

**SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN
LA PLANTA EMBOTELLADORA DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA DE
ALIMENTOS INDUCOLA S.A.**

JUAN SEBASTIAN CELIS VARGAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2013

**SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN
LA PLANTA EMBOTELLADORA DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA DE
ALIMENTOS INDUCOLA S.A.**

JUAN SEBASTIAN CELIS VARGAS

**Trabajo de Grado para optar el título de
Ingeniero Mecánico**

Director

CARLOS BORRAS PINILLA

PhD Msc en ingeniería mecánica

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2013

DEDICATORIA

A DIOS, quien me ha acompañado en cada una de las etapas de mi formación profesional, me lleno de fortaleza y bajo ninguna circunstancia permitió que me rindiera antes de alcanzar éste logro.

A mi amada madre Lucila Vargas, la mujer que con su amor, apoyo incondicional, incontables sacrificios y sobre todo su inquebrantable fe en la superación de sus hijos, hizo de éste logro una realidad.

A mi querido padre Jacinto Celis, un hombre que ha luchado siempre por brindarme lo mejor y nunca ha dejado de creer en mí.

A mis hermanos Diego Celis y Nicolás Celis, quienes siempre han estado presentes brindándome su apoyo incondicional.

A mi sobrinita Michelle Daniela Celis, quien sin saberlo ha sido un motor muy importante en mi desarrollo personal y profesional.

A Johana Martínez, por su amor, paciencia y apoyo incondicional

A todos los amigos y compañeros, con quienes compartí mi vida universitaria.

AGRADECIMIENTOS.

A la Universidad Industrial de Santander y la Escuela de Ingeniería Mecánica por brindarme una formación integral como Ingeniero Mecánico.

A Profesor Carlos Borrás Pinilla, Ingeniero Mecánico, director del proyecto, por todos sus conceptos y observaciones entregadas en pro del acertado desarrollo de este trabajo de grado.

A Luis Guillermo Pizano Maya, Gerente General de la industria colombiana de alimentos INDUCOLA S.A. por su respaldo.

A Fredy Alexander Estepa Martínez, Ingeniero de sistemas, por el apoyo brindado a lo largo del desarrollo de este proyecto de grado.

A mi familia por estar siempre pendiente de este proceso.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	19
1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA DE ALIMENTOS INDUCOLA S.A.	21
1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	21
1.2 RESEÑA HISTÓRICA.....	21
1.3 MISIÓN	22
1.4 VISIÓN.....	22
1.5 POLÍTICAS DE CALIDAD.....	22
1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	23
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA DE ALIMENTOS INDUCOLA S.A.....	24
2.1 CADENA PRODUCTIVA	24
2.1.1 Recepción y almacenamiento de las materias primas.....	24
2.1.2 Preparación jarabe simple.	25
2.1.3 Preparación de Jarabe compuesto.	27
2.1.4 Preparación y carbonatación de la bebida.....	27
2.1.5 Embotellado.....	28
2.1.6 Empaque.....	30
2.2 ESQUEMA GENERAL DE LA CADENA PRODUCTIVA	31

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	32
3.1 MANTENIMIENTO	32
3.1.1 Importancia del Mantenimiento	34
3.1.2 Objetivo del mantenimiento.....	34
3.1.3 Gestión del mantenimiento	34
3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO	35
3.2.1 Mantenimiento Correctivo.	36
3.2.2 Mantenimiento preventivo..	37
3.2.3 Mantenimiento autónomo.....	38
3.2.4 Mantenimiento predictivo.	39
3.2.5 Mantenimiento productivo total. (Total Productive Maintenance TPM)	39
3.2.6 Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)	40
3.3 INDICADORES DE MANTENIMIENTO.	40
3.3.1 Disponibilidad.....	41
3.3.2 Confiabilidad	42
3.3.3 Mantenibilidad.....	42
3.4 ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF).....	43
3.4.1 Reseña histórica	43
4. MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA PLANTA EMBOTELLADORA DE INDUCOLA S.A.	45
4.1 DESCRIPCIÓN DEL AL ÁREA DE MANTENIMIENTO	45
4.2 GESTIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO.	45
4.3 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	46
4.5 GESTIÓN DE REPUESTOS.....	47
4.6 DIAGNÓSTICO DE LA CONDICIÓN DE LAS MAQUINAS	48

5. DIRECCIONAMIENTO DEL PROYECTO.....	49
5.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	49
5.2 JUSTIFICACIÓN.....	50
5.3 OBJETIVOS DE PROYECTO.....	51
5.3.1 Objetivo general.....	51
5.3.2 Objetivos específicos.....	51
5.4 DISEÑO DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	52
6. INVENTARIO Y JERARQUIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA EMBOTELLADORA DE INDUCOLA S.A.	54
6.1 INVENTARIO DE EQUIPOS.....	54
6.1.1 Definición de términos.....	54
6.2 LINEAMIENTOS PARA INVENTARIAR.	56
6.3 DESARROLLO DEL INVENTARIO.....	57
6.4 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS.....	64
6.5 ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	65
6.5.1 Alcance del análisis de criticidad.....	66
6.5.2 Modelo de criticidad de factores ponderados basados en el concepto del riesgo.	66
6.6 RESULTADO ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	69
7. ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (AMEF).....	73
7.1 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS ASOCIADOS AL AMEF.....	73
7.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO.....	74
7.2.1 Determinar y definir el sistema.	75
7.2.2 Identificar y definir las funciones del sistema.....	75

7.2.3 Modo de falla..	76
7.2.4 Efecto de falla	76
7.1.5 Causas del modo de falla	77
7.1.6 Cálculo del índice de prioridad de riesgo (IPR)	78
7.1.7 Registro de información.	79
7.3 ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA PARA LOS EQUIPOS DE LA PLANTA EMBOTELLADORA DE INDUCOLA S.A.	80
7.3.1 Posicionador (PO0100)	80
7.3.2 Tribloc (PO0500)	83
7.3.3 Compresor (SI0900).	86
7.4 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y REGISTRO DEL AMEF	94
8. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	95
8.1 FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS	95
8.2 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	95
9. SISTEMA DE INFORMACIÓN	110
9.1 SISTEMA DE INFORMACION PARA EL MANTENIMIENTO	111
9.1.1 Características del Sistema de Información	111
9.1.2 Componentes del sistema de información.	112
9.1.3 Elementos básicos de los sistemas de información para mantenimiento. ..	113
9.2 IMPORTANCIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN MANTENIMIENTO	113
9.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO EN LA EMBOTELLADORA DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA DE ALIMENTOS INDUCOLA S.A.	114
9.3.1 Requerimientos del sistema de información	116

9.3.2	Diseño del sistema de información.	117
9.3.3	características del sistema de información	117
9.3.4	Diseño de la estructura general del sistema de información.....	118
9.3.5	variables de entrada y de salida del sistema de información.	118
9.4	FUNCIONAMIENTO E INTERFACE MÓDULOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	120
9.4.1	Entrada al sistema.	120
9.4.2	Modulo equipos.....	122
9.4.3	Modulo gestión de mantenimiento.	128
9.4.4	Modulo Administración.....	133
10.	CONCLUSIONES	143
11.	RECOMENDACIONES.....	143
	BIBLIOGRAFÍA.....	143
	ANEXOS.....	146

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama de la empresa	23
Figura 2. Almacenamiento materia prima.	25
Figura 3. Tanque de disolución.....	25
Figura 4. Tanque marmita.....	26
Figura 5. Tanque de balance	27
Figura 6. Mixer	28
Figura 7. Posicionador	28
Figura 8. Transporte aéreo.	29
Figura 9. Triblock	29
Figura 10. Enfardadora	30
Figura 11. Túnel de termoencogido	30
Figura 12. Cadena productiva Inducola S.A.	31
Figura 13. Relación entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento.	33
Figura 14. Productos Inducola S.A.	50
Figura 15. Metodología de trabajo	53
Figura 16. División de la planta embotelladora.	57
Figura 17. Estructura código equipo.	64
Figura 18. Matriz de criticidad	69
Figura 19. Resultado del análisis de criticidad	72
Figura 20. Formato de trabajo AMEF.....	79
Figura 21. POSICIONADOR POSIMESAL 20/200	81
Figura 22. Subsistemas Posicionador.....	81
Figura 23. TRIBLOC BEST FILL 30/30/10.....	83
Figura 24. Subsistemas Tribloc.....	84
Figura 25. Compresor VILTER 456XL	86
Figura 26. Subsistemas Compresor.....	87

Figura 27.PRE-MIX 10.....	89
Figura 28. Subsistemas Mixer.....	90
Figura 29. Formato de ficha técnica.....	96
Figura 30.Comportamiento de un sistema de información.....	110
Figura 31. Módulos sistema de información para la gestión del mantenimiento en la planta embotelladora de Inducola S.A.	115
Figura 32.Variables de entrada.....	119
Figura 33.Variables de salida.....	119
Figura 34.Acceso directo sistema de información GAMI	120
Figura 35.Validación de usuario.....	120
Figura 36.Diagrama de flujo entrada del sistema.....	121
Figura 37.Modulo equipos	122
Figura 38.Listado de equipos por áreas.....	122
Figura 39.Formulario Información general	123
Figura 40.Formulario Información técnica.....	124
Figura 41.Formulario documentos	124
Figura 42.Formulario Subsistemas/ elementos.....	125
Figura 43.Formulario Observaciones.....	125
Figura 44.Ficha mantenimiento Autónomo	126
Figura 45.Ficha Mantenimiento preventivo	126
Figura 46.Diagrama de flujo Modulo equipos	127
Figura 47.Formulario solicitud de servicio.....	128
Figura 48.Información general orden de trabajo	129
Figura 49.Formulario tareas de orden de trabajo.....	130
Figura 50.Formulario repuestos requeridos orden de trabajo	131
Figura 51.Insumos orden de trabajo	131
Figura 52. Hoja de vida equipo	132
Figura 53. Diagrama de flujo modulo gestión de mantenimiento	133
Figura 54.Interface de entrada módulo administración	134
Figura 55.Formulario Administración de usuarios.....	134

Figura 56. Formulario Administración de repuestos.....	135
Figura 57. Formulario Administración de Insumos.....	135
Figura 58. Modulo Indicadores de gestión	136
Figura 59. Diagrama de flujo modulo administración	137
Figura 60. Pestaña solicitudes de servicio sin asignación.	138
Figura 61. Pestaña orden de trabajo pendiente.	138
Figura 62. Diagrama de flujo modulo alarmas	139
Figura 63. Diagrama general Flujo de información entre módulos.....	140

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Formato para inventariar equipos	56
Tabla 2.Código asignado a cada proceso.....	58
Tabla 3.Funciones Principales.....	59
Tabla 4. Funciones principales y sus equipos.....	61
Tabla 5. Factores ponderados a ser evaluados.....	67
Tabla 6. Lista jerarquizada de equipos	70
Tabla 7.Subsistemas Posicionador.....	82
Tabla 8. Subsistemas Tribloc.....	85
Tabla 9.Subsistemas Compresor.....	88
Tabla 10.Subsistemas Mixer.....	91
Tabla 11.Factores para calcular el IPR.....	92
Tabla 12. Rutina de Mantenimiento Preventivo Posicionador.....	97
Tabla 13.Rutina de Mantenimiento Preventivo Tribloc.....	99
Tabla 14. Rutina de Mantenimiento Preventivo Compresor.....	101
Tabla 15.Rutina de Mantenimiento Preventivo Mixer.....	102
Tabla 16.Tabla 15.Rutina de Mantenimiento Preventivo Transporte aéreo	104
Tabla 17.Rutina de Mantenimiento Preventivo Alimentador Tapas	105
Tabla 18. Rutina de Mantenimiento Preventivo Enfardadora.....	106
Tabla 19.Rutina de Mantenimiento Preventivo P.T.A.I.	108

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Inventario general planta embotelladora Inducola S.A.....	147
ANEXO B. Calculo índice criticidad equipos.....	156
ANEXO C. Matriz de criticidad equipos planta embotelladora Inducola S.A.....	158
ANEXO D. Ficha técnica equipos críticos de la planta embotelladora de Inducola S.A.....	159
ANEXO E. REGISTRÓ INFORMACIÓN AMEF.....	167
ANEXO F. Plan de mantenimiento preventivo equipos planta embotelladora Inducola S.A.....	190
ANEXO G. Manual del usuario sistema de información.....	199

RESUMEN

TÍTULO: SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA PLANTA EMBOTELLADORA DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA DE ALIMENTOS INDUCOLA S.A.*

AUTOR: JUAN SEBASTIAN CELIS VARGAS**

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento Preventivo, Sistema de información, Análisis de criticidad, Planta Embotelladora, Plan de Mantenimiento.

DESCRIPCIÓN: El siguiente documento tiene como objetivo presentar la metodología de desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo en la industria colombiana de alimentos Inducola S.A. la cual tiene como propósito aumentar la eficiencia y eficacia de las actividades propias del área de mantenimiento de la empresa, mediante el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el análisis de modos y efectos de falla (AMEF), enfocado a los equipos críticos de la planta, acompañado de un sistema de información la gestión de éste.

El desarrollo de este proyecto consta en su primera parte de la descripción general de la industria colombiana de alimentos Inducola S.A. y su cadena productiva. Posteriormente se hace un análisis de la situación actual del área de mantenimiento en la planta, y se expone el fundamento teórico bajo el cual se desarrolló éste proyecto. Y a continuación hace una breve explicación de los lineamientos bajo cuales se realizó el inventario general de la planta. Seguidamente se jerarquizaron los equipos relacionados en el inventario mediante un análisis de criticidad aplicando la metodología de los factores ponderados basados en el concepto de riesgo, una vez calculado el índice de criticidad de cada equipo, se desarrolló un análisis de modos y efectos de falla (AMEF) enfocado a los 4 equipos con mayor índice de criticidad. A continuación se presenta el desarrollo del diseño del plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de la planta embotelladora; finalmente se evalúa el flujo de la información en el área de mantenimiento para conocer las necesidades de diseño de un sistema de información que permita gestionar todas las actividades propias del área.

El sistema de información se diseñó y desarrollo utilizando Java como lenguaje de programación y MySQL como motor de la base de datos.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director Carlos Borrás Pinilla

SUMMARY

TITLE: INFORMATION SYSTEM FOR THE MAINTENANCE MANAGEMENT AT THE BOTTLING PLANT OF THE INDUSTRIA COLOMBIANA DE ALIMENTOS INDUCOLA S.A.*

AUTHOR: JUAN SEBASTIAN CELIS VARGAS**

KEY WORDS: Preventive Maintenance, Information System, Criticality Analysis, Bottling Plant, Maintenance Plan.

DESCRIPTION: The following document aims to present the methodology of the development of a preventive maintenance plan at the industria colombiana de alimentos Inducola S.A. whose purpose is to increase the efficiency and effectiveness of the company's maintenance activities, through the design of a preventive maintenance plan based on failure mode and effects analysis (FMEA), focused on the plant's critical machines, accompanied with a management information system about it.

The development of this project consists of, initially, the industria colombiana de alimentos Inducola S.A. overview and its supply chain. Afterward comes the analysis of an actual situation at the plant's maintenance area, and it is exposed the theoretical fundament which helped to develop this thesis. Furthermore, there is a brief explanation of the guidelines under which it is elaborated the company's general inventory. Then, there is classification of the machines, listed in the inventory, through a criticality analysis and applying the methodology of the critical factors based on the risk concept, once it is calculated the criticality index on each machine and it is developed a failure mode and effects analysis (FMEA) focused on 4 machines with the highest criticality index. Additionally, it is explained the development of the preventive maintenance plan for the bottling plant's critical machines; and finally it is evaluated the flow of information in the maintenance area in order to know the needs of a information system design that allows to manage every activity of the area.

The information system was designed and built by using programming language Java and MySQL as a data base motor.

* Graduation Project.

**Industrial University of Santander. Faculty of Physical – Mechanical Engineering. Mechanical Engineering School. Eng. Carlos Borrás Pinilla.

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, la industria colombiana se enfrenta a los grandes retos que han traído consigo la globalización, la apertura económica y los tratados de libre comercio. Dentro de éste contexto, las empresas dedicadas al procesamiento y elaboración de productos, se ve obligadas a establecer estrategias que les permitan optimizar sus procesos productivos, no solo con el objetivo de aumentar su producción, sino además elaborar un producto con los más altos estándares de calidad que les permita satisfacer las demandas del mercado, para convertirse así, en empresas altamente competitivas que se aseguren su permanencia y expansión en el mercado nacional e internacional.

La industria colombiana de alimentos Inducola S.A. es consciente de esta situación, motivo por el cual trabaja continuamente en la búsqueda de estrategias que le permitan mejorar sus procedimientos, enfocando sus esfuerzos en aumentar la capacidad productiva de la planta embotelladora; ya que las operaciones de mantenimiento son parte esencial de la producción de alimentos, y la eficiencia con que estas operaciones se llevan a cabo ejerce una enorme influencia en la calidad final del producto. Surge la necesidad por parte de industria de alimentos Inducola S.A. de mejorar sus procedimientos de mantenimiento, pues esto se traduce en aumento de productividad, reducción de costos, minimización de inventarios y en consecuencia incremento de la competitividad.

Razón por la cual, en pro de la mejora continua de la empresa, junto con el compromiso de la Universidad industrial de Santander de contribuir en el fortalecimiento de la industria santandereana, se desarrolla el presente proyecto de grado titulado “Sistema de información para la gestión del mantenimiento en la

planta embotelladora de la industria colombiana de alimentos INDUCOLA S.A.” que tiene como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de la planta embotelladora acompañado de un sistema de información que facilite su ejecución, además de permitir el manejo de la información generada en el departamento de mantenimiento.

El desarrollo de este trabajo de grado se llevó acabo en varias fases, en la primera se resume el contexto empresarial de la industria colombiana de alimentos Inducola S.A., se hace una reseña histórica, se dan a conocer las políticas de la empresa y se realiza una descripción general del proceso productivo de la planta embotelladora, a continuación se realizó un reconocimiento de las instalaciones de la planta y sus equipos, el estado de los equipos, procedimientos administrativos y operativos, gestión de la documentación; todo con miras a definir las estrategias para el direccionamiento del desarrollo del plan de mantenimiento preventivo.

Mediante un análisis de criticidad se logró jerarquizar los equipos lo que facilita la toma de decisiones relacionadas con la asignación de recursos económicos, humanos y tecnológicos, asignados por la organización al área de mantenimiento, garantizando el aumento de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos lo que se refleja en la capacidad productiva de la planta.

1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA DE ALIMENTOS INDUCOLA S.A.

1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.

NOMBRE: Industria Colombiana de Alimentos INDUCOLA S.A.

ACTIVIDAD ECONÓMICA: Elaboración de bebidas no alcohólicas; producción de aguas minerales.

DIRECCIÓN: Calle 58 N° 16-90 Bodega 1 Sector Vegas de Villamizar Bodegas Avimol S.A., Girón Santander (Colombia).

TELÉFONO: (7) 681 2250.

NIT: 900.382.138-0.

1.2 RESEÑA HISTÓRICA.

La industria colombiana de alimentos Inducola S.A, fue ideada por los ingenieros José Antonio Cárdenas y Óscar Mauricio Rojas, quienes después de realizar un estudio de mercado concluyeron que una de la razón por la cual Colombia es uno de los países con menor consumo per cápita de gaseosas América latina, es por el precio del producto.

Fue así como iniciaron la planeación financiera y comercial de la empresa, tiempo después, le vendieron la idea a un grupo de inversionistas de la región, quienes el 28 de agosto de 2010 constituyeron por medio de la escritura pública No.3776 la sociedad comercial denominada industria colombiana de alimentos Inducola S.A. Tras constituir la sociedad comercial inicio un arduo trabajo de mercadeo en paralelo con el proceso de apertura de la planta embotelladora ubicada en el municipio de Girón, Santander.

El trabajo de mercadeo se desarrolló, en un periodo de tiempo superior a un año, y aunque al inicio fue muy complicado, éste rindió sus frutos, pues antes de abrir la planta embotelladora, ya se tenía asegurado un lugar en el mercado nacional.

La planta embotelladora fue inaugurada en julio del año 2011, y ha sido tal el éxito de sus productos que en la actualidad se comercializan en gran parte de los departamentos de Arauca, Boyacá, Caldas, Cesar, Córdoba, Norte de Santander, Quindío, Santander, Risaralda y Villavicencio.

1.3 MISIÓN

En Inducola S.A. producimos y comercializamos alimentos, bebidas carbonatadas, aguas, refrescos pasteurizados de agua y en general para el consumo humano, aplicando procesos estandarizados, materiales certificados y una estructura corporativa ligera, que garantiza a nuestros clientes productos de excelencia, calidad y precios competitivos.

1.4 VISIÓN.

En el 2021, estaremos posicionados en las primeras 5 opciones en el mercado nacional de bebidas y refrescos siendo identificados como la empresa santandereana del segmento de bebidas, incursionando en el mercado internacional gracias a nuestros altos estándares de calidad y consolidándonos como una organización rentable y generadora de valor para nuestros grupos de interés.

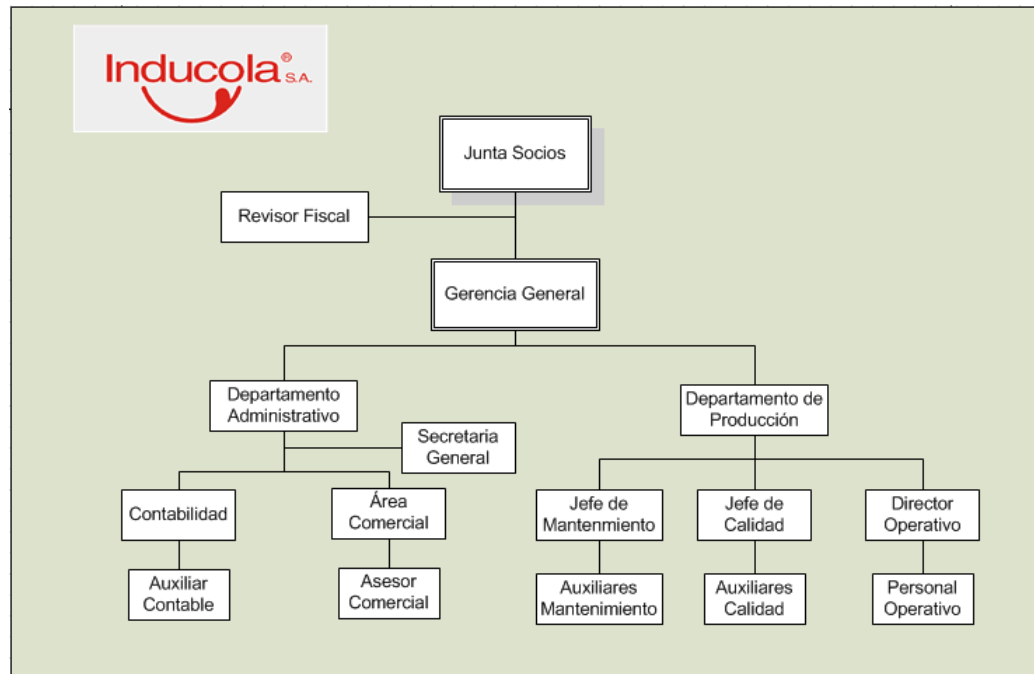
1.5 POLÍTICAS DE CALIDAD.

En Inducola S.A. ofrecemos a nuestros clientes productos de excelente calidad con entrega oportuna y a precios competitivos. Para eso contamos con procesos estandarizados, personal competente y una cultura organizacional encaminada a la reducción de despilfarros y la mejora continua, lo cual nos permite ser una empresa rentable, productiva y en continuo crecimiento, que genera nuevas oportunidades de trabajo en Santander.

1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Para esclarecer la estructuración interna y organización de la empresa con sus respectivos niveles jerárquicos, se presenta su organigrama en la figura 1.

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: Autor del proyecto.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA DE ALIMENTOS INDUCOLA S.A.

Como se mencionó en el capítulo anterior del trabajo de grado, Inducola S.A. se dedica a la elaboración de bebidas carbonatas, entendiéndose bebida carbonatada como: una bebida no alcohólica que se obtiene por disolución de dióxido de carbono (Anhídrido Carbónico) disuelto.

2.1 CADENA PRODUCTIVA

El término cadena productiva es utilizado en la ingeniería de procesos para describir la secuencia de actividades requeridas para elaborar un producto (que puede ser un bien o un servicio). Cada una de esas actividades o etapas constituye un eslabón en el proceso de fabricación o en el de prestación de dicho servicio¹. A continuación se realizará una descripción de cada uno de los componentes de la cadena productiva presentes en la planta embotelladora de Inducola S.A.

2.1.1 Recepción y almacenamiento de las materias primas. Una vez las materias primas (sacarosa, envases PET, saborizantes) llegan a la fábrica son sometidas a una inspección visual, así como a la toma aleatoria de muestras para realizar las respectivas pruebas de calidad; una vez aprobadas la pruebas de calidad son almacenadas (Ver Figura 2).

¹ Desarrollo de cadenas productivas y redes empresariales. [En línea]. 20011. 39 p. [Consultado junio 2013] Disponible en: <http://www.adec.org.ar/biblioteca/public/programas-adec/desarrollo_cadenas_productivas.pdf>

2.1.2 Preparación jarabe simple. Una vez se tiene las materias primas disponibles para la preparación del jarabe simple, se mezcla sacarosa con agua debidamente tratada, en el tanque de disolución. En la figura 3 se muestra el tanque de disolución de la planta embotelladora de Inducola S.A.

Figura 2. Almacenamiento materia prima.



Fuente: Inducola S.A.

Figura 3. Tanque de disolución



Fuente: Inducola S.A.

Al finalizar el proceso de disolución de la sacarosa en agua tratada, ésta mezcla es bombeada hasta la marmita industrial para su pasteurización. En la figura 4 se muestra la marmita empleada en el proceso de pasteurización en la planta embotelladora de Inducola S.A.

Figura 4. Tanque marmita



Fuente: Inducola S.A.

Una vez finaliza el proceso de pasteurización, el jarabe simple es filtrado y bombeado al tanque de balance donde se hace recircular por un intercambiador de calor para bajar su temperatura (Ver Figura 5).

Al finalizar el proceso de transferencia de calor el jarabe simple es filtrado nuevamente para ser bombeado hacia los tanques de almacenamiento.

Figura 5. Tanque de balance



Fuente: Inducola S.A.

2.1.3 Preparación de Jarabe compuesto. Una vez el jarabe simple alcanza la temperatura deseada es bombeado a los tanques de almacenamiento donde se mezcla homogéneamente con los saborizantes, para ser almacenados.

2.1.4 Preparación y carbonatación de la bebida. Una vez se tiene el jarabe compuesto disponible, este es bombeado al mixer donde se mezcla dosificadamente con agua tratada, para iniciar un proceso de transferencia de calor mediante el cual se alcanza una temperatura indicada que depende del sabor de la bebida. El proceso de carbonatación se lleva a cabo en la mixer (Ver Figura 6).

Figura 6. Mixer



Fuente: Inducola S.A.

2.1.5 Embotellado. El proceso de embotellamiento inicia con el posicionamiento de los envases en la línea de producción, mediante un posicionador. El cual ubica los envases en la línea de transporte aéreo (Ver Figura 7).

Figura 7. Posicionador



Fuente: Inducola S.A.

Al ingresar al transporte aéreo, los envases son llevados vía aérea hasta la triblock, donde son sometidos a un proceso de enjuague, para su posterior llenado y roscado (Ver Figura 8 y 9).

Figura 8. Transporte aéreo.



Fuente: Inducola S.A.

Figura 9. Triblock



Fuente: Inducola S.A.

2.1.6 Empaque. Una vez las botellas se encuentran llenas se realiza una inspección visual en la banda transportadora, la cual lleva las bebidas hasta la enfardadora donde se agrupan y envuelven en plástico termoencogible dependiendo de su presentación (Ver Figura 10).

Figura 10. Enfardadora



Fuente: Inducola S.A.

Una vez envuelto el paquete de botellas, éste pasa por el túnel de termoencogido donde el plástico se adhiere a ellas, al salir del túnel las botellas están listas para ser almacenadas y posteriormente comercializadas(Ver Figura 11).

Figura 11. Túnel de termoencogido

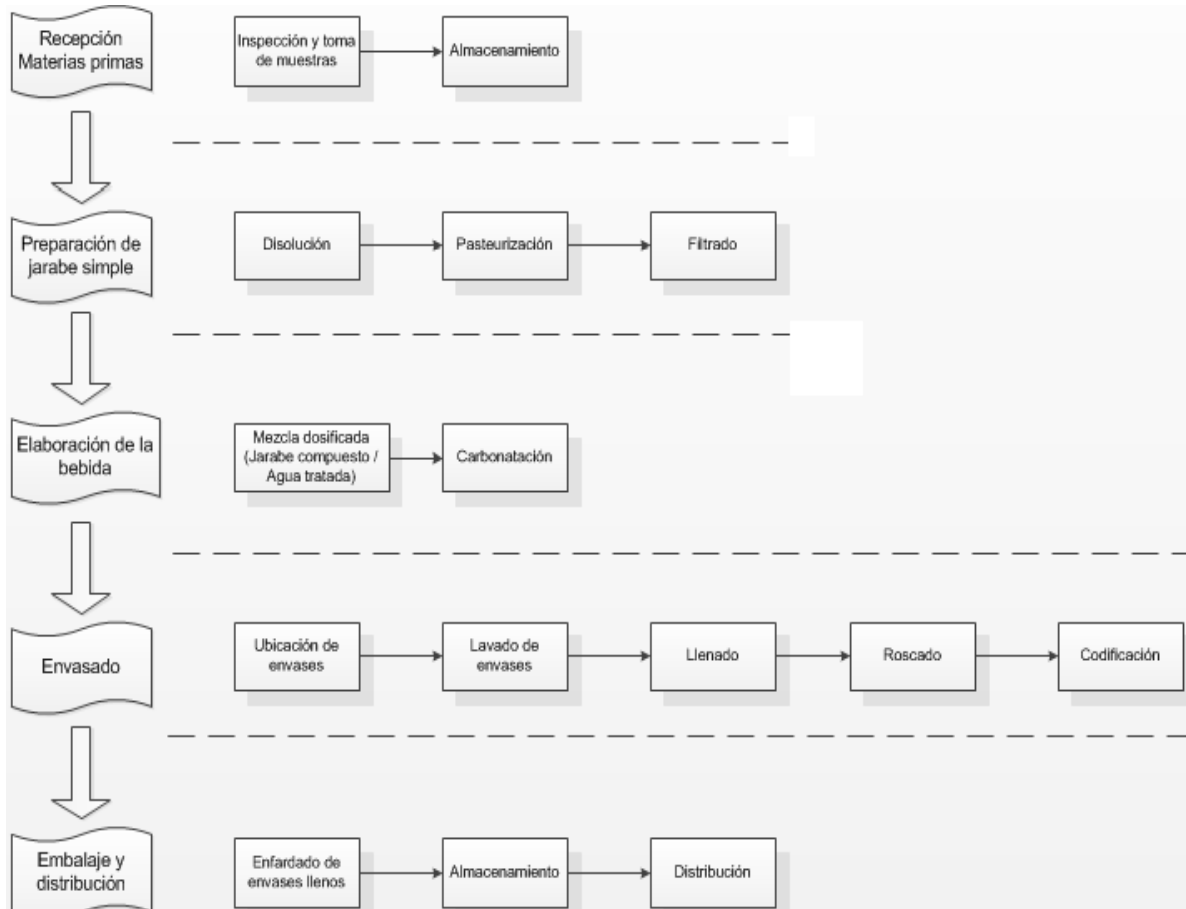


Fuente: Inducola S.A.

2.2 ESQUEMA GENERAL DE LA CADENA PRODUCTIVA

En la figura 12 se presenta el esquema general de la cadena productiva de la planta embotelladora de Inducola S.A.

Figura 12. Cadena productiva Inducola S.A.



Fuente: Inducola S.A.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A continuación, en este capítulo se presentaran los conceptos y aspectos teóricos del mantenimiento industrial, con el objetivo de establecer las bases teóricas bajo las cuales se desarrolló este proyecto.

3.1 MANTENIMIENTO

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se restablece a, un estado en el cual puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto y, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa.

Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento.²

Mantener es realizar operaciones tales como: limpieza, lubricación, inspección, conservación, reparaciones y mejoras que permiten conservar el potencial de un equipo para asegurar su continuidad y garantizar la calidad de la producción.³

El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción. En la figura 13⁴ se muestra un diagrama que relaciona los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento. El departamento de producción

² DIXON, Daffuaa. Sistemas de Mantenimiento. Limusa.México.2000. p. 29

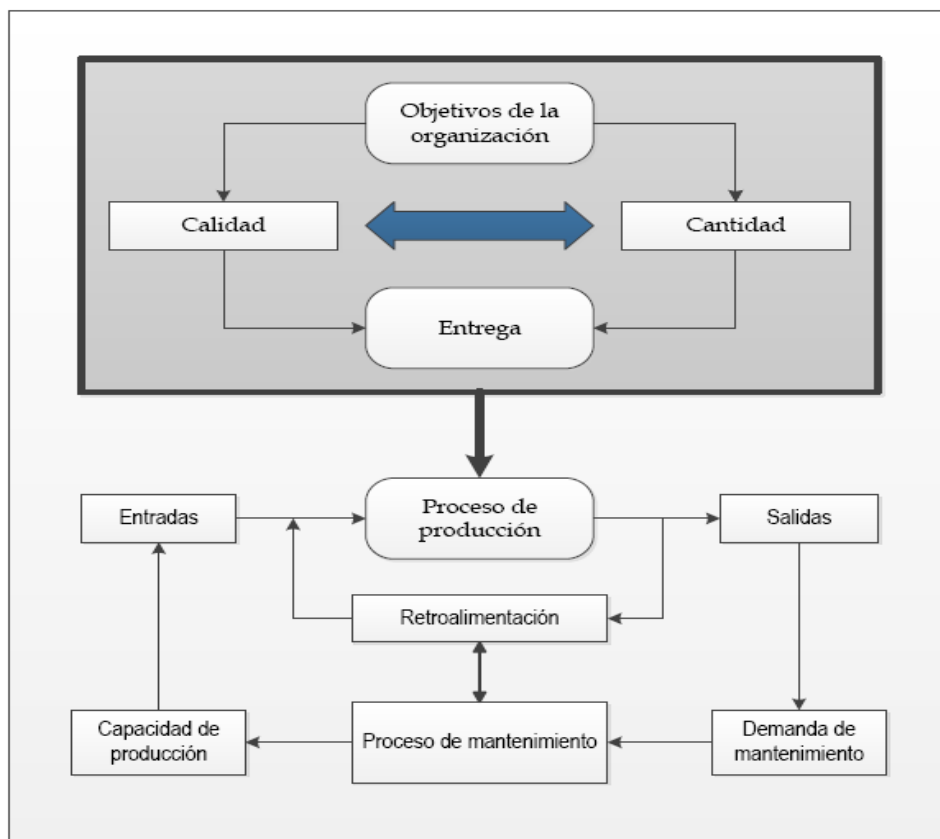
³ GONZALES, Carlós Ramón. Ingeniería de Mantenimiento. Cap. I. UIS. Bucaramanga.

⁴ SIERRA, Gabriel. Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A. Tesis de grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería mecánica. 2009. 182p.

generalmente se ocupa de convertir entradas, como materias primas, mano de obra y procesos, en productos que satisfacen las necesidades de los clientes.

La principal salida de producción son los productos terminados; una salida secundaria es la falla de un equipo. Esta salida secundaria genera una demanda de mantenimiento, la cual debe ser tomada por el sistema de mantenimiento como una entrada a la cual se le agrega conocimiento técnico, experiencia, mano de obra y refacciones, para producir equipos en buenas condiciones y disponibles, dándole a la planta capacidad productiva.

Figura 13. Relación entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento.



Fuente: SIERRA, Gabriel (2009).

3.1.1 Importancia del Mantenimiento. El mantenimiento es algo inherente a la industria, se encuentra irremediamente ligado a la existencia de las maquinas. La vida de una maquina implica la necesidad del mantenimiento.

El área de mantenimiento, debe ser una parte integral de toda empresa y más aún cuando la empresa crece, cuando aumenta su complejidad, cuando se incrementa la automatización de las plantas, cuando la edad de los equipos aumenta y los costos de mantenimiento se van convirtiendo en los costos más importantes de los costos de producción.

3.1.2 Objetivo del mantenimiento. El objetivo del mantenimiento es aumentar la disponibilidad de maquinaria y equipos para la producción, de manera que estén siempre aptos y en condiciones de operación inmediata, así como extender el tiempo de servicio, incluyendo equipo móvil e instalaciones de la empresa.

El mantenimiento debe estar enfocado a la permanente consecución de los siguientes objetivos específicos:

- Garantizar la disponibilidad del equipo productivo.
- Optimizar los recursos económicos, humanos y tecnológicos.
- Aumentar al máximo la vida útil del equipo productivo.
- Asegurar el cumplimiento de la normativa vigente de seguridad industrial y medio ambiente.

3.1.3 Gestión del mantenimiento. La palabra se relaciona con la dirección de empresas, aplica a un sistema técnico y social cuya función básica es crear bienes y/o servicios que contribuyan a elevar el nivel de vida de la empresa⁵.

La expresión empresa se entiende como un conjunto formado por hombres, maquinas, tecnología, información, planeación y recursos financieros o de

⁵ DOUNCE VILLANUEVA, Enrique; LOPEZ DE LEON, Carlos; DOUNCE PEREZ, Tagle, Productividad en el mantenimiento industrial, Compañía Editorial Continental. 2000, México., P.34–36.

cualquier índole, que procura alcanzar unos objetivos preestablecidos con anterioridad, utilizando adecuadamente los recursos disponibles. La gestión es el integrador para lograr estas premisas.

La gestión de mantenimiento⁶ se puede definir como la planificación, ejecución y control, del conjunto de actividades propias del área de mantenimiento, permitiendo el uso efectivo y eficaz de la totalidad de recursos que pone a su disposición la empresa, con la finalidad de satisfacer los requerimientos de los diferentes grupos de interés, y cuyo objetivo principal consiste en incrementar la disponibilidad del sistema productivo de ésta. Además el área de mantenimiento debe trabajar en conjunto con el departamento de producción para lograr un equilibrio entre los costos de mantenimiento y la disponibilidad del sistema productivo.

3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

En la actualidad hay diferentes sistemas para prestar el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de Mantenibilidad, diseño sin mantenimiento, etc.⁷

Entre los tipos de mantenimiento que se van a definir y a describir su objeto dentro de los sistemas productivos está:

⁶ NAVARRO ELOLA, Luis; PASTOR TEJEDOR, Ana; MUGABURU LACABRERA, Jaime, Gestión de mantenimiento, Compañía Editorial Marcombo S.A., Primera edición, Barcelona España 1997., p.45.

⁷ MUÑOZ, María. Mantenimiento industrial. Universidad Carlos III de Madrid. Área de ingeniería mecánica. [En línea]. Madrid 5 p.[Consultado Mayo 2013]

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento autónomo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento productivo total.
- Mantenimiento centrado en confiabilidad.

3.2.1 Mantenimiento Correctivo. Es el conjunto de actividades no programadas de reparación y sustitución de elementos averiados que se realiza una vez se produce la falla. Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos, además en procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento, sin que esto afecte la calidad del producto y la seguridad de las personas que interactúan en él.

Tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, en el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al equipo a una mayor. Así mismo, fallas no detectadas a tiempo, ocurridos en partes cuyo cambio hubiera resultado de bajo costo, pueden ocasionar daños considerables en otros elementos o piezas anexas que se encontraban en buen estado, otra desventaja de trabajar bajo esta tipo de mantenimiento es que se debe disponer de un capital importante invertido en un stock de repuestos.

Pero no todo es malo en este tipo de mantenimiento, y su aplicación se justifica en las siguientes situaciones: el equipo no tiene un impacto directo en la línea de producción, el equipo está obsoleto y va a ser reemplazado por nuevas tecnologías, es más económico reemplazar el equipo que repararlo.⁸

⁸ Mora, Luis Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. 2^{da} Ed. Medellín: AMG, 2007., p.54

3.2.2 Mantenimiento preventivo. Es el conjunto de actividades programadas con anterioridad, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., en caminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema.⁹

Las desventajas que se presentan al aplicar este tipo de mantenimiento son:

- **Cambios innecesarios:** al alcanzar la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desmontado se observa la necesidad de aprovechar para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo costo es bajo comparo al correspondiente de desmonte y montaje, con el objetivo de prolongar la vida útil del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.

- **Problemas iniciales de operación:** una vez finalizado el proceso de montaje de un equipo, al cual se le haya realizado el proceso de desmonte y reemplazo de algunas de sus piezas, se procede a efectuar pruebas de funcionamiento donde pueden aparecer problemas referentes a la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.

- **Costo en inventarios:** el costo del inventario sigue siendo elevado aunque previsible, lo que permite una mejor gestión.

- **Mano de obra:** se necesita contar con mano de obra especializada y comprometida durante periodos cortos de tiempo, a efectos de poner el equipo a disposición lo más rápido posible.

⁹ QUIÑONES, jhon Jairo. Implementación de la metodología de confiabilidad análisis de criticidad en los laboratorios clínicos y de inmunología y biología molecular de la universidad industrial de Santander. Tesis de grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería mecánica. 2009. p. 48

- **Mantenimiento no efectuado:** si por algún motivo, no se realiza un servicio de mantenimiento ya programado, se alteran los periodos de intervención y se produce una degeneración del servicio.

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que la planificación de un sistema de mantenimiento de este tipo consiste en: definir que equipos o elementos serán objeto de este tipo de mantenimiento, establecer la vida útil de los mismos, determinar las actividades a realizar en cada uno de los equipos previamente definidos, y agrupar las actividades según la época en que deberán efectuarse las intervenciones.

3.2.3 Mantenimiento autónomo. El mantenimiento autónomo es, básicamente prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos .el mantenimiento llevado al cabo por los operadores y preparadores de equipo, puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo. Esta será la participación del operador dentro del TPM, en la cual mantienen las condiciones básicas de funcionamiento de sus equipos¹⁰.

Dentro de las actividades propias del mantenimiento autónomo se incluyen: La limpieza diaria, la cual se tomará como un proceso de inspección básico; una inspección periódica de los puntos clave del equipo, en busca de fugas, fuentes de contaminación, exceso o defecto de lubricación u otro tipo de anomalía; la lubricación básica periódica de los puntos clave del equipo; pequeños ajustes; además de la capacitación técnica de los operarios, los cuales deben reportar todas las fallas puedan repararse en el momento de su detección y requieran una programación para solucionarse.

¹⁰ Mantenimiento Industrial. Indumento. [En línea]. 2008. 5 p. [Consultado junio 2013] Disponible en: <<http://www.automiento.blogspot.com/>>

3.2.4 Mantenimiento predictivo. Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la maquina examinada, mientras ésta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo.

El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicación de algoritmos matemáticas agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimiento preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos e instrumentos, además de contratación de personal calificado. Algunos de los ensayos más utilizados en la industria para la estimación del mantenimiento preventivo son:

- Análisis de vibraciones.
- Termografía.
- Análisis por ultrasonido.
- Análisis de aceite.
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.).

3.2.5 Mantenimiento productivo total. (Total Productive Maintenance TPM).

Este sistema está basado en la concepción japonesa “del mantenimiento al primer nivel”, en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas piezas, etc., facilitándole al encargo del área de mantenimiento la información necesaria para que este planifique y programe las demás intervenciones basado en esta información.

Este sistema coloca a todos los integrantes de la organización en la tarea de la ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objeto de maximizar la efectividad de los bienes.

Este tipo de mantenimiento centra su ejecución en la totalidad del recurso humano de la empresa, para lo cual asigna tareas de mantenimiento que deben ser ejecutadas en pequeños grupos, los cuales deben ser motivados continuamente por sus jefes inmediatos.

3.2.6 Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)¹¹. Mantenimiento centrado en confiabilidad es una metodología utilizada para determinar sistemáticamente, que debe hacerse para asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo requerido por el usuario en el contexto operacional presente.

Un aspecto clave de la metodología M.C.C es reconocer que el mantenimiento asegura que un activo continúe cumpliendo su misión de forma eficiente en el contexto operacional. La definición de este concepto se refiere a cuando el valor del estándar de ejecución asociado a su capacidad inherente (de diseño) o su confiabilidad inherente (de diseño).

La capacidad inherente (de diseño) y la confiabilidad inherente (de diseño) limitan las funciones de cada activo.

El mantenimiento, la confiabilidad operacional y la capacidad del activo no pueden aumentar más allá de su nivel inherente (de diseño).

El mantenimiento solo puede lograr mejorar el funcionamiento de un activo cuando el estándar de ejecución esperado de una determinada función del activo está dentro de los límites de capacidad de diseño o de la confiabilidad de diseño del mismo.

3.3 INDICADORES DE MANTENIMIENTO.

Son parámetros numéricos que utilizados de manera correcta, pueden convertirse en una herramienta de gran utilidad en búsqueda de la mejora

¹¹ AMÉNDOLA, Luis José. Modelos Mixtos de Confiabilidad. DATASTREAM. [En línea]. España, Valencia 2002. 4p. [consultado abr 2013]. Disponible en: <<http://www.pmmlearning.com/index.php?option=content&view=article&id=38&Itemid=28>>

continua en el desarrollo, aplicación de nuestros métodos y técnica específicas de mantenimiento.

La magnitud de los indicadores sirve para comparar con un valor o nivel de referencia con el fin de adoptar acciones correctivas, de recambio, predictivas según sea el caso.

La confiabilidad, Mantenibilidad y disponibilidad son prácticamente las únicas técnicas, fundamentadas en cálculos matemáticos, estadísticos y probabilísticos, que tiene el mantenimiento para su análisis.

3.3.1 Disponibilidad. La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.

Se define como la probabilidad de que un equipo esté preparado para producción en un periodo de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes, y puede calcularse con usando la siguiente expresión¹²:

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

Dónde:

T_o =Tiempo total de operación

T_p =Tiempo total de parada

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por mantenimientos planificados, o por paradas de producción, dado que estas no son debidas a fallas del equipo.

¹² MARTÍNEZ, César Alberto; OSORIO, Oscar Mario. Plan de mantenimiento preventivo para la planta principal de la empresa productos alimenticios la victoria. Tesis de grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería mecánica. 2013. p. 77

Aunque la definición anterior de disponibilidad es válida, la disponibilidad se suele definir de una forma más práctica por medio de los tiempos medios entre fallas y de reparación. Así, se tiene entonces la siguiente expresión:

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

Dónde:

TPEF=Tiempo promedio entre fallos.

TPPR=Tiempo promedio de reparación.

3.3.2 Confiabilidad. Es la probabilidad de que un equipo ejerza correctamente la totalidad de las funciones para la cual fue diseñado, durante un periodo de tiempo estipulado y bajo condiciones de operación específicas.

El análisis de falas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que se denomina tasa de falla, por lo tanto la medida de tiempo entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina.

Tiempo promedio entre fallas: mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo de estudio.

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

Dónde:

HROP =Horas de operación

NTFALLAS =Numero de fallas detectadas

3.3.3 Mantenibilidad. La Mantenibilidad está inversamente relacionada con la duración y el esfuerzo requerido por las actividades de mantenimiento.

Puede ser asociada de manera inversa con el tiempo que se toma en lograr acometer las acciones de mantenimiento, en relación con la obtención del comportamiento deseable del sistema. Esto incluye la duración (horas) o el esfuerzo (horas- hombre) invertidos en desarrollar todas las acciones necesarias para mantener el sistema o uno de sus componentes para restablecerlo o

conservarlo en una condición específica. Depende de factores intrínsecos al sistema y de factores propios de la organización de mantenimiento. Y puede calcularse empleando la siguiente expresión.

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

Dónde:

TTF =Tiempo total de fallas

NTFALLAS =Numero de fallas detectadas

El tiempo promedio de reparación; es la relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallas detectadas, en el periodo observado.

3.4 ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF)

El análisis de modos y efectos de fallas potenciales, AMEF, es un procedimiento sistemático para identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociada a las mismas.

3.4.1 Reseña histórica. La metodología del AMEF fue desarrollada en el ejército de los estados unidos por los ingenieros de la National Agency of Space and Aeronautical (NASA), y era conocido como el procedimiento militar MIL-P-1629, titulado “Procedimiento para la ejecución de un modo de falla, efectos y análisis de criticidad” y elaborado el 9 de noviembre de 1949; este era empleado como técnica para evaluar la confiabilidad y determinar los efectos de las fallas de los equipos y sistemas, en el éxito de la misión y la seguridad del personal o de los equipos.

En 1988 la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), publicó la serie de normas ISO 9000 para la gestión y el aseguramiento de la calidad; los requerimientos de esta serie llevaron a muchas organizaciones a desarrollar

sistemas de gestión de calidad enfocados hacia las necesidades , requerimientos y expectativas del cliente, entre estos surgió en el área automotriz el QS9000, este fue desarrollado por la Chrysler Corporation, la Ford Motor Company y la General Motors Corporation en un esfuerzo para estandarizar los sistemas de calidad de los proveedores; de acuerdo con las normas de QS 900 los proveedores automotrices deben emplear planeación de la calidad del producto avanzada (APQP), la cual necesariamente debe incluir AMEF de diseño y de proceso, así como también un plan de control.

