0.00003	32980	0.10003	9.9970	99.7120	9.9742
90	5313.02	0.0002	0.00002	53120	0.10002	9.9981	99.8118	9.9831
95	8556.68	0.0001	0.00001	85557	0.10001	9.9988	99.8773	9.9889
96	9412.34	0.0001	0.00001	94113	0.10001	9.9989	99.8874	9.9898
98	11389	0.0001	0.00001		0.10001	9.9991	99.9052	9.9914
100	13781	0.0001	0.00001		0.10001	9.9993	99.9202	9.9927