Posteriormente, en febrero de 1993 el grupo de acción automotriz industrial (AIAG) y la sociedad americana para el control de la calidad (ASQC) registraron las normas AMEF para su implementación en la industria, estas normas son el equivalente al procedimiento técnico de la sociedad de ingenieros automotrices SAE J – 1739. Actualmente, el AMEF se ha popularizado en todas las empresas automotrices americanas y ha empezado a ser utilizado en diversas áreas de una gran variedad de empresas a nivel mundial¹³.

3.4.2 Beneficios del AMEF. La eliminación de los modos de falla potenciales tiene beneficios tanto como a corto como a largo plazo. A corto plazo, representa disminución de los costos en las intervenciones de mantenimiento. El beneficio a largo plazo es más difícil de medir puesto que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con su percepción de la calidad; esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de los mismos.

¹³ SUARÉZ, Leonardo José. Análisis de modo y efecto de falla de una llenadora tipo lineal de margarita. Tesis de grado Ingeniero Mecánico. Valencia. Universidad Simón Bolívar. Coordinación de ingeniería mecánica. 2006. p. 18

4. MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA PLANTA EMBOTELLADORA DE INDUCOLA S.A.

A continuación, se presenta el informe del análisis efectuado por el autor sobre el área de mantenimiento de la planta embotelladora de la industria colombiana de alimentos donde fueron evaluados los siguientes criterios: gestión de trabajos de mantenimiento, documentación técnica, la gestión de repuestos y condición actual de las maquinas.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL AL ÁREA DE MANTENIMIENTO

Entre los objetivos de la empresa, además de producir continuamente productos de alta calidad es el lucro de los accionistas, en cuanto lo que respecta al área de mantenimiento, no se le ha dado la relevancia adecuada, lo que ocasiona que en la planta embotelladora se trabaje bajo la filosofía de mantenimiento correctivo.

En lo que corresponde a la estructura del área de mantenimiento, aunque esta tiene una cabeza visible dentro de la empresa, no se posee una estructura jerárquica establecida que permita que su funcionamiento el deseado, motivo por el cual esta área se encarga de las labores de manutención de la planta embotelladora pero no se lleva ningún registro de las actividades desarrolladas.

Entonces, la gestión de mantenimiento que se realiza en la planta embotelladora consiste básicamente en un mantenimiento de tipo correctivo para todos los equipos, lo que hace que está área colase en algunas ocasiones.

4.2 GESTIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO.

El modelo de gestión de trabajos de mantenimiento hace referencia al estudio de cómo se manejan las solicitudes de servicio y órdenes de trabajo, incluyendo el análisis de la programación y administración de las acciones de mantenimiento

que se realizan en la planta, la situación actual de planta embotelladora de Inducola S.A. es la siguiente:

- Las actividades de manutención de la planta embotelladora, se basan en mantenimiento correctivo
- Con el mantenimiento correctivo, no se emplean ningún tipo de formatos de solicitud de servicios u órdenes de trabajo en los cuales se puede llevar un registro escrito de trabajos ejecutados, un histórico de fallas el cual puede servir como base para la planeación de un plan de mantenimiento preventivo.
- No existe un protocolo definido para dar aviso al área de mantenimiento ante la ocurrencia de una falla, ya que el operador debe informar al área de mantenimiento de forma verbal e informal, lo que no garantiza que se realice la respectiva intervención.

4.3 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

El análisis de la documentación técnica hace referencia a la disponibilidad del material relacionado con los equipos de la planta embotelladora, material tal como manuales de operación, planos eléctricos, catálogos e información concerniente a información suministrada por los proveedores de los mismos.

El resultado del estudio relacionado a la documentación técnica en la planta embotelladora de Inducola S.A. arrojó un resultado realmente malo, pues se determinó que la mayoría de los equipos de la planta no cuentan con ningún tipo de documento, ya que estos se extraviaron en el transcurso del tiempo, a causa de que no se llevó el control respectivo sobre estos.

En lo concerniente a la documentación y registros de fichas técnicas, hojas de vida, ordenes de trabajo, etc. Existen algunos documentos que evidencian que en algún momento se intentó llevar el registro, pero estos fueron fallidos

El resultado general del análisis de gestión a documentación técnica concluye que:

- Muchos de los inconvenientes relacionados con el manejo de la documentación perteneciente al área de mantenimiento, se presentan por negligencias de parte de los operarios y técnicos del área.
- Existen formatos de fichas técnicas, hojas de vida, ordenes de trabajo y solicitudes de servicio, los cuales no son diligenciados en la mayoría de los casos.
- Al no darle la relevancia que merece el registro de información técnica de los equipos, no es posible determinar el desempeño real de cada equipo y del sistema productivo de la planta.

4.5 GESTIÓN DE REPUESTOS

El resultado del análisis de gestión de repuestos realizado en la planta embotelladora de Inducola S.A. es el siguiente:

- La adquisición de repuestos no la realiza directamente el área de mantenimiento, y a la hora de necesitar un repuesto o insumo debe hacerse la solicitud ante jefe de producción quien debe gestionar su compra ante el departamento administrativo lo que hace dispendioso e ineficiente la adquisición de estos.
- No existe un protocolo establecido para la solicitud de estos repuestos, y debe hacer en forma verbal, lo que en algunas ocasiones trae consigo equivocaciones en las especificaciones del mismo.
- No se tiene un área destinada para ubicación del stock de repuestos lo que ocasiona, que estos estén dispersos en muchas áreas de la planta.
- Aunque existe un sistema de información global del inventario en la planta, no existe una herramienta que permita ejercer control sobre los repuestos e insumos que realmente se utilizan en las intervenciones de mantenimiento.

4.6 DIAGNÓSTICO DE LA CONDICIÓN DE LAS MAQUINAS

La implementación de una metodología de diagnóstico en los equipos, mediante el análisis de variables predeterminadas que indiquen la condición de estos, es un aspecto de vital importancia para la manutención de estos.

La técnica de diagnóstico de los equipos empleada por el área de mantenimiento de la planta embotelladora de Inducola s.a. solamente contempla el sentido de los operarios de los equipos, los cuales no disponen de ningún elemento de medición que permita seguir algún parámetro pre establecido de funcionamiento, y a la hora de detectar alguna anomalía, casi siempre es demasiado tarde pues la falla ya es inminente. El reporte de las anomalías de funcionamiento por parte de los operarios, al departamento de producción no tiene un protocolo a seguir y se realiza de forma verbal, omitiendo todo registro escrito que contribuya con el desarrollo de una metodología de mantenimiento preventivo.

La planta embotellado de Inducola s.a. no cuenta con los instrumentos de medición que permitan establecer bajo qué condiciones ambientales se encuentra trabajando el equipo, motivo por el cual se no se tienen en cuenta las recomendaciones de los fabricantes disminuyendo la vida útil de algunos elementos que componen los equipos.

Debido a que la apertura de la planta embotelladora es relativamente reciente (2 años) el estado de la mayoría de los equipos es bueno, aunque esto no significa que deban adoptarse medidas con las cuales, se cambie la concepción del mantenimiento en la planta embotelladora de Inducola s.a.

5. DIRECCIONAMIENTO DEL PROYECTO.

A continuación se presenta toda la información referente al direccionamiento del proyecto dentro de la cual se incluye la formulación del problema, justificación de del proyecto, objetivos del trabajo de grado. Además se incluye el panorama general de la metodología de trabajo empleada en el desarrollo del mismo. Este capítulo tiene como objeto brindar una orientación entorno al desarrollo del proceso de mantenimiento desarrollado.

5.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria colombiana de alimentos INDUCOLA S.A. es una empresa dedicada a la fabricación de bebidas carbonatadas, aguas y refrescos pasteurizados de agua. Cuenta con un planta embotelladora ubicada en la Calle 58 N° 16-90 Bodega 1 Sector Vegas de Villamizar Bodegas Avimol S.A.S, Girón Santander.

INDUCOLA S.A. provee al caribe y al oriente colombiano de diferentes bebidas carbonatadas aguas y refrescos pasteurizados de agua. Bebidas que son preparadas, envasadas y embaladas para su comercialización y posterior distribución. INDUCOLA S.A.

La planta embotelladora se enfrenta a diferentes retos y exigencias de producción, ocasionados por la gran acogida que han tenido sus productos dentro del mercado. La gerencia general de empresa es consciente que el departamento de mantenimiento no se ha consolidado de manera sólida dentro de la organización, y ya que esté hace parte esencial de la producción de la planta embotelladora y ejerce enorme influencia en la calidad y precio final del producto.

Figura 14.Productos Inducola S.A.



Fuente: Inducola S.A.

Se hace necesario direccionar y consolidar de manera adecuada el departamento de mantenimiento dentro de la planta embotelladora con el fin de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y que se disminuyan los riesgos inherentes a la producción, además de garantizar la disminución al máximo de los costos inherentes a las fallas propias de la producción. Es de interés INDUCOLA S.A. consolidar dentro de su planta embotelladora un modelo de gestión de mantenimiento preventivo que permita garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos en la planta embotelladora

5.2 JUSTIFICACIÓN

El incremento de producción al cual se enfrenta la planta embotelladora debido al aumento en sus pedidos y alianzas empresariales estratégicas, a generado gran expectativa dentro de la organización referente al desarrollo y resultados, de las estrategias propuestas mediante este trabajo de grado el cual pretende entregar a la planta embotelladora de INDUCOLA S.A. una herramienta que contribuya a la

planeación, desarrollo y control de las actividades propias del mantenimiento, desarrolladas en ésta; cuyo propósito es el de reducir los costos asociados al departamento de mantenimiento, aportando de esta manera al crecimiento productivo de la planta y por ende a la expansión de la empresa en el mercado.

La realización de elaboración de un plan de mantenimiento preventivo a cada una de los y equipos críticos de la línea de producción de planta embotelladora de Inducola S.A y el desarrollo de un análisis de criticidad. Permitirán la planificación, programación y ejecución de las actividades de mantenimiento por parte de departamento de mantenimiento de la planta embotelladora de Inducola S.A facilitando la asignación de recursos como: fuerza laboral, materiales, repuestos y prioridad de programación de las actividades de mantenimiento.

5.3 OBJETIVOS DE PROYECTO

5.3.1 Objetivo general. Contribuir con el fortalecimiento de la relación entre la escuela de ingeniería mecánica de la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la industria santandereana en pro de la formación de profesionales de alta calidad. Mediante la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo acompañado de un sistema de información para la gestión del mantenimiento en la planta embotelladora de la industria colombiana de alimentos INDUCOLA S.A.

5.3.2 Objetivos específicos. A continuación se enuncian cada uno de los objetivos específicos del proyecto de grado.

- Realizar el inventario de las máquinas y equipos existentes en la planta embotelladora de la industria colombiana de alimentos INDUCOLA S.A., codificando cada uno de estos para facilitar el manejo de la información.

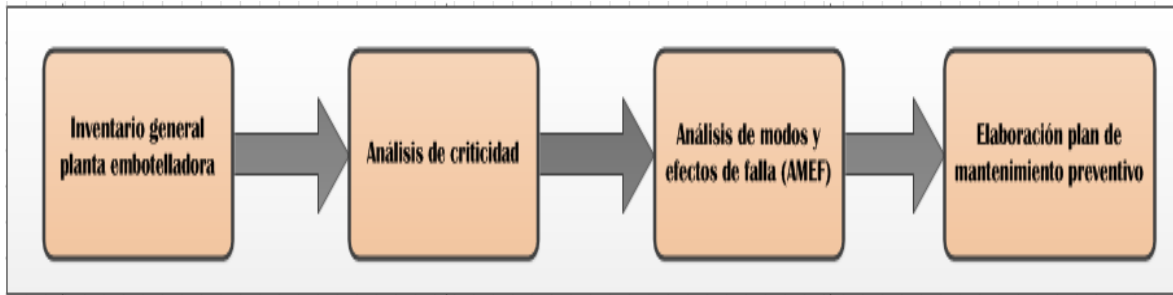
- Desarrollar un análisis de criticidad que permita jerarquizar las máquinas sobre los cuales vale la pena dirigir recursos humanos, económicos y tecnológicos.
- Realizar un análisis de modos y efectos de falla AMEF a las 4 máquinas con mayor índice de criticidad de la planta embotelladora de la industria colombiana de alimentos INDUCOLA S.A
- Elaborar el programa de mantenimiento preventivo basado en un análisis de criticidad de las maquinas existentes en la planta embotelladora de la industria colombiana de alimentos INDUCOLA S.A.
- Diseñar y elaborar un sistema de información básico que permita manejar y controlar la información que se genera en el área de mantenimiento de la planta embotelladora de INDUCOLA S.A. Utilizando Java como lenguaje de programación y MySQL como motor de la base de datos del sistema de información.
- Elaborar y entregar el manual de usuario del sistema de información al departamento de mantenimiento de INDUCOLA S.A. Para garantizar el adecuado uso del sistema de información.

5.4 DISEÑO DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO

El diseño de la metodología de trabajo se inició con una serie de reuniones con el personal a cargo de las actividades de mantenimiento dentro de la planta, en la segunda etapa de diseño se programaron una serie de reuniones con el gerente de producción, estas reuniones tenían como fin conocer a fondo el manejo que se le da al departamento de mantenimiento en la organización. A continuación se procede al levantamiento de la información necesaria para realizar el análisis de criticidad, y establecer los equipos que se trabajan bajo la filosofía de mantenimiento preventivo, además de establecer los equipos a los cuales se les

aplicara el análisis de modos y efectos de falla (AMEF). En la figura 15 se muestra de manera clara cuál fue el procedimiento a seguir en este proyecto.

Figura 15. Metodología de trabajo



Fuente: Autor del Proyecto.

6. INVENTARIO Y JERARQUIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA EMBOTELLADORA DE INDUCOLA S.A.

6.1 INVENTARIO DE EQUIPOS.

El mantenimiento ha venido evolucionando en los últimos tiempos, evolución que ha incrementado los análisis que se realizan sobre los equipos, lo que a su vez genera una gran cantidad de información individual, que es necesaria mantener organizada y debidamente clasificada. Es por eso que toda elaboración de un programa de mantenimiento, se debe iniciar por un inventario y caracterización de los equipos.

El proceso de inventariar y caracterizar los equipos goza de gran importancia en los proyectos de mantenimiento de clase mundial y es aplicable a cualquier planta y programa de mantenimiento empleado. Por esto, durante la planeación y elaboración del plan de mantenimiento para los activos de la planta, se le dio la debida importancia a la elaboración del inventario de los equipos, garantizando así que los análisis a realizarse sobre los equipos se efectúen de manera eficaz y eficiente, además de asegurar que en el proceso de asignación de las actividades concernientes al mantenimiento no se vaya a pasar por alto ningún equipo, lo que elimina fallas en los procesos por omisión o la no estimación del activo.

6.1.1 Definición de términos. Como primera medida es necesario hacer mención a los significados y clasificación de los términos utilizados en el proceso de inventariado.

- Función Principal: son las tareas principales que se realizan en un proceso y cada proceso que se realiza en la planta debe dividirse en un número de funciones principales que cubran todo el proceso¹⁴.

¹⁴ Adaptación de la definición Main Function en Norsok Standard Z-008 Rev.2, Nov.2001. Pag.11

- Función secundaria: es un segundo nivel de función y es el resultado de dividir la función principal en sub-funciones o funciones secundarias, que cubren el todo de la función principal.
- Equipo: Maquina/sistema, se refiere a las maquinas o sistemas que cumplen una única función (función principal) dentro de un proceso analizado.
- Sub-Equipo: Son aquellas maquinas que cumplen funciones secundarias, es decir aquellas que trabajan para hacer que un equipo cumpla su función principal, satisfaciendo necesidades parciales del mismo.
- Componentes: Son elementos que pueden ser mecánicos, eléctricos, electromecánicos o electrónicos que son utilizados en los ciclos y/o sistemas para el funcionamiento de los equipos. Estos son de carácter más reducido pero igualmente importante.

Se debe asignar a cada equipo el proceso al que pertenece y el área en el que está dispuesto, teniendo en cuenta que para hacer la clasificación y distribución de los equipos se debe tener especial cuidado con la determinación de procesos y áreas, entendiéndose que:

- Área: Se refiere a un espacio físico determinado en la planta en la cual permita al mantenedor y cualquier otra persona ubicarse fácilmente a la hora de buscar la ubicación del equipo.
- Proceso: Es el conjunto de actividades que relacionadas entre sí, actúan para transformar la materia prima y finalmente darle las características y propiedades pre determinadas para poder ser comercializadas.

6.2 LINEAMIENTOS PARA INVENTARIAR.

Como resultado de los estudios que se realizaron, se establecieron lineamientos que formaran una base para que todas las actividades realizadas durante el proyecto cumplieran a fondo cada uno de los objetivos propuestos. Es así como la estructura del inventario está fundamentada en funciones primarias y secundarias, manteniendo presente la función de los equipos más que conservar el estado del equipo.

1. Identificar las áreas en que está dividida la planta
2. Identificar los procesos involucrados en la producción de bebidas carbonatadas.
3. Definir las funciones principales concernientes a en cada proceso.
4. Identificar el equipo que cumple cada función principal.
5. A groso modo identificar funciones secundarias y listar los sub-equipos y componentes presentes en cada equipo que cumple dichas funciones.
6. Organizar en el formato para inventario de equipo la información recolectada

Tabla 1. Formato para inventariar equipos

PROCESO					
ÍTEM	EQUIPO	SUB-EQUIPO	CÓDIGO	COMPONENTES	ÁREA

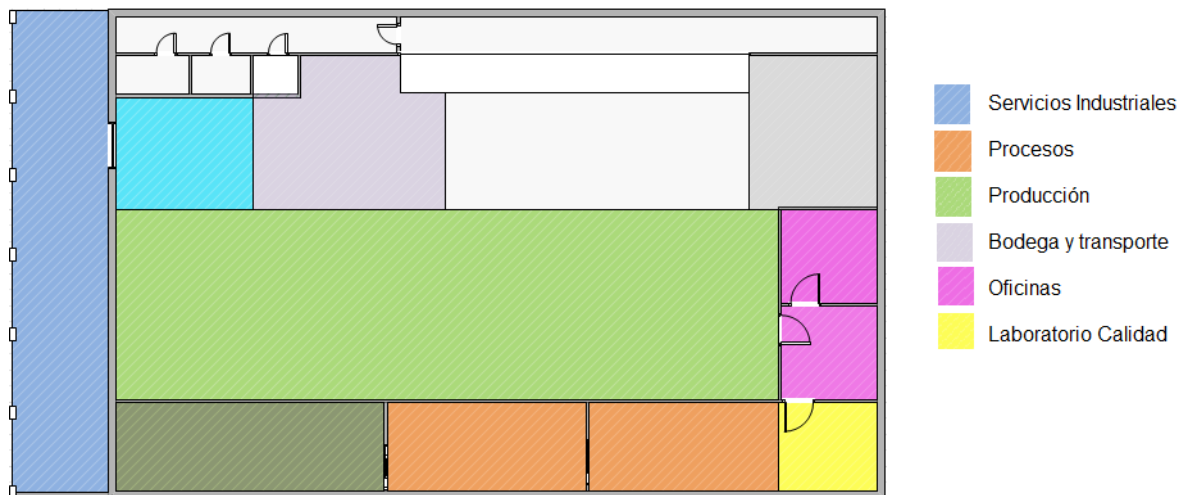
Fuente: Autor del Proyecto.

6.3 DESARROLLO DEL INVENTARIO

A continuación se presenta los resultados de la ejecución de la actividad, la cual se realizó siguiendo los lineamientos para descritos en anteriormente.

Paso 1: identificar las áreas en que está dividida la planta: ver Figura 16.

Figura 16.Division de la planta embotelladora.



Fuente: Autor del proyecto.

Paso 2: identificar cada uno de los procesos involucrados en la producción de bebidas carbonatadas: A continuación se realiza una pequeña descripción de cada uno de los procesos involucrados en la elaboración de bebidas carbonatadas.

- Abastecimiento de Servicios Industriales: Procesos mediante los cuales se garantiza que la planta embotelladora, disponga de suministros de vapor, CO₂ y aire comprimido.
- Preparación de Jarabe Simple: Proceso en el cual mezclan los ingredientes principales bajo extremas condiciones de higiene, para garantizar una materia prima homogénea.

- Preparación de Jarabe Compuesto: Proceso en el cual se le adicionan el concentrado y algunos aditivos al jarabe simple, este proceso se realiza en tanques especiales que conservan la calidad e inocuidad del jarabe.
- Preparación Bebida: Proceso en el cual se realiza una mezcla proporcional de jarabe compuesto con agua tratada.
- Carbonatación: Proceso en el cual se enfría la bebida hasta una temperatura específica para luego agregar un CO2 en una proporción predefinida.
- Envasado: Proceso de llenado, tapado y roscado de la botellas
- Embalaje y Distribución: Proceso de embalaje y organización de los envases para su almacenamiento y posterior distribución.

Una vez identificado los procesos involucrados en la producción de bebidas carbonatadas, se procede a asignar un código, el cual va ser útil en el proceso de codificación de equipos.

Tabla 2. Código asignado a cada proceso

PROCESO	CÓDIGO
Abastecimiento de servicios industriales	SI
Preparación de jarabe simple	JS
preparación de jarabe compuesto	JC
Preparación y envasado de la bebida	PB
Embalaje y distribución	BT

Fuente: Autor del Proyecto.

Paso 3: Definir las funciones principales realizadas en cada proceso y hacer un listado de las mismas, preferiblemente en manera secuencial (Ver tabla 3)

Tabla 3. Funciones Principales.

ABASTECIMIENTO DE SERVICIOS INDUSTRIALES		
ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
1	Almacenar	Asegurar la cantidad mínima de agua que garantice una producción continua durante 6 horas.
2	tratamiento de agua	Filtrar el agua, eliminando cualquier tipo partículas o impurezas presentes en está, haciendo apta para el proceso.
3	Bombear agua	Enviar el agua tratada hasta los diferentes puntos de la planta donde es requerida para el proceso.
4	Suministro de vapor	Garantizar el suministro y distribución de vapor saturado dentro de las instalaciones de la planta embotelladora.
5	Suministro de CO2	Mantener disponible CO2 para el proceso de carbonatación de las bebidas
6	Sistema de frio	Acondicionar recintos con la temperatura adecuada, garantizando la cadena de frio del proceso.
PREPARACIÓN DE JARABE SIMPLE		
ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
1	Disolución de sacarosa	Preparar una mezcla homogénea de sacarosa y agua tratada.
2	Pasteurización	Aplicar calor de forma indirecta al jarabe simple elevando su temperatura hasta 55 °C.
3	Filtrado Jarabe simple	Filtrar el jarabe simple, para eliminar cualquier tipo grumo o impureza derivados del proceso de pasteurización del jarabe simple.

ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
4	Enfriar jarabe simple	Bajar la temperatura del jarabe simple hasta aproximadamente 4°C.
5	Bombear Jarabe simple	Extraer el jarabe simple que se encuentra en el tanque de balance, para enviarlo a los tanques de preparación y almacenamiento de jarabe compuesto.
PREPARACIÓN DE JARABE COMPUESTO		
ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
1	Mezclar y almacenar	Preparar una mezcla homogénea de jarabe compuesto y saborizantes, para mantenerla disponible en las condiciones de sanitarias adecuadas.
2	micro filtración	Rectificar las filtraciones anteriores, retirando partículas microscópicas y microorganismos.
3	bombear Jarabe compuesto	Extraer el jarabe compuesto de los tanques contenedores para ser enviado a la línea de envasado.
PREPARACIÓN Y ENVASADO DE LA BEBIDA		
ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
1	Mezclar, enfriar y carbonatar.	Mezclar dosificadamente agua tratada con jarabe compuesto, para luego de un proceso de transferencia de calor bajar la temperatura de la mezcla hasta -4°C, a continuación se agrega gas carbónico en una concentración predefinida.
2	Posicionamiento de envases	Ingresar sistemáticamente los envases a la línea de producción.
3	transporte de envases vacíos	Transportar los envases vacíos por el medio del transporte aéreo hasta la enjuagadora.
4	Lavado, llenado y roscado de envases	Enjuagar de los envases para eliminar cualquier partícula presente en estos, a continuación los envases son llenados con la respectiva bebida carbonatada, al finalizar el proceso de llenado se procede a tapar y roscar los mismos

ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
4	Transporte de envases lleno	Transportar los envases llenos hasta la salida de la línea de producción.
5	codificación de producto	Codificar los envases a medida que avanzan en la banda transportadora
6	Enfardado	Organizar los envases en grupos de 6, para después envolverlos en una película de plástico termoencogible.
7	Termoencogido	Aplicar calor de forma indirecta para que el plástico se adhiera al paquete de envases.
ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN		
ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
1	almacenamiento	Transportar, ubicar y apilar los paquetes de envases en el área destinada para el almacenamiento de los productos.
2	Distribución.	Transportar los paquetes de productos a la zona de despacho de pedidos.

Fuente: Autor del Proyecto.

Paso 4: Identificar el equipo que cumple cada función principal. Los cuales se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Funciones principales y sus equipos

ABASTECIMIENTO DE SERVICIOS INDUSTRIALES		
ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	EQUIPO
1	Almacenar	Tanque 10,000 l No.1, Tanque 10,000 l No.2, Tanque 10,000 l No.3, Tanque 10,000 l No.4
2	tratamiento de agua	P.T.A.I.

ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
3	Bombear agua	Bomba Centrífuga No.1, Bomba Centrífuga No.2.
4	Suministro de vapor	Tanque ACPM, Bomba Centrífuga No.3, Caldera, Distribuidor Vapor.
5	Suministro de CO ₂	Tanque CO ₂ .
6	Sistema de frio	Compresor de Pistones, Condensador Evaporativo.
7	Suministro de aire comprimido	Compresor de tornillo
PREPARACIÓN DE JARABE SIMPLE		
ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
1	Disolución de sacarosa	Tanque Disolución
2	Pasteurización	Tanque Marmita
3	Filtrado Jarabe simple	Filtro Tipo Prensa, Filtro Tipo Cartucho.
4	Enfriar jarabe simple	Chiller
5	Bombear Jarabe simple	Bomba centrífuga No.4, Bomba centrífuga No.5, Placa Diversora No.1
PREPARACIÓN DE JARABE COMPUESTO		
ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
1	Mezclar y almacenar	Tanque Almacenamiento No.1, Tanque Almacenamiento No.2, Tanque Almacenamiento No.3, Tanque Almacenamiento No.4.
2	Micro filtración	Lámpara UV.
3	Bombear jarabe compuesto	Bomba centrífuga No.6, Placa Diversora No.2.

PREPARACIÓN Y ENVASADO DE LA BEBIDA		
ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
1	Mezclar, enfriar y carbonatar.	Mixer
2	Posicionamiento de envases	Posicionador
3	Transporte de envases vacíos	Transportador aéreo.
4	lavado, llenado y roscado de envases	Triblock
5	Transporte de envases llenos	Transporte Aéreo de Botellas Vacías
6	codificación de producto	codificador láser
7	Enfardado	enfardadora
8	Termoencogido	Túnel de termoencogido
ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN		
ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
1	Almacenamiento	Montacargas, estibador manual
2	Distribución.	Estibador manual. Estibador manual.

Fuente: Autor del Proyecto.

Paso 5. A groso modo identificar funciones secundarias y listar los sub-equipos y componentes presentes en cada equipo que cumple dichas funciones. Los resultados de este paso están condensados en el listado final del inventario que se presenta el paso 6.

Paso 6. Llenar el formato de inventario de equipos, para entregar de forma clara y detallada la información recolectada. Ver Anexo A.

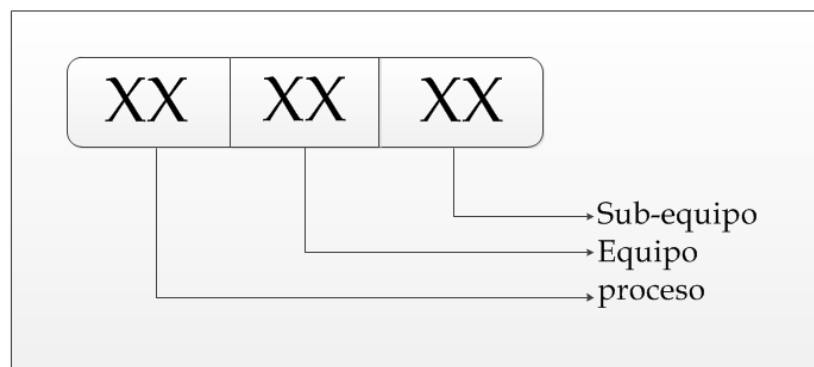
6.4 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

Al momento de realizar la codificación de un equipo se tienen dos posibilidades a considerar, que son las siguientes:

- Sistema de codificación no significativa: Son sistemas de codificación que asignan un número o un código correlativo a cada equipo, pero este código no aporta mayor información adicional. Solamente nos permite identificar el equipo.
- Sistema de codificación significativo o inteligente: Estos sistemas de codificación aportan información significativa de los equipos, como área de trabajo, entre otros.

Para realizar la codificación de los equipos de la planta embotelladora de la industria colombiana de alimentos Inducola S.A. se optó por un sistema de codificación significativa el cual posee una estructura que garantiza que cada equipo y sub-equipo tenga un código único e irrepetible, al tiempo que deja abierta la opción para codificar suficientes equipo y sub-equipos que se incluyan dentro del proceso en posibles ampliaciones de la planta; el sistema de codificación se describe a continuación.

Figura 17. Estructura código equipo.



Fuente: Autor del Proyecto.

Como se puede observar en la figura, el código se encuentra dividido en tres partes que tienen un significado y una denotación diferente.

- La primera parte del código representa el proceso al cual pertenece el equipo y su denotación está dada por una letra del abecedario en mayúscula, la cual debe ser preferiblemente la primera letra del nombre del proceso, pero de no ser posible así se puede asignar cualquier letra.
- La segunda parte del código representa el número del equipo y su denotación está dada por un número que va desde el 00 al 99.
- La tercera parte del código representa el número del sub-equipo y su denotación está dada por un número que va desde el 00 al 99.

Nota: Todo código de equipo tiene la tercera parte del código un 00.

6.5 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Análisis de criticidad es una herramienta que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, en búsqueda de la mejorar la capacidad productiva de la planta.

Para el departamento de mantenimiento de la planta embotelladora de INDUCOLA S.A. Disponer de una lista jerarquizada de los equipos, es vital importancia ya que permite enfocar los esfuerzos de la administración del mantenimiento.

Antes de iniciar el análisis de criticidad tenemos que definir los niveles de importancia o criticidad.

- Equipos críticos: Son aquellos cuya parada o mal funcionamiento ocasionan el paro de la cadena productiva de la empresa.

- Equipos medianamente críticos: Son aquellos equipos cuya parada, avería o funcionamiento defectuoso afecta la cadena productiva de la empresa, pero las consecuencias ocasionadas son asumibles.
- Equipos no críticos: Son aquellos equipos con poca incidencia en la cadena productiva de la empresa.

6.5.1 Alcance del análisis de criticidad. El análisis se realizó a la totalidad de los equipos registrados en el inventario (anexo A).

6.5.2 Modelo de criticidad de factores ponderados basados en el concepto del riesgo. Este método fue desarrollado por un grupo de consultoría inglesa denominado: The woodhouse Partnership Limited [Woodhouse John. “Criticality Analysis Revisited”, The Woodhouse Partnership Limited, Newbury, England 1994].

Se eligió este método después de una serie de reuniones con el gerente de producción y el jefe de mantenimiento, ya que éste método se caracteriza por ser semicuantitativo, bastante sencillo y práctico a la hora de ser aplicado.

A continuación se presenta de forma detallada de la metodología empleada en el desarrollo del análisis de criticidad.

La expresión mediante la cual se calcula el índice de criticidad, para jerarquizar los equipos es:

Índice de Criticidad = Frecuencia de falla x Consecuencia de falla

Dónde:

Frecuencia de falla = Rango de fallas en un tiempo determinado (Fallas/año).

La consecuencia de falla se calcula con la siguiente expresión.

Consecuencia de falla = IOP + Costos de mantenimiento + Impacto SAH

Dónde:

El IOP se define como el producto entre el impacto

$$\mathbf{IOP = Impacto Operacional \times Flexibilidad}$$

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluar en la expresión del riesgo se presentan a continuación en la tabla 5.

Tabla 5. Factores ponderados a ser evaluados

FACTOR A EVALUAR	CRITERIOS	PUNTAJE
Frecuencia de falla	Mayor a 5 fallas/ año.	4
	Entre 2 y 5 Fallas /año.	3
	Entre 1 y 2 Fallas año.	2
	Menor a 1 falla /año.	1
Impacto operacional	Pérdida total de la producción.	10
	Parada del sistema o subsistema, y tiene repercusiones en otros sistemas.	7
	Impacta en niveles de inventario o de calidad.	4
	No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción.	1
Flexibilidad operacional	No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4
	No hay opción de repuesto compartido / almacén.	2

	función de repuesto disponible	1
--	--------------------------------	---

FACTOR A EVALUAR	CRITERIOS	PUNTAJE
Costo de mantenimiento	Mayor o igual a \$400000.	2
	Inferior a \$400000.	1
Impacto en Seguridad Ambiente e Higiene (SAH)	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización.	8
	Afecta el ambiente / instalaciones.	7
	Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
	Provoca daños menores (Ambiente - Seguridad).	3
	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente.	1

Fuente: Autor del proyecto.

Estos factores se evalúan en las reuniones de trabajo que contaron con la colaboración de todas las personas involucradas en el contexto operacional (operación y mantenimiento).

Para obtener el nivel de criticidad de cada equipo se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales (Frecuencia, consecuencia), y se ubican en la matriz de criticidad, al cruzar los estos e de la siguiente manera: el valor de la frecuencia en el eje Y, el valor de las consecuencias en el eje X.

Figura 18. Matriz de criticidad

Frecuencia	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		Consecuencia				

Fuente: Seminario de investigación en metodologías de análisis de fallas

Al ubicar los equipos en la matriz de criticidad obtendremos los siguientes resultados:

- Equipos críticos
- Equipos medianamente críticos (MC)
- Equipos no críticos (NC)

6.6 RESULTADO ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Una vez calculado el índice de criticidad de cada uno de los equipos de la planta embotellador de Inducola S.A., el cual se encuentra en el Anexo B. Se procede a ubicarlos en la matriz de criticidad, para determinar su criticidad.

Se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 6. Lista jerarquizada de equipos

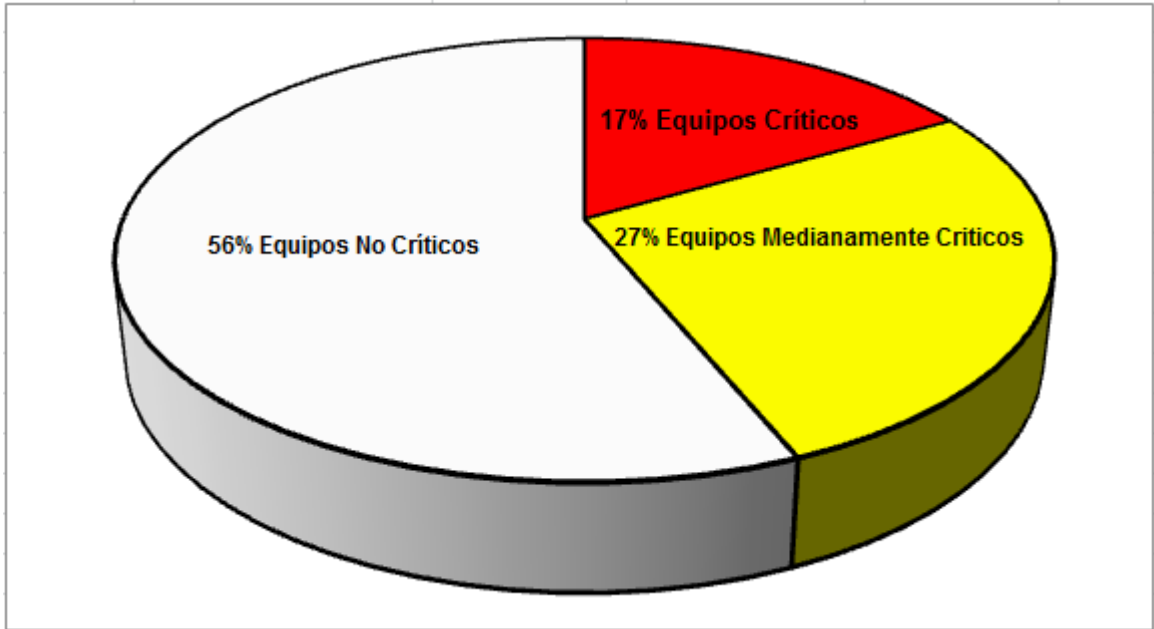
CÓDIGO	EQUIPO	FRECUENCIA DE FALLA	CONSECUENCIA	ÍNDICE DE CRITICIDAD
PO0100	Posicionador	4	45	180
PO0500	Tribloc	4	45	180
SI0900	Compresor	3	49	147
PO0400	Mixer	3	47	141
PO0200	Transporte Aéreo de Botellas Vacías	3	45	135
PO0300	Jet Flow (Elevador de Tapas)	4	31	124
PO0900	Enfardadora	3	33	99
SI0700	P.T.A.I.	2	45	90
PO1000	Túnel de Termoencogido	2	33	66
JS0100	Tanque Marmita	3	17	51
SI1100	Caldera	2	24	48
JS0200	Tanque Balance	2	21	42
JS0300	Tanque Disolución	2	21	42
PO0600	Banda transportadora	2	21	42
PO0700	Banda transportadora	2	21	42
JS0900	Chiller	3	13	39
SI1000	Condensador Evaporativo	1	33	33
JC0100	Tanque Almacenamiento	3	5	15
JC0200	Tanque Almacenamiento	3	5	15
JC0300	Tanque Almacenamiento	3	5	15
JC0400	Tanque Almacenamiento	3	5	15
PO0800	Codificador laser	2	5	14
SI0500	Bomba Centrifuga No.1	3	4	12
SI0600	Bomba Centrifuga No.2	3	4	12
JC0500	Filtro Tipo Cartucho MS10	2	6	12
BT0100	Montacargas	2	6	12
SI1600	Compresor	2	6	12
SI1400	Tanque CO2	1	11	11

SI1300	Distribuidor Vapor	1	10	10
SI1500	Tanque ACPM	1	10	10
JS0700	bomba centrífuga No.4	2	5	10
CÓDIGO	EQUIPO	FRECUENCIA DE FALLA	CONSECUENCIA	ÍNDICE DE CRITICIDAD
JS0800	bomba centrífuga No.5	2	5	10
JS1000	Lámpara Ultravioleta	2	5	10
SI0800	Tablero eléctrico No.1	3	3	9
JC0700	bomba centrífuga No.6	2	4	8
SI0100	Tanque 10000 l No.1	1	6	6
SI0200	Tanque 10000 l No.2	1	6	6
SI0300	Tanque 10000 l No.3	1	6	6
SI0400	Tanque 10000 l No.4	1	6	6
SI1200	Bomba Centrífuga No.3	2	3	6
JS0500	Filtro Tipo Cartucho	1	6	6
JS0600	Filtro Tipo Prensa	1	6	6
JS0400	Placa Diversora No.1	1	3	3
JC0600	Placa Diversora No.2	1	3	3
JC0800	Balanza	1	3	3
JC0900	Tablero eléctrico No.2	1	3	3
BT0200	Estibador Manual No.1	1	3	3
BT0300	Estibador Manual No.2	1	3	3
BT0400	Estibador Manual No.3	1	3	3

Fuente: Autor del proyecto

Para dar una visión más clara de los resultados del análisis de criticidad, a continuación muestra la distribución porcentual entre equipos críticos, equipos medianamente críticos y equipos no críticos en la planta embotelladora de Inducola S.A.

Figura 19. Resultado del análisis de criticidad



Fuente: Autor del proyecto.

7.

ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (AMEF)

En este capítulo se muestra el desarrollo del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), efectuado sobre los cuatro equipos con mayor índice de criticidad de la planta embotelladora de Inducola S.A., y tiene como objeto aumentar la confiabilidad, disponibilidad y seguridad de estos equipos, asegurando el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo que garantice la reducción de la probabilidad de falla.

7.1 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS ASOCIADOS AL AMEF

Como paso previo a la descripción del método y su posterior aplicación es necesario definir los términos y conceptos fundamentales asociados a un análisis de modos de y efectos de fallo. Los términos a definir son:

Cliente o usuario. Se suele asociar la palabra cliente al usuario final del producto fabricado o destinatario del resultado del proceso o parte del mismo que ha sido analizado. En el AMEF, el cliente dependerá de la fase del proceso o del ciclo de vida del producto en que apliquemos el mismo. La situación más crítica se produce cuando un fallo generado en un proceso productivo que repercute decisoriamente en la calidad de un producto no es controlado a tiempo y llega en tales condiciones al último destinatario.

Producto. El producto puede ser una pieza, un conjunto de piezas, el producto final obtenido de un proceso o incluso el mismo proceso. Lo importante es delimitar lo que se pretende analizar, definir una función esencial a realizar, lo que

se denomina identificación de elementos y determinar que subconjuntos / subproductos componen el producto.

Seguridad de funcionamiento. Cuando se habla de seguridad de funcionamiento se debe entender como un concepto que integral, ya que además de la fiabilidad de respuesta a sus funciones básicas de la fiabilidad de respuesta a sus funciones básicas se incluye la conservación, la disponibilidad y la seguridad ante posibles riesgos de daños tanto en condiciones normales de funcionamiento como en condiciones anormales ocasionales. Gravedad o severidad. Al analizar tal seguridad de funcionamiento de un producto/proceso, aparte de los mismos, se habrá de detectar los diferentes modos o maneras en la cuales se producen los fallos previsibles con su detectabilidad (facilidad de detección), su frecuencia.

Detectabilidad. Este concepto es esencial en el AMEF, y puede vincularse a la facilidad con la cual podemos detectar un fallo. Si durante un proceso se produce un fallo o cualquier tipo de anomalía, se trata de averiguar cuan probable es que no lo detectemos, pasando a etapas posteriores, generando los problemas asociados a éste, y ocasionando por ultimo una afectación al cliente.

Gravedad. Mide el daño normalmente esperado que provoca el fallo en cuestión, según la percepción del cliente. También cabe considerar el daño máximo esperado, el cual iría asociado a la probabilidad de ocurrencia.

7.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

En primer lugar habría que definir si el AMEF a realizar es de proyecto o de producto/proceso. Cuando se aplica a un proceso determinado, hay que seleccionar los elementos claves asociados al resultado esperado. Por ejemplo, supongamos que se trata de un proceso de intercambio de calor para enfriar un reactor químico, los elementos clave a aplicar entonces en el AMEF podrían ser el propio intercambiador y la bomba de suministros de fluido refrigerante. En todo

caso, hablemos de producto o proceso, en el AMEF nos centramos en el análisis de elementos materiales con unas características determinadas y con unos modos de falla que se tratan de conocer y valorar.¹⁵

7.2.1 Determinar y definir el sistema. En esta etapa es importante identificar el equipo o parte del proceso incluyendo todos los subsistemas y sistemas que hacen parte del equipo/proceso que se va a analizar, también se debe seleccionar el sistema para el cual es beneficioso realizar un análisis de este tipo. Es decir para los equipos y/o sistemas de mediana o alta criticidad determinados en el estudio de criticidad, definir el alcance del análisis y la meta de éste. Se recomienda identificar con algún tipo de numeración los sistemas del equipo, ya que si hay gran cantidad se podrían generar confusiones. Para el AMEF de diseño se incluyen las partes del sistema en que pueden subdividirse y las funciones que realiza cada una de ellas, teniendo en cuenta las interconexiones existentes¹⁶. Para llevar a cabo este paso se hicieron diagramas de cada uno de los equipos a incluir en el análisis, describiendo los sistemas y subsistemas, como también la descripción de su funcionamiento.

7.2.2 Identificar y definir las funciones del sistema. Se debe identificar y describir la función principal del sistema o equipo analizado; es decir, la razón de éste dentro del proceso productivo, y las funciones secundarias o de apoyo logístico, que son las que ayudan al sistema a realizar la función primaria de acuerdo a los estándares de funcionamiento establecidos.

Por lo general la definición de la función primaria consta de un verbo y un sustantivo, por ejemplo: enfriar agua, comprimir aire, retirar calor, etc. Y los

¹⁵ BESTRAÉN, Manuel; ORRIOLS, Rosa María. Análisis modal de fallos y efectos AMEF. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 676. [En línea]. [Consultado mayo 2013]. Disponible en: <http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/FicahaTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf>

¹⁶ QUIÑONES, Jhon Jairo. Implementación de la metodología de confiabilidad análisis de criticidad en los laboratorios clínicos y de inmunología y biología molecular de la universidad industrial de Santander. Tesis de grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería mecánica. 2009. p. 117

estándares de funcionamiento determinan la magnitud de la función requerida; o sea asociada a un parámetro medible como: velocidad, volumen de producción, tiempo de inicio de un proceso, tiempo de finalización de un proceso, calidad, servicio al cliente, características técnicas, entre otros, que permiten determinar el estado de falla o no del sistema. En la hoja de trabajo, las funciones se denominan con un número eterno; para facilitar su identificación.

En este paso es bastante útil construir un diagrama de bloques funcional confiable que representa la operación, la interpretación y la interdependencia entre las entidades funcionales del sistema¹⁷.

7.2.3 Modo de falla. Se puede definir como cualquier evento que causa que un bien (sistema o, proceso) pueda fallar potencialmente a la hora de satisfacer el propósito de diseño/proceso, los requisitos de rendimiento y/o las expectativas del cliente. En esta etapa se identifican todas las formas en que una falla puede ocurrir en el nivel de jerarquización del equipo. Se postulan todos los modos probable, posible o creíble de una falla, que incluye mecanismos de falla que se han observado históricamente y cuyos mecanismos se han descrito, de acuerdo con el razonamiento de ingeniería. La identificación de modos de falla se basa en el conocimiento de los componentes, las especificaciones funcionales, requisitos del equipo, esquemas o modos de falla de las piezas o partes asociadas al equipo.

7.2.4 Efecto de falla. Normalmente es el síntoma detectado por el cliente del modo de fallo, es decir si ocurre el fallo potencial como lo percibe el cliente, pero también como repercute en el sistema. En esta etapa se trata de describir las consecuencias no deseadas del fallo que se puede observar o detectar, y siempre deberían indicarse en términos de rendimiento o eficacia del producto/proceso.

Es decir, hay que describir los síntomas tal como lo haría el propio usuario. Cuando se analiza solo una parte se tendrá en cuenta la repercusión negativa en

¹⁷ MONCADA, Duvan; RODRIGUEZ, Edder; QUIÑONES, Jeider. Seminario de investigación en metodologías de análisis de fallas. Tesis de grado ingeniero mecánico. Bucaramanga.: Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica 2009. 113p

el conjunto del sistema, para así poder ofrecer una descripción más clara del efecto. Si un modo de fallo potencial tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirán los más graves.

7.1.5 Causas del modo de falla. La causa o causas potenciales del modo de falla están en el origen del mismo y constituyen el indicio de una debilidad del diseño cuya consecuencia es el propio modo de fallo. Es necesario relacionar con mayor la mayor amplitud posible todas las causas de fallo concebibles que pueda asignarse a cada modo de fallo. Las causas deberán relacionarse de la forma más concisa y completa posible para que los esfuerzos de corrección puedan dirigirse de la mejor manera. Es común que un modo de falla pueda ser ocasionado por más de una causa.

Ejemplo de AMFE de diseño:

Supongamos que estamos analizando el tubo de escape de gases de un automóvil en su proceso de fabricación.

Modo de fallo: Agrietado del tubo de escape

Efecto: Ruido no habitual

Causa: Vibración – Fatiga

Ejemplo AMFE de proceso:

Supongamos que estamos analizando la función de refrigeración de un reactor químico a través de un serpentín con aporte continuo de agua.

Modo de fallo 1: Ausencia de agua.

Causas: fallo del suministro, fuga en conducción de suministro, fallo de la bomba de alimentación.

Modo de fallo 2: Pérdida de capacidad refrigerante.

Causas: Obstrucciones calcáreas en el serpentín, perforación en el circuito de refrigeración.

Efecto en ambos modos de fallo: Incremento sustancial de temperatura.
Descontrol de la reacción

7.1.6 Cálculo del índice de prioridad de riesgo (IPR). El índice de prioridad de riesgo del AMFE incorpora los factores detectabilidad, gravedad y frecuencia. Y es el producto de factores ponderados correspondientes a cada uno de los criterios mencionados anteriormente. Y puede definirse como la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad, siendo tales factores traducibles a un código numérico adimensional que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras. Por tanto debe ser calculado para todas las causas de fallo.

$$\mathbf{IPR = D.G.F}$$

Dónde:

D= es el valor asignado al criterio de detectabilidad.

G= Es el valor asignado al criterio de gravedad.

F= Es el valor asignado al criterio de frecuencia.

Es de suma importancia determinar desde el inicio cuales son los puntos críticos del producto/proceso a analizar. El grupo de trabajo para definir cada uno de los criterios a incluir en los factores a evaluar para asignar un valor ponderado. Una vez establecidos estos valores se debe proceder al cálculo del IPR para cada modo de fallo.

7.3 ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA PARA LOS EQUIPOS DE LA PLANTA EMBOTELLADORA DE INDUCOLA S.A.

Una vez calculado el índice de criticidad de los equipos de la planta embotelladora y ya que el alcance de este análisis se especificó dentro de los objetivos específicos del proyecto (ver numeral 5.3.2), se determinó que los equipos a los cuales se les va a realizar el AMEF son los siguientes:

- Posicionador Código: PO0100
- Tribloc Código: PO0500
- Compresor Código: SI0900
- Mixer Código: PO0400

7.3.1 Posicionador (PO0100). Posicionador de envases vacíos, marca MESAL, modelo posimesal 20/200 (figura 21) se encuentra ubicado en el área de producción y es el encargado de iniciar con el proceso de envasado, pues tiene como función principal el introducir las botellas a la línea de envasado.

El posicionador está compuesto por un depósito o tolva hecha en acero inoxidable donde se introducen los envases, la cual tiene acoplado un sistema de transporte, que por medio de una banda transportadora inclinada hecha de PVC y controlada por un par de sensores de proximidad o acumulación abastecen un tambor rotativo el cual con ayuda de chorros de aire organiza los envases, para que de forma ordenada se alimente la línea de producción.

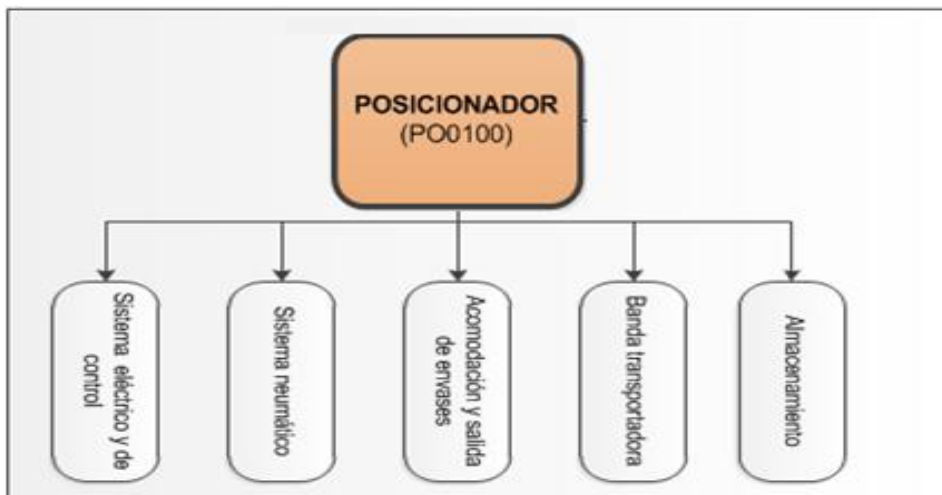
Figura 21.POSICIONADOR POSIMESAL 20/200



Fuente: Inducola S.A.

El equipo se dividió en subsistemas, para este caso específico se dividió en 5 subsistemas, cada uno de ellos con una función secundaria dentro de este equipo, tal división se realizó pensando en facilitar el estudio de éste, por parte del área de mantenimiento.

Figura 22.Subsistemas Posicionador



Fuente: Autor del proyecto.

A continuación se hace una descripción de cada uno de los subsistemas del posicionador, en la (tabla 7), se especifica la función de cada subsistema, y relaciona cada uno de su componentes.

Tabla 7.Subsistemas Posicionador

SUBSISTEMA	FUNCIONES	COMPONENTES
Almacenamiento	Almacenar y conservar los envases en las condiciones de salubridad adecuadas, asegurando su disponibilidad en el proceso.	<ul style="list-style-type: none"> • Tolva. • Estructura.
Banda transportadora	Transportar los envases desde tolva hacia el tambor rotativo.	<ul style="list-style-type: none"> • Banda. • Moto reductor. • Tensor.
Acomodación y salida de envases	Organizar los envases que llegan desde la tolva, para ingresarlos sistemáticamente a la línea de producción, la velocidad de abastecimiento se puede variar y depende de los requerimientos de Producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Moto reductor. • Tambor rotativo. • Válvulas neumáticas. • Tapa.
Sistema neumático	Emplear el aire comprimido como fluido de trabajo en los diferentes elementos o mecanismos neumáticos del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Electroválvulas • Filtro de aire • Válvula reguladora de caudal • Válvula de seguridad
Sistema eléctrico y de control	Proveer la energía necesaria para el arranque y correcto funcionamiento de los accesorios eléctricos e instrumentos de control.	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores de proximidad • Microprocesador • Tablero eléctrico • Tablero de control.

Fuente: Autor del proyecto.

7.3.2 Tribloc (PO0500). Envasadora TRIBLOC BEST FILL 30/30/10, enjuagadora, llenadora y roscadora automática y rotativa (Ver figura 23). Es la columna vertebral de proceso de embotellado se encuentra ubicado en área de producción entre el transporte aéreo la banda transportadora de botellas llenas. Esta máquina se encuentran sobre una única plataforma en la cual se encuentra integra los tres módulos accionados por un solo motor, la transferencia entre el enjuagador, llenador y el roscador es echa por pinzas mecánicas que son guiadas por un complejo sistema de sincronización estas pinzas son útiles para cualquier tipo de envases PET.

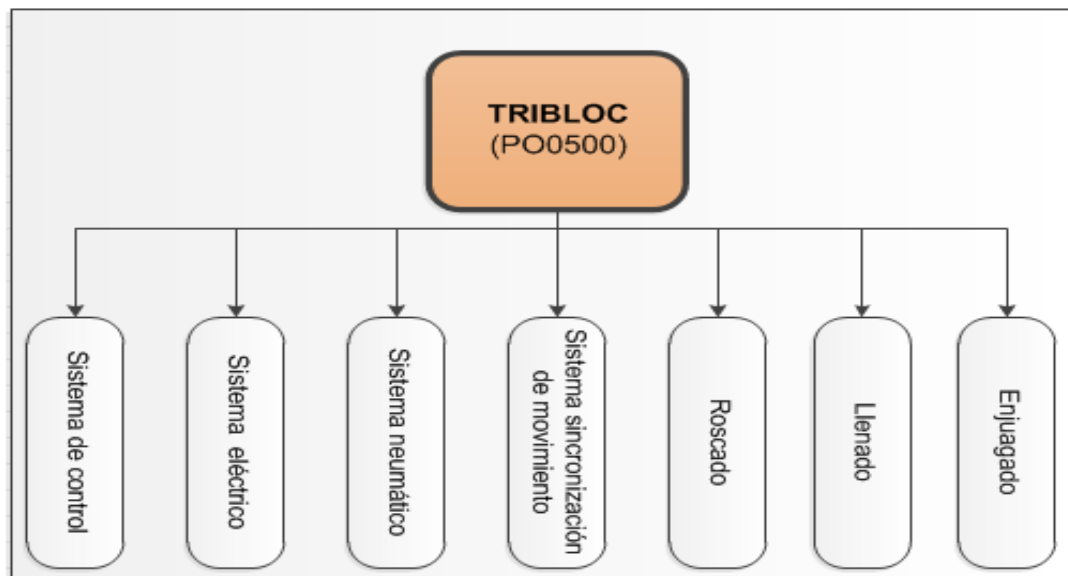
Figura 23. TRIBLOC BEST FILL 30/30/10



Fuente: Inducola S.A.

La principal característica de esta máquina es su versatilidad durante el proceso de producción, ya que están equipadas con un sistema de control dirigido por un PLC (Programmable logic Controller). El Tribloc está echo en acero inoxidable recubierto con un material anticorrosivo de alta resistencia, y puede abrirse desde su puerta de vidrio superior lo que facilita su inspección e intervención, la Tribloc cuenta con un sistema de rotación que permite inclinar las botellas e inyectar un flujo de agua ajustable al interior de la ésta, cuenta con 30 pinzas en acero inoxidable que le permiten la manipular las botellas por el cuello, la llenadora está equipada con 30 válvulas sanitarias que le permiten trabajar a una presión de 85[psi] , cilindros neumáticos que permiten trabajar con diferentes presentaciones de botellas, y el roscador está equipado con 10 cabezotes roscadores magnéticos, que le permiten aplicar un torque uniforme que ofrece la posibilidad de ajustar dicho torque. Además posee un sistema de distribución automática de tapas sincronizado por estrella tipo Pick And Place. Después de analizar su funcionamiento, información técnica, información suministrada por el área de mantenimiento, se realizó la división de este equipo en 7 subsistemas.

Figura 24. Subsistemas Tribloc



Fuente: Autor del proyecto.

En la tabla 8. Se expone la función y los componentes de cada uno de los subsistemas.

Tabla 8. Subsistemas Tribloc

SUBSISTEMA	FUNCIONES	COMPONENTES
Enjuagado	Realizar un lavado a las botellas antes de ser llenas, este tiene como fin eliminar cualquier partícula o impureza presente en las botellas.	<ul style="list-style-type: none"> • Electroválvulas • Pinzas de agarre • Bomba centrífuga
Llenado	Efectuar el llenado de las botellas, una vez salen del proceso de enjuague	<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas de llenado diferencial • Pinzas de agarre
Roscado	Ubicar las tapas sobre las botellas, para proceder a aplicar un torque de roscado sobre estas para sellarlas	<ul style="list-style-type: none"> • Cabezales roscadores • Moto reductor • Tambor rotativo
Sistema de sincronización de movimiento	Garantizar el sincronismo en las transiciones de las botellas modulo a modulo transporte aéreo-enjuagadora; enjuagadora-llenadora; llenadora -roscadora; roscadora-banda transportadora.	<ul style="list-style-type: none"> • Juego de engranes • Sistema de levas
Sistema neumático	Emplear el aire comprimido como fluido de trabajo en los diferentes elementos o mecanismos neumáticos del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Electroválvulas • Cilindros • Válvula reguladora de caudal • Válvula de seguridad
Sistema eléctrico	Proveer la energía necesaria para el arranque y correcto funcionamiento de los accesorios eléctricos. Ofrecer protección de cualquier riesgo eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Motor • Modulo inversor de frecuencia • Arrancador estrella triangulo • Sistema de protección
Sistema de control	Proporcionar al sistema una inteligencia programada.	<ul style="list-style-type: none"> • PLC • Sensores

Fuente: Autor del proyecto.

7.3.3 Compresor (SI0900). El compresor alternativo VILTER 456XL se encuentra ubicado en el área de abastecimiento de servicios industriales y es el corazón del sistema de frío de la planta embotelladora de ahí su alto índice de criticidad (Ver figura 25). El 456XL es ideal para aplicaciones de refrigeración industrial, y puede emplear amoniaco, halo carbonos e incluso con algunos refrigerantes de hidrocarburo como fluido de trabajo. El 450XL es tan versátil que puede funcionar con cualquier refrigerante, con presiones máximas de descarga de 18[bar] y en aspiración de 9,5 [bar], con una presión diferencial mínima de 18 [bar]. Con diferentes relaciones de compresión desde 8:1 para amoniaco, a 12:1 para R-22. La transmisión de potencia utiliza un sistema de arrastre por correas poleas hasta 300 [CV], y es utilizable tanto como para 50/60 ciclos hasta 1200 [RPM].

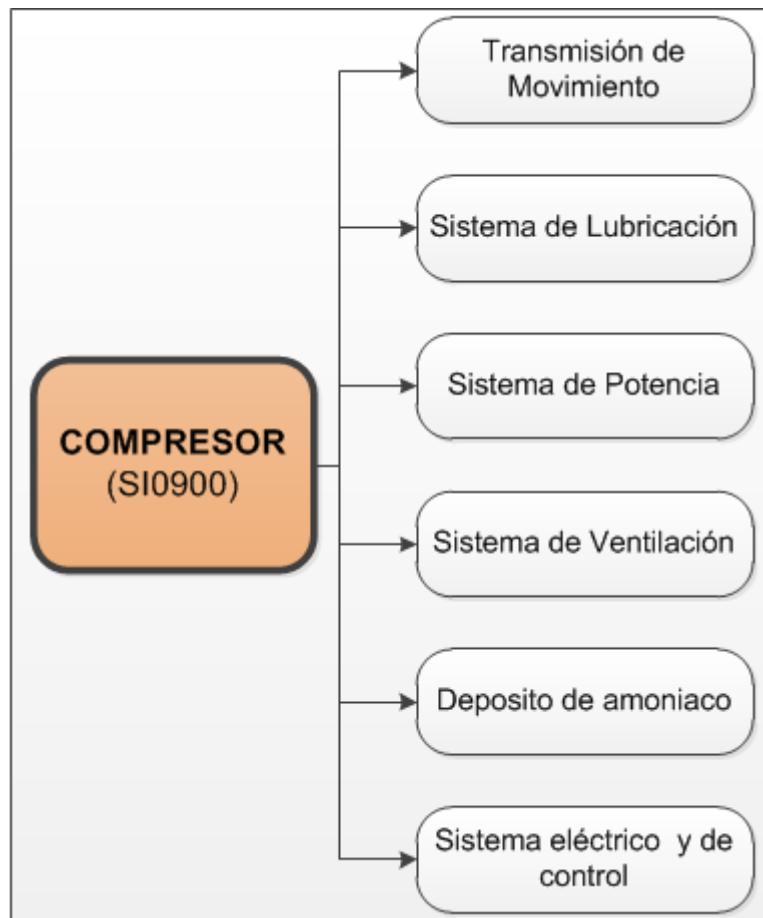
Figura 25. Compresor VILTER 456XL



Fuente: Inducola S.A.

Una vez analizada la información sobre el funcionamiento del compresor, información técnica suministrada por el proveedor, e información recolectada disponible en la planta embotelladora, la división en subsistemas del compresor se muestra en la figura 26.

Figura 26. Subsistemas Compresor



Fuente: Autor del proyecto.

En la tabla 9. Se expone la función y los componentes de cada uno de los subsistemas del compresor.

Tabla 9.Subsistemas Compresor

SUBSISTEMA	FUNCIONES	COMPONENTES
Sistema de lubricación	Mantener lubricadas las partes móviles del compresor, garantizando una película de aceite en buenas condiciones entre las partes que están sometidas a rozamiento o fricción.	<ul style="list-style-type: none"> • Carter • Filtro • Calentador Aceite • Bomba aceite • Enfriador Aceite
Sistema de potencia	Entregar potencia (RPM, Torque) al compresor, para que este pueda llevar acabo su tarea.	<ul style="list-style-type: none"> • Motor eléctrico • Poleas • Bandas
Transmisión de movimiento	Transformar la potencia recibida (RPM, Torque) en un movimiento lineal alternativo que permita realizar el trabajo de compresión.	<ul style="list-style-type: none"> • Cigüeñal • Biela • Pistones
Sistema de ventilación	Retirar el calor generado por la operación del compresor. Para mantener operando en las condiciones especificadas por el fabricante.	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilador
Depósito de Amoniaco	Almacenar y mantener el amoniaco en las condiciones adecuadas de seguridad para el proceso de compresión.	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque
Sistema eléctrico y de control	<p>Proveer la energía necesaria para el arranque y correcto funcionamiento de los accesorios eléctricos.</p> <p>Ofrecer protección de cualquier riego eléctrico</p> <p>Accionar los diferentes elementos electrónicos de seguridad y funcionamiento dependiendo de las lecturas de los instrumentos de control.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de seguridad • Presostato • Tablero eléctrico

Fuente: Autor del proyecto.

7.3.4 Mixer (PO0400). El PRE-MIX 10, se encuentra ubicado en el área de producción, este equipo es el último y más importante paso en la elaboración de una bebida de calidad. Su función principal es realizar una mezcla homogénea entre agua y jarabe compuesto; además de llevar acabo la carbonatación de esta mezcla (Ver figura 26). El mixer es básicamente un conjunto integrado de dos depósitos elaborados en acero inoxidable (agua y jarabe compuesto) y una cámara carbonatadora; adicional a los elementos mencionados anteriormente el mixer está equipado con un intercambiador de calor que permite bajar la temperatura de la mezcla para que el proceso de carbonatación se realizar de la forma correcta y un tanque desaireador donde se elimina el exceso de oxigeno de la mezcla.

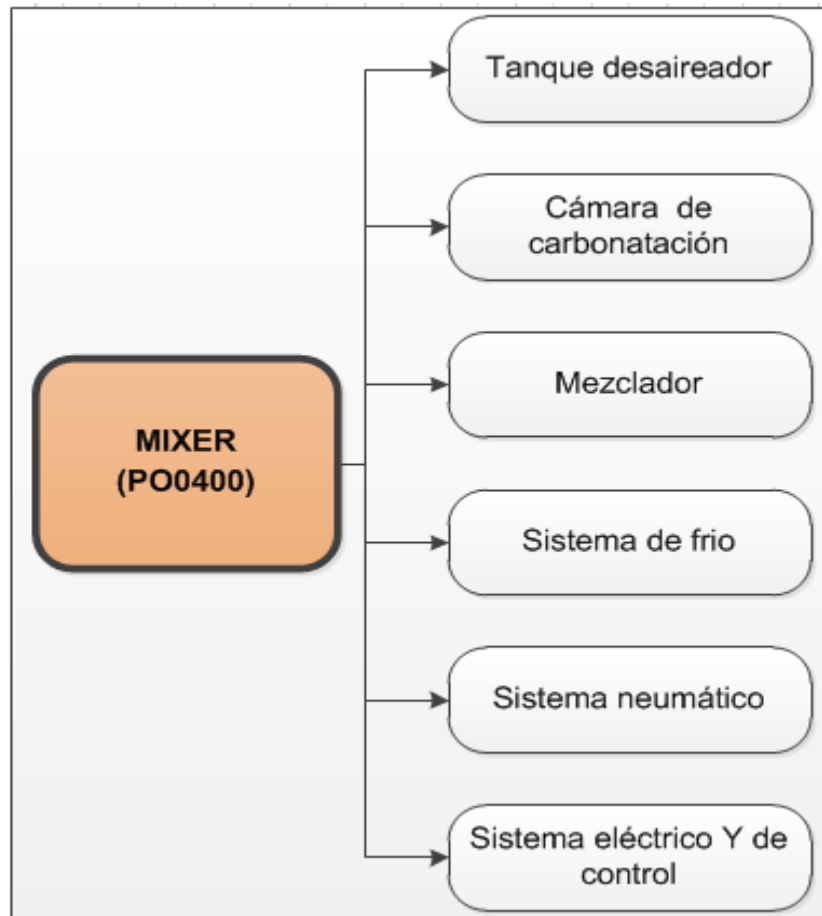
A continuación, una vez analizado el funcionamiento del mixer se presenta la division en subsistemas de éste. (Ver figura 28)

Figura 27.PRE-MIX 10



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 28. Subsistemas Mixer



Fuente: Autor del proyecto.

En la tabla 10 Se expone la función y los componentes de cada uno de los subsistemas del Mixer de la planta embotelladora.

Tabla 10.Subsistemas Mixer

SUBSISTEMA	FUNCIONES	COMPONENTES
Tanque desaireador	Extraer el oxígeno sobrante en el jarabe compuesto, esto tiene como objeto facilitar la absorción de CO2 en el proceso de carbonatación	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque • Bomba de vacío • Válvula de antiretornó
Mezclador	Realizar una mezcla dosificada (Agua+ Jarabe compuesto), para luego enviarla hacia el intercambiador de calor.	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque jarabe compuesto • Tanque agua • Válvula de aguja • Bomba centrífuga
Cámara de carbonatación	Llevar a cabo el proceso de carbonatación de la bebida	<ul style="list-style-type: none"> • Pistón neumático Flomix • Válvula pulverizadora • cámara de carbonatación • Bomba centrífuga
Sistema de frio	Bajar la temperatura de la bebida hasta -4, para asegurar que el proceso de carbonatación se realizase de forma satisfactoria.	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba centrífuga • Intercambiador de placas planas
sistema neumático	Emplear el aire comprimido como fluido de trabajo en los diferentes elementos o mecanismos neumáticos del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Electroválvulas • Cilindros • Válvula reguladora de caudal • Válvula de seguridad
Sistema eléctrico y de control	Proveer la energía necesaria para el arranque y correcto funcionamiento de los accesorios eléctricos. Ofrecer protección de cualquier riesgo eléctrico Accionar los diferentes elementos electroneumáticos de seguridad y funcionamiento de las señales envidas por los sistemas de control	<ul style="list-style-type: none"> • Panel de control electroneumatico • Sensores de proximidad • Sonda controladora de flujo

Fuente: Autor del proyecto.

7.3.5 Índice de prioridad de riesgo (IPR). Una vez finalizamos la identificación de componentes y funciones de los subsistemas asociados a cada equipo, procedemos a definir los índices a evaluar para el cálculo de IPR.

A continuación se presentan los criterios y su respectivo valor de ponderación a tener en cuenta en el cálculo del índice de criticidad en el AMEF realizado en la planta embotelladora de Inducola S.A. estos criterios fueron objeto de estudio en reuniones entre el área de mantenimiento y el departamento de producción.

Tabla 11. Factores para calcular el IPR

ÍNDICE DE GRAVEDAD		
Gravedad	Criterio	Valor
Muy Baja Consecuencias Imperceptibles	La ocurrencia de esta falla no origina efecto alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente el cliente no percibirá la falla.	1
Baja Repercusiones Irrelevantes	La ocurrencia de esta falla probablemente ocasiona un pequeño deterioro del rendimiento del sistema. Además de éste origina un ligero inconveniente al cliente. .	2 a 3
Moderada Defectos de relativa Importancia	La ocurrencia de esta falla afecta el rendimiento del sistema en forma moderada. La falla produce cierta insatisfacción en el cliente	4 a 6
Alta	La aparición de esta falla puede ser crítica e inutilizar el sistema.	7 a 8
Muy Alta	Esta modalidad de falla potencial es muy crítica ya que afecta el funcionamiento de sistema y aumenta los riesgos de operación.	9 a 10

ÍNDICE DE FRECUENCIA		
Frecuencia	Criterio	Valor
Muy baja Improbable	No sé a dado en el pasado, pero es concebible	1
Baja	Éste modo de falla es presumible en la vida del sistema, aunque es poco probable que aparezca	2 a 3
Moderada	La falla se produce ocasionalmente o es muy probable que aparezca.	4 a 6
Alta	La falla se presenta con cierta frecuencia.	7 a 8
Muy Alta	La falla es casi inevitable. Es seguro que la falla aparezca en el sistema.	9 a 10
ÍNDICE DE DETECTABILIDAD		
Frecuencia	Criterio	Valor
Muy Alta	La aparición del modo de falla es obvia	1
Alta	El modo de falla, aunque es obvio y fácil de percibir, puede no ser percibido en alguna ocasión.	2 a 3
Mediana	El modo de fallo es detectable al final del proceso.	4 a 6
Pequeña	La naturaleza del modo de falla hace difícil detectarlo	7 a 8
Improbable	El modo de falla no puede detectarse. Solo será percibido al final del proceso	9 a 10

Fuente: Autor del proyecto.

7.4 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y REGISTRO DEL AMEF

Para obtener la información necesaria al momento de realizar el análisis de modos y efectos de falla, se recurrió a la información del fabricante o proveedor de los equipos, listas genéricas de modos de falla, información entregada por el personal encargado de operar los equipos e información histórica disponible en el área de mantenimiento.

El registro del análisis AMEF se encuentra disponible en el Anexo E del trabajo de grado.

8. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El plan de mantenimiento preventivo propuesto para los equipos críticos de la planta embotelladora de Inducola S.A. está basado en el análisis de modos y efectos de falla, recomendaciones de los fabricantes, proveedores, operarios y técnicos encargados del mantenimiento de los equipos. Y tiene como objetivo principal reducir paradas imprevistas, costos de mantenimiento; además de aumentar la eficiencia y eficacia de las actividades propias del área de mantenimiento.

8.1 FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS

La información técnica de los equipos críticos se recopiló en el formato de ficha técnica, que fue diseñado teniendo en cuenta los requerimientos del área de mantenimiento de la planta embotelladora además de las características de operación y fabricación de cada uno de los equipos, en la figura 29 se muestra el formato de ficha técnica utilizado.


Las fichas técnicas de los equipos críticos de la planta embotelladora se muestran en el anexo D de este trabajo de grado.

8.2 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El para establecer el plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la planta embotelladora se usó una lista donde se especifica claramente el equipo, sistema, componente o ítem mantenible, agrupando la totalidad de las actividades propias del programa de mantenimiento preventivo propuesto en éste plan. La propuesta de plan de mantenimiento preventivo incluye actividades para la totalidad de los equipos de la planta embotelladora, especificando la frecuencia en días o en horas de trabajo ya que la operación de la planta está sujeta a constantes cambios donde se agregan u eliminan turnos de trabajo dependiendo de la demanda de producción se encuentra.

El plan de mantenimiento preventivo propuesto para los equipos no críticos de la planta embotelladora se encuentra en el anexo F de este proyecto de grado. A continuación se presenta la propuesta de mantenimiento para los 8 equipos críticos de la planta.

Figura 29. Formato de ficha técnica

		FICHA TÉCNICA					
INFORMACION GENERAL							
EQUIPO:		CODIGO:					
SECCION:		CRITICIDAD:					
MARCA:		PROVEEDOR:	PAIS				
MODELO:		REGISTRO FOTOGRÁFICO					
SERIE:							
DESCRIPCIÓN							
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES							
DIMENSIONES [cm] (LargoX AnchoX alto)							
AREA DE TRABAJO [cm] (LargoX AnchoX alto)							
PESO [kg]							
INFORMACIÓN TÉCNICA							
DATOS ELECTRICOS		DATOS NEUMATICOS		DATOS HIDRAULICOS			
TENSION		PRESIÓN		PRESION		CONSUMO	
AMPERAJE		CONSUMO		CONSUMO		CONSUMO	
POTENCIA		CALIDAD		CALIDAD		CALIDAD	
OTROS SERVICIOS INDUSTRIALES							
CLASE	N/A	PRESION	N/A	TEMPERATURA	N/A	CONSUMO	
DOCUMENTOS DISPONIBLES							
MANUAL DE OPERACION				UBICACIÓN		FORMATO	
MANUAL DE MANTENIMIENTO				UBICACIÓN		FORMATO	
OTROS				UBICACIÓN		FORMATO	
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN							
OBSERVACIONES							

Fuente: Autor del proyecto.

8.3 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA PLANTA EMBOTELLADORA DE INDUCOLA S.A.

Tabla 12. Rutina de Mantenimiento Preventivo Posicionador

		PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
INFORMACION GENERAL							
EQUIPO:	Posicionador		CODIGO:	PO0100			
SECCION:	Producción		CRITICIDAD:	Critico			
MARCA:	Mesal		MODELO:	20/200	SERIE:	11033	
INFORMACION GENERAL							
SISTEMA	COMPONENTE	ÍTEM	ACTIVIDAD	ESTÁNDAR / LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA [DÍAS]	FRECUENCIA [HORAS]
Posicionador	Posicionador	Guías	Verificar	Estado	Semanal	7	160
Posicionador	Bolsillos	Bolsillos inferiores	Verificar	Anclaje	Semanal	7	160
Posicionador	Bolsillos	Bolsillos superiores	Verificar	Anclaje	Semanal	7	160
Eléctrico	Paros de emergencia	Protección o sistemas de seguridad	Verificar	Estado y funcionamiento	Semanal	7	160
Transmisión principal	Piñones	Graseras y piñones	Lubricar	Adicionar lubricante	Semanal	7	160
Alimentador de botellas	Banda transportadora	Banda	Verificar	Tensión	Mensual	30	720
Alimentador de botellas	Banda transportadora	Banda	Verificar	Desgaste	Mensual	30	720
Alimentador de botellas	Banda transportadora	Chumacera	Verificar	Estado	Mensual	30	720
Alimentador de botellas	Banda transportadora	Rodillos	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Alimentador de botellas	Banda transportadora	Motor	Verificar	Conexiones y Borneras	Trimestral	90	2000
Alimentador de botellas	Banda transportadora	Motor	Verificar	Rodamientos	Trimestral	90	2000
Alimentador de botellas	Banda transportadora	Reductor	Verificar	Estado y nivel de aceite	Trimestral	90	2000
Alimentador de botellas	Banda transportadora	Reductor	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000
Posicionador	Sistema vacío	Motor	Verificar	Conexiones y Borneras	Trimestral	90	2000
Posicionador	Sistema vacío	Motor	Verificar	Rodamientos	Trimestral	90	2000
Posicionador	Sistema vacío	Estructura	Verificar	Soporte	Trimestral	90	2000

SISTEMA	COMPONENTE	ÍTEM	ACTIVIDAD	ESTÁNDAR / LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA [DÍAS]	FRECUENCIA [HORAS]
Posicionador	Transmisión principal	Piñones	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Posicionador	Transmisión principal	Cadenas	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Posicionador	Transmisión principal	Rodamientos	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Posicionador	Transmisión principal	Motor	Verificar	Conexiones y Borneras	Trimestral	90	2000
Posicionador	Transmisión principal	Motor	Verificar	Estado rodamientos	Trimestral	90	2000
Posicionador	Transmisión principal	Reductor	Verificar	Nivel de aceite	Trimestral	90	2000
Posicionador	Transmisión principal	Reductor	Verificar	Estado de rodamiento	Trimestral	90	2000
Posicionador	Niveladores de disco	Roldanas	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Posicionador	Estrella	Insertos	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Posicionador	Estrella	Bolsillos	Verificar	Alineación	Trimestral	90	2000
Posicionador	Sistema vacío	Aspas bomba	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Posicionador	Sistema vacío	Manguera	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Eléctrico	Tablero eléctrico	Tablero	Limpiar	Soplar y aspirar	Trimestral	90	2000
Eléctrico	Tablero eléctrico	Tablero	Ajustar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000
Eléctrico	Tablero eléctrico	Tablero	Verificar	Estado cables y terminales	Trimestral	90	2000
Eléctrico	Todos los sensores	Sensores	Verificar	Señales estado y funcionamiento	Trimestral	90	2000
Alimentador de botellas	Banda transportadora	Reductor	Cambiar	Cambiar aceite	Anual	365	8000
Posicionador	Sistema vacío	Turbina	Verificar	Balanceo dinámico	Anual	365	8000
Transmisión principal	Reductor	Aceite	Cambiar	Cambiar aceite	Anual	365	8000

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 13. Rutina de Mantenimiento Preventivo Tribloc

		PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
INFORMACION GENERAL							
EQUIPO:	Tribloc	CODIGO:	PO0500				
SECCION:	Producción	CRITICIDAD:	Critico				
MARCA:	Mesal	MODELO:	20/24/06	SERIE:	125897		
INFORMACION GENERAL							
SISTEMA	COMPONENTE	ÍTEM	ACTIVIDAD	ESTÁNDAR / LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA [DÍAS]	FRECUENCIA [HORAS]
Roscado	Cabezal	Sist. Extractor de tapas	Verificar	Funcionamiento	Mensual	30	720
Roscado	Guía	Seguidor de leva	Verificar	Estado	Mensual	30	720
Roscado	Control	sensores detector de tapas	Verificar	Funcionamiento	Mensual	30	720
Roscado	Transmisión	Piñones cabeza de roscado	Verificar	Estado	Semestral	180	4000
Roscado	Transmisión	Piñones cabeza de roscado	Lubricar	Aplicar grasa	Semanal	7	160
Llenado	Tulipa	Guías teflón tulipa	Verificar	Estado	Mensual	30	720
Llenado	Apertura válvula	Mariposa válvula llenado	Verificar	Estado	Mensual	30	720
Llenado	Válvula de llenado	Empaquetadora general válvula llenado	Verificar	Estado	Mensual	30	720
Llenado	Tulipa	Soporte de tulipa	Ajustar	Ajuste	Mensual	30	720
Llenado	Pistón elevador	Eje pistón	Ajustar	Ajuste	Mensual	30	720
Llenado	Tulipa	Bocal tulipa	Ajustar	Ajuste	Semanal	7	160
Llenado	Válvula de llenado	Tubo venteo	Ajustar	Ajuste	Semanal	7	160
Llenado	Desaireador	Accionamiento sniff	Verificar	Estado	Semanal	7	160
Llenado	Pistón elevador	Base eje pistón	Ajustar	Ajuste	Semanal	7	160
Llenado	Transferencia de botella	Pinzas	Verificar	Alineación	Semanal	7	160
Llenado	Tulipa	Roldana tulipa	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Neumático	Cilindros	Empaques	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000
Neumático	Componentes	manguera neumática	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000
Llenado	Pistón elevador	Roldanas	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Llenado	Transmisión	Piñones transmisión carrusel	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Rinser	Transferencia de botella	Pinza sujeción botella	Verificar	Estado	Mensual	30	720

SISTEMA	COMPONENTE	ÍTEM	ACTIVIDAD	ESTÁNDAR / LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA [DÍAS]	FRECUENCIA [HORAS]
Rinser	Transferencia de botella	Estrella de traspaso	Verificar	Alineación	Semanal	7	160
Rinser	Válvula de rinser	Válvula de enjuague	Verificar	Estado accionamiento mecánico	Semanal	7	160
Rinser	Guía	Guías acero inox	Verificar	Funcionamiento sistema lubricación	Semanal	7	160
Rinser	Suministro de agua	Mangueras	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Rinser	Guía	Guías teflón giro vertical botella	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Rinser	Transmisión	Piñones transmisión principal carrusel	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Dosificación	Tulipas	Empaques tulipas	Verificar	Estado	Semanal	7	160
Dosificación	Válvula	Ejes dosificación	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Recepción de botellas	Transmisión	Piñones transmisión principal	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Roscado	Cabezal	Bocal	Verificar	Estado	Mensual	30	720
Roscador	Dosificación de tapas	Sistema pick and place	Ajustar	Tornillería	Trimestral	90	2000
Sistema eléctrico	Sensores	Protección o sistemas de seguridad	Verificar	Estado y funcionamiento	Semanal	7	160
Sistema eléctrico	Tablero eléctrico	Tablero	Limpiar	Soplar y aspirar	Trimestral	90	2000
Sistema eléctrico	Tablero eléctrico	Tablero	Ajustar	Conexiones y Borneras	Trimestral	90	2000
Sistema eléctrico	Tablero eléctrico	Tablero	Verificar	Estado cables y terminales	Trimestral	90	2000
Sistema eléctrico	Todos los sensores	Sensores	Verificar	Señales estado y funcionamiento	Trimestral	90	2000
Transmisión principal	Piñón cabezal	Acople cuña y cuñero (eje)	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Transmisión principal	Toda transmisión	Transmisión general	Lubricar	Aplicar lubricante	Semanal	7	160
Roscado	Pistón roscador	Partes motrices	Lubricar	Aplicar lubricante	Semanal	7	160
Roscado	Transferencia de botella	Tornillos guías de estrella	Verificar	Estado	Semanal	7	160
Transmisión principal	Reductores	Aceite	Cambiar	Cambiar aceite	Anual	365	8000

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 14. Rutina de Mantenimiento Preventivo Compresor

		PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
INFORMACION GENERAL							
EQUIPO:	Compresor	CODIGO:	SI0900				
SECCION:	Servicios industriales	CRITICIDAD:	Critico				
MARCA:	VILTER	MODELO:	456XL	SERIE:	82816		
INFORMACION GENERAL							
SISTEMA	COMPONENTE	ÍTEM	ACTIVIDAD	ESTÁNDAR / LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA A [DÍAS]	FRECUENCIA [HORAS]
Lubricación	Aceite	Nivel	Lubricar	Adicionar aceite	Mensual	30	720
Compresor	Exterior	Carcasas, motor-compresor	Limpiar	Remover suciedad	Mensual	30	720
Transmisión de potencia mecánica	Motor-compresor	Correas y poleas	Verificar	Tensión, desgaste, ajuste	Trimestral	90	2000
Refrigeración culata de compresor	Bomba	Empaques	Revisar	Empaquetadura	Trimestral	90	2000
Refrigeración culata de compresor	Bomba	Estructura	Revisar	Impeller	Trimestral	90	2000
Refrigeración culata de compresor	Bomba	Estructura	Verificar	Sistema sujeción bomba	Trimestral	90	2000
Refrigeración culata de compresor	Bomba	Empaques	Verificar	Sello mecánico	Trimestral	90	2000
Refrigeración culata de compresor	Bomba	Motor	Revisar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000
Refrigeración culata de compresor	Bomba	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Trimestral	90	2000
Refrigeración culata de compresor	Tubería	Componentes	Verificar	Fugas	Trimestral	90	2000

Fuente: Autor del proyecto.


Tabla 15. Rutina de Mantenimiento Preventivo Mixer

Inducola® S.A.		PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
INFORMACION GENERAL							
EQUIPO:	MIXER	CODIGO:	PO0400				
SECCION:	Producción	CRITICIDAD:	Critico				
MARCA:	Mesal	MODELO:	MIX-6D	SERIE:	11015		
INFORMACION GENERAL							
SISTEMA	COMPONENTE	ÍTEM	ACTIVIDAD	ESTÁNDAR / LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA [DÍAS]	FRECUENCIA [HORAS]
Sistema Carbonatador	Suministro jarabe compuesto	Intercambiador de placas	Verificar	Fugas	Mensual	30	720
Sistema Carbonatador	Suministro jarabe compuesto	Válvula actuada	Revisar	Empaquetadura, conexiones	Trimestral	90	2000
Sistema Carbonatador	Suministro de frio	Válvula actuada	Revisar	Empaquetadura, conexiones	Trimestral	90	2000
Sistema de mezcla	Suministro agua, Suministro jarabe.	Válvula diafragma	Verificar	Empaquetadura, conexiones	Mensual	30	720
Sistema de mezcla	Bomba de mezcla	Empaques	Revisar	Empaquetadura	Semestral	180	4000
Sistema de mezcla	Bomba de mezcla	Estructura	Revisar	Impeller	Semestral	180	4000
Sistema de mezcla	Bomba de mezcla	Estructura	Verificar	Sistema sujeción bomba	Semestral	180	4000
Sistema de mezcla	Bomba de mezcla	Empaques	Verificar	Sello mecánico	Semestral	180	4000
Sistema de mezcla	Bomba de mezcla	Motor	Revisar	Conexiones y Borneras	Semestral	180	4000
Sistema de mezcla	Bomba de mezcla	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Semestral	180	4000
Sistema de mezcla	Microvalvulas	Válvula	Revisar	Empaquetadura, resortes y pin de accionamiento	Trimestral	90	2000
Sistema de mezcla	Cilindro pistón de mezcla	Cilindro neumático	Revisar	Empaquetadura	Trimestral	90	2000
Sistema de mezcla	Suministro jarabe	Válvula actuada	Revisar	Empaquetadura, conexiones	Trimestral	90	2000
Sistema desaireador	Bomba de agua	Empaques	Revisar	Empaquetadura	Semestral	180	4000
Sistema desaireador	Bomba de agua	Estructura	Revisar	Impeller	Semestral	180	4000

SISTEMA	COMPONENTE	ÍTEM	ACTIVIDAD	ESTÁNDAR / LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA [DÍAS]	FRECUENCIA [HORAS]
Sistema desaireador	Bomba de agua	Estructura	Verificar	Sistema sujeción bomba	Semestral	180	4000
Sistema desaireador	Bomba de agua	Empaques	Verificar	Sello mecánico	Semestral	180	4000
Sistema desaireador	Bomba de agua	Motor	Revisar	Conexiones y Borneras	Semestral	180	4000
Sistema desaireador	Bomba de agua	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Semestral	180	4000
Sistema desaireador	Bomba de vacío	Empaques	Revisar	Empaquetadura	Semestral	180	4000
Sistema desaireador	Bomba de vacío	Estructura	Revisar	Impeller	Semestral	180	4000
Sistema desaireador	Bomba de vacío	Estructura	Verificar	Sistema sujeción bomba	Semestral	180	4000
Sistema desaireador	Bomba de vacío	Empaques	Verificar	Sello mecánico	Semestral	180	4000
Sistema desaireador	Bomba de vacío	Motor	Revisar	Conexiones y Borneras	Semestral	180	4000
Sistema desaireador	Bomba de vacío	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Semestral	180	4000
Sistema desaireador	Suministro agua	Válvula actuada	Revisar	Empaquetadura, conexiones	Trimestral	90	2000
Sistema eléctrico	Tablero principal	Protección o sistemas de seguridad	Verificar	Estado y funcionamiento	Semanal	7	160
Sistema eléctrico	Tablero principal	Tablero	Limpiar	Soplar y aspirar	Trimestral	90	2000
Sistema eléctrico	Tablero principal	Tablero	Ajustar	Conexiones y Borneras	Trimestral	90	2000
Sistema eléctrico	Tablero principal	Tablero	Verificar	Estado cables y terminales	Trimestral	90	2000
Sistema eléctrico	Tablero principal	Sensores	Verificar	Señales estado y funcionamiento	Trimestral	90	2000
Sistema neumático. Sistema CO2	Tablero neumático, Tablero CO2	Manómetros, reguladores y válvulas	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Sistema neumático	Unidad de mantenimiento	Elementos filtrantes y manómetro	Verificar	Estado	Mensual	30	720

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 16.Tabla 15.Rutina de Mantenimiento Preventivo Transporte aéreo

		PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
INFORMACION GENERAL							
EQUIPO:	Transporte Aéreo	CODIGO:	PO0200				
SECCION:	Producción	CRITICIDAD:	Critico				
MARCA:	Mesal	MODELO:	TRANS MP20	SERIE:	N/A		
INFORMACION GENERAL							
SISTEMA	COMPONENTE	ÍTEM	ACTIVIDAD	ESTÁNDAR / LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA [DÍAS]	FRECUENCIA [HORAS]
Succión	Ventilador	Ventilador	Verificar	Balanceo dinámico	Trimestral	90	2000
Succión	Ventilador	guías apoyo botella	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Succión	Ventilador	Filtro	Cambiar	Cambiar filtros	Semestral	180	4200
sistema eléctrico	Tablero principal	Tablero	limpiar	Soplar y aspirar	mensual	30	720
Sistema eléctrico	Tablero principal	Protección o sistemas de seguridad	Verificar	estado y funcionamiento	Semanal	7	160
Sistema eléctrico	Tablero principal	Tablero	Ajustar	Conexiones y Borneras	mensual	30	720
Sistema eléctrico	Tablero principal	Tablero	Verificar	Estado cables y terminales	mensual	30	720

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 17. Rutina de Mantenimiento Preventivo Alimentador Tapas

		PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
INFORMACION GENERAL							
EQUIPO:	Enfardadora	CODIGO:	PO0400				
SECCION:	Producción	CRITICIDAD:	Critico				
MARCA:	Mesal	MODELO:	Jet Flow	SERIE:	11568		
INFORMACION GENERAL							
SISTEMA	COMPONENTE	ÍTEM	ACTIVIDAD	ESTÁNDAR / LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA [DÍAS]	FRECUENCIA [HORAS]
Alimentador de Tapas	Banda transportadora	Banda	Verificar	Tensión	Mensual	30	720
Alimentador de Tapas	Banda transportadora	Banda	Verificar	Desgaste	Mensual	30	720
Alimentador de Tapas	Banda transportadora	Chumacera	Verificar	Estado	Mensual	30	720
Alimentador de Tapas	Banda transportadora	Rodillos	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Alimentador de Tapas	Banda transportadora	Motor	Verificar	Conexiones y Borneras	Trimestral	90	2000
Alimentador de Tapas	Banda transportadora	Motor	Verificar	Rodamientos	Trimestral	90	2000
Alimentador de Tapas	Banda transportadora	Reductor	Verificar	Estado y nivel de aceite	Trimestral	90	2000
Alimentador de Tapas	Banda transportadora	Reductor	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000
Alimentador de Tapas	Manguera Flexinivel	Manguera Flexinivel	Verificar	Estado	Mensual	30	720
Flujo de aire	Ventilador centrifugo	Ventilador centrifugo	Verificar	Balanceo dinámico	Anual	365	8000
Flujo de aire	Ventilador centrifugo	Aspas	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000
Flujo de aire	Ventilador centrifugo	Motor	Revisar	Conexiones y Borneras	Trimestral	90	2000
Flujo de aire	Ventilador centrifugo	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Trimestral	90	2000
Flujo de aire	Ventilador centrifugo	Carcasa	Limpiar	Soplar y aspirar	Trimestral	90	2000
Eléctrico	Tablero eléctrico	Tablero	Limpiar	Soplar y aspirar	Trimestral	90	2000
Eléctrico	Tablero eléctrico	Tablero	Ajustar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000
Eléctrico	Tablero eléctrico	Tablero	Verificar	Estado cables y terminales	Trimestral	90	2000
Eléctrico	Todos los sensores	Sensores	Verificar	Señales estado y funcionamiento	Trimestral	90	2000

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 18. Rutina de Mantenimiento Preventivo Enfardadora

		PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
INFORMACION GENERAL							
EQUIPO:	Enfardadora	CODIGO:	PO0200				
SECCION:	Producción	CRITICIDAD:	Critico				
MARCA:	Mesal	MODELO:	PACK 12000	SERIE:	56897		
INFORMACION GENERAL							
SISTEMA	COMPONENTE	ÍTEM	ACTIVIDAD	ESTÁNDAR / LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA [DÍAS]	FRECUENCIA [HORAS]
Acumulación botella	Transportador botellas empacadora	Banda	Verificar	Estado, alineación y tensión	Mensual	30	720
Acumulación botella	Transportador botellas empacadora	Rodamientos	Verificar	Estado chumaceras y soportes	Mensual	30	720
Acumulación botella	Transportador botellas empacadora	Peines	Verificar	Estado, alineación	Mensual	30	720
Acumulación botella	Transportador botellas empacadora	Cilindro neumático	Verificar	Estado y funcionamiento	Trimestral	90	2000
Rebobinador	Rebobinado polietileno	Balancín	Verificar	Estado de rodillos	Mensual	30	720
Rebobinador	Rebobinado polietileno	Rodillos de traspaso	Verificar	Estado de rodamientos-chumaceras	Mensual	30	720
Rebobinador	Rebobinado polietileno	Motores	Verificar	Estado rodamientos	Trimestral	90	2000
Rebobinador	Rebobinado polietileno	Motores	Verificar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000
Sistema corte	Alimentación polietileno	Cuchilla	Verificar	Estado y tornillos de sujeción	Mensual	30	720
Sistema corte	Alimentación polietileno	Yunque	Verificar	Alineación con cuchilla y estado	Mensual	30	720

SISTEMA	COMPONENTE	ÍTEM	ACTIVIDAD	ESTÁNDAR / LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA [DÍAS]	FRECUENCIA [HORAS]
Sistema eléctrico	Eléctrico	Sensores	Verificar	Señales, estado y funcionamiento sensores	Mensual	30	720
Sistema empujador	Empuje de botella	Cadenas	Verificar-lubricar	Tensión y estado	Mensual	30	720
Sistema empujador	Empuje de botella	Rodillos	Verificar	Estado y sujeción a cadena	Mensual	30	720
Sistema empujador	Empuje de botella	Rodamientos	Verificar	Estado de rodamientos y soportes	Mensual	30	720
Sistema sujeción	Pisador	Guías y estructura	Verificar	Estado, alineación	Mensual	30	720
Sistema de transmisión	Chumaceras	Graseras	Lubricar	Chumaceras	Mensual	30	720
Sistema neumático	General	Cilindros, válvulas, accesorios	Verificar-lubricar	Estado	Mensual	30	720
Sistema neumático	Acometida principal	Unidad de mantenimiento	Verificar	Elementos filtrantes, manómetro y regulador	Trimestral	90	2000
Sistema transmisión	Transmisión	Reductores	Cambiar	Cambiar aceite	Anual	365	8000

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 19. Rutina de Mantenimiento Preventivo P.T.A.I.

		PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
INFORMACION GENERAL							
EQUIPO:	Enfardadora	CODIGO:	PO0200				
SECCION:	Producción	CRITICIDAD:	Critico				
MARCA:	Industria Ricaurte	MODELO:	N/A	SERIE:	N/A		
INFORMACION GENERAL							
Sistema	Componente	Ítem	Actividad	Estándar / Labor	Frecuencia	frecuencia [días]	Frecuencia [horas]
Sistema de agua potable	Filtro pulidor	Cartuchos	Lavar	Lavar cartuchos	Mensual	30	720
Sistema de agua potable	Filtro pulidor	Cartuchos	Cambiar	Reemplazar cartuchos	Trimestral	90	2000
Sistema de agua potable	Filtro de arena	Arena	Lavar	Retrolavar	Semanal	7	160
Sistema de agua potable	Filtro de carbón	Carbón	Activar	Aplicar vapor	Semanal	7	160
Red tubería	Accesorios	Tubería	Verificar	Fugas	Trimestral	90	2000
Bombeo	Bomba 1	Empaques	Revisar	Empaquetadura	Trimestral	90	2000
Bombeo	Bomba 1	Estructura	Revisar	Impeller	Trimestral	90	2000
Bombeo	Bomba 1	Estructura	Verificar	Sistema sujeción bomba	Trimestral	90	2000
Bombeo	Bomba 1	Empaques	Verificar	Sello mecánico	Trimestral	90	2000
Bombeo	Bomba 1	Motor	Revisar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000
Bombeo	Bomba 1	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Trimestral	90	2000
Bombeo	Bomba 2	Empaques	Revisar	Empaquetadura	Trimestral	90	2000
Bombeo	Bomba 2	Estructura	Revisar	Impeller	Trimestral	90	2000
Bombeo	Bomba 2	Estructura	Verificar	Sistema sujeción bomba	Trimestral	90	2000
Bombeo	Bomba 2	Empaques	Verificar	Sello mecánico	Trimestral	90	2000
Bombeo	Bomba 2	Motor	Revisar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000
Bombeo	Bomba 2	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Trimestral	90	2000

Sistema	Componente	Ítem	Actividad	Estándar / Labor	Frecuencia	frecuencia [días]	Frecuencia [horas]
Eléctrico	Tablero	Control	Limpiar	Soplar y aspirar	Trimestral	90	2000
Eléctrico	Tablero	Control	Ajustar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000
Eléctrico	Tablero	Control	Verificar	Estado cables y terminales	Trimestral	90	2000

Fuente: Autor del proyecto.

9. SISTEMA DE INFORMACIÓN

Podemos definir un sistema de información como la unión sistemática de procedimientos sobre un número específicos de datos implementados según las necesidades de la empresa, enfocados a la toma de decisiones en función de la estrategia planteada.

Los objetivos de un sistema de información son fundamentalmente: procesar entradas de datos, mantener archivos, y producir: informes, reportes y datos de salida.

Figura 30. Comportamiento de un sistema de información



Fuente: DUFFUAA Sailh o; Raouf A Campbell Jhon. Sistemas de Mantenimiento, planeación y control

9.1 SISTEMA DE INFORMACION PARA EL MANTENIMIENTO

El entorno cada vez más competitivo y exigente en el que tienen que desenvolverse actualmente las empresas ha obligado a mejorar de forma drástica la gestión y a facilitar la integración de las distintas áreas funcionales, con el objetivo de poder ofrecer un mejor servicio a los clientes, reducir los plazos de entrega, minimizar los inventarios de productos, etc.

El objetivo fundamental del sistema de información para el mantenimiento es presentar continuamente la base de datos esencial para la correcta y oportuna planificación del mantenimiento y evaluación de su gestión.

9.1.1 Características del Sistema de Información. En general, un sistema de información está encargado de entregar la información oportuna y precisa, con la presentación y el formato adecuado, a la persona que la necesita dentro de la organización. La finalidad de un sistema es la razón de su existencia, para alcanzar sus objetivos los sistemas interactúan con los objetos que se encuentran fuera de sus fronteras. Los sistemas interactúan con el medio, es decir, reciben entrada de datos y producen salida de información.

La información será útil para la organización en la medida en que facilite la toma de decisiones y, para ello, ha de cumplir una serie de requisitos entre los cuales están:

- **Exactitud.** La información ha de ser precisa y libre de errores.
- **Confianza.** Para dar crédito a la información obtenida, se ha de garantizar tanto la calidad de los datos utilizados, como la de las fuentes de información.
- **Relevancia.** La información ha de ser útil para la toma de decisiones.

9.1.2 Componentes del sistema de información. Un sistema de información realiza cuatro actividades básicas: almacenamiento, procesamiento y salida de información. A continuación se definirán cada una de estas actividades.

- **Entrada de Información.** La entrada de información es el proceso mediante el cual el Sistema de Información toma los datos que requiere para procesar la información. Las entradas pueden ser manuales o automáticas. Las manuales son aquellas que se proporcionan en forma directa por el usuario, mientras que las automáticas son datos o información que proviene o son tomados de otros sistemas o módulos.
- **Almacenamiento de Información.** El almacenamiento es una de las actividades o capacidades más importantes, ya que a través de esta propiedad el sistema puede recordar la información guardada en la sesión o proceso anterior. Esta información suele ser almacenada en estructuras de información denominadas archivos.
- **Procesamiento de Información.** Es la capacidad del Sistema de Información para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecida. Estos cálculos pueden efectuarse con datos introducidos recientemente en el sistema o bien con datos que están almacenados. Esta característica de los sistemas permite la transformación de datos fuente en información que puede ser utilizada para la toma de decisiones.
- **Salida de Información.** La salida es la capacidad de un Sistema de Información para sacar la información procesada o bien datos de entrada al exterior. Es importante aclarar que la salida de un Sistema de Información puede constituir la entrada a otro Sistema de Información o módulo. En este caso, también existe una interface automática de salida.

9.1.3 Elementos básicos de los sistemas de información para mantenimiento.

Existe una serie de elementos que normalmente constituyen los sistemas de información básicos para aplicados al mantenimiento, como los son:

- Ficha técnica, registro de equipo o registro de maquina
- El formato de solicitud de servicio
- La orden de trabajo
- Estándares de mantenimiento, el mantenimiento básico o actividades de mantenimiento
- Repuestos
- Cuadros de inspecciones , reportes y registro de las mismas
- Hoja de vida , bitácora o historial de intervenciones
- mantenimiento
- Seguimiento al mantenimiento programado
- Los proveedores
- La programación del mantenimiento
- Catálogos, normas, especificaciones de seguridad, estándares, etc.

9.2 IMPORTANCIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN MANTENIMIENTO

La importancia de los sistemas de información en mantenimiento se deriva de la necesidad de que en mantenimiento se cuente con una organización sólida que permita restablecer en el menor tiempo posible las condiciones de operación de cualquier equipo o sistema para reducir al mínimo las pérdidas de producción. En consecuencia, el mantenimiento con un buen sistema de información es un medio eficaz para obtener utilidades, ya que es un soporte para conservar la planta en el grado más alto de productividad y competencia al impedir la interrupciones de operación de las maquinas.

Debido a la gran cantidad de información que se necesita tener organizada y actualizada para llevar a cabo una buena gestión de mantenimiento, resulta

necesario auxiliarse de un sistema computarizado que permita documentar y mantener accesible toda esa información, que garantice una continuidad en los procesos de producción y además prolongue la vida útil de los equipos.

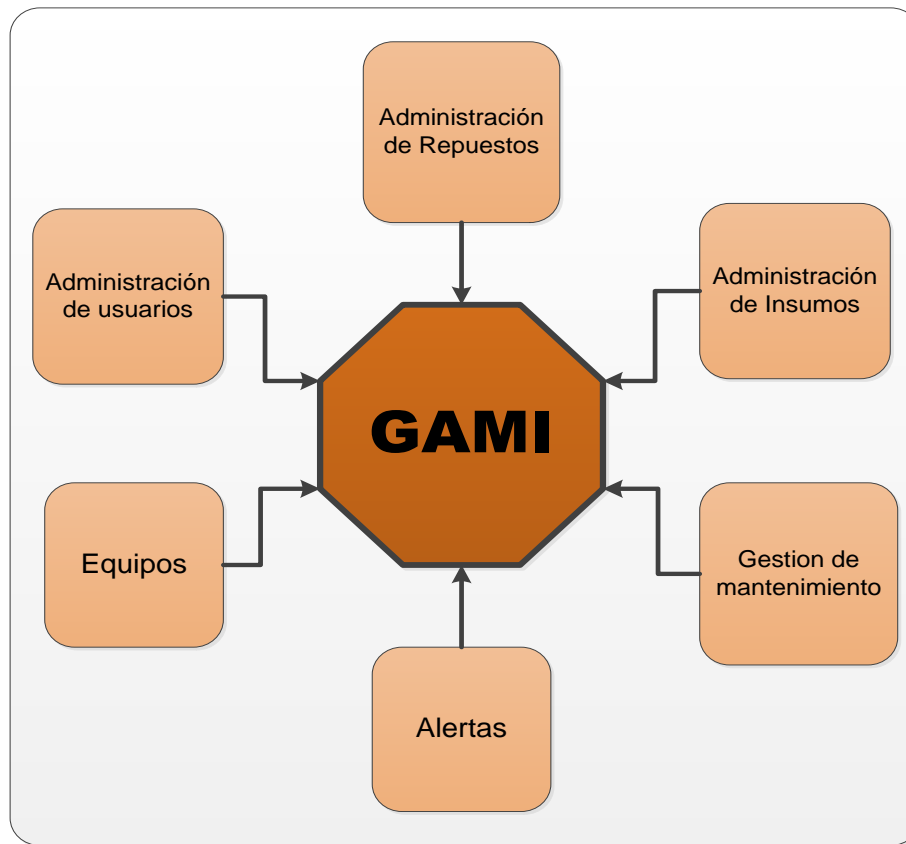
Una eficiente gestión del mantenimiento solo puede ser posible con un eficiente sistema de información que lo asista. Los sistemas de información ofrecen a la gestión de mantenimiento el dato preciso en el instante oportuno, son fuente para la obtención de indicadores de gestión, los costos de sistema de mantenimiento implantado, y el análisis estadístico, además de facilitar la presentación de informes y contribuir con el control de las posibles variaciones en los objetivos trazados en la políticas gerenciales del mantenimiento.

9.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO EN LA EMBOTELLADORA DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA DE ALIMENTOS INDUCOLA S.A.

Este trabajo de grado fue realizado en la planta embotelladora de Inducola S.A con el objetivo de generar una herramienta informática que permita el manejo eficiente de las actividades propias del mantenimiento y la información derivada de éstas. Y uno de los resultados del trabajo de grado fue el desarrollo de un sistema de información para la gestión del mantenimiento en la planta embotelladora, el cual cumple con los requisitos del área de mantenimiento y se adapta a la perfección a la operación de ésta planta embotelladora.

El sistema de información está compuesto por todos los módulos necesarios para alcanzar la totalidad de los objetivos (manejo eficiente de un número considerable de datos , para analizarlos y convertirlos en información que facilite la solución de conflictos y ayude a la toma de decisiones en pro del crecimiento y desarrollo del área de mantenimiento).

Figura 31. Módulos sistema de información para la gestión del mantenimiento en la planta embotelladora de Inducola S.A.



Fuente: Autor del proyecto.

El manejo de la información generada por el área de mantenimiento de la planta puede ser manejada de forma manual o sistematizada con la implementación de un sistema de información como el desarrollado en este trabajo de grado; la decisión de escoger un sistema u otro genera consecuencias directas en la logística no solo del área de mantenimiento sino en todos los niveles de la empresa, ya que éste afecta la disponibilidad y vida útil de los equipos, lo que es afecta directamente la productividad de la empresa.

La discrepancia en el método del manejo de la información radica en la efectividad con la cual se puedan manejar grandes niveles de información, además de la

eficiencia y exactitud con la que se logran calcular y controlar los diferentes indicadores de gestión de la empresa.

El objetivo fundamental del sistema de información para el mantenimiento es generar, mantener y presentar continuamente una base de datos que sirva de soporte para la correcta y oportuna planificación del mantenimiento.

9.3.1 Requerimientos del sistema de información. Un requerimiento se define como la necesidad documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio. En este caso la identificación de los requerimientos de sistema se realizó en base a las actuales necesidades de la empresa.

Dentro del conjunto de requerimientos se incluyen las entradas, salidas y el procesamiento de la información en el sistema y la forma de administrar dicha información. El listado completo de cada uno de estos requerimientos se describe en la tabla 12.

Tabla. Listado requerimientos del sistema de información

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
Programas de mantenimiento preventivo	El sistema de información debe permitir programar todas las actividades asociadas al mantenimiento preventivo de los equipos
Información detallada de cada uno de los equipos	Permite incluir y llevar un completo registro de cada una de las actividades ejecutadas de mantenimiento.
Ordenes de trabajo	Elaboración de órdenes de trabajo a partir de solicitudes de servicio y mantenimientos preventivos, con una información detallada, y que contribuya a la creación de la hoja de vida de los equipos.
Indicadores de mantenimiento	Permite medir la eficacia de las actividades del mantenimiento a partir de indicadores de gestión.

Fuente: Autor del proyecto.

9.3.2 Diseño del sistema de información. Para la administración de un departamento de mantenimiento se debe tener una herramienta informática mediante la cual se garantice el flujo de la información entre todos los implicados con el mantenimiento.

El sistema de información debe ser acorde a las necesidades de la empresa, debe ser práctico permitiendo que el personal encargado de las labores de mantenimiento se familiarice rápidamente con su interface, para que se pueda aprovechar al máximo. La información de entrada debe ser utilizada para la retroalimentación y sobre todo para que desde el momento de su implementación sea utilizado en todos los procesos de mantenimiento.

Los pasos del diseño del sistema son:

- Definición de los requerimientos de información de la planta.
- Definición de la estructura general del sistema.
- Definición de las variables de entrada y salida del sistema.
- Definición de las diferentes relaciones entre los módulos del sistema.

9.3.3 características del sistema de información. El sistema de información computarizado surge la necesidad de manejar un gran volumen de información con un mínimo esfuerzo. GAMI (Gestión de Actividades de Mantenimiento Inducola) es un sistema de información que permite clasificar, almacenar, recuperar y retroalimentar datos, con el fin de sacar conclusiones y tomar decisiones en pro del desarrollo del área de mantenimiento y por ende de la empresa. Es un sistema abierto ya que permite la interacción e intercambio de información, convirtiéndose en un sistema hombre maquina en donde es fundamental el uso de un computador.

9.3.4 Diseño de la estructura general del sistema de información. La estructura general del sistema de información del mantenimiento de la planta embotelladora de Inducola S.A. está conformado por 4 módulos básicos

- Módulo de equipos
- Módulo de administración
- Módulo de gestión de mantenimiento
- Módulo de alarmas.

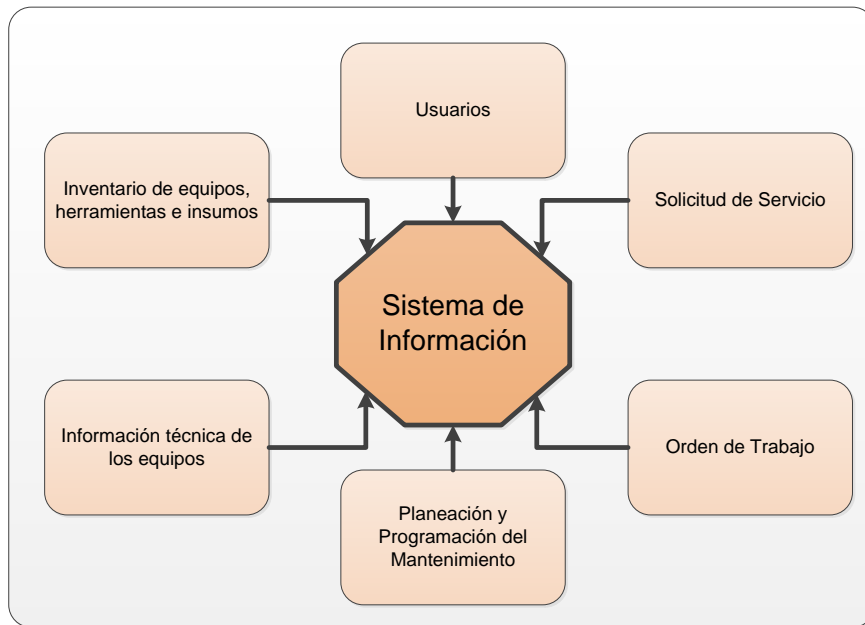
Estos módulos son los encargados de manejar toda la información relacionada con el mantenimiento, la planeación y programación de actividades de mantenimiento, administración de repuestos e insumos, visualización y cálculo de indicadores. Éste sistema de información cuenta con un sistema de seguridad, permitiéndole a los usuarios tener ciertos permisos otorgados por el administrador, dependiendo de la jerarquía que el usuario posea.

9.3.5 variables de entrada y de salida del sistema de información. Una adecuada selección de las variables de entrada y salida del sistema de información son esenciales a la hora de crear el modelo de la base de datos

- **Variables de entrada.** Las variables de entrada son aquellos datos que se ingresan al sistema de información y alimentan la base de datos, permitiendo registrar las características técnicas de los equipos, información de procedimientos de mantenimiento, solicitud de servicios, información de proveedores, fabricantes, datos de recursos. Se debe tener presente que las variables de entrada son fundamentales para que el programa funcione lo más eficiente posible.
- **Variables de salida.** Son aquellos datos que dan los reportes, información disponible en la base de datos y alarmas de acuerdo a las interrelaciones con el MySQL, aprovechando el potencial de la aplicación y obteniendo la información

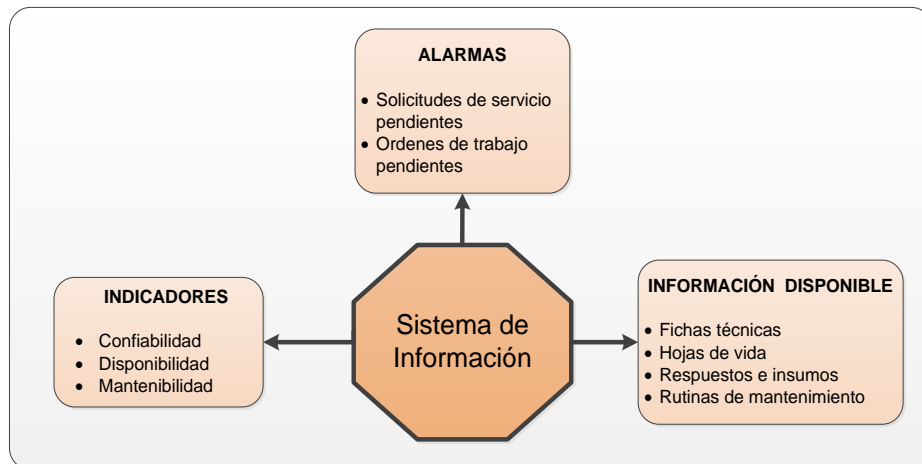
de manera ágil y oportuna. Las variables de salida se muestran por medio de reportes escritos o información que se encuentre en la base de datos de programa para ser consultados.

Figura 32. Variables de entrada



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 33. Variables de salida



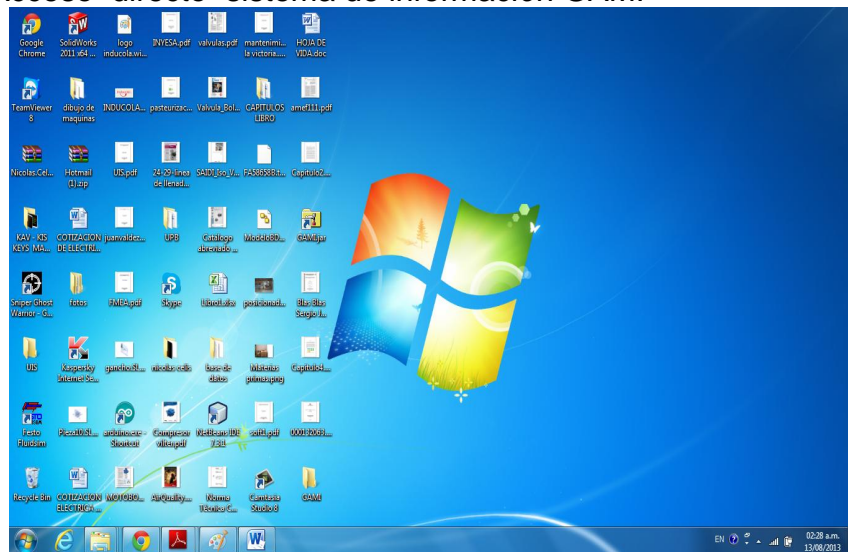
Fuente: Autor del proyecto.

9.4 FUNCIONAMIENTO E INTERFACE MÓDULOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

La ejecución de la aplicación informática se hace desde un servidor que tenga la empresa, en este servidor se debe tener instalado el motor de la base de datos MySQL Workbench.

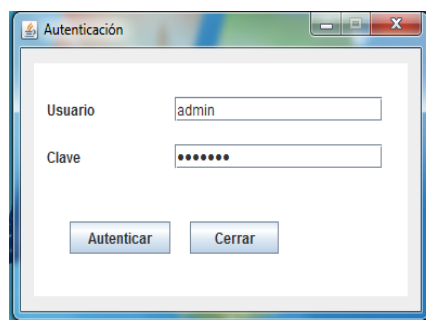
9.4.1 Entrada al sistema. Para empezar a utilizar el sistema de información se debe ubicar el icono en el escritorio (Ver figura 35) y dar click sobre él, a continuación se despliega una pestaña de verificación de usuario (Ver figura 36).

Figura 34. Acceso directo sistema de información GAMI



Fuente: Autor del proyecto.

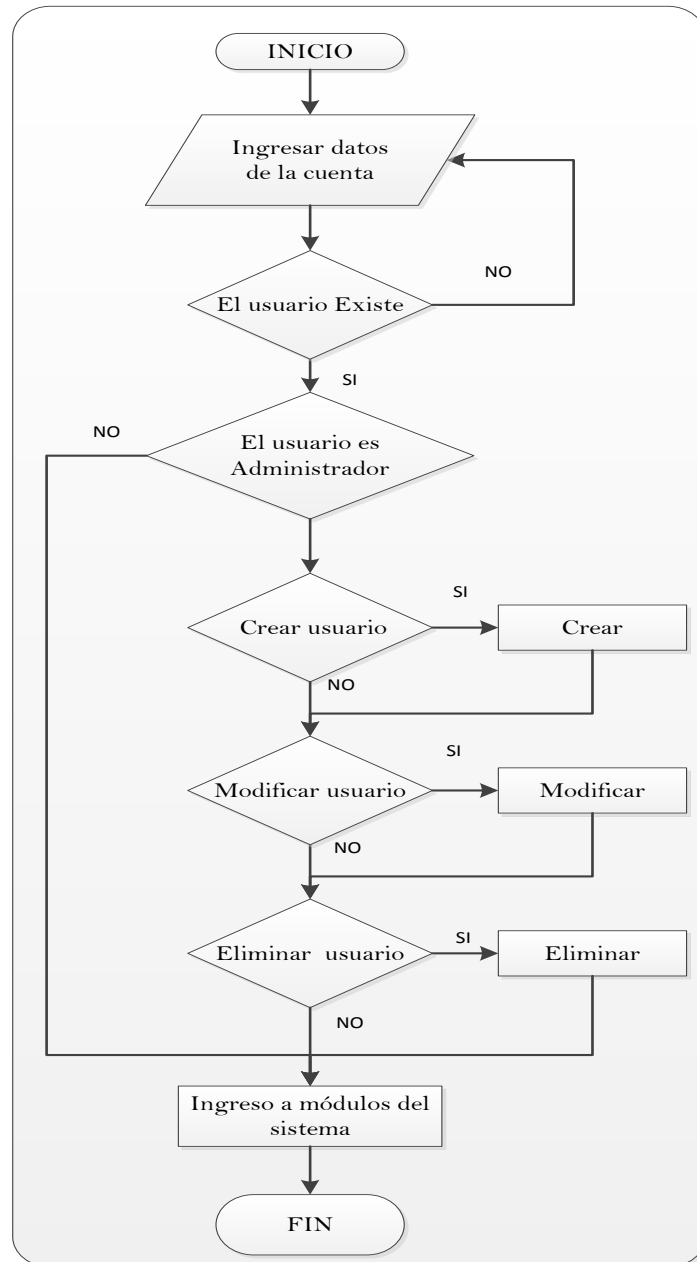
Figura 35. Validación de usuario



Fuente: Autor del proyecto.

Se puede acceder a sistema desde cualquier computador con internet dentro de la planta embotelladora que tenga guardada la aplicación en su disco duro, lo que es muy útil ya que se dependiendo del nivel de accesibilidad del usuario se puede modificar, agregar , eliminar o visualizar los datos de la base de datos.

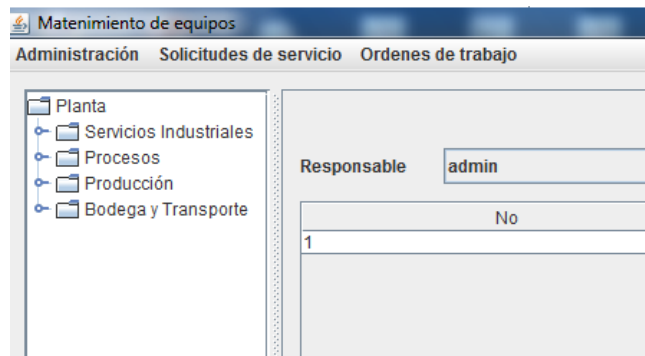
Figura 36.Diagrama de flujo entrada del sistema



Fuente: Autor del proyecto.

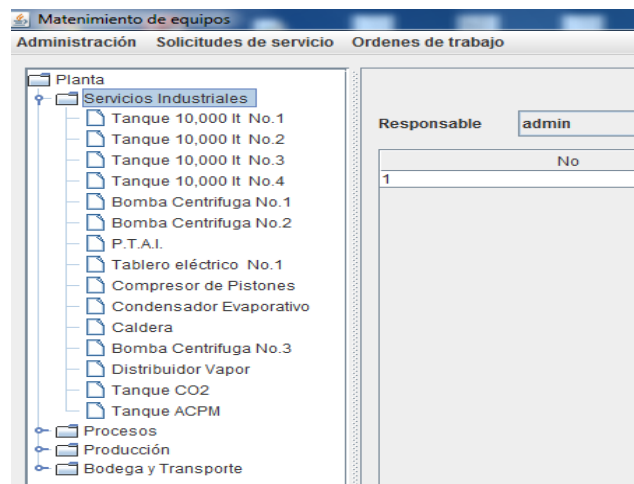
9.4.2 Modulo equipos. Este módulo está compuesto por formatos en los cuales es posible registrar la información sobre los equipos de la planta, en ellos se especifica características técnicas correspondientes a los equipos, datos de proveedores, elementos que lo componen, documentos asociados a la equipo y las rutinas de mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo. Éste módulo presenta el listado de los equipos organizándolos por el área de ubicación dentro de la planta, al dar click sobre cada área se despliega el listado de equipos asociados al área.

Figura 37.Modulo equipos



Fuente: Autor del proyecto

Figura 38.Listado de equipos por áreas



Fuente: Autor del proyecto

➤ **Ficha técnica.** Al seleccionar un equipo este módulo nos despliega una pestaña que con un formulario donde se registran datos detallados del equipo, en la figura 40 se muestra el formulario de ficha técnica, a continuación se dará una explicación de cada una de las pestañas de este formulario:

- **Información general:** Se almacenan datos como el nombre, código, sección, criticidad, fabricante, proveedor, modelo, serie, registro fotográfico, y la información dimensional del equipo.

Figura 39. Formulario Información general

The screenshot shows a software window titled 'Matenimiento de equipos' with a sidebar menu on the left and a main form area. The 'Información general' tab is active. The form contains the following fields:

- Equipo:** Posicionador
- Codigo:** PO0100
- Seccion:** Producción
- Criticidad:** Critico
- Marca:** MESAL
- Proveedor:** Mesal
- Pais:** Brasil
- Modelo:** P20-16-2
- Serie:** 11033

Below these fields is a 'Registro fotográfico' section with a 'Cargar imagen' button and a photo of industrial machinery. At the bottom, there are 'Características dimensionales [cm]' fields for Largo, Ancho, and Alto, and a 'Peso [kg]' field.

Fuente: Autor del proyecto

- **Información técnica:** Se almacenan los datos relacionados con los requerimientos técnicos de los equipos, tales como datos eléctricos, datos neumáticos e hidráulicos.
- **Documentos:** Se ingresan los datos de los documentos disponibles (nombre, ubicación y descripción) relacionados a cada equipo.

Figura 40. Formulario Información técnica

Administración Solicitudes de servicio Órdenes de trabajo

Planta

- Servicios Industriales
- Procesos
 - Producción
 - Posicionador
 - Transporte Aéreo de Botellas Vacías
 - Jet Flow (Elevador de Tapas)
 - Mixer
 - Triblock
 - Banda transportadora No.1
 - Banda transportadora No.2
 - Codificador láser
 - Enfardadora
 - Túnel de Termoencogido
 - Bodega y Transporte

Información general Información técnica Documentos Elementos que lo componen Observaciones Mantenimiento autónomo Mantenimiento preventivo

Datos eléctricos		Datos neumáticos		Datos hidráulicos	
Tension	0	Presión	150(psi)	Presión	0
Amperaje	220	Consumo	100(cfm)	Consumo	0
Potencia	10(HPI)	Calidad	3	Calidad	

Guardar Nuevo Eliminar

07:45 p.m. 15/08/2013

Fuente: Autor del proyecto

Figura 41. Formulario documentos

Administración Solicitudes de servicio Órdenes de trabajo

Planta

- Servicios Industriales
- Procesos
 - Producción
 - Posicionador
 - Transporte Aéreo de Botellas Vacías
 - Jet Flow (Elevador de Tapas)
 - Mixer
 - Triblock
 - Banda transportadora No.1
 - Banda transportadora No.2
 - Codificador láser
 - Enfardadora
 - Túnel de Termoencogido
 - Bodega y Transporte

Información general Información técnica Documentos Elementos que lo componen Observaciones Mantenimiento autónomo Mantenimiento preventivo

Nombre	Ubicación	Descripción
Manual de operación	El Equipo	
Plano eléctrico	Oficina Mantenimiento	
Plano Neumático	Oficina Mantenimiento	

Agregar Quitar

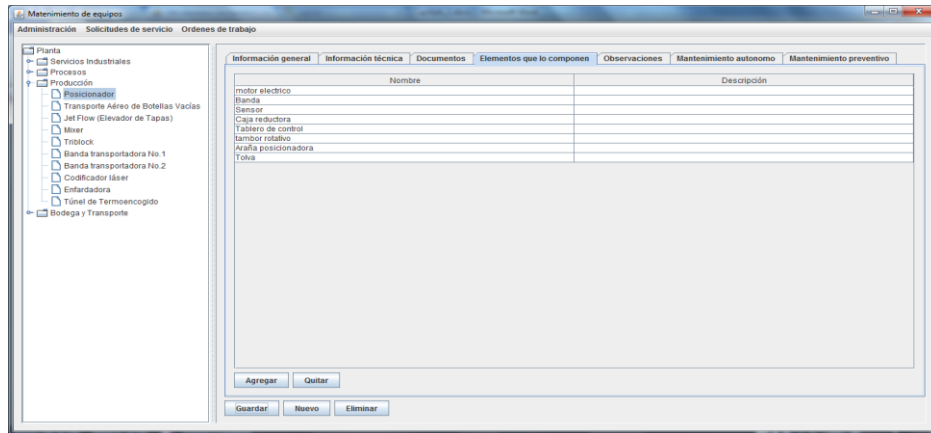
Guardar Nuevo Eliminar

09:04 p.m. 15/08/2013

Fuente: Autor del proyecto

- **Subequipos / elementos:** En esta pestaña se ingresan datos generales de los elementos / subsistemas que componen el equipo

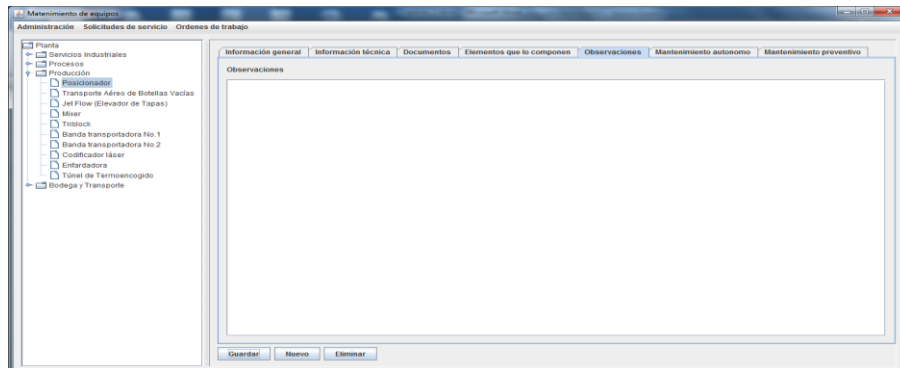
Figura 42. Formulario Subsistemas/ elementos



Fuente: Autor del proyecto

- **Observaciones:** Aquí se registran datos adicionales importantes a tener en cuenta no solo en el mantenimiento sino en la operación del equipo.

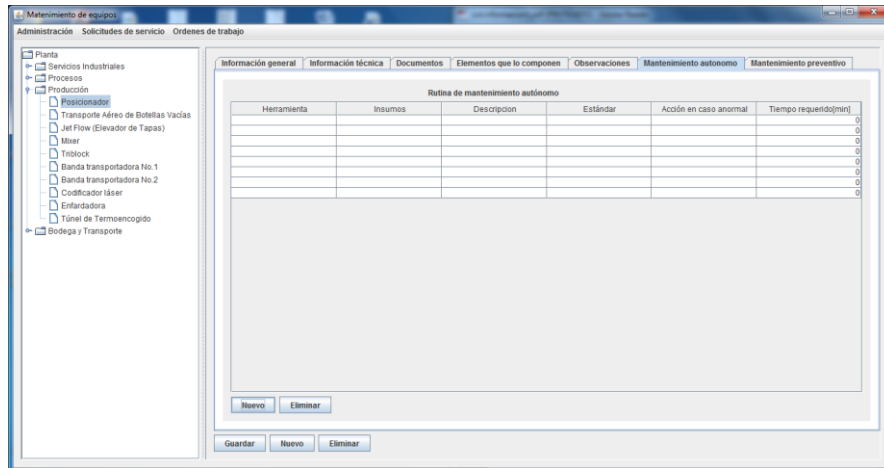
Figura 43. Formulario Observaciones



Fuente: Autor del proyecto

- **Ficha de mantenimiento autónomo:** Se registran datos (herramientas e insumos, descripción de la actividad, estándar y tiempo estimado) correspondientes a la rutina de mantenimiento autónomo de cada equipo.

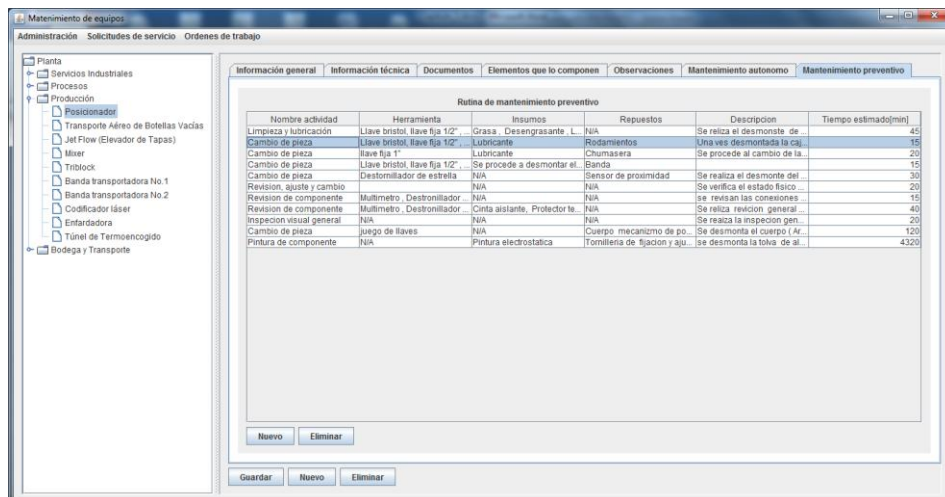
Figura 44. Ficha mantenimiento Autónomo



Fuente: Autor del proyecto

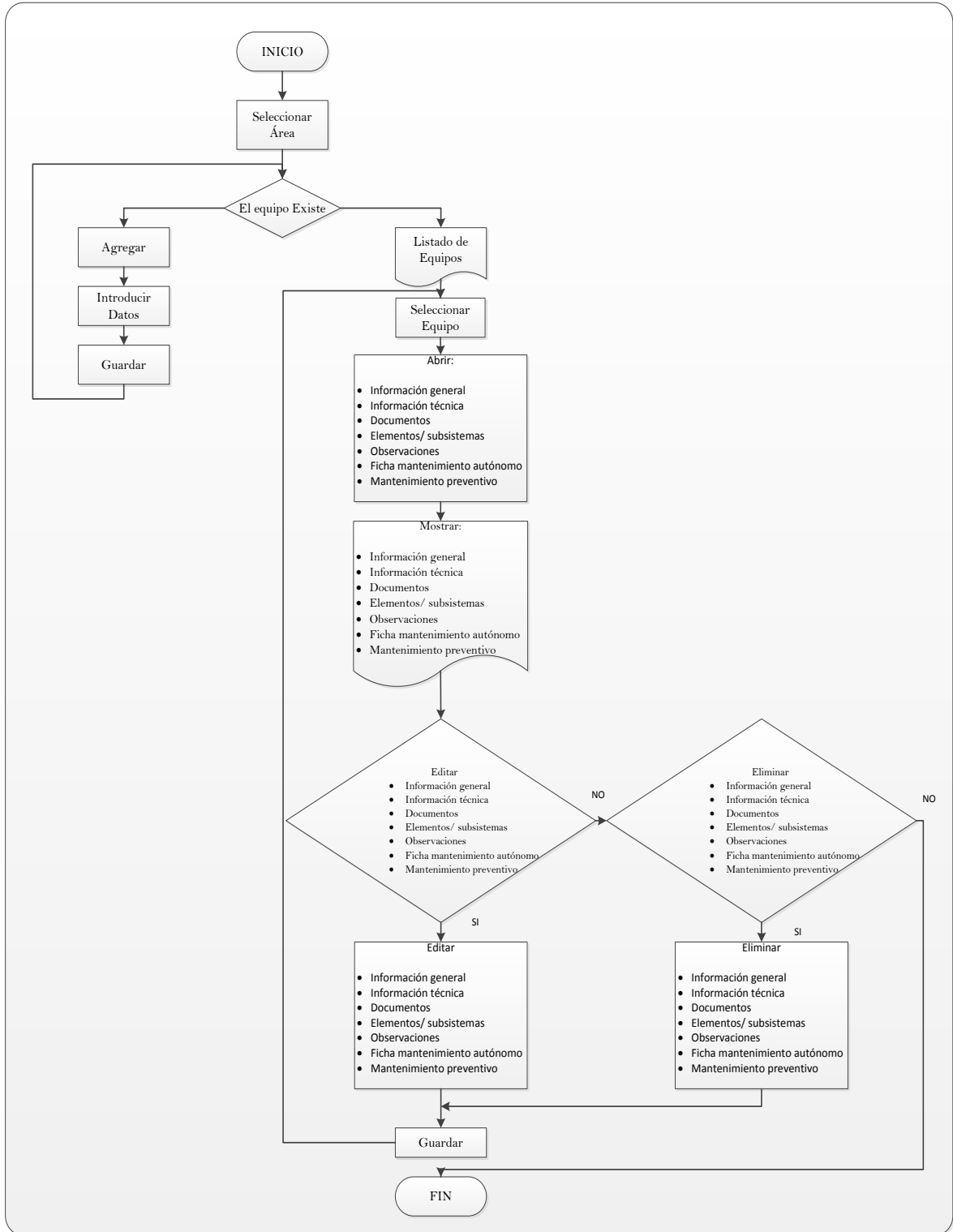
- **Ficha de mantenimiento preventivo:** Se registran datos (descripción de la actividad, herramientas e insumos requeridos, descripción de la actividad, estándar y tiempo estimado) correspondientes a la rutina de mantenimiento autónomo de cada equipo.

Figura 45. Ficha Mantenimiento preventivo



Fuente: Autor del proyecto

Figura 46. Diagrama de flujo Modulo equipos



Fuente: Autor del proyecto

9.4.3 Modulo gestión de mantenimiento. Este es el modulo fundamental del sistema de información para el control de las actividades de mantenimiento de la planta embotelladora, Ya que en él se generan las solicitudes de servicio, ordenes de trabajo, lo que permite la planeación y programación de actividades de mantenimiento.

- **Solicitud de servicio.** Para generar una solicitud de servicio se debe seleccionar el equipo asociado con la solicitud, dar click izquierdo y seleccionar crear solicitud de servicio se desplegará una pestaña con un formulario donde solo se deben diligenciar las casillas: descripción general del servicio o falla de equipo, tipo de intervención Preventiva o correctiva, responsable, prioridad y código que se genera una vez se guarda la solicitud.

Figura 47. Formulario solicitud de servicio

Equipo	Mixer	Marca	MESAL	Modelo	MPM10		
Código	PO0400	Ubicación	Producción	Serie		Criticidad	Critico
Solicitante	admin	Cargo	Administrador				
Fecha de solicitud (dd/MM/AA)	16/08/2013	Prioridad					
Tipo de servicio		Tipo de daño					
Número de solicitud	20130816001110	Tipo de intervención					
Responsable	admin						
Descripción de la falla o servicio solicitado							
<div style="border: 1px solid gray; height: 100px;"></div>							
<input type="button" value="Guardar"/>							

Fuente: Autor del proyecto

- **Orden de trabajo.** Es uno de los documentos más importantes en el sistema de gestión del mantenimiento, ya que en él se ingresan los datos generales de las intervenciones a realizar, ya sea una intervención de tipo correctiva o preventiva. La orden de trabajo se genera de una solicitud de servicio pendiente, una vez se cierra la orden de trabajo esta se guarda en la hoja de vida de los equipos intervenidos. La pestaña orden de trabajo tiene formularios donde se ingresan datos como : descripción general de la orden, información relaciona con los repuestos e insumos a utilizar y una descripción detalla de las tareas., a continuación se describen los formulario de la pestaña orden de trabajo
 - **Información general.** En este formulario trae por defecto los datos del equipo a intervenir, información general dela solicitud de servicio y solo hay que diligenciar las observaciones generales y los datos del usuario que aprueba el trabajo y quien es el encargado de revisar la ejecución de éste.

Figura 48. Información general orden de trabajo

The screenshot shows a web-based form titled 'Información general' with several tabs: 'Información general', 'Tareas', 'Repuestos requeridos', and 'Insumos'. The 'Información general' tab is active. The form contains the following fields and values:

Equipo	Mixer	Marca	MESAL	Modelo	MPM10
Código	PO0400	Ubicación	Producción	Serie	
Criticidad	Crítico				
Número de solicitud	20130813153313	Grado de prioridad	Baja		
Fecha de solicitud	13/08/2013	Tipo de intervención	Preventivo		
Solicitante	Administrador	Cargo	Administrador		
Número de orden	20130816001413	Contratista	[Dropdown menu]		
Responsable	admin	Cargo	Administrador		
Observaciones	[Empty text area]				
Revisado por:	admin	Cargo	Administrador		
Aprobado por:	admin	Cargo	Administrador		

At the bottom of the form, there are two buttons: 'Guardar' and 'Cerrar orden'.

Fuente: Autor del proyecto

- **Tareas.** En este formulario se ingresan datos correspondientes a las actividades a realizar, descripción, fecha estimada, fecha de ejecución, tiempo estimado, tiempo promedio de falla, tiempo de reparación.

Figura 49. Formulario tareas de orden de trabajo

Descripción	Fecha estimada	Tiempo estimado [...]	Fecha ejecucion	Tiempo de falla[min]	Tiempo de reparaci...	Mantenimiento prev...
	13/09/2013	41.0	13/09/2013	52.0	0.0	
	16/08/2013	0	16/08/2013	0	0	
	16/08/2013	0	16/08/2013	0	0	
	16/08/2013	0	16/08/2013	0	0	
	16/08/2013	0	16/08/2013	0	0	

Fuente: Autor del proyecto

- **Repuestos requeridos.** En este formulario se ingresan datos relacionados con el número de repuestos requeridos, repuestos usados, una descripción general del repuesto y su valor unitario.
- **Insumos.** En este formulario se ingresan datos relacionados los insumos necesarios para ejecutar la orden, insumos usados, una descripción general del insumo y su valor unitario

Figura 50. Formulario repuestos requeridos orden de trabajo

Descripcion	Repuesto	Cantidad estimada	Cantidad usada	Valor unitario
		0	0	0
		0	0	0
		0	0	0
		0	0	0
		0	0	0

Fuente: Autor del proyecto

Figura 51. Insumos orden de trabajo

Descripcion	Insumo	Cantidad estimada	Cantidad usada
		0	0
		0	0
		0	0
		0	0

Fuente: Autor del proyecto

- **Hoja de vida.** Para la gestión de mantenimiento es de vital importancia llevar un registro claro y detallado de las intervenciones efectuadas sobre cualquier equipo, con éste se puede llevar un histórico de fallas para cada uno de los equipos que con el tiempo facilitara la planeación de actividades de mantenimiento. El sistema de información genera una lista de todas las ordenes de trabajo ejecutadas sobre un equipo, especificando número de orden y observaciones, si se quiere ver más información podemos ver en detalla la orden o la solicitud de servicio mediante la cual se generó la orden

Figura 52. Hoja de vida equipo

The screenshot shows a software application window titled "Mantenimiento de equipos". The interface includes a tree view on the left for navigating through plant components, a search form at the top, and a table of maintenance records.

Search Form Fields:

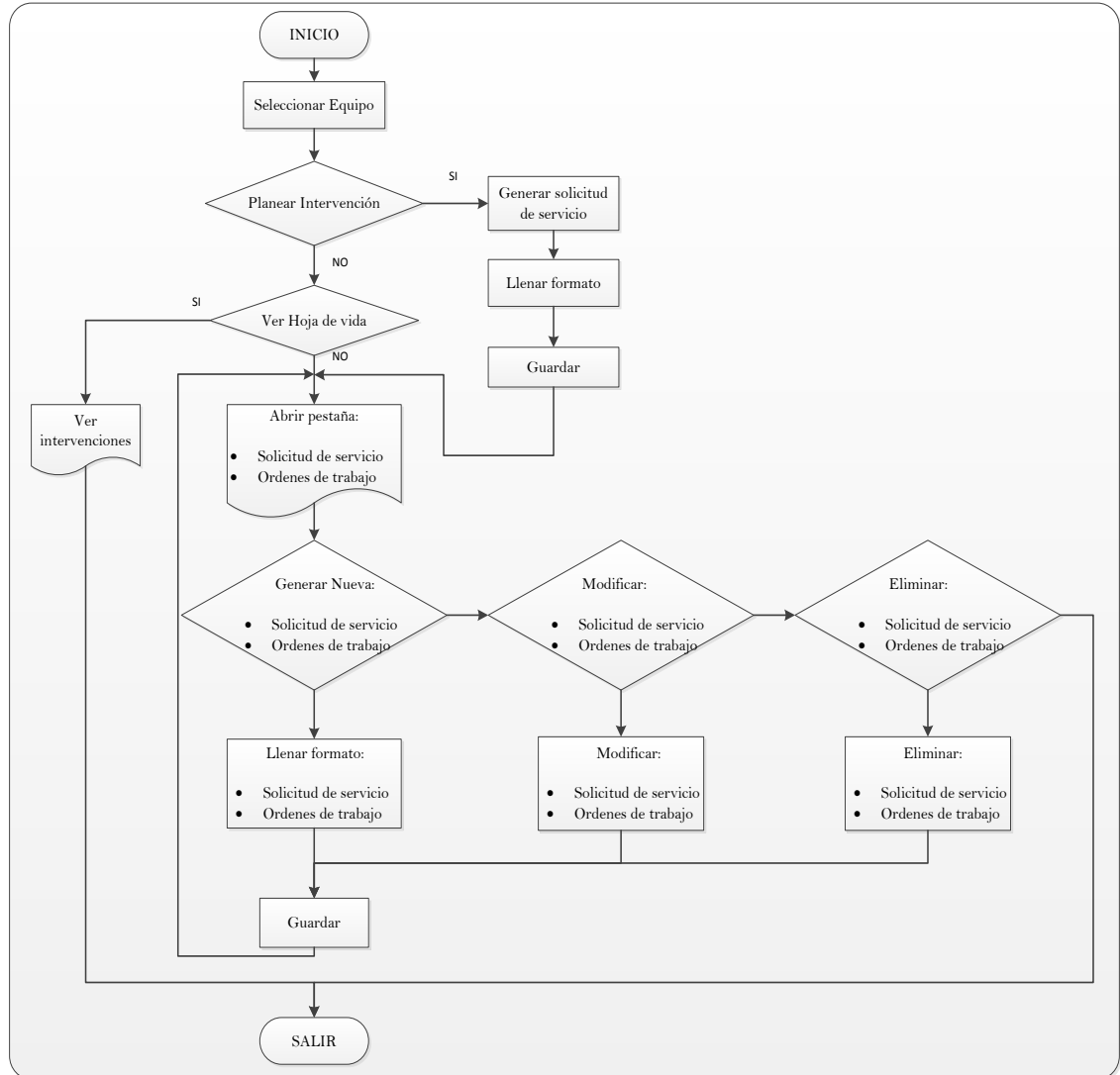
- Equipo: P.T.A.I.
- Marca: IHM
- Modelo: [Empty]
- Código: SI0700
- Ubicación: Servicios Industriales
- Serie: [Empty]
- Criticidad: Critico

Table: Registros de mantenimiento

No	No. Orden	Observaciones
1	20130813201726	

Fuente: Autor del proyecto

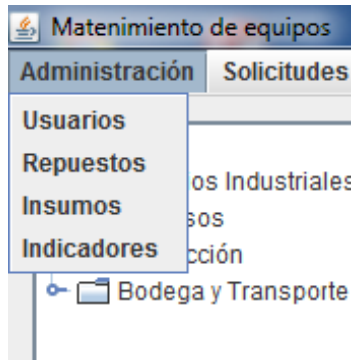
Figura 53. Diagrama de flujo modulo gestión de mantenimiento



Fuente: Autor del proyecto

9.4.4 Modulo Administración. El módulo de administración nos permite llevar un control detallado de los usuarios del sistema, repuestos e insumos usados en las actividades de mantenimiento. Además de llevar un control de la gestión de mantenimiento por medio del cálculo de indicadores.

Figura 54.Interface de entrada módulo administración



Fuente: Autor del proyecto

- **Administración de Usuarios:** En este formulario se ingresan los datos del usuario, donde se especifica el nombre completo, su cargo, y su nivel de accesibilidad al sistema.

Figura 55.Formulario Administración de usuarios.

Usuario	Nombres	Apellidos	Rol
admin	Administrador		Administrador
usuario1	usuario1	usuario1	Ingeniero de producción
usuario2	usuario2	usuario2	Operario
usuario3	usuario 3	usuario3	Ingeniero de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto

- **Administración de repuestos.** Este formulario nos permite llevar un control general de los repuestos usados en el mantenimiento, agregando diligenciando los campos de nombre, descripción y costo unitario.

Figura 56. Formulario Administración de repuestos.

Nombre	Valor unitario	Descripción
Deflector 37mm 2 1/2"	10000.0	
Carcasa 15HH	10000.0	
Anillo de fricción	10000.0	
Sello Mecánico 1 1/2"tipo 21	10000.0	
Casquillo S.A 1 1/2"	10000.0	
Anillo Rotor Rod A-38	10000.0	
Pin rotor 20 HH	10000.0	
Plato intermedio 15 HH	10000.0	
Rotor 15 HH 180mm	10000.0	
Eje Extension 20 HH	10000.0	
Empaque arandela Rotor 1 1/2"-6,6	10000.0	
Arandela Rotor	10000.0	
Arandela cobre 10mm	10000.0	
Tomillo NC 3/8" x 1"	10000.0	
Arcoletto Ref 2-175	10000.0	
Tapa Delantera 15 HH	10000.0	
Valvula desaireadora VM	10000.0	
Tapon llacho Galvanizado 3/8" NPT	10000.0	
Pulsador 16mm	10000.0	
Pulsador 22 mm	10000.0	
Pulsador 30mm	10000.0	
Rele	10000.0	
Bornera	10000.0	
Porta Fusible	10000.0	
Panela TOUCH	10000.0	
PLC	10000.0	
Tarjeta de Memoria	10000.0	
Breaker	10000.0	
Cableado	10000.0	
Barra Neutro	10000.0	

Fuente: Autor del proyecto

- **Administración de Insumos.** Este formulario nos permite llevar un control general de los insumos usados en el mantenimiento, agregando diligenciando los campos de nombre, descripción y costo unitario.

Figura 57. Formulario Administración de Insumos.

Nombre	Valor unitario	Descripción
Grasa	10000.0	
Aceite	10000.0	
Desengrasante	10000.0	
Lanilla	10000.0	
Tapa Bocas	10000.0	
Codo	10000.0	
Bata Desechable	10000.0	
Guantes de Cuero	10000.0	
Kit de Trabajo en Alturas	10000.0	
Roto Plastico	10000.0	
dada	25000.0	dada
ddddd	25111.0	

Fuente: Autor del proyecto

- **Indicadores de gestión de mantenimiento.** Éste ítem del módulo de administración, permite evaluar la gestión de mantenimiento mediante el cálculo de los siguientes indicadores confiabilidad, disponibilidad y Mantenibilidad en un periodo de tiempo determinado seleccionado por el usuario del sistema de información.

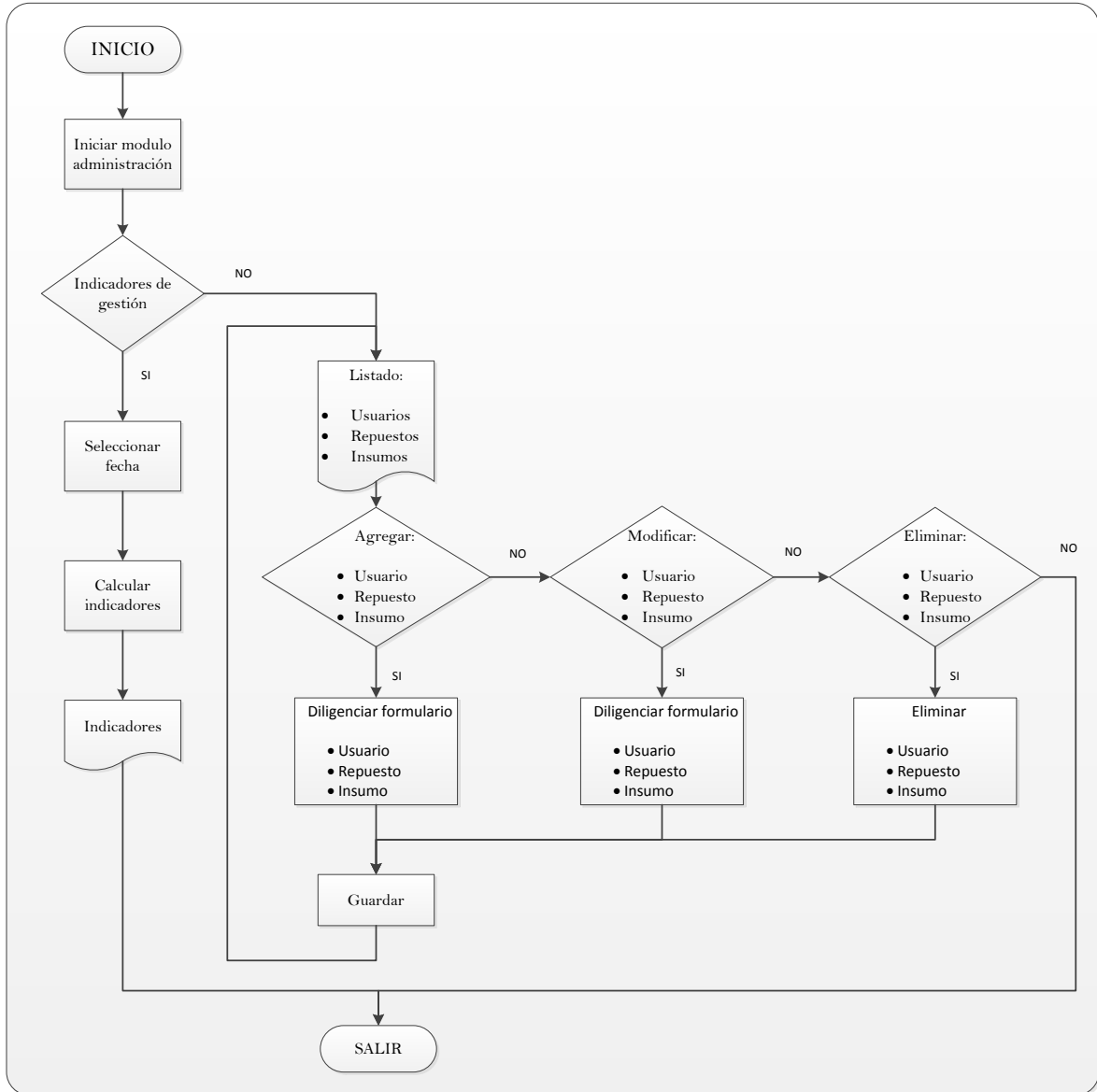
Figura 58. Modulo Indicadores de gestión

The screenshot displays a software window titled 'Matenimiento de equipos'. The window has three tabs: 'Administración', 'Solicitudes de servicio', and 'Ordenes de trabajo'. The 'Administración' tab is active, showing a left-hand navigation menu with the following items: 'Usuarios', 'Repuestos', 'Insumos', 'Indicadores', and 'Bodega y Transporte'. The 'Indicadores' item is selected. The main area of the window contains the following fields and controls:

- 'Fecha Inicial' with a text box containing '27/08/2012'
- 'Fecha Final' with a text box containing '28/08/2013'
- A 'Calcular' button
- 'Confiabilidad' with an empty text box
- 'Disponibilidad' with an empty text box
- 'Mantenibilidad' with an empty text box

Fuente: Autor del proyecto

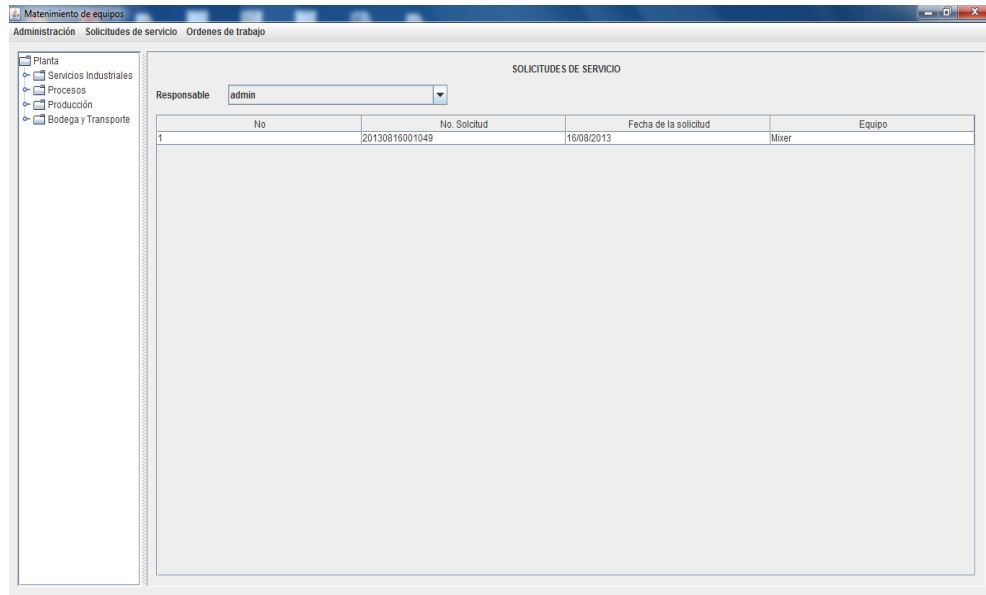
Figura 59. Diagrama de flujo modulo administración



Fuente: Autor del proyecto

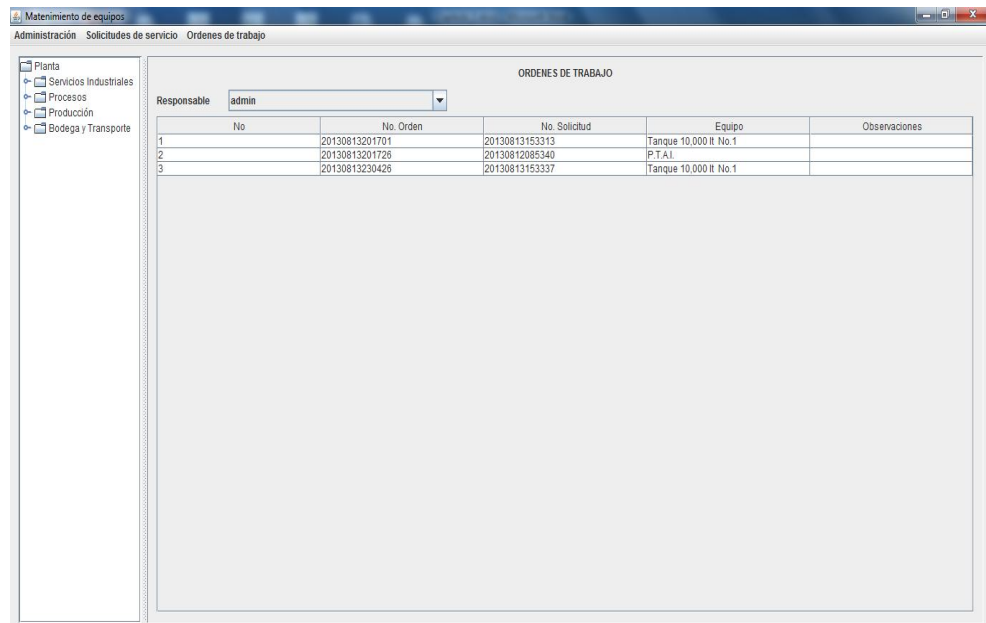
9.3.5 Modulo Alertas. Este módulo es de gran utilidad ya que permite recordar al usuario las actividades de mantenimiento a su cargo que se encuentran pendiente, mostrándole al usuario al ingresar al sistema una lista detallada de las órdenes de trabajo pendientes a su cargo y solicitudes de servicio a las cuales no se les ha asignado una órdenes de trabajo.

Figura 60. Pestaña solicitudes de servicio sin asignación.



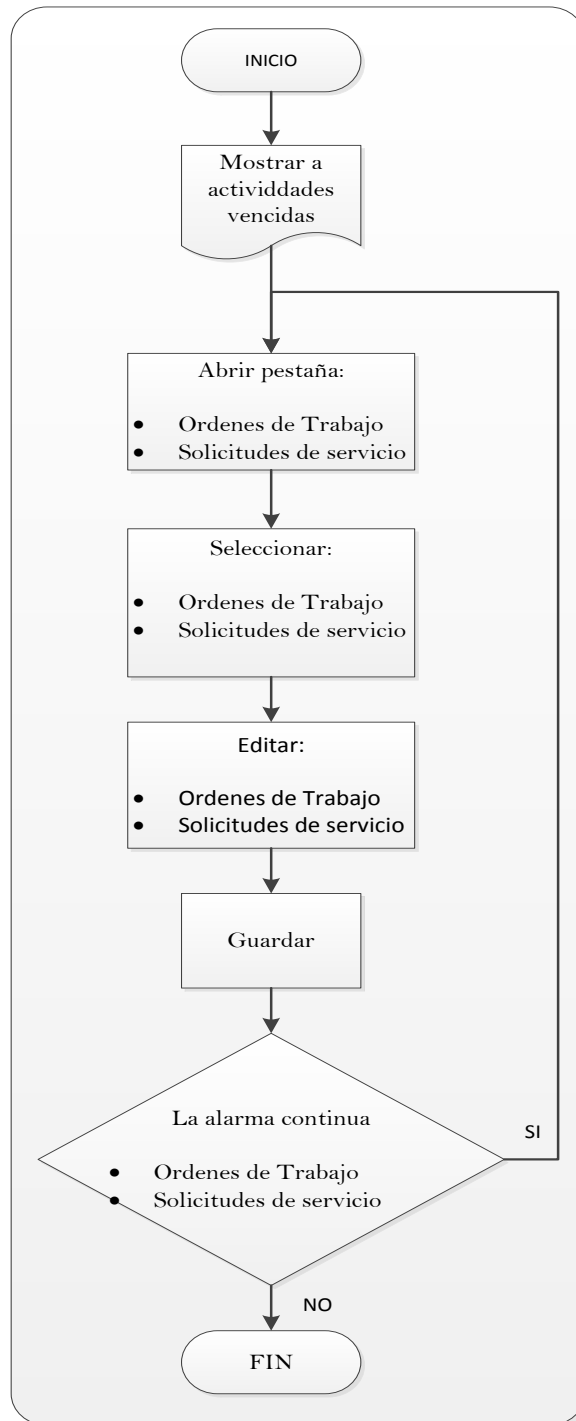
Fuente: Autor del proyecto

Figura 61. Pestaña orden de trabajo pendiente.



Fuente: Autor del proyecto

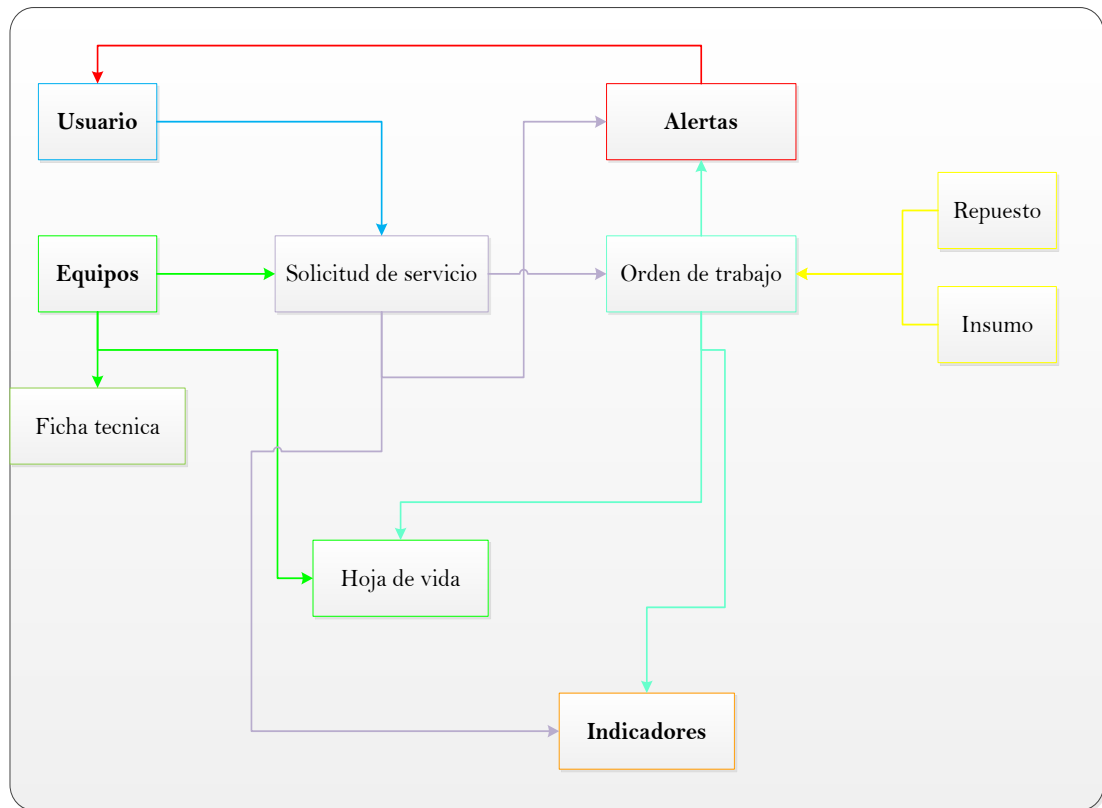
Figura 62. Diagrama de flujo modulo alarmas



Fuente: Autor del proyecto

9.4.5. Diagrama general del flujo de la información en la aplicación informática GAMI. A continuación se presenta un panorama general del flujo de información entre los módulos del sistema de información para la gestión del mantenimiento en la planta embotelladora de Inducola S.A.

Figura 63. Diagrama general Flujo de información entre módulos



Fuente: Autor del proyecto

10. CONCLUSIONES

- Se realizó el inventario de los 49 equipos pertenecientes al proceso productivo planta embotelladora, junto con su respectiva codificación, con el fin de facilitar el registro y manejo de su información.
- Se jerarquizaron los equipos mediante la realización de un análisis de criticidad, donde se concluyó que el 17% de los equipos son críticos, el 27% son equipos medianamente críticos y el 56 % de los equipos no son críticos. Los resultados del análisis de criticidad nos permitieron direccionar la asignación de recursos económicos y humanos a la hora de elaborar la propuesta de plan de mantenimiento preventivo.
- Se realizó un análisis de modos y efectos de falla AMEF sobre los 4 equipos con mayor índice de criticidad, el cual nos permitió llevar a cabo la documentación de la experiencia de los operarios y encargados del mantenimiento de estos equipos; lo anterior con el objetivo de comprender el comportamiento de éstos equipos y de las actividades asociadas a su mantenimiento.
- Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para los 8 equipos críticos y 12 activos más pertenecientes a la planta embotelladora de Inducola S.A.
- Se diseñó y elaboro un sistema de información básico, para la gestión del mantenimiento en la planta embotelladora de Inducola S.A, usando Java Script como lenguaje de programación y MySQL como motor de la base de datos. El cual cuenta con los módulos de: Administración, Equipos, Gestión de mantenimiento y un módulo alertas.

- Se elaboró el manual del usuario para el sistema de información, con el objetivo de garantizar el adecuado uso de éste por parte del personal administrativo y operativo de la planta embotelladora de Inducola S.A.

11. RECOMENDACIONES

- Planear la ejecución de las actividades de mantenimiento, ya que con esto se asegura la disponibilidad de personal, herramientas, repuestos e insumos necesarios para realizar la actividad de mantenimiento.
- Llevar a cabo la actualización de las actividades de mantenimiento propuestas en el plan de mantenimiento preventivo, para garantizar una buena labor de mantenimiento a futuro.
- La implementación del sistema de información, ya que es una herramienta que permite el manejo eficiente de la información relacionada con las actividades del mantenimiento, lo que facilita la toma de decisiones a futuro.
- Realizar capacitaciones técnicas al personal operativo y técnicos de mantenimiento para asegurar que estos cumplan con el perfil necesario garantizando así la correcta ejecución de las actividades de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA.

AMÉNDOLA, Luis José. Modelos Mixtos de Confiabilidad. DATASTREAM [En línea]. España, Valencia 2002 [Consultado Junio 2013]. Disponible en: http://www.pmmlearning.com/index.php?option=com_content&view+articleid=38&itemid=28.

ARISTIZÁBAL, Daniel. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa centrifugados CONCISA LTDA. Pereira, 2007. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Tecnológica de Pereira. Escuela de Ingeniería Mecánica.

BESTRATÉN, Manuel. ORRIOLS, Rosa. Análisis modal de fallos y efectos AMEF. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 679. [En línea]. [Consultado Mayo 2013]. Disponible en: <http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentos/fichastecnicas/NTP/ficheros/601a700/ntp697.pdf>

CARREÑO, Heitman. OSMA, Víctor. Programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de los laboratorios: Químico de consultas industriales y central de investigaciones de la Universidad Industrial de Santander, 2011. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

DUFFUAA Salih, RAOUF A. DIXON Campbell Jhon. Sistemas de Mantenimiento, Planeación y control, México; Limusa Wiley S.A. 1ª Ed 2000

GONZÁLEZ B, Carlos Ramón. Conferencias de ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, 2001.

GONZÁLEZ B, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes. En: Asignatura de mantenimiento y montajes. (2010: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura mantenimiento y montajes. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011.

MONCADA, Duvan. RODRIGUEZ, Edder. QUIÑONEZ, Jelder. Seminario de investigación en metodologías de análisis de fallas. Bucaramanga, 2009. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

QUIÑONES, Jhon Jairo. Implementación de la metodología de confiabilidad, análisis de criticidad en los laboratorios clínico y de inmunología y biología molecular de la Universidad Industrial de Santander, 2012. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

ANEXOS

ANEXO A. Inventario general planta embotelladora Inducola S.A.

EQUIPO	SUBEQUIPO	CÓDIGO	COMPONENTES	ÁREA
Tanque 10,000 l No.1	Tanque 10,000 l No.1	SI0100	Válvulas Mariposa 2" / Válvulas de Bola 2" / Tubería sanitaria 2" / Conexiones en T 2" /	Servicios industriales
Tanque 10,000 l No.2	Tanque 10,000 l No.2	SI0200	Válvulas Mariposa 2" / Válvulas de Bola 2" / Tubería sanitaria 2" / Conexiones en T 2" /	Servicios industriales
Tanque 10,000 l No.3	Tanque 10,000 l No.3	SI0300	Válvulas Mariposa 2" / Válvulas de Bola 2" / Tubería sanitaria 2" / Conexiones en T 2" /	Servicios industriales
Tanque 10,000 l No.4	Tanque 10,000 l No.4	SI0400	Válvulas Mariposa 2" / Válvulas de Bola 2" / Tubería sanitaria 2" / Conexiones en T 2" /	Servicios industriales
Bomba Centrífuga No.1	Bomba Centrífuga No.1	SI0500	/ Cuña 3/16 x 25 mm / Aro sello Ref. 2- 015 / Deflector 37mm 2 1/2"/ Carcasa 15HH / Anillo de fricción / Sello Mecánico 1 1/2"tipo 21 / Casquillo S.A 1 1/Anillo Reten.Rod A-38 / Pin rotor 20 HH / Plato intermedio 15 HH / Rotor l 15 HH 180mm / Eje Extensión 20 HH / Empaque Arandela Rotor 1 1/2"-6,6 / Arandela Rotor / Arandela cobre 10mm / Tornillo NC 3/8" x 1" /Aro sello Ref. 2- 175 / Válvula desaireadora VM /tapa Delantera 15 HH / Tapón Macho Galvanizado 3/8" NPT/	Servicios industriales
	Motor Eléctrico	SI0501		
Bomba Centrífuga No.2	Bomba Centrífuga No.2	SI0600	/ Cuña 3/16 x 25 mm / Aro sello Ref. 2- 015 / Deflector 37mm 2 1/2"/ Carcasa 15HH / Anillo de fricción / Sello Mecánico 1 1/2"tipo 21 / Casquillo S.A 1 1/Anillo Reten.Rod A-38 / Pin rotor 20 HH / Plato intermedio 15 HH / Rotor l 15 HH 180mm / Eje Extensión 20 HH / Empaque Arandela Rotor 1 1/2"-6,6 / Arandela Rotor / Arandela cobre 10mm / Tornillo NC 3/8" x 1" /Aro sello Ref. 2- 175 / Válvula desaireadora VM /tapa Delantera 15 HH / Tapón Macho Galvanizado 3/8" NPT/	Servicios industriales
	Motor Eléctrico	SI0601		

EQUIPO	SUBEQUIPO	CÓDIGO	COMPONENTES	ÁREA
P.T.A.I.	P.T.A.I.	SI0700	válvulas tipo mariposa / tornillería de fijación / juntas sanitarias / manómetros /	Servicios industriales
	Filtro de arena	SI0701		
	Filtro de carbón	SI0702		
	Filtro Pulidor	SI0703		
Tablero eléctrico No.1	Tablero eléctrico	SI0800	/ Pulsador 16mm / Pulsador 22mm / Pulsador 30mm / Relé / Bornera / Porta fusible / Temporizador / Contrataco / Barra de distribución / Barra de distribución / Barra secundaria / PLC / Tarjeta de memoria / Pantalla touch /	Servicios industriales
Compresor	Compresor	SI0900	/ Filtro / cojinetes axiales / cojinetes cónicos / cojinetes radiales/ Pistones / sellos mecánicos / Sistema de lubricación/ cigüeñal / tablero de control / válvula de alivio / válvula antiretornó/	Servicios industriales
	Motor eléctrico	SI0901		
	Deposito Amoniaco	SI0902		
Condensador Evaporativo	Condensador Evaporativo	SI1000	válvulas tipo mariposa / tornillería de fijación / juntas sanitarias / Bandas/ manómetros / estructura metálica /	Servicios industriales
	Ventilador	SI1001		
	Bomba centrifuga	SI1002		
Caldera	Caldera	SI1100	Válvula de ACPM / Flujostato / Tablero de control / sensores de temperatura/ Presostato de seguridad / Válvula de purga / haz de tubos/ aislante exterior.	Servicios industriales
	Ventilador	SI1101		
	Bomba centrifuga	SI1102		

EQUIPO	SUBEQUIPO	CÓDIGO	COMPONENTES	ÁREA
Bomba Centrífuga No.3	Bomba Centrífuga No.3	SI1200	/ Cuña 3/16 x 25 mm / Aro sello Ref. 2- 015 / Deflector 37mm 2 1/2"/ Carcasa 15HH / Anillo de fricción / Sello Mecánico 1 1/2"tipo 21 / Casquillo S.A 1 1/Anillo Reten.Rod A-38 / Pin rotor 20 HH / Plato intermedio 15 HH / Rotor I 15 HH 180mm / Eje Extensión 20 HH / Empaque Arandela Rotor 1 1/2"-6,6 / Arandela Rotor / Arandela cobre 10mm / Tornillo NC 3/8" x 1" /Aro sello Ref. 2- 175 / Válvula desaireadora VM /tapa Delantera 15 HH / Tapón Macho Galvanizado 3/8" NPT/	Servicios industriales
	Motor eléctrico	SI1201		
Distribuidor Vapor	Distribuidor Vapor	SI1300	/Válvulas tipo globo/ válvulas tipo mariposa / tubería aislada / tornillería de fijación /	Servicios industriales
	Trampa de condensados	SI1301		
	Tanque condensados	SI1302		
Tanque CO2	Tanque CO2	SI1400	/ estructura metálica aleteada / juntas sanitarias/ manómetros/ tubería sanitaria/ válvulas tipo mariposa /sistema de control /	Servicios industriales
	Sistema de control	SI1401		
Tanque ACPM	Tanque ACPM	SI1500	/ Tapa / Flotador / Estructura metálica de soporte / válvula Mariposa/	Servicios industriales
Compresor	Compresor	SI16000	Válvula de aspiración / Filtro / Válvula de descarga / Válvula de seguridad / radiador / tablero de control / Conjunto tornillos / Sistema de lubricación / Tubería interna /	Servicios industriales
	Motor Eléctrico	SI1601		
	Deposito Aire	SI1602		
Tanque Marmita	Tanque Marmita	JS0100	Accesorios tubería/ Válvulas mariposa / Válvula de seguridad / Válvula de Purga/ termómetros / Tablero de control / tornillería de ajuste / Flotador / estructura metálica	Procesos
	Moto reductor	JS0101		
	Sistema de control	JS0102		

EQUIPO	SUBEQUIPO	CÓDIGO	COMPONENTES	ÁREA
Tanque Balance	Tanque de balance	JS0200	Accesorios tubería/ Válvulas mariposa / termómetros / tornillería de ajuste / Flotador / estructura metálica	Procesos
	Motor eléctrico	JS0201		
Tanque Disolución	Tanque disolución	JS0300	Accesorios tubería/ Válvulas mariposa / termómetros / tornillería de ajuste / Flotador / estructura metálica	Procesos
	Moto reductor	JS0301		
Placa Diversora No.1	Placa Diversora No.2	JS0400	conexiones válvula mariposa de 2"	Procesos
Filtro Tipo Cartucho	Filtro Tipo Cartucho	JS0500	Relleno / válvula anti retorno /carcasa/ sellos / manómetros/ tubería sanitaria/ válvula tipo mariposa	Procesos
Filtro Tipo Prensa	Filtro Tipo Prensa	JS0600	Placas / Sistema de apriete / Sellos / Manómetros/ tubería sanitaria / válvula tipo mariposa/	Procesos
bomba centrífuga No.4	bomba centrífuga	JS0700	/ Cuña 3/16 x 25 mm / Aro sello Ref. 2- 015 / Deflector 37mm 2 1/2"/ Carcasa 15HH / Anillo de fricción / Sello Mecánico 1 1/2"tipo 21 / Casquillo S.A 1 1/ Anillo Reten.Rod A-38 / Pin rotor 20 HH / Plato intermedio 15 HH / Rotor I 15 HH 180mm / Eje Extensión 20 HH / Empaque Arandela Rotor 1 1/2"-6,6 / Arandela Rotor / Arandela cobre 10mm / Tornillo NC 3/8" x 1" /Aro sello Ref. 2- 175 / Válvula desaireadora VM /tapa Delantera 15 HH / Tapón Macho Galvanizado 3/8" NPT/	Procesos
	motor eléctrico	JS0701		
bomba centrífuga No.5	bomba centrífuga	JS0800	/ Cuña 3/16 x 25 mm / Aro sello Ref. 2- 015 / Deflector 37mm 2 1/2"/ Carcasa 15HH / Anillo de fricción / Sello Mecánico 1 1/2"tipo 21 / Casquillo S.A 1 1/ Anillo Reten.Rod A-38 / Pin rotor 20 HH / Plato intermedio 15 HH / Rotor I 15 HH 180mm / Eje Extensión 20 HH / Empaque Arandela Rotor 1 1/2"-6,6 / Arandela Rotor / Arandela cobre 10mm / Tornillo NC 3/8" x 1" /Aro sello Ref. 2- 175 / Válvula desaireadora VM / Tapa Delantera 15 HH / Tapón Macho Galvanizado 3/8" NPT/	Procesos
	motor eléctrico	JS0801		

EQUIPO	SUBEQUIPO	CÓDIGO	COMPONENTES	ÁREA
Chiller	Chiller	JS0900	Presostato / Termostato / tubería de sanitaria / Filtros / Recubrimiento en acero inoxidable / válvula mariposa 2" / acople mecánico / válvula de descarga / Ventilador / tablero de control /	Procesos
	Bomba centrífuga	JS0901		
	Compresor	JS0902		
	Intercambiador	JS0903		
	Deposito agua	JS0904		
Lámpara Ultravioleta	Lámpara Ultravioleta	JS1000	Fluorescente	Procesos
Tanque Almacenamiento No.1	Tanque Almacenamiento No.1	JC0100	Accesorios tubería/ Válvulas mariposa / termómetros / tornillería de ajuste / Flotador / estructura metálica	Procesos
	Moto reductor	JC0101		
Tanque Almacenamiento No.2	Tanque Almacenamiento No.2	JC0200	Accesorios tubería/ Válvulas mariposa / termómetros / tornillería de ajuste / Flotador / estructura metálica	Procesos
	Moto reductor	JC0201		
Tanque Almacenamiento No.3	Tanque Almacenamiento No.3	JC0300	Accesorios tubería/ Válvulas mariposa / termómetros / tornillería de ajuste / Flotador / estructura metálica	Procesos
	Moto reductor	JC0301		
Tanque Almacenamiento No.4	Tanque Almacenamiento No.4	JC0400	Accesorios tubería/ Válvulas mariposa / termómetros / tornillería de ajuste / Flotador / estructura metálica	Procesos
	Moto reductor	JC0401		
Filtro Tipo Cartucho MS10	Filtro Tipo Cartucho MS10	JC0500	Relleno / válvula anti retorno /carcasa/ sellos / manómetros/ tubería sanitaria/ válvula tipo mariposa /	Procesos
Placa Diversora No.2	Placa Diversora No.3	JC0600	conexiones válvula mariposa de 2"	Procesos

EQUIPO	SUBEQUIPO	CÓDIGO	COMPONENTES	ÁREA
bomba centrífuga No.6	bomba centrífuga	JC0700	/ Cuña 3/16 x 25 mm / Aro sello Ref. 2- 015 / Deflector 37mm 2 1/2"/ Carcasa 15HH / Anillo de fricción / Sello Mecánico 1 1/2"tipo 21 / Casquillo S.A 1 1/Anillo Reten.Rod A-38 / Pin rotor 20 HH / Plato intermedio 15 HH / Rotor I 15 HH 180mm / Eje Extensión 20 HH / Empaque Arandela Rotor 1 1/2"-6,6 / Arandela Rotor / Arandela cobre 10mm / Tornillo NC 3/8" x 1" /Aro sello Ref. 2- 175 / Válvula desaireadora VM /tapa Delantera 15 HH / Tapón Macho Galvanizado 3/8" NPT/	Procesos
	motor eléctrico	JC0701		
Balanza	Balanza	JC0800	/ Display / microprocesador / Soportes / plato en acero inoxidable /	Procesos
Tablero eléctrico No.2	Tablero eléctrico	JC0900	/ Pulsador 16mm / Pulsador 22mm / Pulsador 30mm / Relé / Bornera / Porta fusible / Temporizador / Contrataco / Barra de distribución / Barra de distribución / Barra secundaria / PLC / Tarjeta de memoria / Pantalla touch /	Procesos
Posicionador	Posicionador	PO0100	/ estructura en acero inoxidable / tablero de control / sensores de proximidad/ válvulas de descarga /tubería interna/ tensor banda /chumaceras / tapa superior en vidrio templado /filtro aire/ protección eléctrica / soportes tambor rotativo / araña de salida / variadores de velocidad / eslabones banda / Boquillas de salida /	Producción
	Tolva de almacenamiento	PO0101		
	Banda transportadora	PO0102		
	Moto reductor No.1	PO0103		
	Tambor rotativo	PO0104		
	Panel de control	PO0105		
Transporte Aéreo de Botellas Vacías	Transporte Aéreo de Botellas Vacías	PO0200	Soportes / guías / juego de rieles / filtro aspiración aire/ protección eléctrica / rotor ventilador / acoples mecánicos / rodamientos / caja de conexiones/	Producción
	Modulo regulador de alturas	PO0201		

EQUIPO	SUBEQUIPO	CÓDIGO	COMPONENTES	ÁREA
Transporte Aéreo de Botellas Vacías	Ventilador No.1	PO0202	Soportes / guías / juego de rieles / filtro aspiración aire/ protección eléctrica / rotor ventilador / acoples mecánicos / rodamientos / caja de conexiones/	Producción
	Ventilador No.2	PO0203		
	Ventilador No.3	PO0204		
	Ventilador No.4	PO0205		
	Ventilador No.5	PO0206		
	Ventilador No.6	PO0207		
	Panel de control	PO0208		
Jet Flow (Elevador de Tapas)	Jet Flow (Elevador de Tapas)	PO0300	Soportes / guías / filtro aspiración aire/ protección eléctrica / rotor ventilador / acoples mecánicos / rodamientos / caja de conexiones/ eslabones banda / maguara no toxica flexinivel /cilindros neumáticos / electroválvulas/ tensor banda /	Producción
	Tolva de almacenamiento	PO0301		
	Banda transportadora	PO0302		
	Moto reductor	PO0303		
	Ventilador	PO0304		
	Panel de control	PO0305		
Mixer	Mixer	PO0400	Soportes / guías / filtro aspiración aire/ protección eléctrica / rotor ventilador / acoples mecánicos / rodamientos / caja de conexiones/ eslabones banda / maguara no toxica flexinivel /cilindros neumáticos / electroválvulas/ tensor banda / visores de nivel / válvula de aguja / cámara carbonatadora/ tubería sanitaria / manómetros / termómetros / pantalla touch / Caja proyectora bombas acero inoxidable /	Producción
	Tanque No.1	PO0401		
	Tanque No.2	PO0402		
	Bomba centrifuga	PO0403		

EQUIPO	SUBEQUIPO	CÓDIGO	COMPONENTES	ÁREA
Mixer	Bomba centrífuga	PO0404	Soportes / guías / filtro aspiración aire/ protección eléctrica / rotor ventilador / acoples mecánicos / rodamientos / caja de conexiones/ eslabones banda / maguara no toxica flexinivel /cilindros neumáticos / electroválvulas/ tensor banda / visores de nivel / válvula de aguja / cámara carbonatadora/ tubería sanitaria / manómetros / termómetros / pantalla touch / Caja proyectora bombas acero inoxidable /	Producción
	Bomba de vacío	PO0405		
	Dosificador	PO0406		
	Carbonatador	PO0407		
Triblock	Triblock	PO0500	Pinzas de agarre / leva de volteo / tubos Venturi / tubería terna agua / electro válvulas / sistema de engranes planetarios / pinzas de transición / cabezales roscadores / válvulas de llenado / estrella de salida /cilindros neumáticos / electro válvulas / sensores de proximidad/ tablero de control/	Producción
	Enjuagadora	PO0501		
	Llenadora	PO0502		
	Roscadora	PO0503		
Banda transportadora No.1	Banda transportadora No.1	PO0600	Acople mecánico / eslabones banda / guías de teflón / protección eléctrica / rieles / tensor banda / chumacera / estructura acero inoxidable /	Producción
	Moto reductor	PO0601		
Banda transportadora No.2	Banda transportadora No.2	PO0700	Acople mecánico / eslabones banda / guías de teflón / protección eléctrica / rieles / tensor banda / chumacera / estructura acero inoxidable /	Producción
	Moto reductor	PO0701		
Codificador láser	Codificador láser	PO0800	Codificador láser	Producción
Empacadora	Empacadora	PO0900	Soportes / guías / filtro aspiración aire/ protección eléctrica / acoples mecánicos / rodamientos / caja de conexiones/ eslabones banda /cilindros neumáticos / electroválvulas/ tensor banda / eslabones banda / cadena / soporte boina / cuchilla / sensores /	Producción
	Moto reductor	PO0901		

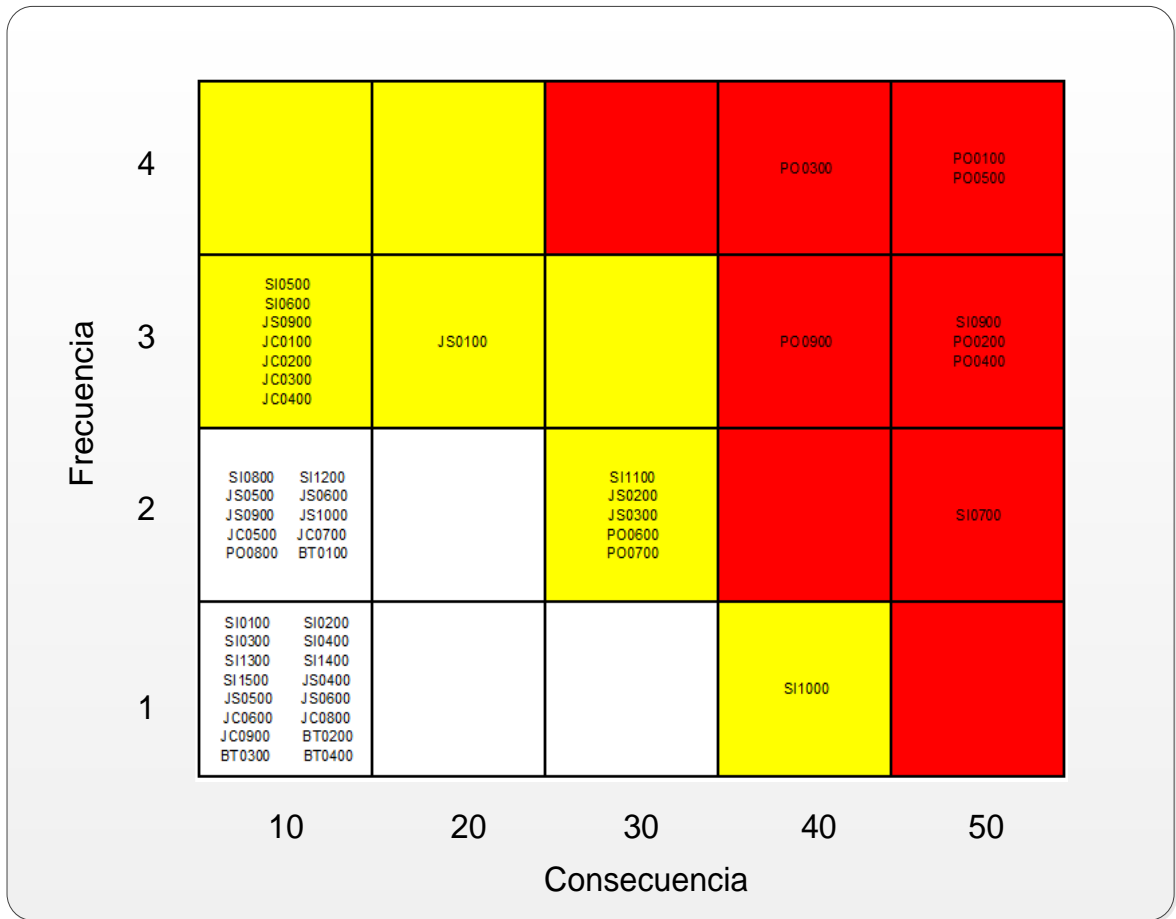
EQUIPO	SUBEQUIPO	CÓDIGO	COMPONENTES	ÁREA
Empacadora	Moto reductor	PO0902	Soportes / guías / filtro aspiración aire/ protección eléctrica / acoples mecánicos / rodamientos / caja de conexiones/ eslabones banda / cilindros neumáticos / electroválvulas/ tensor banda / eslabones banda / cadena / soporte boina / cuchilla / sensores /	Producción
	Moto reductor	PO0903		
	Sistema neumático	PO0904		
	Sistema de embobinado.	PO0905		
Túnel de Termoencogido	Túnel de Termoencogido	PO1000	resistencias eléctricas / soporte ventilador / eslabones metálicos banda / acople mecánico/ estructura exterior / caja de conexiones/ protección electica / rodillos salida/ roto / hélice/	Producción
	Banda Transportadora	PO1001		
	Ventilador	PO1002		
Montacargas	montacargas	BT0100	/ Alternador / filtro aceite / bomba aceite / cadenas / llantas / mandos mecánicos / sistema de luces y alarmas de desplazamiento / Banco de baterías / asiento / transmisión / Sistema de carga/	Bodega y transporte
	sistema eléctrico	BT0101		
	sistema hidráulico	BT0102		
	Carrocería	BT0103		
Estibador Manual	Estibador Manual	BT0200	/ Llantas polietileno / Estructura / Sistema hidráulico /	Bodega y transporte
Estibador Manual	Estibador Manual	BT0300	/ Llantas polietileno / Estructura / Sistema hidráulico /	Bodega y transporte
Estibador Manual	Estibador Manual	BT0400	/ Llantas polietileno / Estructura / Sistema hidráulico /	Bodega y transporte

ANEXO B. Calculo índice criticidad equipos

EQUIPO	CÓDIGO	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTO MANTENIMIENTO	IMPACTO S.A.H	FRECUENCIA DE FALLA	CONSECUENCIA	ÍNDICE DE CRITICIDAD
Tanque 10000 I No.1	SI0100	1	1	2	3	1	6	6
Tanque 10000 I No.2	SI0200	1	1	2	3	1	6	6
Tanque 10000 I No.3	SI0300	1	1	2	3	1	6	6
Tanque 10000 I No.4	SI0400	1	1	2	3	1	6	6
Bomba Centrífuga No.1	SI0500	1	1	2	1	3	4	12
Bomba Centrífuga No.2	SI0600	1	1	2	1	3	4	12
P.T.A.I.	SI0700	10	4	2	3	2	45	90
Tablero eléctrico No.1	SI0800	1	1	1	1	2	3	6
Compresor	SI0900	10	4	2	7	3	49	147
Condensador Evaporativo	SI1000	7	4	2	3	1	33	33
Caldera	SI1100	7	2	2	8	2	24	48
Bomba Centrífuga No.3	SI1200	1	1	1	1	2	3	6
Distribuidor Vapor	SI1300	4	1	1	5	1	10	10
Tanque CO2	SI1400	1	1	2	8	1	11	11
Tanque ACPM	SI1500	1	1	1	8	1	10	10
Compresor	SI 1600	1	1	2	3	2	6	12
Tanque Marmita	JS0100	4	2	2	7	3	17	51
Tanque Balance	JS0200	7	2	2	5	2	21	42
Tanque Disolución	JS0300	7	2	2	5	2	21	42
Placa Diversora No.1	JS0400	1	1	1	1	1	3	3
Filtro Tipo Cartucho	JS0500	4	1	1	1	1	6	6
Filtro Tipo Prensa	JS0600	4	1	1	1	1	6	6
bomba centrífuga No.4	JS0700	2	1	2	1	2	5	10
bomba centrífuga No.5	JS0800	2	1	2	1	2	5	10
Chiller	JS0900	4	2	2	3	3	13	39
Lámpara Ultravioleta	JS1000	1	2	2	1	2	5	10

EQUIPO	CÓDIGO	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTO MANTENIMIENTO	IMPACTO S.A.H	FRECUENCIA DE FALLA	CONSECUENCIA	ÍNDICE DE CRITICIDAD
Tanque Almacenamiento	JC0200	1	2	2	1	3	5	15
Tanque Almacenamiento	JC0300	1	2	2	1	3	5	15
Tanque Almacenamiento	JC0400	1	2	2	1	3	5	15
Filtro Tipo Cartucho MS10	JC0500	4	1	1	1	2	6	12
Placa Diversora No.2	JC0600	1	1	1	1	1	3	3
bomba centrífuga No.6	JC0700	1	1	2	1	2	4	8
Balanza	JC0800	1	1	1	1	1	3	3
Tablero eléctrico No.2	JC0900	1	1	1	1	1	3	3
Posicionador	PO0100	10	4	2	3	4	45	180
Transporte Aéreo de Botellas Vacías	PO0200	10	4	2	3	3	45	135
Jet Flow (Elevador de Tapas)	PO0300	7	4	2	1	4	31	124
Mixer	PO0400	10	4	2	5	3	47	141
Triblock	PO0500	10	4	2	3	4	45	180
Banda transportadora	PO0600	4	4	2	3	2	21	42
Banda transportadora	PO0700	4	4	2	3	2	21	42
Codificador laser	PO0800	1	1	1	5	2	5	10
Enfardadora	PO0900	7	4	2	3	3	33	99
Túnel de Termoencogido	PO1000	7	4	2	3	2	33	66
Montacargas	BT0100	1	1	2	3	2	6	12
Estibador Manual No.1	BT0200	1	1	1	1	1	3	3
Estibador Manual No.2	BT0300	1	1	1	1	1	3	3
Estibador Manual No.3	BT0400	1	1	1	1	1	3	3

ANEXO C. Matriz de criticidad equipos planta embotelladora Inducola S.A.



ANEXO D. Ficha técnica equipos críticos de la planta embotelladora de Inducola S.A.

		<h2>FICHA TÉCNICA</h2>					
INFORMACION GENERAL							
EQUIPO:	Posicionador	CODIGO:	PO0100				
SECCION:	Producción	CRITICIDAD:	Crítico				
MARCA:	Mesal	PROVEEDOR:	Mesal	PAIS	Brasil		
MODELO:	20/200	REGISTRO FOTOGRÁFICO					
SERIE:	11033						
DESCRIPCIÓN							
<p>Elaborado en acero inoxidable 304; compuesto por un depósito de envases acoplado a un sistema elevador controlado por un sistema de sensores, que conduce los frascos a un posicionador rotativo. Capacidad (12000 frascos/hora)</p>							
CARACTERISTICAS DIMENSIONALES							
DIMENSIONES [cm] (Largo X Ancho X alto)		273x230x235					
AREA DE TRABAJO [cm] (Largo X Ancho X alto)		285x240x300					
PESO [kg]		1250					
INFORMACIÓN TÉCNICA							
DATOS ELECTRICOS			DATOS NEUMATICOS			DATOS HIDRAULICOS	
TENSION	220 V	PRESIÓN	150 [Psi]	PRESION	N/A		
AMPERAJE		CONSUMO	80[cfm]	CONSUMO	N/A		
POTENCIA		CALIDAD	Clase 2	CALIDAD	N/A		
OTROS SERVICIOS INDUSTRIALES							N/A
CLASE	N/A	PRESION	N/A	TEMPERATURA	N/A	CONSUMO	N/A
DOCUMENTOS DISPONIBLES							
MANUAL DE OPERACION		SI	UBICACIÓN		Departamento MTTO	FORMATO	Digital
MANUAL DE MANTENIMIENTO		SI	UBICACIÓN		Departamento MTTO	FORMATO	Físico
OTROS		N/A	UBICACIÓN		N/A	FORMATO	N/A
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN							
<p>Depósito de envases(tolva en acero inoxidable); Sistema de elevación(Banda transportadora, moto reductor,); sistema de control(sensores de acumulación),Sistema posicionador(motor eléctrico, reductor de engranajes planetarios) sistema neumático(electroválvulas, manguera neumática, boquillas),Sistema eléctrico (Tablero de conexiones)</p>							
OBSERVACIONES							

INFORMACION GENERAL

EQUIPO:	Tribloc	CODIGO:	PO0500		
SECCION:	Producción	CRITICIDAD:	Critico		
MARCA:	Mesal	PROVEEDOR:	Mesal	PAIS	Brasil
MODELO:	20/24/06				
SERIE:	125897				

REGISTRO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

El Tribloc es una máquina que se divide básicamente en tres módulos, enjuague, llenado y roscado de envases; tiene un mecanismo de sincronización que hace posible la transición de envases etapa por etapa, dicho mecanismo es movido por un solo motor. El Tribloc está hecho en su gran mayoría de acero inoxidable, y sus accionamientos son neumáticos. Este modelo en especial cuenta con 30 válvulas de llenado, y 10 cabezotes roscadores, que permiten que tenga un desempeño máximo de 12000 envases / hora

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

DIMENSIONES [cm] (Largo X Ancho X alto)	415x320x300
AREA DE TRABAJO [cm] (Largo X Ancho X alto)	450x360x300
PESO [kg]	2658

INFORMACIÓN TÉCNICA

DATOS ELECTRICOS		DATOS NEUMATICOS		DATOS HIDRAULICOS			
TENSION	220 V	PRESIÓN	150 [Psi]	PRESIÓN	N/A		
AMPERAJE		CONSUMO	100[cfm]	CONSUMO	N/A		
POTENCIA		CALIDAD	Clase 2	CALIDAD	N/A		
OTROS SERVICIOS INDUSTRIALES					N/A		
CLASE	Agua	PRESION	N/A	TEMPERATURA	25[°C]	CONSUMO	50 [L/h]

DOCUMENTOS DISPONIBLES

MANUAL DE OPERACION	SI	UBICACIÓN	Departamento MTO	FORMATO	Digital
MANUAL DE MANTENIMIENTO	SI	UBICACIÓN	Departamento MTO	FORMATO	Digital
OTROS	N/A	UBICACIÓN	N/A	FORMATO	N/A

ELEMENTOS QUE LO COMPONEN

Sistema de entrada de botellas (Pinzas en acero inoxidable) , leva de volteo de envases , válvulas enjuagadoras, sistema de transición (pinzas en acero inoxidable), 30 tubos Venturi, 10 cabezales roscadores , sistema de sincronismos (engranajes planetarios) sistema de control(sensores , PLC).

OBSERVACIONES



FICHA TÉCNICA

INFORMACION GENERAL

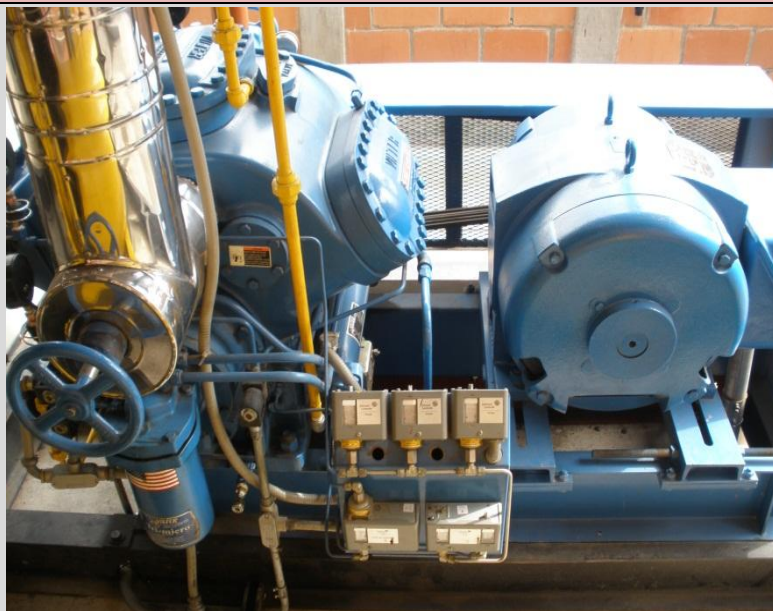
EQUIPO:	Compresor	CODIGO:	SI 0900
SECCION:	Servicios Industriales	CRITICIDAD:	Crítico
MARCA:	VILTER	PROVEEDOR:	Friocol PAIS Colombia
MODELO:	456XL	REGISTRO FOTOGRÁFICO	
SERIE:	82818		

DESCRIPCIÓN

La línea completa de los compresores 450XL se compone de seis modelos que van desde un valor nominal de 88 kW cilindros hasta el más alto de todos que sería el de 704 kW y 16 cilindros. Entre medias hay los de 4, 6,8 y 12 cilindros. Todos los compresores 450XL trabajan a un máximo de 1200RPM, y están provistos De reducción de capacidad para cargas parciales. Todos los modelos 450XL están disponibles para acoplamiento o transmisión por polea. Todos los compresores 450XL son de medidas contenidas. Los compresores tienen un desplazamiento por cilindro de 85 m3/h aportando una máxima capacidad en un espacio mínimo. El modelo 450XL es una combinación perfecta para su aplicación de refrigeración.

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

DIMENSIONES [cm] (Largo X Ancho X alto)	150x193x105
AREA DE TRABAJO [cm] (Largo X Ancho X alto)	200x220x140
PESO [kg]	1542



INFORMACIÓN TÉCNICA

DATOS ELECTRICOS		DATOS NEUMATICOS		DATOS HIDRAULICOS			
TENSION	220 V	PRESIÓN		PRESION	N/A		
AMPERAJE		CONSUMO		CONSUMO	N/A		
POTENCIA		CALIDAD		CALIDAD	N/A		
OTROS SERVICIOS INDUSTRIALES					N/A		
CLASE	N/A	PRESION	N/A	TEMPERATURA	N/A	CONSUMO	N/A

DOCUMENTOS DISPONIBLES

MANUAL DE OPERACION	SI	UBICACIÓN	El equipo	FORMATO	Física
MANUAL DE MANTENIMIENTO	SI	UBICACIÓN	Departamento MTO	FORMATO	Física
OTROS	N/A	UBICACIÓN	N/A	FORMATO	N/A


ELEMENTOS QUE LO COMPONEN

Culata con muelles de seguridad, lumbreras de aspiración y descarga, juego pistón biela, cigüeñal, sistema de micro filtrado de aceite, Carter , motor eléctrico sistema de lubricación y refrigeración

OBSERVACIONES

FICHA TÉCNICA

INFORMACION GENERAL

EQUIPO:	MIXER	CODIGO:	PO0400
SECCION:	Producción	CRITICIDAD:	Critico
MARCA:	Mesal	PROVEEDOR:	Mesal PAIS Brasil
MODELO:	MIX-6D	REGISTRO FOTOGRÁFICO	
SERIE:	11015		

DESCRIPCIÓN

Su principal función es la de mezclar homogéneamente (jarabe + agua) y el producto final realizarle el proceso de carbonatación.

El mixer es básicamente un conjunto montado sobre la misma la misma base, a partir de tres elementos fundamentales: jarabe, agua y CO2 con el fin de producir una bebida carbonatada lista para ser embotellado. Dotado con un tubo de gasificación auxiliar a través de un tubo inyector. La carbonatación en el tanque si las bandejas de distribución en el suministro de una amplia área de contacto entre el producto y facilitar la absorción del CO2 del líquido. Capacidad Máxima 10000 litros / hora

CARACTERISTICAS DIMENSIONALES

DIMENSIONES [cm] (Largo X Ancho X alto)	300x320x350
AREA DE TRABAJO [cm] (Largo X Ancho X alto)	350x360x360
PESO [kg]	1598

INFORMACIÓN TÉCNICA

DATOS ELECTRICOS		DATOS NEUMATICOS		DATOS HIDRAULICOS			
TENSION	220 V	PRESIÓN	150 [Psi]	PRESION	N/A		
AMPERAJE		CONSUMO	120[cfm]	CONSUMO	N/A		
POTENCIA		CALIDAD	Clase 2	CALIDAD	N/A		
OTROS SERVICIOS INDUSTRIALES					N/A		
CLASE	N/A	PRESION	N/A	TEMPERATURA	N/A	CONSUMO	N/A

DOCUMENTOS DISPONIBLES

MANUAL DE OPERACION	SI	UBICACIÓN	El equipo	FORMATO	físico
MANUAL DE MANTENIMIENTO	SI	UBICACIÓN	Departamento MTO	FORMATO	físico
OTROS	N/A	UBICACIÓN	N/A	FORMATO	N/A

ELEMENTOS QUE LO COMPONEN

Tanque de almacenamiento de agua, tanque de almacenamiento de jarabe, cámara carbonatadora, sistema de enfriamiento pre mezclador (Intercambiador de placas), 2 bombas centrifugas, bomba de vacío, tablero de control, sistema neumático.

OBSERVACIONES

INFORMACION GENERAL

EQUIPO:	Transporte Aéreo	CODIGO:	PO0200
SECCION:	Producción	CRITICIDAD:	Crítico
MARCA:	Mesal	PROVEEDOR:	Mesal PAIS Brasil
MODELO:	TRANS MP20	REGISTRO FOTOGRÁFICO	
SERIE:	N/A		

DESCRIPCIÓN

Transportador neumático sustentado en una estructura en acero inoxidable donde los envases son sustentados por su cuello y se deslizan suavemente sobre un perfil de UHMW por el arrastre producido por ventiladores equipados con un filtro para evitar la contaminación de los envases.



CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

DIMENSIONES [cm] (Largo X Ancho X alto)	2560x220x120
AREA DE TRABAJO [cm] (Largo X Ancho X alto)	450x360x300
PESO [kg]	540

INFORMACIÓN TÉCNICA

DATOS ELECTRICOS		DATOS NEUMATICOS		DATOS HIDRAULICOS			
TENSION	220 V	PRESIÓN	N/A	PRESION	N/A		
AMPERAJE		CONSUMO	N/A	CONSUMO	N/A		
POTENCIA		CALIDAD	N/A	CALIDAD	N/A		
OTROS SERVICIOS INDUSTRIALES					N/A		
CLASE	N/A	PRESION	N/A	TEMPERATURA	N/A	CONSUMO	N/A

DOCUMENTOS DISPONIBLES

MANUAL DE OPERACION	NO	UBICACIÓN	N/A	FORMATO	N/A
MANUAL DE MANTENIMIENTO	NO	UBICACIÓN	N/A	FORMATO	N/A
OTROS	N/A	UBICACIÓN	N/A	FORMATO	N/A

ELEMENTOS QUE LO COMPONEN

Está compuesto por 6 ventiladores centrífugos distribuidos cada 6 metros , un módulo regulador de alturas, estructura en acero inoxidable y guías en UHMW

OBSERVACIONES

FICHA TÉCNICA

INFORMACION GENERAL

EQUIPO:	Alimentador de tapas	CODIGO:	PO0400
SECCION:	Producción	CRITICIDAD:	Critico
MARCA:	Mesal	PROVEEDOR:	Mesal
MODELO:	Jet Flow	PAIS	Brasil
SERIE:	11568		

REGISTRO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

Interconectado con la envasadora y controlada por sensores fotoeléctricos. Construcción robusta en acero inoxidable y cubierta de acrílico con el policarbonato se encarga de la apertura y abastecimiento de tapas. Depósito para el almacenamiento de cubiertas hechas de acero inoxidable y la alimentación de los tapas de llenado por medio del flujo de aire.

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

DIMENSIONES [cm] (Largo X Ancho X alto)	415x320x300
AREA DE TRABAJO [cm] (Largo X Ancho X alto)	450x360x300
PESO [kg]	2658

INFORMACIÓN TÉCNICA

DATOS ELECTRICOS		DATOS NEUMATICOS		DATOS HIDRAULICOS	
TENSION	220 V	PRESIÓN	N/A	PRESION	N/A
AMPERAJE		CONSUMO	N/A	CONSUMO	N/A
POTENCIA		CALIDAD	N/A	CALIDAD	N/A
OTROS SERVICIOS INDUSTRIALES					N/A
CLASE	N/A	PRESION	N/A	TEMPERATURA	N/A
				CONSUMO	N/A

DOCUMENTOS DISPONIBLES

MANUAL DE OPERACION	SI	UBICACIÓN	Departamento MTO	FORMATO	Digital
MANUAL DE MANTENIMIENTO	SI	UBICACIÓN	Departamento MTO	FORMATO	Digital
OTROS	N/A	UBICACIÓN	N/A	FORMATO	N/A

ELEMENTOS QUE LO COMPONEN

OBSERVACIONES

INFORMACION GENERAL

EQUIPO:	Enfardadora	CODIGO:	PO0900
SECCION:	Producción	CRITICIDAD:	Critico
MARCA:	Mesal	PROVEEDOR:	Mesal PAIS Brasil
MODELO:	PACK12000	REGISTRO FOTOGRÁFICO	
SERIE:	56897		

DESCRIPCIÓN

El enfardador está encargado de organizar los envases antes de ingresar al túnel de termo encogido, está controlado por un mecanismo neumático, controlado por medio de sensores fotoeléctricos y una serie de finales de carrera que activan los cilindros y la cortadora, la enfardadora se puede ajustar para apilar envases hasta de 3500 ml. Capacidad máxima (1200 paquetes/ hora).



CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

DIMENSIONES [cm] (Largo X Ancho X alto)	300x254x 186
AREA DE TRABAJO [cm] (Largo X Ancho X alto)	320x300x250
PESO [kg]	1867

INFORMACIÓN TÉCNICA

DATOS ELECTRICOS		DATOS NEUMATICOS		DATOS HIDRAULICOS	
TENSION	220 V	PRESIÓN	150 [Psi]	PRESION	N/A
AMPERAJE		CONSUMO	80[cfm]	CONSUMO	N/A
POTENCIA		CALIDAD	Clase 2	CALIDAD	N/A
OTROS SERVICIOS INDUSTRIALES					N/A
CLASE	N/A	PRESION	N/A	TEMPERATURA	N/A
CONSUMO	N/A				

DOCUMENTOS DISPONIBLES

MANUAL DE OPERACION	SI	UBICACIÓN	El equipo	FORMATO	Digital
MANUAL DE MANTENIMIENTO	NO	UBICACIÓN	N/A	FORMATO	N/A
OTROS	N/A	UBICACIÓN	N/A	FORMATO	N/A

ELEMENTOS QUE LO COMPONEN

Banda de poliuretano de alta densidad, moto reductores ,cilindros neumáticos, electroválvulas sistema de bobinado de lámina plástica , sistema de guías en acero inoxidable , sistema de control (sensores fotoeléctricos, finales e carrara)

OBSERVACIONES

INFORMACION GENERAL

EQUIPO:	P.T.A.I.	CODIGO:	SI0700
SECCION:	Servicios Industriales	CRITICIDAD:	Critico
MARCA:	N/A	PROVEEDOR:	Industrias Ricaurte
MODELO:	N/A	PAIS:	Colombia
SERIE:	N/A		

REGISTRO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

En cargada de tratar el agua para el proceso de elaboración de bebidas carbonatas, está compuesto por tres niveles de filtrado, filtro de arena, filtro de carbón, y un filtro de cartuchos. Fue diseñada pensando en las necesidades de la planta embotellador de Inducola S.A.

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

DIMENSIONES [cm] (Largo X Ancho X alto)	500x250x258
AREA DE TRABAJO [cm] (Largo X Ancho X alto)	550x300x300
PESO [kg]	2658

INFORMACIÓN TÉCNICA

DATOS ELECTRICOS		DATOS NEUMATICOS		DATOS HIDRAULICOS	
TENSION	220 V	PRESIÓN	PRESION	N/A	
AMPERAJE		CONSUMO	CONSUMO	N/A	
POTENCIA		CALIDAD	CALIDAD	N/A	

OTROS SERVICIOS INDUSTRIALES

CLASE	N/A	PRESION	N/A	TEMPERATURA	N/A	CONSUMO	N/A
--------------	-----	----------------	-----	--------------------	-----	----------------	-----

DOCUMENTOS DISPONIBLES


MANUAL DE OPERACION	NO	UBICACIÓN	Departamento MTO	FORMATO	N/A
MANUAL DE MANTENIMIENTO	NO	UBICACIÓN	Departamento MTO	FORMATO	N/A
OTROS	NO	UBICACIÓN	N/A	FORMATO	N/A

ELEMENTOS QUE LO COMPONEN

Filtro de arena , filtro de carbón , filtro pulidor , tablero de control , manómetros , tubería sanitaria , válvulas tipo mariposa 2''

OBSERVACIONES

ANEXO E. REGISTRÓ INFORMACIÓN AMEF

		ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)					Fecha : 03/06/2013			
							Elaborado por: Juan S. Celis			
							Hoja: 1 de 5			
Equipo	Posicionador					Código	PO 0100			
Modelo	Mesal 20/200					Criticidad	Crítico			
Departamento	Mantenimiento					Área	Producción			
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR
Almacenamiento	Tolva	Contener los envases a ser introducidos en la línea de producción en condiciones aptas para el proceso de envasado, bajo las más altas condiciones de higiene posible	Los envases se fugan	los envases se contaminan y quedan inutilizables para el proceso ya que pierden su asepsia	<ul style="list-style-type: none"> Se sobrecarga de la tolva. La tolva tiene perforaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Retirar envases sobrantes. Repara la tolva 	2	3	2	12
			la tolva se corroe	los envases se contaminan y quedan inutilizables para el proceso ya que pierden su asepsia	<ul style="list-style-type: none"> Continúo rozamiento con los envases. Condiciones ambientales de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> Remoción de óxido y pintura de las zonas afectadas 	1	4	1	4
	Estructura de soporte	Darle soporte a la tolva de almacenamiento de tapas	Fractura de la estructura	la tolva se desestabiliza, ocasionando que los envases cárganla al selo y fallas en el sistema de abastecimiento	<ul style="list-style-type: none"> Fatiga. Corrosión 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de pieza afectada 	1	8	1	8
Banda Transportadora	Banda	llevar los envases hasta el tambor rotativo	rotura de eslabón	Reduce la tasa de transporte de envases	<ul style="list-style-type: none"> Fatiga. 	<ul style="list-style-type: none"> Reemplazo de eslabón afectado 	7	2	4	56

Inducola [®] S.A.		ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)						Fecha :		03/06/2013	
								Elaborado por:		Juan S. Celis	
								Hoja:		2 de 5	
Equipo	Posicionador						Código	PO 0100			
Modelo	Mesal 20/200						Criticidad	Crítico			
Departamento	Mantenimiento						Área	Producción			
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR	
Banda Transportadora	Banda	llevar los envases hasta el tambor rotativo	Tensión de la banda reducida	Reduce la tasa de transporte de envases	<ul style="list-style-type: none"> Perdida de elasticidad de la banda. Rotura parcial de la banda 		7	5	4	140	
	Moto reductor	Transmitir la potencia necesaria para el movimiento de la banda	En moto reductor no gira	La banda no se mueve	<ul style="list-style-type: none"> El interruptor de encendido está apagado. La protección eléctrica esta disparada o quemada. Acople motor-reductor roto 	Conectar la alimentación. Desactivar la protección o cambiar el fusible. Reemplazo del acople	5	9	3	135	
			Ruido y vibraciones excesivas	La banda se mueve pero es muy ineficiente a la hora de transportar los envasa	<ul style="list-style-type: none"> Engranaje roto. Lubricación defectuosa. Acople desalineado 	Cambio de engranajes. Limpieza y lubricación. Se desmonta el moto reductor para alinearlos nuevamente.	3	8	3	72	
			Bajo torque de arranque	la banda es incapaz de arrancar	<ul style="list-style-type: none"> Errores de conexión. Tensión de alimentación baja. Falla en el dispositivo de arranque 	Revisión de conexiones. Verificar la fuente de alimentación	3	8	2	48	

Inducola [®] SA		ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)					Fecha :	03/06/2013			
							Elaborado por:	Juan S. Celis			
							Hoja:	3 de 5			
Equipo	Posicionador					Código	PO 0100				
Modelo	Mesal 20/200					Criticidad	Critico				
Departamento	Mantenimiento					Área	Producción				
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODOS DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR	
Banda Transportadora	Tensor banda	Mantener la banda con la tensión necesaria para garantizar su movimiento	La banda no se mueve	imposibilidad de transportar envases	<ul style="list-style-type: none"> Fractura de alguno de los rodillos 	<ul style="list-style-type: none"> cambio de rodillo defectuoso 	2	7	2	28	
			El cabrestante fijo es incapaz de asegurar la tensión en banda	Banda sin tensión	<ul style="list-style-type: none"> Fractura de pines de fijación. Desajuste de pernos de soporte 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de pines de ajuste. Aplicar un torque de apriete sobre el perno 	2	6	3	36	
acomodación y salida de envases	Moto reductor	Transmitir la potencia necesaria para el movimiento de rotación del tambor rotativo	el moto reductor no arranca	el tambor rotativo no se mueve	<ul style="list-style-type: none"> Errores de conexión. Protección eléctrica activada. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de conexiones internas. Cambio de fusible 	3	8	2	48	
			Bajo torque	el movimiento del tambor rotativo es intermitente e ineficiente	<ul style="list-style-type: none"> Fallas en la alimentación del moto reductor. Acople mecánico roto o defectuoso. Desalineación de conjunto tambor - moto reductor. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar alimentación del moto reductor. Cambio o reparación de acople. Realizar desmonte y ajustar 	3	6	4	72	
			baja velocidad	incapacidad de acomodar los envases	<ul style="list-style-type: none"> fallas en el variador de frecuencia 	<ul style="list-style-type: none"> revisar variador 	4	7	4	112	
			vibraciones excesivas	ineficiencia moto reductor	<ul style="list-style-type: none"> Desalineación acople. Motor-reductor. Falta de lubricación 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar alineación del acople. Limpieza y lubricación 	6	4	2	48	

Inducola [®] S.A.	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)						Fecha :	03/06/2013			
							Elaborado por:	Juan S. Celis			
							Hoja:	4 de 5			
Equipo	Posicionador					Código	PO 0100				
Modelo	Mesal 20/200					Criticidad	Critico				
Departamento	Mantenimiento					Área	Producción				
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR	
Acomodación y salida de envases	Tambor rotativo	Organizar los envases antes de ser ingresarlos a la línea de producción.	los envases se caen antes de entrar	Abastecimiento de envases defectuoso	<ul style="list-style-type: none"> envase atorado en la entrada del tambor 	<ul style="list-style-type: none"> retirar envases atorados 	6	2	2	24	
			Baja velocidad	Incapacidad de acomodar los envases	<ul style="list-style-type: none"> Acople defectuoso 	<ul style="list-style-type: none"> revisar acople 	3	6	3	54	
			Vibración excesiva	Baja en el rendimiento del sistema	<ul style="list-style-type: none"> Lubricación defectuosa. Falla rodamientos. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar limpieza y lubricación. Cambio de rodamientos 	2	5	3	30	
			Acumulación de envases excesiva	Atascamiento de envase a la salida	<ul style="list-style-type: none"> Envase atorado en la salida del tambor 	<ul style="list-style-type: none"> Retirar el envase atorado 	6	2	3	36	
			Velocidad del tambor intermitente I	Algunos envases no ingresan a la línea de producción	<ul style="list-style-type: none"> Falla en el variador de velocidad 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar variador 	4	7	4	112	
			Los envases se escapan del tambor	perdida de envases	<ul style="list-style-type: none"> Tapa abierta. Tapa con agujeros 	<ul style="list-style-type: none"> Cerrar tapa. Revisar y reparar tapa 	6	5	3	90	
Sistema neumático	Electroválvulas	Direccionar el flujo de aire hacia los elementos que lo requieran.	No se activa el elemento de actuador	el sistema no funciona	<ul style="list-style-type: none"> Electroválvula sucia. No hay presión en la línea. Electroválvula sin 	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza del cuerpo de la electroválvula. Verificar presión de la línea. Revisar y reparar alimentación eléctrica válvula 	6	4	4	96	


					alimentación eléctrica.					
--	--	--	--	--	-------------------------	--	--	--	--	--


	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)							Fecha :		03/06/2013	
								Elaborado por:		Juan S. Celis	
								Hoja:		5 de 5	


Equipo	Posicionador	Código	PO 0100			
Modelo	Mesal 20/200	Criticidad	Critico			
Departamento	Mantenimiento	Área	Producción			

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR
Sistema neumático	filtro	Filtrar el aire con el trabajan los elementos neumáticos	Filtros Taponado	Caída de presión excesiva en el sistema	<ul style="list-style-type: none"> Fin de la vida útil del filtro .Exceso de contaminación 	<ul style="list-style-type: none"> cambio de filtro 	4	4	2	32
	Válvula de seguridad	Establecer la presión máxima de trabajo del sistema	Presión elevada	Daño en elementos actuadores. Daño tubería interna	<ul style="list-style-type: none"> taponamiento por filtrado defectuoso 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio válvula 	2	9	3	54
Sistema de control	Microprocesador	Coordinar las acciones de control del sistema	Acciones de control no defectuosas	Funcionamiento erróneo del sistema	<ul style="list-style-type: none"> Configuración errónea del programa. Reseteo del dispositivo 	<ul style="list-style-type: none"> Reconfigurar el microprocesador 	5	8	3	120
	Sensores	enviar señales al microprocesador	Error en las señales	Funcionamiento errado del sistema del sistema	<ul style="list-style-type: none"> Sensores sucios. Sensores Sin calibración 	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar sensor. Calibrar sensores 	4	5	2	40
			No se envía señal	Funcionamiento defectuoso del sistema	<ul style="list-style-type: none"> Sensor sin alimentación eléctrica. Cable desconectado 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar alimentación. Inspección del cable. 	4	4	2	32


	tablero de control	Ser el medio de interacción hombre maquina	Mandos deficientes	funcionamiento del sistema erróneo	<ul style="list-style-type: none"> Pulsadores dañados. Error de conexión interna 	de	<ul style="list-style-type: none"> Revisión y cambio de actuadores. revisión de conexiones 	2	3	1	6
--	--------------------	--	--------------------	------------------------------------	--	----	--	---	---	---	---

 ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)							Fecha :		03/06/2013		
							Elaborado por:		Juan S. Celis		
							Hoja:		1 de 7		
Equipo	TRIBLOC BEST FILL 30/30/10						Código	PO 0500			
Modelo	BEST FILL 30/30/10						Criticidad	Critico			
Departamento	Mantenimiento						Área	Producción			
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR	
Enjuagado	Pinzas de agarre	Atrapar las botellas a la entrada del sistema	Las pinzas no cierran	Las botellas se caen al ingresar	<ul style="list-style-type: none"> Daño en el muelle de la pinza 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de muelle 	4	6	3	72	
			Pinza no abre	Botella atrapada en la pinza	<ul style="list-style-type: none"> No acciona el cilindro 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar sistema neumático 	4	6	4	96	
			Pinza rota	El envase se cae	<ul style="list-style-type: none"> Fatiga. Desgaste. Fin vida útil 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de pinza 	5	7	5	175	
			Fuerza de agarre baja	Las botellas se caen al ser volteadas	<ul style="list-style-type: none"> Presión del sistema baja. Mecanismo pinza dañado 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar presión del sistema. Cambiar pinza 	5	7	3	105	
	Electroválvulas	Direccionar el flujo de agua para realizar el enjuague	No permite el flujo de agua	No se efectúa el enjuague de los envases	<ul style="list-style-type: none"> No se acciona la electro válvula 	<ul style="list-style-type: none"> Daño en el solenoide. Válvula sin alimentación. 	3	6	5	90	
			El flujo no se interrumpe	Se desperdicia agua	<ul style="list-style-type: none"> Alta presión. Daño en el muelle de la válvula. Daño solenoide 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar presión. Revisar solenoides 	2	6	4	48	


			Flujo insuficiente	Enjuague deficiente	<ul style="list-style-type: none"> Fugas en los puertos de entrada o salida de la válvula 	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar racor válvula 	2	6	7	84
Llenado	Pinzas de agarre	Asegurar la transición de los envases entre los módulos de enjuague y llenado	Las pinzas no cierran	Los envases caen al hacer la transición	<ul style="list-style-type: none"> Daño en el cilindro. Daño muelle 	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar cilindro. Cambiar muelle. 	4	6	5	120
			Fuerza de apriete deficiente	Los envases caen al hacer la transición	<ul style="list-style-type: none"> Daño en el cilindro. Daño muelle 	<ul style="list-style-type: none"> Presión baja 	4	5	6	120
 ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)							Fecha :		03/06/2013	
							Elaborado por:		Juan S. Celis	
							Hoja:		2 de 7	
Equipo	TRIBLOC BEST FILL 30/30/10					Código	PO 0500			
Modelo	BEST FILL 30/30/10					Criticidad	Critico			
Departamento	Mantenimiento					Área	Producción			
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR
Llenado	Válvula de llenado	Realizar el llenado de los envases	Flujo insuficiente	Llenado incompleto	<ul style="list-style-type: none"> Taponamiento de las válvulas 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión y de limpieza válvulas 	4	6	3	72
			Se riega la bebida	Llenado con espuma excesiva	<ul style="list-style-type: none"> Desgaste cabezal válvula 	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar cabezal 	5	6	3	90
			La válvula no sube	Voltea el envase regando la bebida	<ul style="list-style-type: none"> Cilindros no funcionan 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar alimentación cilindro 	2	7	2	28
			Aumento de presión	Se produce Espuma en exceso	<ul style="list-style-type: none"> Deformación válvula 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio válvula 	4	8	4	128
			Válvula floja	Llenado ineficiente	<ul style="list-style-type: none"> Error de montaje 	<ul style="list-style-type: none"> Ajuste válvula 	2	5	3	30
Roscado	Moto reductor	Transmitir la potencia para el movimiento del mecanismo de alimentación de tapas	En moto reductor no gira	alimentación de tipos insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> El interruptor de encendido está apagado. La protección eléctrica esta disparada o quemada. 	<ul style="list-style-type: none"> Conectar la alimentación. Desactivar la protección o cambiar el fusible. 	3	8	3	72

			Vibración excesiva	Ineficiencia del sistema	<ul style="list-style-type: none"> Desajustes. Falla rodamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar pernos de fijación. Cambiar rodamiento 	3	5	6	90
			La tapa no cierra	Las tapas caen.	<ul style="list-style-type: none"> Tapa atascada. Falla en la bisagra. Desajuste 	<ul style="list-style-type: none"> Retirar tapa. Ajustar bisagras 	4	5	5	100
	Cabezales roscadores	Colocar la talpa sobre el envase y posteriormente roscar	El cabezal no realiza la carretera completa	incapacidad de roscar el envase	<ul style="list-style-type: none"> Falla en el cilindro 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar alimentación cilindro. 	3	7	4	84
			Soltar el envase antes de finalizar el proceso de roscado	Se pierde la bebida	<ul style="list-style-type: none"> Daño en el mecanismo de agarre del cabezal 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio mecanismo de agarre cabezal 	1	9	6	54
	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)							Fecha :		03/06/2013
								Elaborado por:		Juan S. Celis
								Hoja:		4 de 7
Equipo	TRIBLOC BEST FILL 30/30/10					Código	PO 0500			
Modelo	BEST FILL 30/30/10					Criticidad	Critico			
Departamento	Mantenimiento					Área	Servicios industriales			
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR
Roscado	Cabezales roscadores	Colocar la talpa sobre el envase y posteriormente roscar	El cabezal no gira	incapacidad de roscado	<ul style="list-style-type: none"> Daño mecanismo de giro 	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar mecanismo 	4	6	4	96
			El cabezal no se devuelve	caída de envases de la línea de producción	<ul style="list-style-type: none"> Daño en el muelle del cilindro 	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar muelle 	2	4	4	32
Sistema de sincronización de movimiento	Juego de engranajes	Sincronizar el movimiento de rotación de los tres módulos del sistema	No hay movimiento del ninguno de los módulos	paro total del sistema	<ul style="list-style-type: none"> Daño acople motor-engranajes. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de acople 	2	8	7	112


			vibración excesiva sistema	Ineficiencia sistema	<ul style="list-style-type: none"> Falla rodamientos. Desajuste sistema. Daño dientes engranes 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión, cambio de rodamientos. Revisión engranajes 	2	7	7	98
			fractura engranaje	Incapacidad de movimiento	<ul style="list-style-type: none"> Lubricación ineficiente. Fatiga. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de engranajes 	1	8	9	72
			Ruido excesivo	Recalentamiento del sistema	<ul style="list-style-type: none"> Lubricación ineficaz 	<ul style="list-style-type: none"> Lubricar 	2	9	4	72
	sistema de levas	permite la sincronía entre algunos movimientos de los módulos	Eje leva roto	No hay sincronismo de movimientos	<ul style="list-style-type: none"> Fatiga. Sobrecarga 	<ul style="list-style-type: none"> Reemplazo de eje 	3	7	4	84
			deformación perfil leva	Movimiento asincrónico	<ul style="list-style-type: none"> Fatiga. Temperaturas elevadas. Error de montaje 	<ul style="list-style-type: none"> reemplazo leva 	2	6	3	36

	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)						Fecha :	03/06/2013			
							Elaborado por:	Juan S. Celis			
							Hoja:	5 de 7			
Equipo	TRIBLOC BEST FILL 30/30/10					Código	PO 0500				
Modelo	BEST FILL 30/30/10					Criticidad	Critico				
Departamento	Mantenimiento					Área	Producción				
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR	
Sistema de sincronización de movimiento	sistema de levas	permite la sincronía entre algunos movimientos de los módulos	movimiento asincrónico	Funcionamiento defectuoso sistema	<ul style="list-style-type: none"> Deformación seguir de la leva 	<ul style="list-style-type: none"> cambio seguidor 	2	8	5	80	
			Movimiento incompleto	Ineficiencia sistema	<ul style="list-style-type: none"> Falla muelle recuperador leva 	<ul style="list-style-type: none"> Reemplazo muelle 	2	8	3	48	


Sistema neumático	Electroválvulas	Direccionar el flujo de aire hacia los elementos que lo requieran.	No se activan elemento de actuador	el sistema no funciona	<ul style="list-style-type: none"> Electroválvula sucia. No hay presión en la línea. Electroválvula sin alimentación eléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza del cuerpo de la electroválvula. Verificar presión de la línea. Revisar y reparar alimentación eléctrica válvula 	5	6	4	120
	filtro	Filtrar el aire con el trabajan los elementos neumáticos	Filtro Taponado Caída de presión excesiva en el sistema		<ul style="list-style-type: none"> Fin de la vida útil del filtro. Exceso de contaminación 	<ul style="list-style-type: none"> cambio de filtro 	2	7	6	84
	Válvula de seguridad	Establecer la presión máxima de trabajo del sistema	Presión elevada	Daño en elementos actuadores. Daño tubería interna	<ul style="list-style-type: none"> taponamiento por filtrado defectuoso 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio válvula 	2	8	6	96

	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)						Fecha :		03/06/2013		
							Elaborado por:		Juan S. Celis		
							Hoja:		6 de 7		
Equipo	TRIBLOC BEST FILL 30/30/10					Código	PO 0500				
Modelo	BEST FILL 30/30/10					Criticidad	Crítico				
Departamento	Mantenimiento					Área	Producción				
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR	
sistema eléctrico	Motor eléctrico	Suministrar la potencia necesaria para el movimiento el cigüeñal y ventilador.	En moto no gira	Paro total del sistema	<ul style="list-style-type: none"> El interruptor de encendido está apagado. La protección eléctrica esta disparada o quemada. 	<ul style="list-style-type: none"> Conectar la alimentación Desactivar la protección o cambiar el fusible. 	5	9	3	135	

			Bajo torque de arranque	El sistema no enciende	<ul style="list-style-type: none"> • Errores de conexión. • Tensión de alimentación baja. • Falla en el dispositivo de arranque 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de conexiones. Verificar la fuente de alimentación 	3	8	2	48
			Sobre calentamiento	Se dispara el relé térmico	<ul style="list-style-type: none"> • Desbalance nivel de tensión. • Perdida de una fase. Bajo o alto voltaje 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión general del tablero de conexiones del Tribloc 	4	5	4	80
			El motor rota en el sentido correcto	Daños en el sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión de fase 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar conexiones 	4	8	3	96
			Ruido y vibraciones excesivas	Sobrecalentamiento demostrar	<ul style="list-style-type: none"> • Falla rodamientos. Lubricación defectuosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar rodamientos • Lubricar y limpiar 	3	8	3	72

	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)						Fecha :		03/06/2013	
							Elaborado por:		Juan S. Celis	
							Hoja:		7 de 7	
Equipo	TRIBLOC BEST FILL 30/30/10					Código	PO 0500			
Modelo	BEST FILL 30/30/10					Criticidad	Critico			
Departamento	Mantenimiento					Área	Producción			
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR

Sistema de control	PLC	Coordinar las acciones de control del sistema	Acciones de control no defectuosas	Funcionamiento erróneo del sistema	<ul style="list-style-type: none"> Configuración errónea del programa. Reseteo del dispositivo 	<ul style="list-style-type: none"> Reconfigurar el microprocesador 	2	9	6	108
	Sensor	enviar señales al microprocesador	Error en las señales	Funcionamiento errado del sistema del sistema	<ul style="list-style-type: none"> Sensores sucios. Sensores Sin calibración 	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar sensor. Calibrar sensores 	6	5	4	120
			No se envía señal	Funcionamiento defectuoso del sistema	<ul style="list-style-type: none"> Sensor sin alimentación eléctrica. Cable desconectado 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar alimentación. Inspección del cable. 	5	4	4	80
	Tablero eléctrico	Ser el medio de interacción hombre maquina	Mandos deficientes	funcionamiento del sistema erróneo	<ul style="list-style-type: none"> Pulsadores dañados. Error de conexión interna 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión y cambio de actuadores. revisión de conexiones 	2	5	6	60

	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)						Fecha :		03/06/2013	
							Elaborado por:		Juan S. Celis	
							Hoja:		1 de 5	
Equipo	Mixer					Código	PO 0400			
Modelo	PRE-MIX 10					Criticidad	Critico			
Departamento	Mantenimiento					Área	Producción			
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR

Tanque desaireador	Tanque	Garantizar las condiciones para que el proceso de desaireación del jarabe se efectúe correctamente	Agujero	No se garantizan las condiciones necesarias para el proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Golpes externos. • Delta de presión elevado. • Corrosión 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar y reparar agujero 	1	8	7	56
			Agujero	Fuga jarabe	<ul style="list-style-type: none"> • Golpes externos. • Delta de presión elevado. • Corrosión 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar y reparar agujero 	1	8	7	56
	Bomba vacío	Retirar el exceso de aire de jarabe	Velocidad de giro insuficiente	No genera presión negativa	<ul style="list-style-type: none"> • Falla motor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar motor 	3	6	7	126
			Paletas desgastadas	No genera presión negativa	<ul style="list-style-type: none"> • Filtración inefectiva. • Contaminación 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar paletas 	3	5	7	105
			Daño sellos	No genera presión negativa	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura elevada. • Errores de montaje. • Vibraciones excesivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar sellos 	4	4	6	96
			Vibración excesiva	Ineficiencia en el proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricación defectuosa. • Falla rodamientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar rodamientos • Limpiar y lubricar. 	3	6	6	108
			Sentido de giro de erróneo	Incapaz de generar vacío	<ul style="list-style-type: none"> • Fallas en el variador de fase 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar conexiones motor 	2	6	7	84

	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)						Fecha :		03/06/2013	
							Elaborado por:		Juan S. Celis	
							Hoja:		2 de 5	
Equipo	Mixer					Código	PO 0400			
Modelo	PRE-MIX 10					Criticidad	Critico			
Departamento	Mantenimiento					Área	Producción			
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR

Tanque desaireador	Bomba vacío	retirar el exceso de aire de jarabe	En moto no gira	Paro total del sistema	<ul style="list-style-type: none"> •El interruptor de encendido está apagado. • La protección eléctrica disparada o quemada. 	<ul style="list-style-type: none"> •Conectar la alimentación. Desactivar la protección o cambiar el fusible. 	2	3	5	30
			Bajo torque de arranque	El sistema no enciende	<ul style="list-style-type: none"> •Errores de conexión. Tensión de alimentación baja. Falla en el dispositivo de arranque 	<ul style="list-style-type: none"> •Revisión de conexiones. Verificar la fuente de alimentación 	2	6	4	48
Mezclador	Tanque agua	Mantener agua disponible para realizar el proceso de mezcla	Agujero	Fuga agua	<ul style="list-style-type: none"> •Golpes externos. •Delta de presión elevado. Corrosión 	<ul style="list-style-type: none"> •inspeccionar y reparar agujero 	2	6	7	84
	tanque jarabe	Mantener jarabe disponible para realizar el proceso de mezcla	Agujero	Fuga jarabe	<ul style="list-style-type: none"> •Golpes externos. •Delta de presión elevado. Corrosión 	<ul style="list-style-type: none"> •inspeccionar y reparar agujero 	2	6	7	84
	válvula dosificador	establecer la proporciones de la mezcla	aguja atorada	Imposibilidad de graduar el proceso	<ul style="list-style-type: none"> •falta de lubricación. Fallas de instalación. Fractura de alguno de sus componentes internos 	<ul style="list-style-type: none"> •cambio válvula 	1	9	8	72
			ajuste de proporción erróneo	mezclado desproporcionado	<ul style="list-style-type: none"> •Falta de calibración. •Falla de instalación. •Daños internos 	<ul style="list-style-type: none"> •cambio válvula 	2	7	7	98
	Bomba centrifuga	Garantizar el flujo de la mezcla por el sistema	fugas en puerto de aspiración	perdida de la bebida	<ul style="list-style-type: none"> •falta instalación. • Falla sellos 	<ul style="list-style-type: none"> •revisión de sellos. •Revisión condiciones de instalación 	3	6	4	72




ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)


Fecha :	03/06/2013
Elaborado por:	Juan S. Celis
Hoja:	3 de 5


Equipo	Mixer	Código	PO 0400							
Modelo	PRE-MIX 10	Criticidad	Critico							
Departamento	Mantenimiento	Área	Producción							
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR

Mezclador	Bomba centrífuga	Garantizar el flujo de la mezcla por el sistema	la bomba no levanta presión	rotura impulsor	<ul style="list-style-type: none"> • cavitación. La fallas motor 	<ul style="list-style-type: none"> • revisar impuros bomba. • Revisar motor 	2	6	6	72
			velocidad de giro insuficiente	no se garantiza el flujo de la mezcla por el sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Falla motor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar motor 	2	7	6	84
			Paletas desgastadas	la bomba no levanta presión	<ul style="list-style-type: none"> • Cavitación. Fugas tubería 	<ul style="list-style-type: none"> • cambiar paletas 	3	6	6	108
			Daño sellos	la bomba no levanta presión	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura elevada. Errores de montaje. Vibraciones excesivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar sellos 	3	6	3	54
			Vibración excesiva	Ineficiencia en el proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricación defectuosa. Falla rodamientos 	<ul style="list-style-type: none"> • cambiar rodamientos. • Limpiar y lubricar. 	4	5	4	80
			Sentido de giro de erróneo	incapaz de generar vacío	<ul style="list-style-type: none"> • fallas en el variador de fase 	<ul style="list-style-type: none"> • revisar conexione motor 	1	7	9	63
cámara carbonatación	pistón Flomix	Pulverizar la mezcla para garantizar el proceso de carbonatación	pulverización ineficiente	proceso de carbonatación de defectuoso	<ul style="list-style-type: none"> • deformación de el cabeza del infectar. 	<ul style="list-style-type: none"> • cambio cabezal 	3	6	4	72
			pulverización ineficiente	proceso de carbonatación de defectuoso	<ul style="list-style-type: none"> • desgarre cabezal inyectas 	<ul style="list-style-type: none"> • cambio cabezal 	2	8	7	112
			pistón inyector no se desplaza	incapacidad de pulverización	<ul style="list-style-type: none"> • No hay presione alimentación. • Fugas tubería interna 	<ul style="list-style-type: none"> • revisar porción de la línea. • Cambio de pistón. 	3	8	5	120


	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)						Fecha :		03/06/2013		
							Elaborado por:		Juan S. Celis		
							Hoja:		4 de 5		
Equipo	Mixer					Código	PO 0400				
Modelo	PRE-MIX 10					Criticidad	Critico				
Departamento	Mantenimiento					Área	Producción				
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR	
cámara carbonatación	Cámara de carbonatación	garantizar las condiciones para que el proceso de carbonatación se efectúe correctamente	Despresurizaciones la cámara	Proceso de carbonatación ineficaz	<ul style="list-style-type: none"> • Daño • sello tanque. • Agujero. 	<ul style="list-style-type: none"> • cambio de sello. • Revisión superficial tanque 	3	7	4	84	
	Bomba centrífuga	Garantizar el flujo de la bebida carbonatada hacia la llenadora	la bomba no levanta presión	rotura impulsor	<ul style="list-style-type: none"> • cavitación. • La fallas motor 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar puertos bomba. • Revisar motor 	5	6	4	120	
			velocidad de giro insuficiente	no se garantiza el flujo de la mezcla por el sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Falla motor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar motor 	4	6	5	120	
			Paletas desgastadas	la bomba no levanta presión	<ul style="list-style-type: none"> • Cavitación. • Fugas tubería 	<ul style="list-style-type: none"> • cambiar paletas 	2	8	7	112	
			Daño sellos	la bomba no levanta presión	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura elevada. • Errores de montaje. • Vibraciones excesivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar sellos 	2	5	7	70	
			Vibración excesiva	Ineficiencia en el proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricación defectuosa. • Falla rodamientos 	<ul style="list-style-type: none"> • cambiar rodamientos. • Limpiar y lubricar. 	3	7	4	84	
			Sentido de giro de erróneo	Daño sistema	<ul style="list-style-type: none"> • fallas en el variador de fase 	<ul style="list-style-type: none"> • revisar conexiones motor 	2	6	5	60	

Sistema neumático	Electroválvulas	Direccionar el flujo de aire hacia los elementos que lo requieran.	No se activan elemento de actuador	el sistema no funciona	<ul style="list-style-type: none"> Electroválvula sucia. No hay presión en la línea. Electroválvula sin alimentación eléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza del cuerpo de la electroválvula. Verificar presión de la línea. Revisar y reparar alimentación eléctrica válvula 	5	6	4	120
-------------------	-----------------	--	------------------------------------	------------------------	--	---	---	---	---	-----

 ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)							Fecha :		03/06/2013		
							Elaborado por:		Juan S. Celis		
							Hoja:		5 de 5		
Equipo	Mixer					Código	PO 0400				
Modelo	PRE-MIX 10					Criticidad	Critico				
Departamento	Mantenimiento					Área	Producción				
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR	
Sistema neumático	filtro	Filtrar el aire con el trabajan los elementos neumáticos	Filtro Taponado Caída de presión excesiva en el sistema	el sistema no funciona	<ul style="list-style-type: none"> Fin de la vida útil del filtro. Exceso de contaminación 	<ul style="list-style-type: none"> cambio de filtro 	2	7	6	84	
	Válvula de seguridad	Establecer la presión máxima de trabajo del sistema	Presión elevada	Daño en elementos actuadores. Daño tubería interna	<ul style="list-style-type: none"> taconamiento por filtrado defectuoso 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio válvula 	2	8	6	96	
sistema de enfriamiento	Intercambiador	Bajar la temperatura de la mezcla a -4C	Fuga refrigerante	Se reduce la capacidad de intercambio de calor del elemento	<ul style="list-style-type: none"> Daño sellos. Daño empaques. Temperaturas elevadas 	<ul style="list-style-type: none"> cambio de sellos. Cambio de empaques 	4	9	4	144	
			Flujo de refrigerante insuficiente	Reducción capacidad de enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> falla en la bomba. Fugas tubería 	<ul style="list-style-type: none"> revisión bomba refrigerante. Revisión tubería 	3	8	6	144	
			fugas internas	Daño canales internos	<ul style="list-style-type: none"> delta de presión elevado. Fatiga térmica 	<ul style="list-style-type: none"> cambio de placa afectada 	1	7	8	56	

	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)						Fecha :	03/06/2013			
							Elaborado por:	Juan S. Celis			
							Hoja:	1 de 4			
Equipo	Compresor					Código	SI 0900				
Modelo	VILTER 456XL					Criticidad	Critico				
Departamento	Mantenimiento					Área	Servicios industriales				
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR	
Sistema de lubricación	Carter	Almacenar el aceite usado para lubricar las partes móviles del compresor	Agujero	Fuga de aceite	Golpes externos. Fatiga	Tapar hueco. cambiar carcasa	1	3	2	6	
			El sello no funciona	Fuga de aceite	Vibraciones. Temperaturas elevadas. Errores de montaje	Cambiar el sello	2	3	2	12	
	Filtro	Eliminar partículas que puedan causar daños en las piezas a lubricar	Filtro taponado	Lubricación ineficiente del sistema	final de la vida útil del filtro. Temperatura elevada del aceite.	cambiar filtro	3	3	6	54	
	Calentador de aceite	Mantener el aceite en un rango de temperatura ideal para el proceso de lubricación	temperatura de aceite por debajo de las recomendada	Lubricación defectuosa	Falla en el calentador	Cambio calentador	3	4	5	60	
	Sistema de enfriamiento aceite	Mantener el aceite en un rango de temperatura ideal para el proceso de lubricación	Temperatura de aceite mayor a la recomendada	Lubricación defectuosa	Flujo de agua (refrigerante) en el radiador insuficiente.	Agregar agua (refrigerante) al sistema	4	4	4	64	


	Bomba de Aceite	Suministrara la energía necesaria al aceite para que pueda fluir sin problema	El aceite no fluye	Incapacidad de lubricar	La bomba no levanta presión. Impulsor de la bomba dañado. Bomba sin alimentación eléctrica. Bomba taponada	Cambiar bomba. Revisar conexiones de la bomba	3	7	7	147
--	-----------------	---	--------------------	-------------------------	--	---	---	---	---	-----

 ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)							Fecha :		03/06/2013	
							Elaborado por:		Juan S. Celis	
							Hoja:		2 de 4	
Equipo		Compresor				Código		SI 0900		
Modelo		VILTER 456XL				Críticidad		Crítico		
Departamento		Mantenimiento				Área		Servicios industriales		
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR
Transmisión de movimiento	Motor eléctrico	Suministrar la potencia necesaria para el movimiento del cigüeñal y ventilador.	En moto no gira	Paro total del sistema	<ul style="list-style-type: none"> El interruptor de encendido está apagado. La protección eléctrica esta disparada o quemada. 	<ul style="list-style-type: none"> Conectar la alimentación. Desactivar la protección o cambiar el fusible. 	5	9	3	135
			Bajo torque de arranque	El sistema no enciende	<ul style="list-style-type: none"> Errores de conexión. Tensión de alimentación baja. Falla en el dispositivo de arranque 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de conexiones. Verificar la fuente de alimentación 	3	8	2	48
			Sobre calentamiento	Se dispara el relé térmico	<ul style="list-style-type: none"> Desbalance nivel de tensión. Perdida de una fase. Bajo o alto voltaje 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión general del tablero de conexiones del compresor 	4	5	4	80

			El motor rota en el sentido incorrecto	Daños en el sistema	• Inversión de fase	• Revisar conexiones	4	8	3	96
			Ruido y vibraciones excesivas	Sobrecalentamiento	• Falla rodamientos. Lubricación defectuosa	• Cambiar rodamientos. • Lubricar y limpiar	3	8	3	72
	Bandas	Transmitir potencia del motor al compresor y ventilador.	Ruptura de correas	No se transmite el movimiento	• Sobrecarga. Fatiga. Fin de vida útil	• Cambiar Correa	4	6	3	72

	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)							Fecha :	03/06/2013			
								Elaborado por:	Juan S. Celis			
								Hoja:	3 de 4			

Equipo	Compresor						Código	SI 0900			
Modelo	VILTER 456XL						Criticidad	Critico			
Departamento	Mantenimiento						Área	Servicios industriales			
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR	
Sistema de potencia	Sistema de poleas	Transmitir potencia del motor al compresor, ventilador	Vibración excesiva	Ineficiencia del sistema	• Pernos flojos. • Falla rodamientos	• Ajustar pernos. Cambio rodamientos	5	3	3	45	
Sistema de ventilación	Ventilador	Retirar el calor una porción del generado en el proceso de compresión	Aspas rotas	Sobrecalentamiento	• Golpes externos. • Fatiga. • Fin vida útil	• Reemplazo de aspas	2	4	2	16	
			Vibración excesiva	Ineficiencia del sistema	• Falla rodamiento. • Desajuste Pernos	• Ajustar pernos. • Cambio rodamientos	6	3	4	72	
Sistema transmisión de movimiento	cigüeñal	convertir el movimiento rotativo del motor en un movimiento lineal	Desbalanceo	Vibraciones excesivas. Sobrecalentamiento	• Falla de montaje	• Desmonte, montaje	1	6	8	48	
			ruido excesivo	sobrecalentamiento	• desgaste	• Cambio componente	2	8	5	80	
			Fractura	Deformación del eje	• Falla rodamiento. • Desajuste Pernos	• Cambio componente	2	8	7	112	

			Deformación	Ineficiencia en el sistema	<ul style="list-style-type: none"> Fatiga. Lubricación ineficaz. Temperaturas elevadas 	<ul style="list-style-type: none"> cambio componente 	3	8	6	144	
	Pistón	Comprimir el fluido de trabajo	Desgaste	Incapacidad de compresión	<ul style="list-style-type: none"> Fatiga. Lubricación ineficaz. 	<ul style="list-style-type: none"> cambio componente 	3	8	5	120	
			Daño en alguno de los anillos del pistón	Baja capacidad volumétrica compresor	<ul style="list-style-type: none"> Fatiga. 	<ul style="list-style-type: none"> cambio componente 	4	7	6	168	
	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (A.M.E.F.)						Fecha :	03/06/2013			
							Elaborado por:	Juan S. Celis			
							Hoja:	4 de 4			
Equipo	Compresor					Código	SI 0900				
Modelo	VILTER 456XL					Criticidad	Crítico				
Departamento	Mantenimiento					Área	Servicios industriales				
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"F"	"G"	"D"	IPR	
Depósito de amoniaco	Deposito	Almacenar el fluido de trabajo del compresor	Agujero	Fuga	<ul style="list-style-type: none"> Golpes externos. Fin vida útil. falla en sellos 	<ul style="list-style-type: none"> Reparar fuga. Cambio de sello 	1	8	4	32	
Bloque compresor	Cilindros	Servir de cámara de compresión	Deformación	Paro sistema	<ul style="list-style-type: none"> Altas temperaturas 	<ul style="list-style-type: none"> Rectificado de cilindros 	2	9	6	108	
			rayado cilindro	Compresión baja	<ul style="list-style-type: none"> Filtrado de aceite defectuoso. Lubricación defectuosa 	<ul style="list-style-type: none"> Rectificado de cilindros 	2	9	6	108	
	Lumbrera de aspiración	permitir la entrada del fluido de trabajo	Fuga	Disminución capacidad volumétrica compresor	<ul style="list-style-type: none"> Falla Sello 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio Sello 	5	6	2	60	
	Lumbrera de Descarga	permitir la salida del fluido de trabajo	Fuga	Disminución capacidad volumétrica compresor	<ul style="list-style-type: none"> Falla empaques 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio Sello 	5	6	2	60	
Sistema de eléctrico y de control	Presostato	Controlar el delta de presión del compresor	Hay señal de control	el compresor no opera	<ul style="list-style-type: none"> Daño Presostato. Presostato no alimentado. Fallas de 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio Presostato. Revisión de conexiones 	2	6	7	84	

					conexión					
			Se dispara continuamente	Intermitencia de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> Falta de calibración. Ajuste muy bajo 	<ul style="list-style-type: none"> Calibrar. Ajustar 	4	6	7	168
	Válvula de seguridad	establecer la presión máxima de trabajo compresor	No regula presión	Daño grave sistema	<ul style="list-style-type: none"> Daño en el muelle de la válvula. 	<ul style="list-style-type: none"> cambiar válvula 	2	8	9	144
	tablero de control	Ser el medio de interconexión hombre maquina	Mandos deficientes	funcionamiento del sistema erróneo	<ul style="list-style-type: none"> Pulsadores dañados. Error de conexión interna 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión y cambio de actuadores. Revisión de conexiones 	2	3	1	6

ANEXO F. Plan de mantenimiento preventivo equipos planta embotelladora Inducola S.A

EQUIPO	SISTEMA	COMPONENTE	ITEM	ACTIVIDAD	LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA EN DIAS	FRECUENCIA EN HORAS	EJECUCIÓN
Caldera y línea de vapor	Eléctrico	Tablero	Control	Limpiar	Soplar y aspirar	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Caldera y línea de vapor	Eléctrico	Tablero	Control	Ajustar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Caldera y línea de vapor	Eléctrico	Tablero	Control	Verificar	Estado cables y terminales	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Caldera y línea de vapor	Eléctrico	Instrumentación y componentes	Presostato	Verificar-limpiar	Funcionamiento	Mensual	30	720	Operación
Caldera y línea de vapor	Eléctrico	Instrumentación y componentes	Nacional	Verificar-limpiar	Funcionamiento	Mensual	30	720	Operación
Caldera y línea de vapor	Eléctrico	Instrumentación y componentes	Transformador de ignición	Verificar-limpiar	Funcionamiento	Mensual	30	720	Operación
Caldera y línea de vapor	Eléctrico	Instrumentación y componentes	Electrodos	Verificar-limpiar	Funcionamiento	Mensual	30	720	Operación
Caldera y línea de vapor	Eléctrico	Instrumentación y componentes	Electroválvulas	Verificar-limpiar	Funcionamiento	Mensual	30	720	Operación
Caldera y línea de vapor	Alimentación de agua	Bomba de agua	Motor	Verificar	Conexiones y Borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Caldera y línea de vapor	Alimentación de agua	Bomba de agua	Motor	Verificar	Rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Caldera y línea de vapor	Alimentación de agua	Bomba de agua	Motor	Estructura	Anclaje de motor-bomba	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Caldera y línea de vapor	Alimentación de combustible	Bomba de acmé	Motor	Verificar	Conexiones y Borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Caldera y línea de vapor	Alimentación de combustible	Bomba de acmé	Motor	Verificar	Rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Caldera y línea de vapor	Alimentación de combustible	Bomba de acmé	Motor	Estructura	Anclaje de motor-bomba	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Caldera y línea de vapor	Alimentación de combustible	Bomba de acmé	Manómetro	Verificar	Presión indicada	Mensual	30	720	Operación
Caldera y línea de vapor	Generación de vapor	Agua de alimentación	Tratamiento químico	Adicionar	Aplicar tratamiento	Diario	1	24	Operación
Caldera y línea de vapor	Generación de vapor	Hogar de la combustión	Tubos	Limpiar	Deshollinar tubería	Mensual	30	720	Paro maquina
Caldera y línea de vapor	Generación de vapor	Quemador	Electrodos-boquillas	Limpiar	Deshollinar-limpiar-calibrar	Semanal	7	160	Paro maquina
Caldera y línea de vapor	Generación de vapor	Estructura	Carcasa	Limpiar	Remover suciedad	Semanal	7	160	Operación

EQUIPO	SISTEMA	COMPONENTE	ITEM	ACTIVIDAD	LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA EN DIAS	FRECUENCIA EN HORAS	EJECUCIÓN
Caldera y línea de vapor	Transporte de vapor	Tubería	Distribuidor y válvulas	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Caldera y línea de vapor	Transporte de vapor	Tubería	Cheques	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Caldera y línea de vapor	Transporte de vapor	Tubería	Manómetros	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Caldera y línea de vapor	Transporte de vapor	Tubería	Trampas	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Caldera y línea de vapor	Transporte de vapor	Tubería	Filtros	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Caldera y línea de vapor	Transporte de vapor	Tubería	Filtros	Limpiar	Retirar residuos	Mensual	30	720	Paro maquina
Caldera y línea de vapor	Combustible	Tanque de acmé	Exterior de tanque	Limpiar	Remover suciedad	Trimestral	90	2000	Operación
Caldera y línea de vapor	Combustible	Tanque de acmé	Interior de tanque	Lavar	Remover suciedad	Semanal	7	160	Paro maquina
Condensador Evaporativo	Lubricación	Ventilador	Chumaceras	Lubricar	Aplicar grasa	Semanal	7	160	Operación
Condensador Evaporativo	Sistema condensador de amoniaco	Interior	Tina	Limpiar	Remover suciedad y cambiar agua	Mensual	30	720	Paro maquina
Condensador Evaporativo	Frio	Exterior	Plataforma y equipo	Limpiar	Remover suciedad	Mensual	30	720	Operación
Condensador Evaporativo	Recirculación de agua	Bomba	Empaques	Revisar	Empaquetadura	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Condensador Evaporativo	Recirculación de agua	Bomba	Estructura	Revisar	Impeller	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Condensador Evaporativo	Recirculación de agua	Bomba	Estructura	Verificar	Sistema sujeción bomba	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Condensador Evaporativo	Recirculación de agua	Bomba	Empaques	Verificar	Sello mecánico	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Condensador Evaporativo	Recirculación de agua	Bomba	Motor	Revisar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Condensador Evaporativo	Recirculación de agua	Bomba	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Línea de frio	Sistema eléctrico	Tablero principal	Control	Limpiar	Soplar y aspirar	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Línea de frio	Sistema eléctrico	Tablero principal	Control	Ajustar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Línea de frio	Sistema eléctrico	Tablero principal	Control	Verificar	Estado cables y terminales	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Línea de frio	Red tubería	Amoniaco	Red	Verificar	Fugas, estado, ajuste	Mensual	30	720	Operación

EQUIPO	SISTEMA	COMPONENTE	ITEM	ACTIVIDAD	LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA EN DIAS	FRECUENCIA EN HORAS	EJECUCIÓN
Túnel termoencogido	Transporte pack	Banda transportadora	Banda	Verificar	Alineación, tensión y estado	Mensual	30	720	Operación
Túnel termoencogido	Transporte pack	Banda transportadora	Rodillos	Verificar	Estado de rodamientos y soportes	Mensual	30	720	Operación
Túnel termoencogido	Transporte pack	Banda transportadora	Motor	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000	Operación
Túnel termoencogido	Transporte pack	Banda transportadora	Motor	Verificar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Túnel termoencogido	Transporte pack	Banda transportadora	Reductor	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Túnel termoencogido	Transporte pack	Banda transportadora	Reductor	Verificar	Estado y nivel de aceite	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Túnel termoencogido	Transporte pack	Banda transportadora	Reductor	Cambiar	Cambiar aceite	Anual	365	#n/a	Paro maquina
Túnel termoencogido	Sistema termoencogido	Enfriamiento paquetes	Ventilador	Verificar	Conexiones y borneras	Mensual	30	720	Paro maquina
Túnel termoencogido	Sistema termoencogido	Recirculación aire caliente	Motor	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Túnel termoencogido	Sistema termoencogido	Recirculación aire caliente	Motor	Verificar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Túnel termoencogido	Transporte pack	Transmisión malla	Cadena y piñones	Lubricar	Agregar lubricante	Semanal	7	160	Paro maquina
Túnel termoencogido	Transporte pack	Transmisión malla	Cadena y piñones	Verificar	Estado, alineación y tensión	Semanal	7	160	Paro maquina
Túnel termoencogido	Calefacción	Conexiones	Terminales	Verificar	Estado, ajuste	Semanal	7	160	Paro maquina
Túnel termoencogido	Calefacción	Conexiones	Terminales	Cambiar	Cambiar terminales	Semestral	180	4000	Paro maquina
Túnel termoencogido	Calefacción	Conexiones	Cableado	Verificar	Estado	Semanal	7	160	Paro maquina

EQUIPO	SISTEMA	COMPONENTE	ITEM	ACTIVIDAD	LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA EN DIAS	FRECUENCIA EN HORAS	EJECUCIÓN
Tanque marmita	Recirculación	Bomba	Empaques	Revisar	Empaquetadura	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque marmita	Recirculación	Bomba	Estructura	Revisar	Impeller	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque marmita	Recirculación	Bomba	Estructura	Verificar	Sistema sujeción bomba	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque marmita	Recirculación	Bomba	Empaques	Verificar	Sello mecánico	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque marmita	Recirculación	Bomba	Motor	Revisar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque marmita	Recirculación	Bomba	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque marmita	Mezclador	Agitador	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque marmita	Mezclador	Agitador	Motor	Revisar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque marmita	Mezclador	Agitador	Reductor	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque marmita	Mezclador	Agitador	Reductor	Verificar	Estado y nivel de aceite	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque marmita	Sistema eléctrico	Accionamiento	Tablero	Inspeccionar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque marmita	Mezclador	Agitador	Reductor	Cambiar	Cambiar aceite	Anual	365	8000	Paro maquina
Tanque homogenizador 1	Mezclador	Agitador	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 1	Mezclador	Agitador	Motor	Revisar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 1	Mezclador	Agitador	Reductor	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 1	Mezclador	Agitador	Reductor	Verificar	Estado y nivel de aceite	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 1	Sistema eléctrico	Accionamiento	Tablero	Inspeccionar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 1	Transmisión principal mezclador	Reductor	Aceite	Cambiar	Cambiar aceite	Anual	365	8000	Paro maquina

EQUIPO	SISTEMA	COMPONENTE	ITEM	ACTIVIDAD	LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA EN DIAS	FRECUENCIA EN HORAS	EJECUCIÓN
Tanque homogenizador 2	Mezclador	Agitador	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 2	Mezclador	Agitador	Motor	Revisar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 2	Mezclador	Agitador	Reductor	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogeneizador 2	Mezclador	Agitador	Reductor	Verificar	Estado y nivel de aceite	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 2	Sistema eléctrico	Accionamiento	Tablero	Inspeccionar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 2	Transmisión principal mezclador	Reductor	Aceite	Cambiar	Cambiar aceite	Anual	365	8000	Paro maquina
Tanque homogenizador 3	Mezclador	Agitador	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogeneizador 3	Mezclador	Agitador	Motor	Revisar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 3	Mezclador	Agitador	Reductor	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 3	Mezclador	Agitador	Reductor	Verificar	Estado y nivel de aceite	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 3	Sistema eléctrico	Accionamiento	Tablero	Inspeccionar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 3	Transmisión principal mezclador	Reductor	Aceite	Cambiar	Cambiar aceite	Anual	365	8000	Paro maquina
Tanque homogenizador 4	Mezclador	Agitador	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 4	Mezclador	Agitador	Motor	Revisar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 4	Mezclador	Agitador	Reductor	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 4	Mezclador	Agitador	Reductor	Verificar	Estado y nivel de aceite	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 4	Sistema eléctrico	Accionamiento	Tablero	Inspeccionar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque homogenizador 4	Transmisión principal mezclador	Reductor	Aceite	Cambiar	Cambiar aceite	Anual	365	8000	Paro maquina

EQUIPO	SISTEMA	COMPONENTE	ITEM	ACTIVIDAD	LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA EN DIAS	FRECUENCIA EN HORAS	EJECUCIÓN
Tanque balance	Recirculación	Bomba	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque balance	Mezclador	Agitador	Motor	Inspeccionar	Rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque balance	Mezclador	Agitador	Motor	Revisar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque balance	Mezclador	Agitador	Reductor	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque balance	Mezclador	Agitador	Reductor	Verificar	Estado y nivel de aceite	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque balance	Sistema eléctrico	Accionamiento	Tablero	Inspeccionar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque balance	Tratamiento de jarabe	Lámpara uv	Lámpara	Inspeccionar	Funcionamiento	Trimestral	90	2000	Operación
Tanque balance	Tratamiento de jarabe	Lámpara uv	Cuarzo	Inspeccionar	Estado y fugas	Trimestral	90	2000	Operación
Tanque balance	Acumulación botella	Transporte de botella	Estructura	Verificar	Nivelación y ajuste	Mensual	30	720	Operación
Tanque balance	Acumulación botella	Transporte de botella	Chumaceras	Verificar	Estado de rodamiento	Mensual	30	720	Operación
Tanque balance	Acumulación botella	Transporte de botella	Banda tabla top	Verificar	Estado, tensión, alineación y nivelación	Trimestral	90	2000	Operación
Tanque balance	Acumulación botella	Transporte de botella	Guías laterales	Verificar	Estado, alineación	Trimestral	90	2000	Operación
Tanque balance	Acumulación botella	Transporte de botella	Motores	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Tanque balance	Transmisión principal mezclador	Reductor	Aceite	Cambiar	Cambiar aceite	Anual	365	8000	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Acumulación botella	Transporte de botella	Motores	Verificar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Acumulación botella	Transporte de botella	Reductores	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Acumulación botella	Transporte de botella	Reductores	Verificar	Estado y nivel de aceite	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Acumulación botella	Transporte de botella	Piñones	Verificar	Estado, tornillos de sujeción	Trimestral	90	2000	Paro maquina

EQUIPO	SISTEMA	COMPONENTE	ITEM	ACTIVIDAD	LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA EN DIAS	FRECUENCIA EN HORAS	EJECUCIÓN
Transportador de botellas llenas	Acumulación botella	Transporte de botella	Estructura	Verificar	Nivelación y ajuste	Mensual	30	N/A	Operación
Transportador de botellas llenas	Llenadora a acumulación	Transporte de botella	Chumaceras	Verificar	Estado de rodamiento	Mensual	30	N/A	Operación
Transportador de botellas llenas	Llenadora a acumulación	Transporte de botella	Banda tabla top	Verificar	Estado, tensión, alineación y nivelación	Trimestral	90	N/A	Operación
Transportador de botellas llenas	Llenadora a acumulación	Transporte de botella	Guías laterales	Verificar	Estado, alineación	Trimestral	90	N/A	Operación
Transportador de botellas llenas	Llenadora a acumulación	Transporte de botella	Motor	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Llenadora a acumulación	Transporte de botella	Motor	Verificar	Conexiones y borneras	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Llenadora a acumulación	Transporte de botella	Reductor	Verificar	Estado de rodamientos	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Llenadora a acumulación	Transporte de botella	Reductor	Verificar	Estado y nivel de aceite	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Llenadora a acumulación	Transporte de botella	Piñones	Verificar	Estado, tornillos de sujeción	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Sistema eléctrico	Tablero eléctrico	Tablero	Limpiar	Soplar y aspirar	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Sistema eléctrico	Tablero eléctrico	Tablero	Ajustar	Bornes y conexiones	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Sistema eléctrico	Tablero eléctrico	Cables y terminales	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Ventiladores	Ventilador	Aspas caracol	Verificar	Limpieza aspas caracol	Semanal	7	160	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Ventiladores		Rodamientos c/u	Verificar	Estado	Trimestral	90	2000	Paro maquina
Transportador de botellas llenas	Transmisión bandas	Reductor	Aceite	Cambiar	Cambiar aceite	Anual	365	8000	Paro maquina

EQUIPO	SISTEMA	COMPONENTE	ITEM	ACTIVIDAD	LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA EN DIAS	FRECUENCIA EN HORAS	EJECUCIÓN
Tubería y componentes	Red inoxidable	Agua filtrada	Válvula actuada	Verificar	Fugas, conexiones	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Agua filtrada	Válvula manual	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Agua filtrada	Tubería	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Agua filtrada	Cheque	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Jarabe simple	Válvula actuada	Verificar	Fugas, conexiones	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Jarabe simple	Válvula manual	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Jarabe simple	Tubería	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Ingredientes	Válvula actuada	Verificar	Fugas, conexiones	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Ingredientes	Válvula manual	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Ingredientes	Tubería	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Jarabe compuesto	Válvula actuada	Verificar	Fugas, conexiones	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Jarabe compuesto	Válvula manual	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Jarabe compuesto	Tubería	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Rinser	Válvula actuada	Verificar	Fugas, conexiones	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Rinser	Válvula manual	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Rinser	Tubería	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Rinser	Cheque	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Cip	Válvula actuada	Verificar	Fugas, conexiones	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Cip	Válvula manual	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red inoxidable	Cip	Tubería	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación

EQUIPO	SISTEMA	COMPONENTE	ITEM	ACTIVIDAD	LABOR	FRECUENCIA	FRECUENCIA EN DÍAS	FRECUENCIA EN HORAS	EJECUCIÓN
Tubería y componentes	Red galvanizado	Aire comprimido	Tubería	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red galvanizado	Aire comprimido	Manguera	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red galvanizado	Aire comprimido	Válvula	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red acero al carbón	Vapor	Tubería	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red acero al carbón	Vapor	Manómetro	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red acero al carbón	Vapor	Válvula	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red acero al carbón	Vapor	Unidad de regulación	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red acero al carbón	Vapor	Separador de humedad	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red acero al carbón	Condensado	Tubería	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red acero al carbón	Condensado	Manómetro	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red acero al carbón	Condensado	Válvula	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Red acero al carbón	Condensado	Unidad de trampeo	Verificar	Fugas, estado	Trimestral	90	2000	Operación
Tubería y componentes	Eléctrico	Principal	Tablero	Limpiar	Soplar y aspirar	Semestral	180	4000	Paro maquina
Tubería y componentes	Eléctrico	Principal	Tablero	Ajustar	Bornes y conexiones	Semestral	180	4000	Paro maquina
Tubería y componentes	Eléctrico	Principal	Tablero	Verificar	Cables y terminales	Semestral	180	4000	Paro maquina
Tubería y componentes	Eléctrico	Potencia procesos	Tablero	Limpiar	Soplar y aspirar	Trimestral	90	2000	Paro maquina

ANEXO G. Manual del usuario sistema de información



MANUAL DE USUARIO

SISTEMA DE INFORMACIÓN

-GAMI-



Universidad
Industrial de
Santander



CONTENIDO

1. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE.....	6
1.1 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE	6
1.2 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE	6
2. INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN	7
2.1 CONTENIDO DEL CD.....	7
2.2 PROCESO DE INSTALACIÓN.....	7
3. ENTORNO Y MÓDULOS DE LA APLICACIÓN	12
3.1 INTERFACE INICIAL DE LA APLICACIÓN INFORMÁTICA (<i>GAMI</i>).....	13
3.1.1 Módulo de Administración.....	14
3.1.2 Modulo Equipos.	21
3.1.3 Modulo gestión de mantenimiento.....	29
3.1.4 Modulo alerta.....	32
4. NIVELES DE ACCESIBILIDAD DE USUARIOS	33

INTRODUCCIÓN

En este documento se describirá de forma clara y concisa como utilizar la aplicación informática *GAMI*.

La aplicación informática *GAMI* fue desarrollada por el estudiante de ingeniería mecánica Juan Sebastian Celis Vargas, para facilitar el manejo de la información y las actividades propias del área de mantenimiento de la planta embotelladora de la Industria Colombiana de Alimentos Inducola S.A.

OBJETIVO

El objetivo de este manual es brindarle las herramientas necesarias al usuario de la aplicación informática *GAMI* para que éste pueda almacenar, disponer y modificar la información concerniente a las actividades de mantenimiento de su empresa; dando una guía detallada e ilustrada de instalación, acceso, módulos de la aplicación y demás detalles a tener en cuenta al momento de utilizar la aplicación.



1. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE

Para garantizar un desempeño eficiente de la aplicación informática *GAMI*, se debe cumplir con las especificaciones que se darán a continuación.

1.1 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE

- Procesador Intel Pentium II 450 MHZ o superior
- 128 MB de memoria RAM o superior
- 30MB de espacio libre en el disco duro (mas el espacio ocupado por la información que se ingrese a la base de datos).
- Resolución de pantalla de 800x 600 pixeles o superior.

1.2 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

- Sistema operativo Windows XP Services Pack o superior
- Adobe Acrobat Reader 7.0 o superior
- MySQL 5.0 o superior
- Java 6 o superior



2. INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN

En este capítulo se darán todas las indicaciones concernientes al proceso de instalación de la aplicación informática.

2.1 CONTENIDO DEL CD

El CD entregado cuenta con tres archivos principales:

- Carpeta de nombre mantenimiento_v2; en esta carpeta se encuentra la aplicación y no debe ser modificada.
- script_20130811_2.sql; en este archivo se encuentra el Script de la base de datos.
- El ejecutable de la aplicación GAMI Mantenimiento.jar

2.2 PROCESO DE INSTALACIÓN

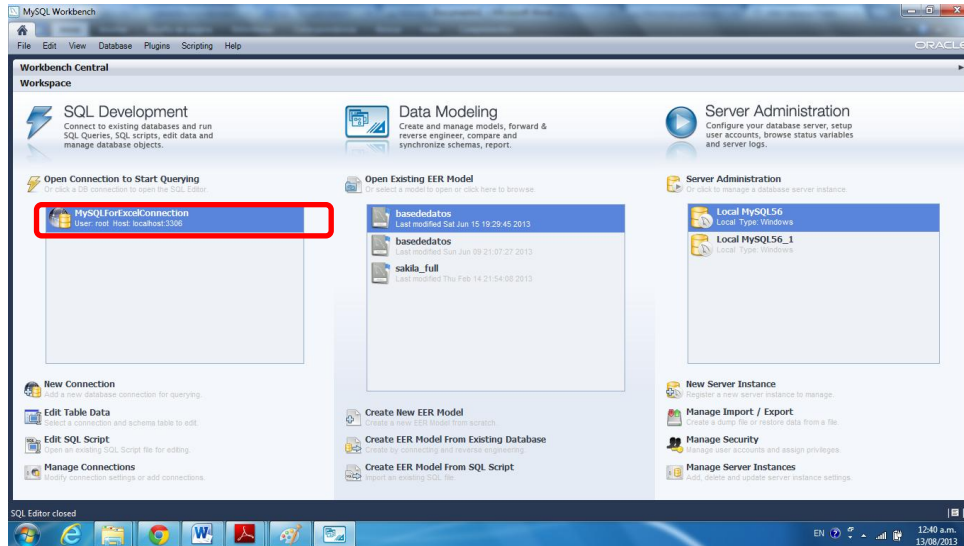
Paso No 1. Si no se tiene instalado en el PC el motor de base de datos MySQL se puede descargar totalmente gratis ya que este software tiene una licencia pública general, del siguiente enlace:

<http://dev.mysql.com/downloads/mysql/>

Paso No 2. Una vez instalado el software procedemos a ejecutarlo y aparecerá la siguiente ventana. (Ver figura 1).



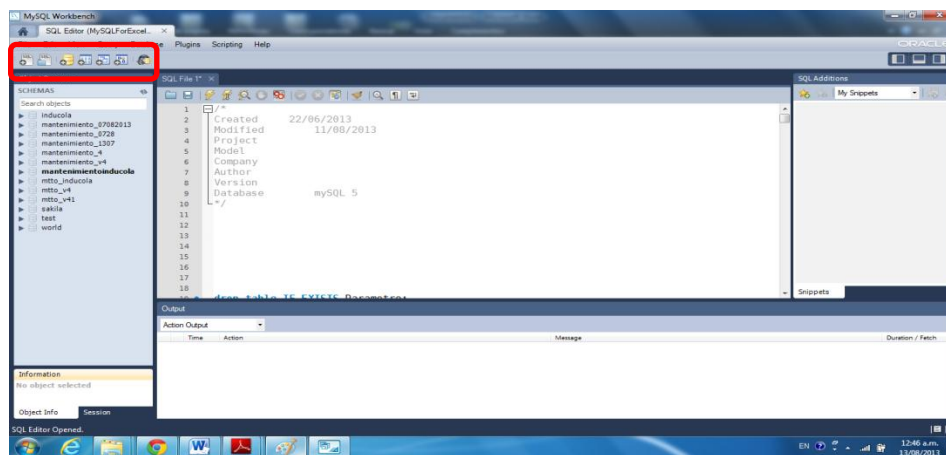
Figura 1. Entorno MySQL



Fuente: Mysql workbench 5.2 CE

Se procede a dar click sobre el recuadro señalado, a continuación nos aparecerá la siguiente interface (Ver figura 2)

Figura 2. Interface SQL Editor

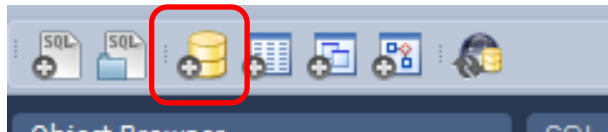


Fuente: MySQL workbench 5.2 CE



Para brindar una mayor claridad en la figura 3 se muestra el zoom del área de nuestro interés (Ver figura 3).

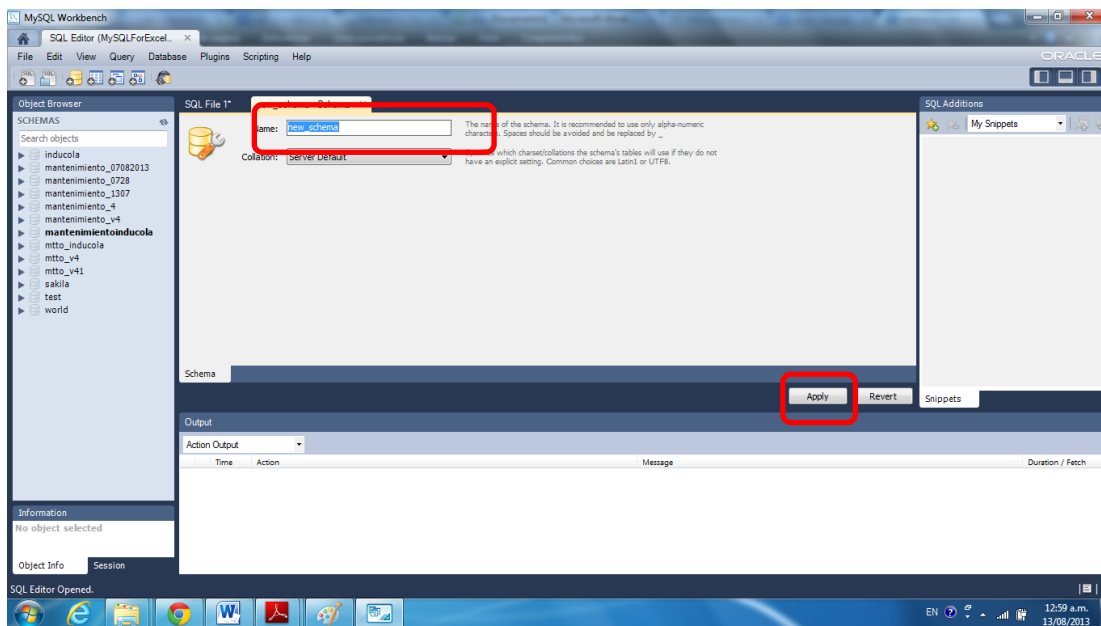
Figura 3. Área de Interés Interface SQL Editor



Fuente: MySQL workbench 5.2 CE

Se procede a dar click sobre el recuadro señalado, a continuación nos aparecerá la siguiente interface (Ver figura 4).

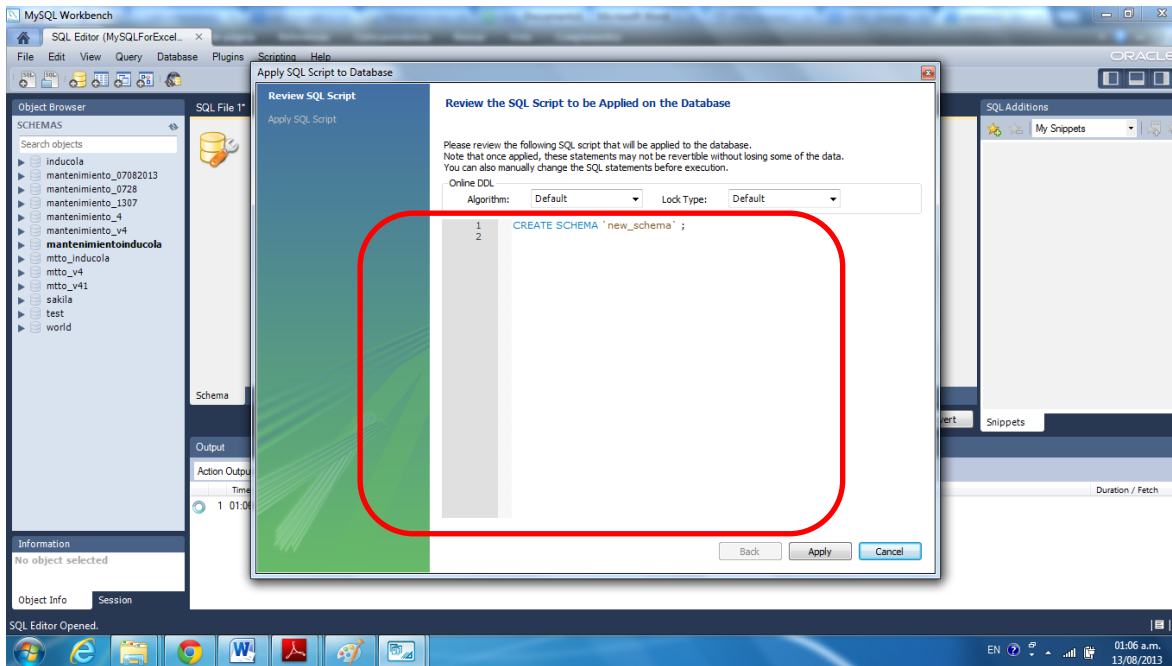
Figura 4. SQL Editor new Schema



Fuente: Mysql workbench 5.2 CE

La casilla **Name** debe ser diligenciada con “mantenimientoinducola”, damos click en el botón **Apply** y aparecerá la siguiente ventana (Ver figura 5).

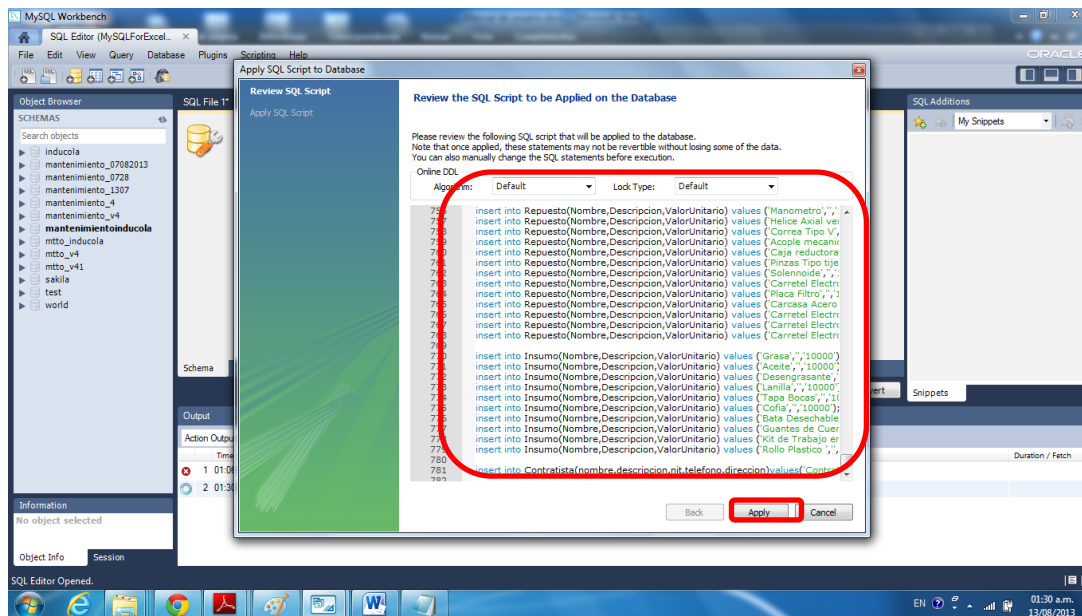
Figura 5. Apply SQL script to Database



Fuente: Mysql workbench 5.2 CE

En el área señalada se debe copiar el contenido del archivo script "script_20130811_2.sql" que se encuentra en la carpeta de principal de la aplicación.

Figura 5. Apply SQL script to Database



Fuente: MySQL workbench 5.2 CE

Una vez copiado el contenido, damos click en Apply. Con este paso culmina la creación de la base de datos procedemos a cerrar MySQL workbench 5.2 CE.

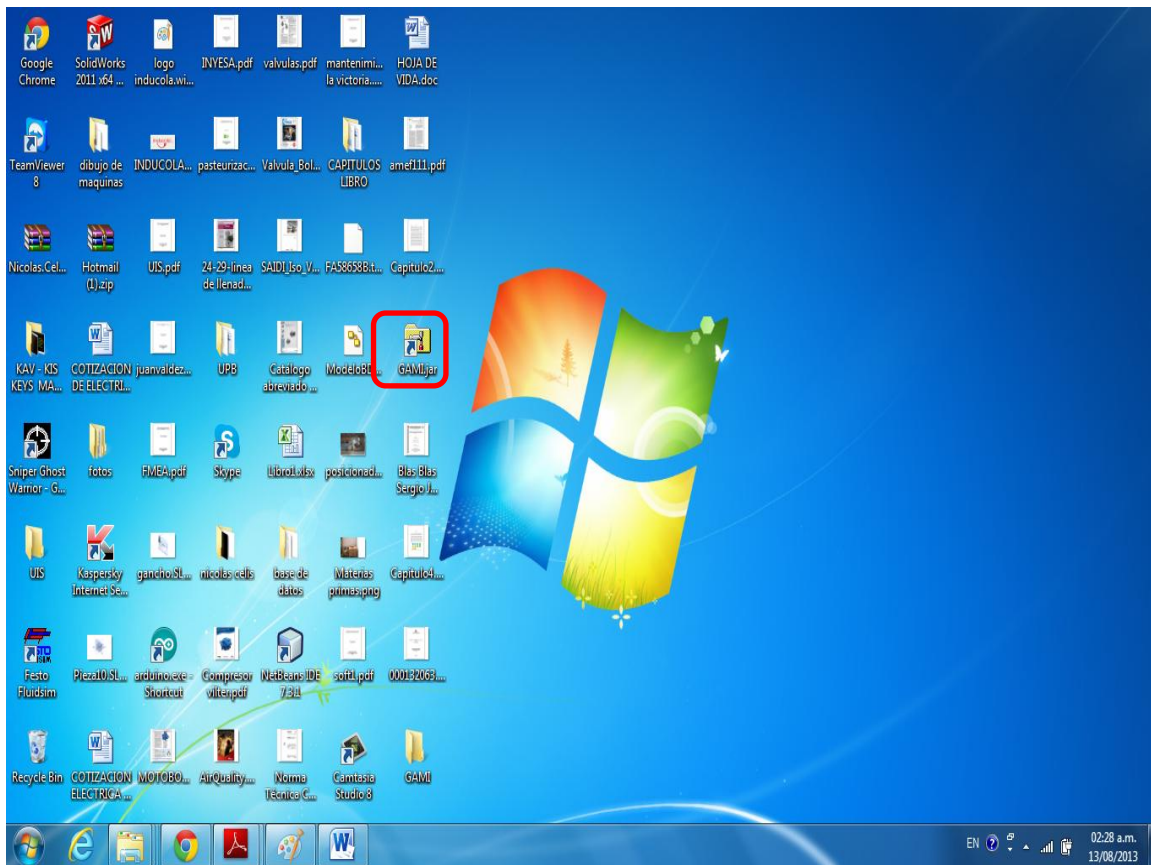
NOTA: Los pasos No1 Y No2 solo deben realizarse en el PC que se desea establecer como servidor de la base de datos.

Paso No 3. Copiar el contenido del CD en el disco duro de las maquinas donde se desea ejecutar la aplicación, copiando el archivo ejecutable en el escritorio para facilitar el acceso a la aplicación informática *GAMI*.

3. ENTORNO Y MÓDULOS DE LA APLICACIÓN

Una vez, se realizaron los pasos No1, No2, y No3 respectivamente procedemos a buscar el icono de la aplicación en el escritorio (Ver figura 6), damos click en el para empezar a ejecutar la aplicación.

Figura 6. Icono GAMI

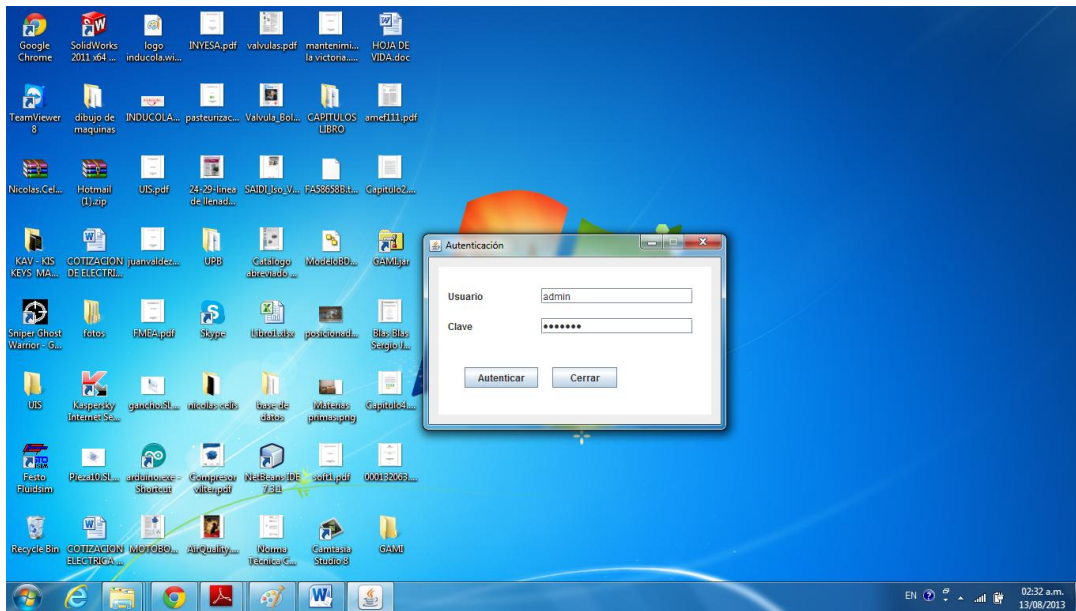


Fuente: Autor del proyecto.

Al ejecutar la aplicación por primera vez en cualquier equipo por defecto nos aparece la siguiente interface de validación de usuario (Ver figura 7).



Figura 7. Interface de validación inicial.



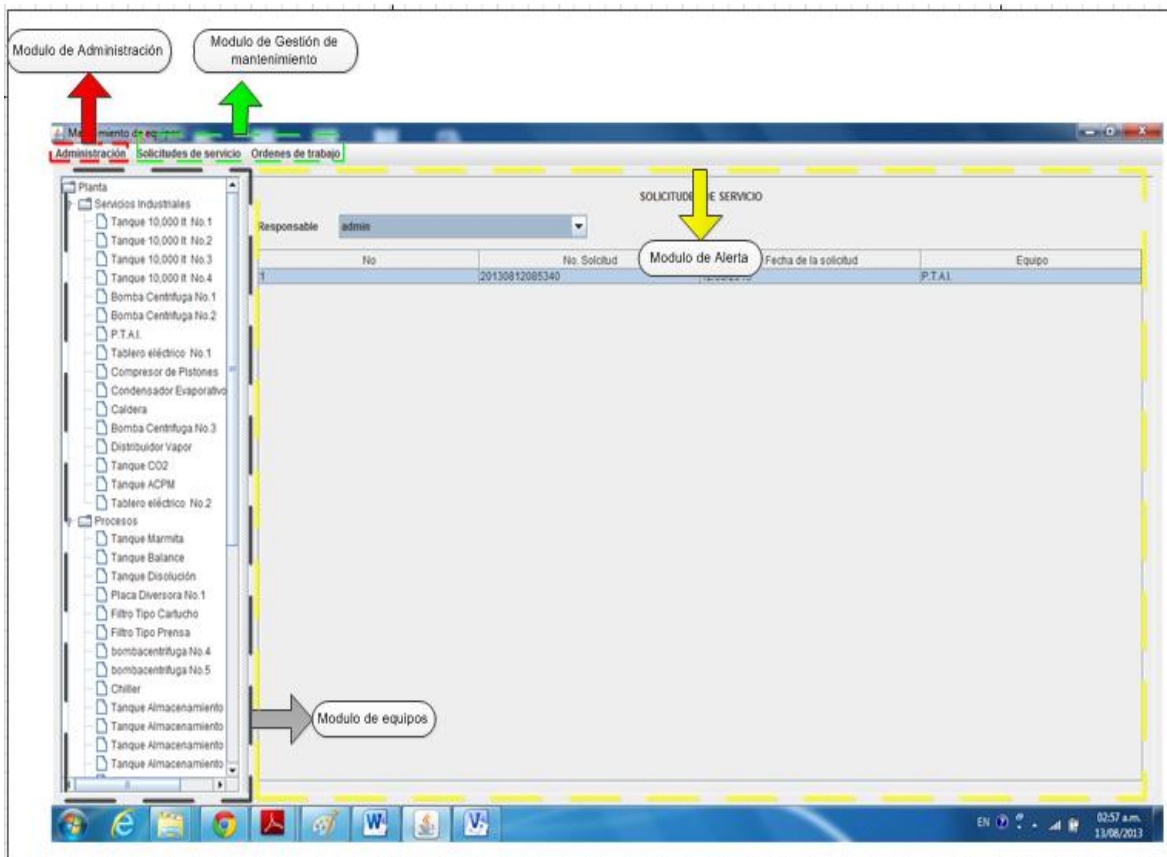
Fuente: Autor del proyecto.

Una vez, realizada la validación de usuario por parte del administrador de la base de datos se despliega la siguiente interface inicial de la aplicación informática para la gestión del mantenimiento (Ver figura 8).

3.1 INTERFACE INICIAL DE LA APLICACIÓN INFORMÁTICA (GAMI)

A continuación se presenta la interface inicial de la aplicación informativa la cual aplica para todos los niveles de usuario (Ver figura 8). Donde se hará una descripción general de cada uno de ellos.

Figura 8. Interface inicial de la aplicación informativa

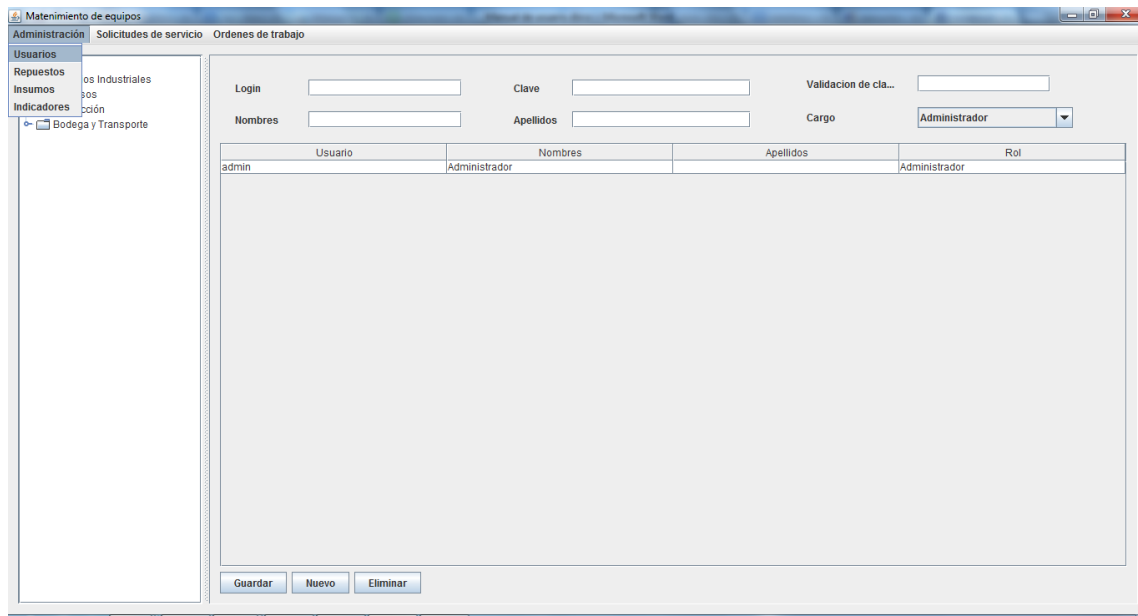


Fuente: Autor del proyecto.

3.1.1 Módulo de Administración. En éste módulo nos permite administrar los usuarios del sistema de información, agregar, eliminar y asignar el nivel de accesibilidad a los usuarios; en este módulo se agrega información como nombre, apellido, rol y cargo del usuario; el nivel de accesibilidad a la aplicación informática del usuario está asociado a cargo (Ver figura 9).



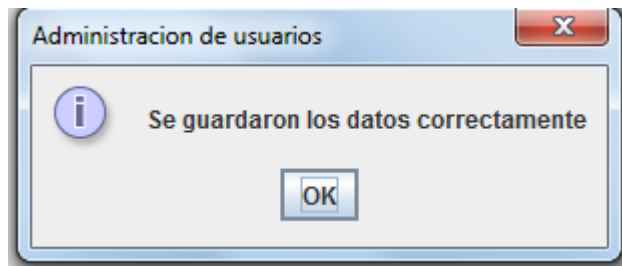
Figura 9. Administración de usuarios



Fuente: Autor del proyecto.

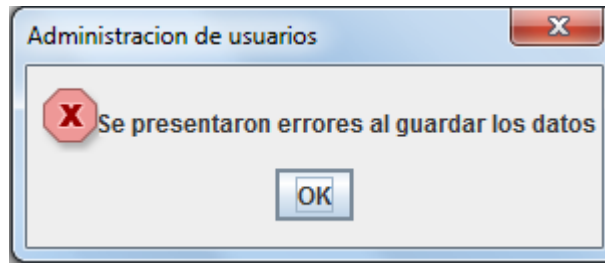
Una vez se diligencian los datos de un nuevo usuario aparece un mensaje que confirma que los datos se guardaron correctamente (Ver figura 10). De lo contrario aparece un mensaje que alerta alguna inconsistencia por la cual no se pudo agregar un nuevo usuario (Ver figura 11).

Ver figura 10. Confirmación de Nuevo usuario agregado.



Fuente: Autor del proyecto.

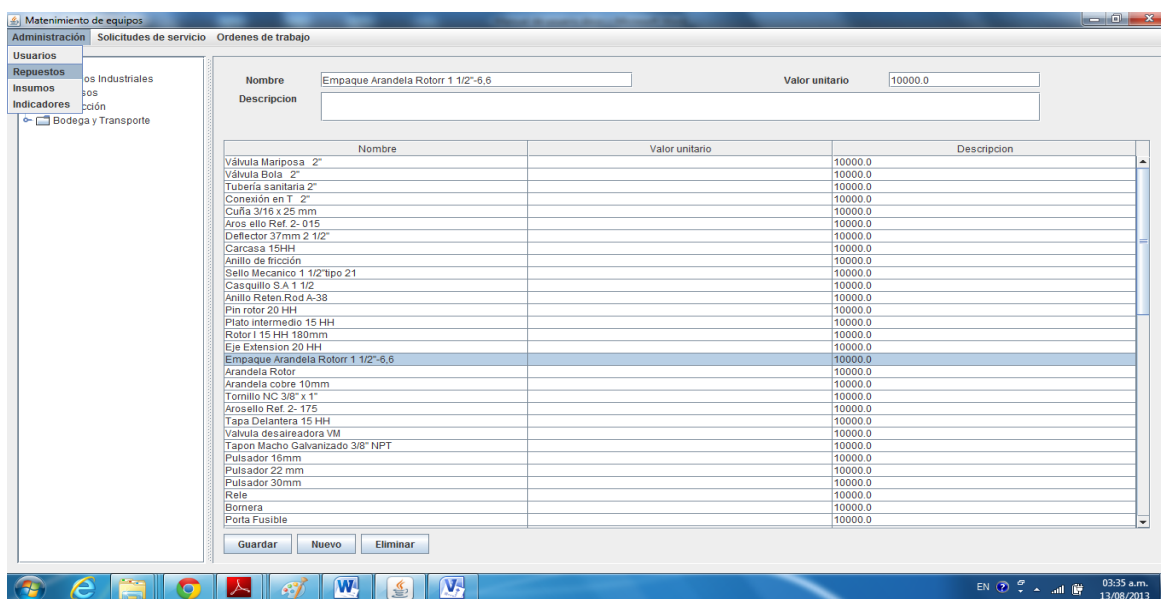
Ver figura 11. Error al agregar usuario



Fuente: Autor del proyecto.

Además incluye la pestaña de repuestos donde se lista inicialmente los repuestos a utilizar en las actividades de mantenimiento donde se incluye la descripción y el valor unitario de cada uno de estos, además algunos niveles de usuario pueden agregar o eliminar ítems (ver figura12)

Figura 12. Administración de repuestos

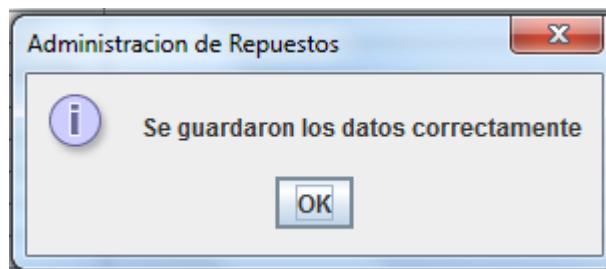


Fuente: Autor del proyecto.



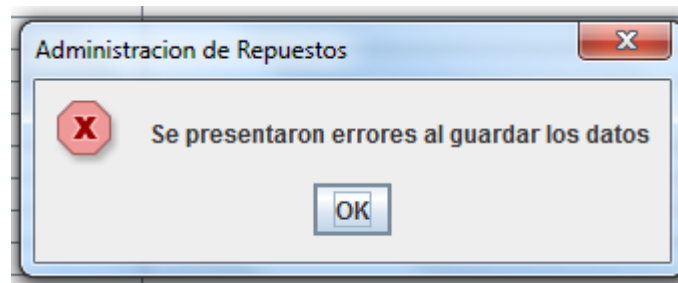
Al agregar nuevos repuestos se deben diligenciar obligatoriamente nombre y valor unitario en pesos del repuesto, el campo descripción es opcional y no ocasiona errores a la hora de guardar un nuevo ítem. Al guardar de un nuevo repuesto de forma correcta aparece un mensaje de confirmación (Ver figura 13). De igual manera si no se diligencia alguna casilla obligatoria o se ingresan datos erróneamente aparece una ventana que indica el error (Ver figura 14).

Figura 13. Confirmación de repuesto agregado



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 13. Error al agregar repuesto.



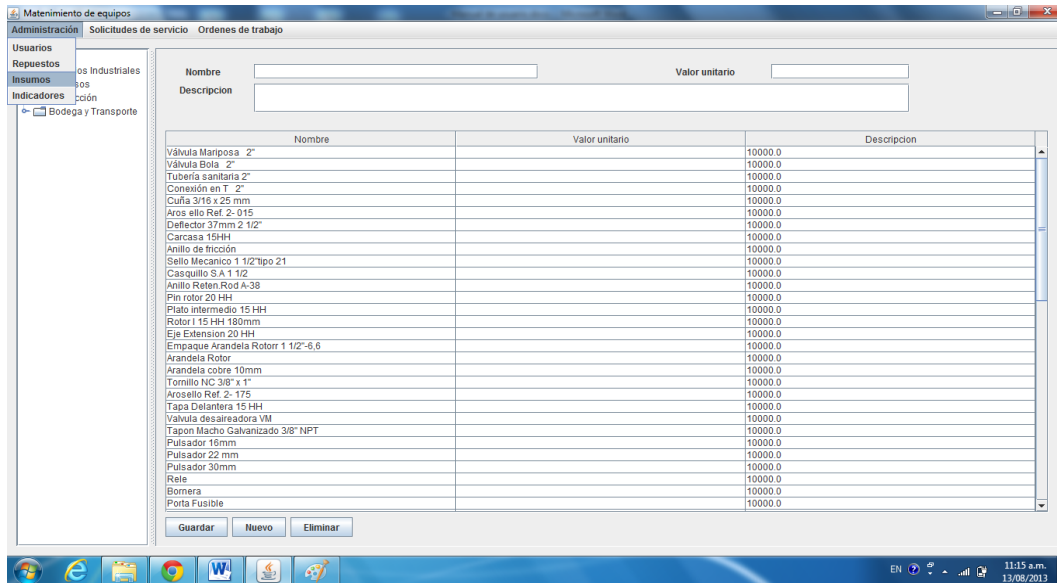
Fuente: Autor del proyecto.

Al igual que en la pestaña de repuestos, la pestaña de insumos tiene una lista predeterminada de insumos y da la opción de agregar nuevos insumos se deben diligenciar obligatoriamente nombre y valor unitario en pesos del insumo, el campo descripción es opcional y no ocasiona errores a la hora de guardar un nuevo ítem. Al



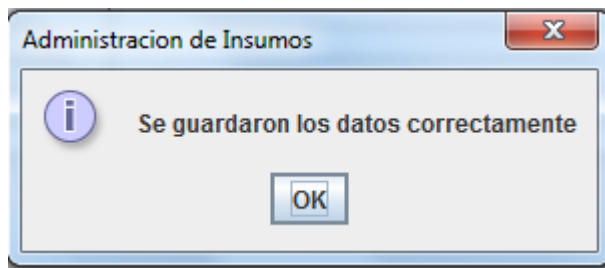
guardar de un nuevo insumo de forma correcta aparece un mensaje de confirmación (Ver figura 16). De igual manera si no se diligencia alguna casilla obligatoria o se ingresan datos erróneamente aparece una ventana que indica el error (Ver figura 17).

Figura 15. Administración de Insumos.



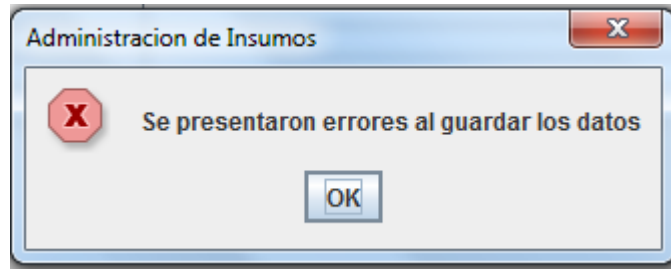
Fuente: Autor del proyecto.

Figura 16. Confirmación de Insumo agregado



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 17. Error al agregar insumo



Fuente: Autor del proyecto.

El módulo de administración, también incluye una pestaña de indicadores, la cual nos permite llevar un control de la gestión de actividades propias de mantenimiento de la planta en un periodo de tiempo específico, por medio del cálculo de los siguientes indicadores Confiabilidad, Mantenibilidad y disponibilidad.

Para ilustrar al usuario sobre los indicadores de gestión de mantenimiento a continuación se define cada uno de estos.

Confiabilidad. Es la probabilidad de que un equipo ejerza correctamente la totalidad de las funciones para la cual fue diseñado, durante un periodo de tiempo estipulado y bajo condiciones de operación específicas.

Mantenibilidad. La Mantenibilidad está inversamente relacionada con la duración y el esfuerzo requerido por las actividades de mantenimiento.

Puede ser asociada de manera inversa con el tiempo que se toma en lograr acometer las acciones de mantenimiento, en relación con la obtención del comportamiento deseable del sistema. Esto incluye la duración (horas) o el esfuerzo (horas- hombre) invertidos en desarrollar todas las acciones necesarias



para mantener el sistema o uno de sus componentes para restablecerlo o conservarlo en una condición específica.

Disponibilidad. La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.

Se define como la probabilidad de que un equipo esté preparado para producción en un periodo de tiempo determinado, o se a que no esté parada por averías o ajustes.

Figura18. Calculo de indicadores

The screenshot shows a web-based application window titled "Matenimiento de equipos". The interface includes a navigation menu on the left with options like "Administración", "Solicitudes de servicio", and "Ordenes de trabajo". The main area contains a form for calculating indicators. It has two date input fields: "Fecha Inicial" with the value "13/08/2012" and "Fecha Final" with the value "14/08/2013". Below these is a "Calcular" button. Further down, there are three input fields labeled "Confiabilidad", "Disponibilidad", and "Mantenibilidad". The bottom of the window shows a Windows taskbar with various application icons and a system tray displaying the time "11:49 a.m." and date "13/08/2013".

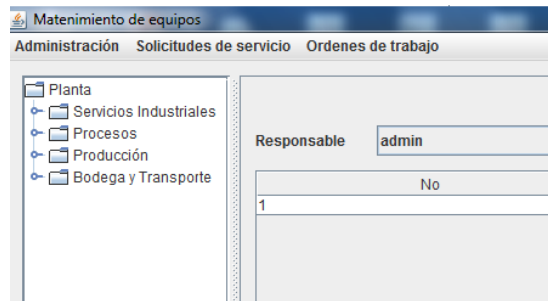
Fuente: Autor del proyecto.

Donde se debe diligenciar las casillas fecha inicial y fecha final del periodo a evaluar; una vez diligenciados estos campos se procede a dar click en el botón calcular.



3.1.2 Modulo Equipos. Este módulo nos permite manejar la información concerniente a los equipos. Y a continuación se realizará la descripción de cada uno de los componentes de este módulo.

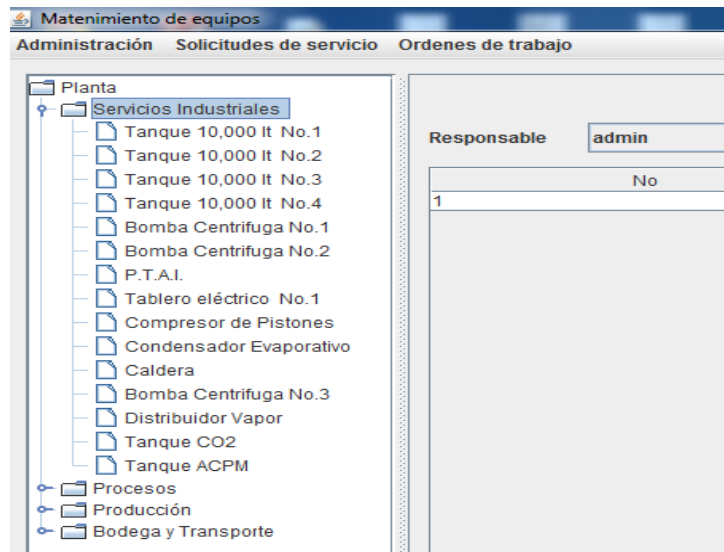
Figura 19. Presentación modulo mantenimiento



Fuente: Autor del proyecto.

El módulo de equipos inicialmente tiene los equipos de la planta listados y organizados dependiendo del área donde se encuentran ubicados en la planta embotelladora. Al dar click sobre cualquier área se desplegará el listado de equipos relacionados a ésta (Ver figura 20).

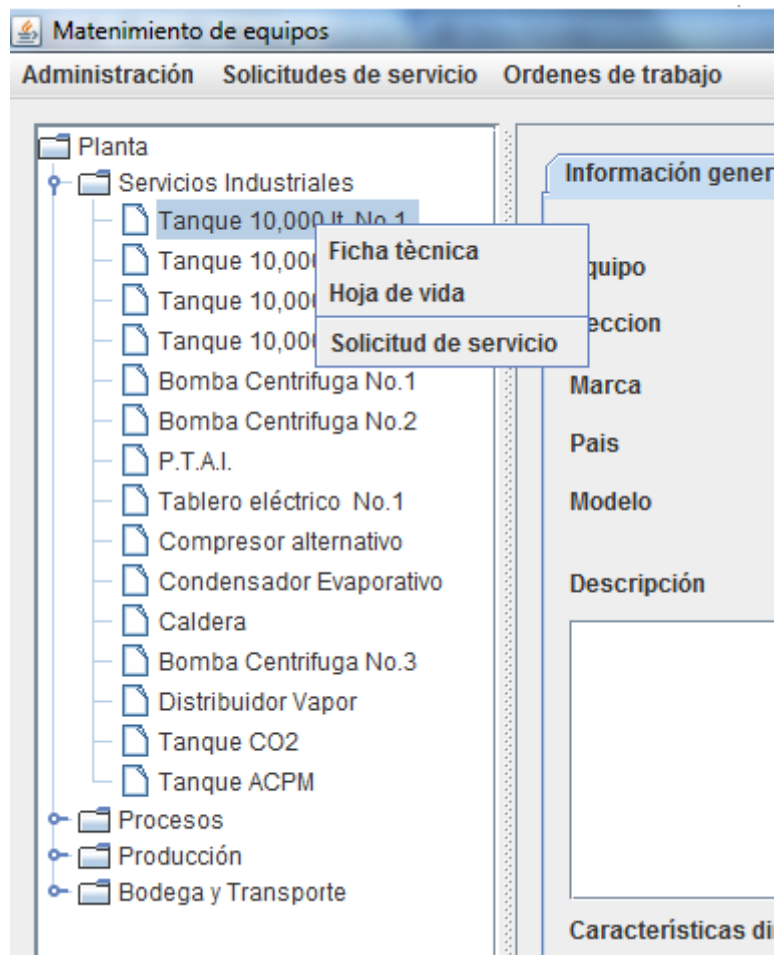
Figura 20. Listado de equipos



Fuente: Autor del proyecto.

Al seleccionar un equipos dar click derecho sobre el sobre cualquier equipo se despliega una pestaña que nos da tres opciones ficha técnica, hoja de vida o solicitud de servicio (Ver figura 21).

Figura 21 Opciones módulo de equipos



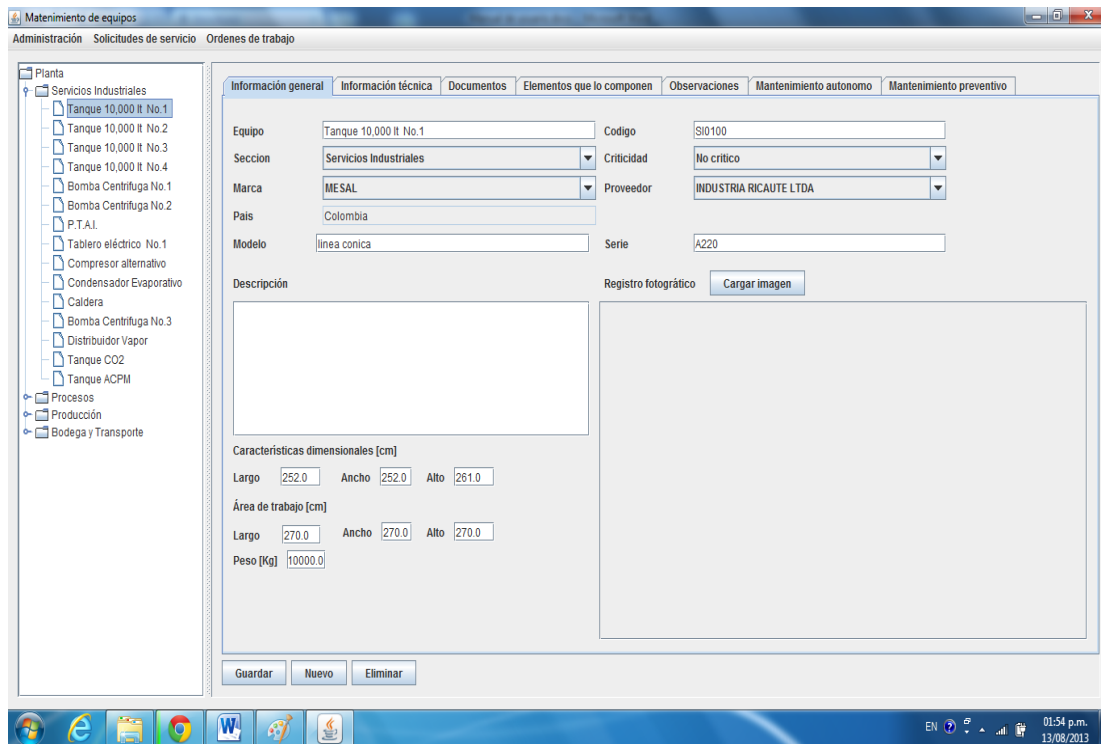
Fuente: Autor del proyecto.

Al dar click sobre ficha técnica se despliega una interface donde se contemplan los siguientes ítems:



Información general (Ver figura 22). En éste ítem se consiga información tal como nombre y código del equipo, sección donde se encuentra ubicado, datos del fabricante u proveedor, registro fotográfico del equipo descripción y características dimensionales de éste.

Figura 22. Información general modulo equipos

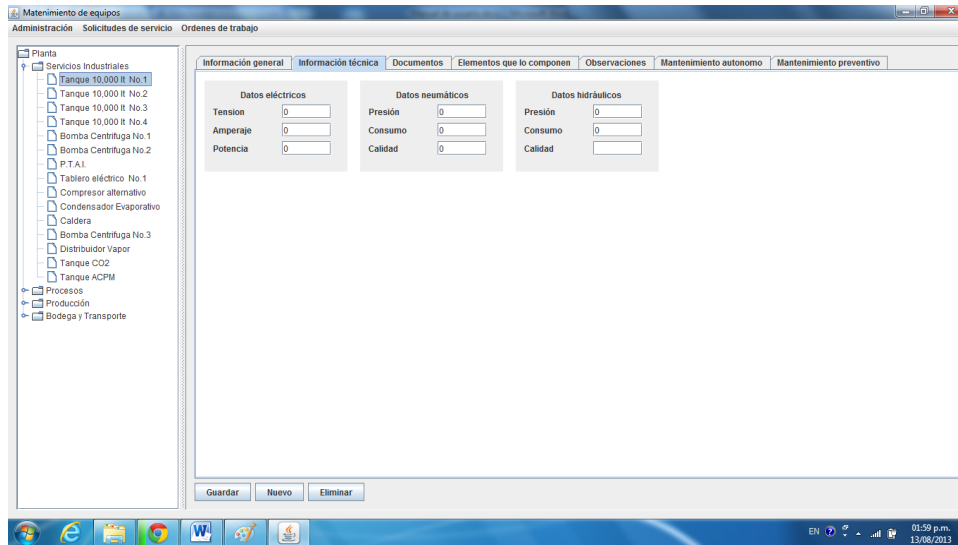


Fuente: Autor del proyecto.

Información técnica (Ver figura 23). En este ítem se consigan la información concerniente datos eléctricos, datos neumáticos y datos hidráulicos (requerimientos del equipo), si el equipo presenta algún otro requerimiento para su funcionamiento puede ser consignado en el ítem de observaciones.



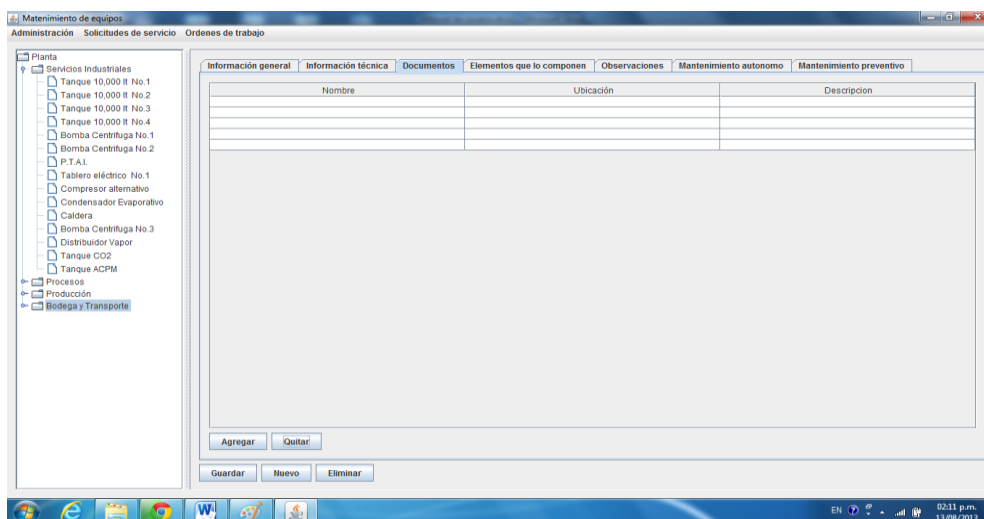
Figura 23. Información técnica Modulo equipos



Fuente: Autor del proyecto.

Documentos (ver figura 24). Este ítem permite registrar información de los documentos asociados al equipos y tiene las casillas de nombre ubicación y descripción.

Figura 24. Documentación módulo de equipos

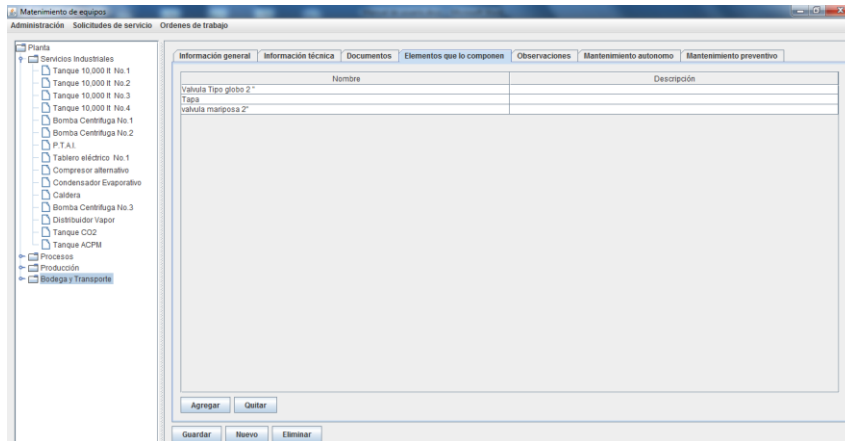


Fuente: Autor del proyecto.



Elementos que lo componen (Ver figura 25). En éste ítem se puede agregar los subsistemas y componentes de estos asociados al equipo, dando diligenciando 2 casillas nombre y descripción.

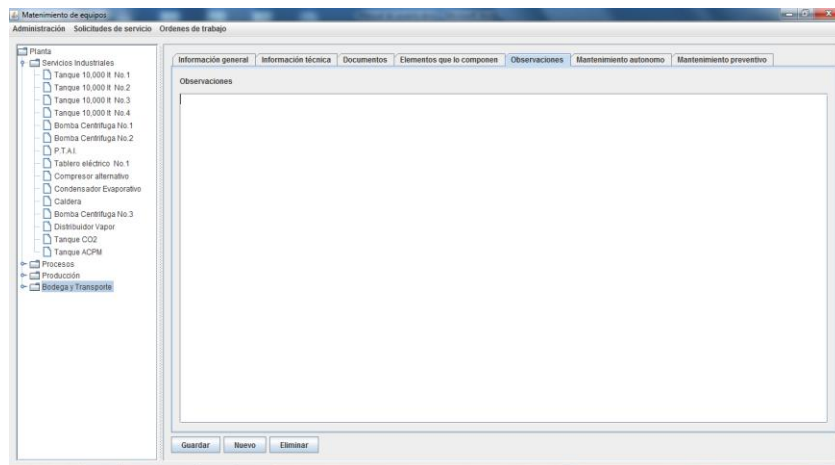
Figura 25. Elementos Modulo equipos



Fuente: Autor del proyecto.

Observaciones (Ver figura 26). En este ítem deben consignarse aspectos a tener en cuenta en la operación de equipo o a la hora de realizar una intervención sobre éste.

Figura 26. Observaciones Modulo equipos

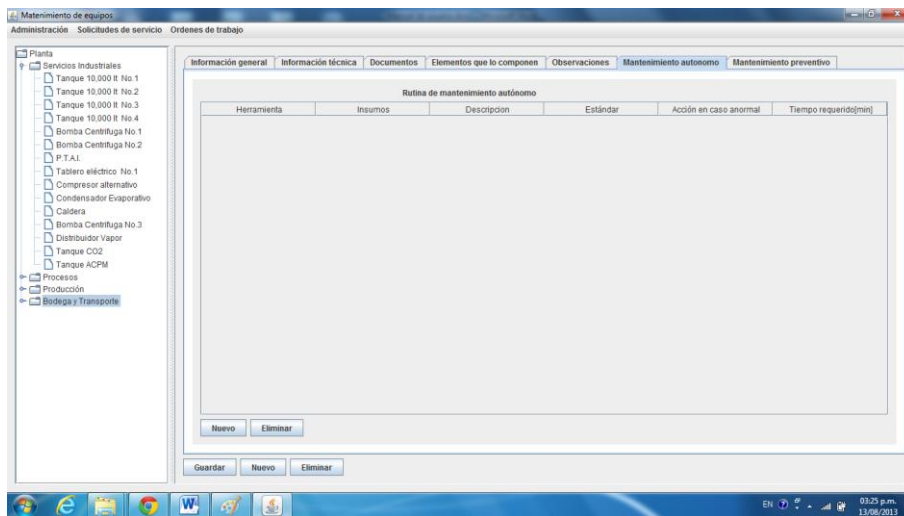


Fuente: Autor del proyecto.



Mantenimiento autónomo (ver figura 27). En este ítem se debe registrar la rutina de mantenimiento autónomo de del equipo incluyendo herramientas e insumos necesarios para realizar la actividad, una descripción de la actividad, estándar si es el caso de una revisión y que hacer en caso de anomalía.

Figura 27. Mantenimiento autónomo módulo de equipos

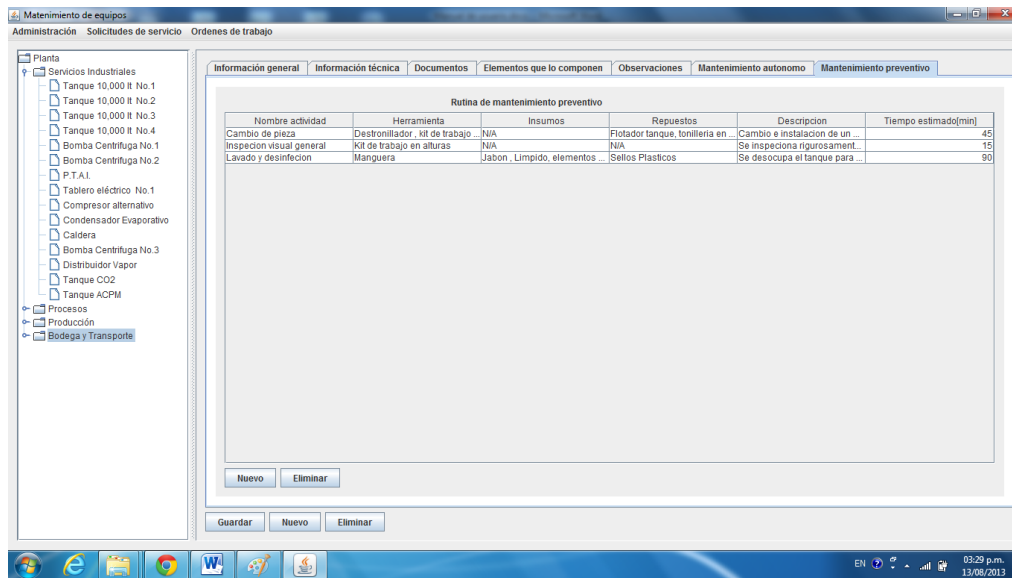


Fuente: Autor del proyecto.

Mantenimiento preventivo (ver figura 28). En este ítem se debe registrar la rutina de mantenimiento preventivo asociada al equipo, incluyendo una descripción detallada de la actividad a realizar, herramientas insumo, repuestos, y un tiempo estimado.



Figura 28. Mantenimiento Preventivo módulo de equipos

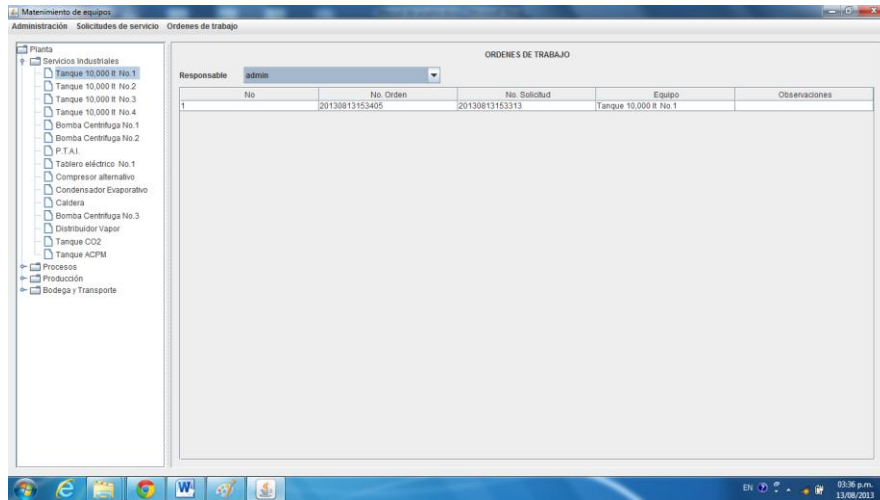


Fuente: Autor del proyecto.

Otra de las opciones que nos ofrece el módulo de equipos es la de ver la hoja de vida del equipo seleccionado, debe seguirse el mismo procedimiento que se describió a la hora de entrar en ficha técnica, se debe al dar click en hoja de vida se despliega una venta donde se relacionan las ordenes de trabajo efectuadas sobre el equipo seleccionado anteriormente y el responsable de ejecutarla (Ver figura 29).



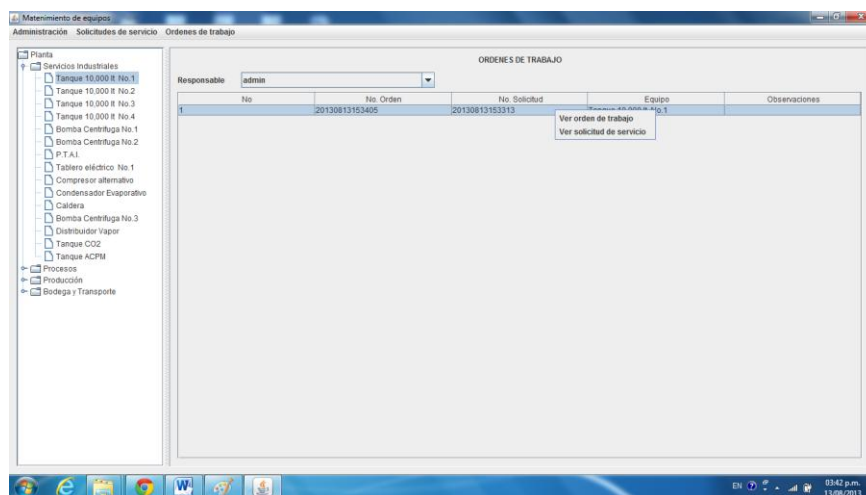
Figura 29. Mantenimiento Preventivo módulo de equipos



Fuente: Autor del proyecto.

Una vez, se despliega la opción hoja de vida del equipo, se éste modulo nos da la opción de visualizar el formulario de solicitud de servicio que origino la orden de trabajo, o visualizar en detalle cada orden de trabajo. Una vez ejecutada la orden se debe dar click en el botón de cerrar orden.

Figura 30. Opciones hoja de vida del equipo módulo de equipos

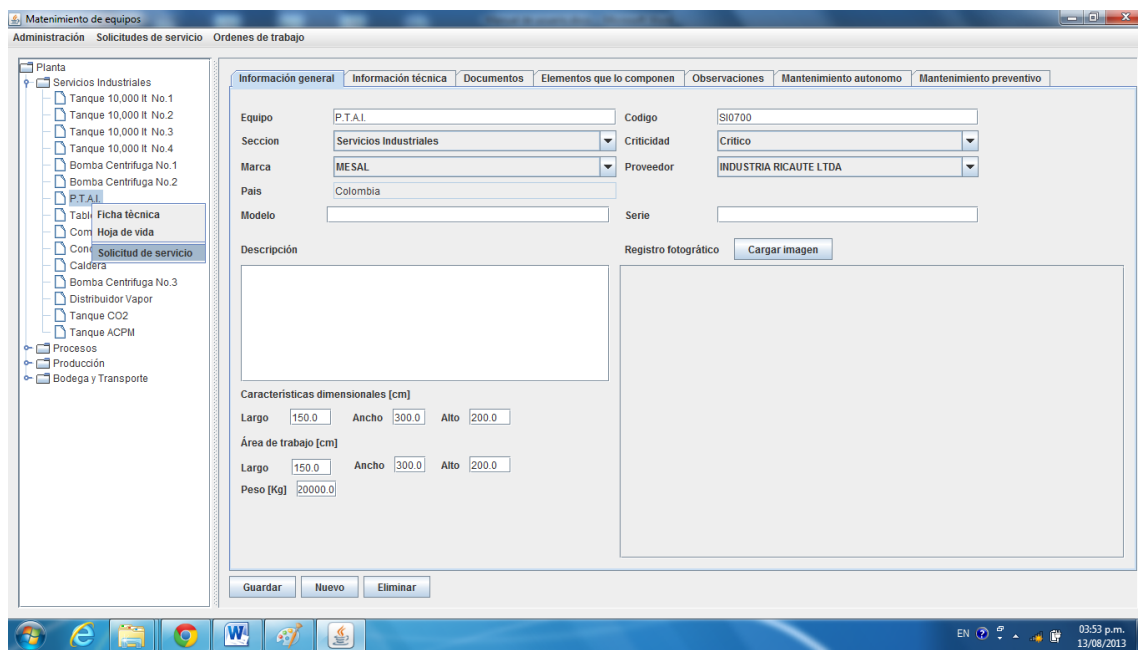


Fuente: Autor del proyecto.

3.1.3 Modulo gestión de mantenimiento. Este módulo nos permite controlar el flujo de la información del área de mantenimiento, empezando por la creación de solicitud de servicio y creación de órdenes de trabajo, a continuación se mostrara como diligenciar el formulario de solicitud de servicio.

Solicitud de servicio (Ver figura 31). Para crear una solicitud de servicio se debe seleccionar el equipo y dar click derecho, una vez seleccionado. Se debe seleccionar solicitud de servicio y dar click sobre ella; al finalizar estos pasos se despliega el formulario de solicitud de servicio con los datos diligenciados del equipo relacionado.

Figura 31. Solicitud de servicio



The screenshot shows a software window titled 'Matenimiento de equipos' with a tree view on the left and a main form area. The tree view includes 'Planta' and 'Servicios Industriales' with sub-items like 'Tanque 10,000 It No.1' and 'P.T.A.I.'. The main form has several tabs: 'Información general', 'Información técnica', 'Documentos', 'Elementos que lo componen', 'Observaciones', 'Mantenimiento autonomo', and 'Mantenimiento preventivo'. The 'Información general' tab is active, showing fields for 'Equipo' (P.T.A.I.), 'Codigo' (SI0700), 'Seccion' (Servicios Industriales), 'Criticidad' (Critico), 'Marca' (MESAL), 'Proveedor' (INDUSTRIA RICAUTE LTDA), 'Pais' (Colombia), and 'Modelo'. Below these are 'Características dimensionales [cm]' and 'Área de trabajo [cm]' with input fields for Largo, Ancho, and Alto. A 'Registro fotográfico' section has a 'Cargar imagen' button. At the bottom are 'Guardar', 'Nuevo', and 'Eliminar' buttons. The Windows taskbar at the bottom shows the date and time as 03:53 p.m. 13/08/2013.

Fuente: Autor del proyecto.

En el formulario de solicitud de servicio (Ver figura 32), se deben diligencia cada una de las casillas y luego dar click en el botón guardar.



Figura 32. Formulario de solicitud de servicio

Fuente: Autor del proyecto.

Orden de trabajo (Ver figura 35). Una vez, se guarda la solicitud de servicio, para crear una orden de trabajo asociada a este tenemos que ir al menú solicitud de servicio. Dar click en ver listado y seleccionar la orden para proceder a dar click izquierdo sobre esta donde nos dará la opción de crear orden de trabajo asociada a la solicitud de servicio (Ver figura 34).

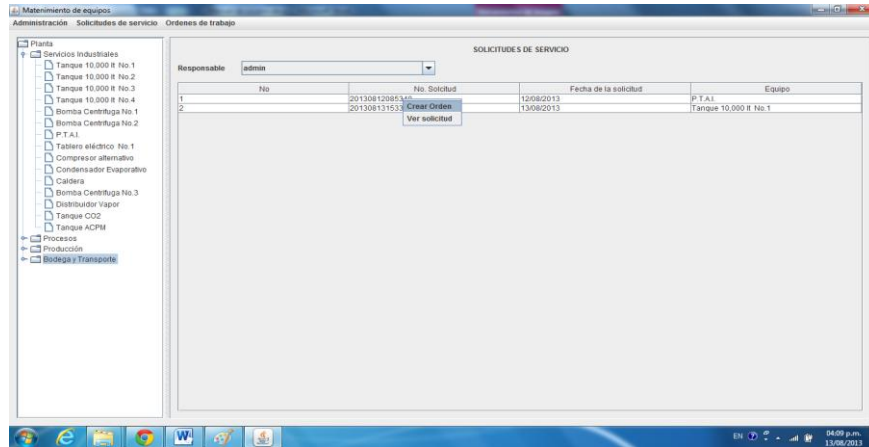
Figura 33. Menu solicitud de servicio

Responsable	No.	No. Solicitud	Fecha de la solicitud	Equipo
admin	1	20130812085340	12/08/2013	P.T.A.I.
admin	2	20130813153337	13/08/2013	Tanque 10.000 R No.1

Fuente: Autor del proyecto.



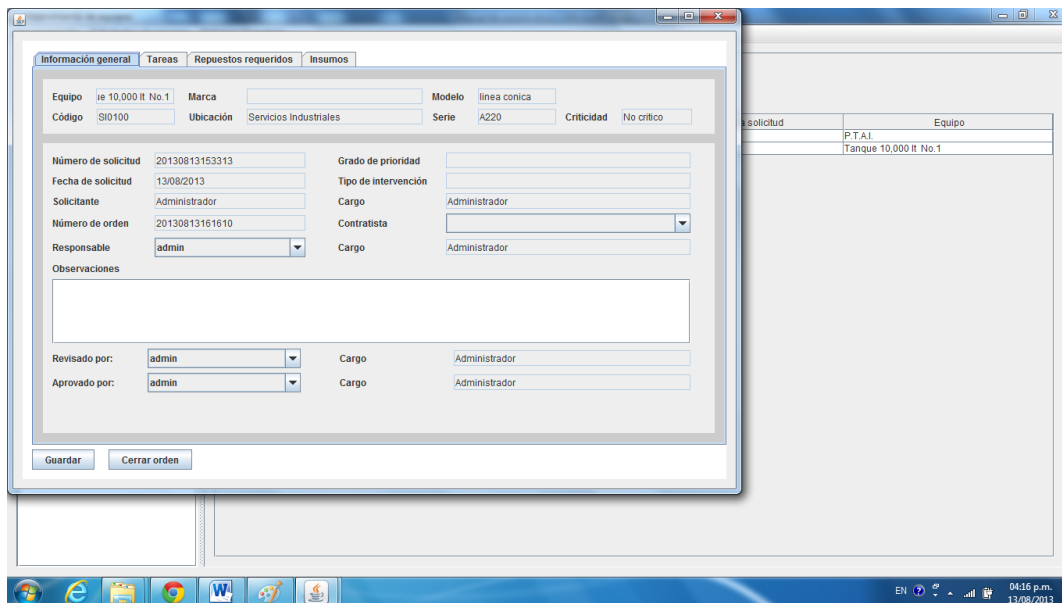
Figura 34. Crear orden de trabajo



Fuente: Autor del proyecto.

Una vez damos click sobre crear orden, se despliega el formulario de orden de trabajo donde se incluyen los siguientes ítem descripción de la orden, tareas, repuestos, requerido e insumos. (Ver figura 35).

Figura 35. Formulario orden de trabajo



Fuente: Autor del proyecto.



3.1.4 Modulo alerta. Este módulo es la forma mediante la cual el sistema de información, informa al usuario una vez este ingresa a la aplicación que ordenes de trabajo o solicitudes de servicio están bajo su responsabilidad y se encuentran pendientes.



4. NIVELES DE ACCESIBILIDAD DE USUARIOS

Como se mencionó con anterioridad cada rol asociado al usuario le brinda un nivel de accesibilidad de la información de sistema de información para la gestión del mantenimiento, a continuación se muestra una tabla donde se da una visión general cada nivel de accesibilidad.

Tabla 20. Niveles de Accesibilidad del Usuario

NIVEL DE USUARIO / ROL		ADMINISTRADOR	JEFE PRODUCCIÓN	JEFE MANTENIMIENTO	OPERARIO	AUXILIAR
MODULO ADMINISTRACIÓN						
ÍTEM	Usuarios	Visualizar Modificar Agregar Eliminar	Visualizar Agregar Eliminar	Visualizar Agregar Eliminar	Visualizar	Visualizar
ÍTEM	Repuestos	Visualizar Modificar Agregar Eliminar	Visualizar	Visualizar Agregar Eliminar	Visualizar	Visualizar
ÍTEM	Insumos	Visualizar Modificar Agregar Eliminar	Visualizar	Visualizar Agregar Eliminar	Visualizar	Visualizar
ÍTEM	Indicadores	Visualizar Calcular	Visualizar Calcular	Visualizar Calcular	N/A	N/A
MODULO EQUIPOS						
ÍTEM	Ficha técnica	Visualizar Modificar Agregar Eliminar	Visualizar	Visualizar Modificar Agregar Eliminar	Visualizar	Visualizar
ÍTEM	Hoja de vida	Visualizar Modificar Agregar Eliminar	Visualizar	Visualizar Modificar Agregar Eliminar	Visualizar Agregar	Visualizar Agregar
ÍTEM	Solicitud de servicio	Visualizar Modificar Agregar Eliminar	Visualizar Crear	Visualizar Modificar Agregar Eliminar	Visualizar Crear	Visualizar Crear
MODULO GESTIÓN DE MANTENIMIENTO						
ÍTEM	Solicitud de servicio	Visualizar Modificar Crear Eliminar	Visualizar Modificar Crear Eliminar	Visualizar Modificar Crear Eliminar	Visualizar Crear	Visualizar Crear
ÍTEM	Orden de trabajo	Visualizar Modificar Crear Eliminar	Visualizar Modificar Crear Eliminar	Visualizar Modificar Crear Eliminar	Visualizar Agregar	Visualizar Agregar