

**SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL
DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA
EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA AGROINCE
LTDA. Y CÍA. S.C.A.**

OSCAR RODOLFO BOHÓRQUEZ BECERRA

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

2004

**SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL
DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA
EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA AGROINCE
LTDA. Y CÍA. S.C.A.**

OSCAR RODOLFO BOHÓRQUEZ BECERRA

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

Director

**CARLOS RAMÓN GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ
Ingeniero Mecánico**

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

2004

DEDICATORIA

Este trabajo de grado lo dedico a quienes siempre estuvieron apoyándome:

A Dios por todos aquellos regalos de mi vida.

A mi Madre, por ser la autora y dueña de lo que soy.

A mi Padre, por su constante guía y apoyo.

A toda mi familia, por creer en mí.

A Paola por su eterno y fiel amor.

A todos mis amigos y compañeros

Gracias... este triunfo es de ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis sinceros agradecimientos a las personas, que se mencionarán a continuación y a todas aquellas que de una u otra manera me brindaron su apoyo en la realización del presente trabajo de grado.

A Dios, por darme la oportunidad de tener personas tan valiosas a mi lado y brindarme una guía en cada uno de mis pasos.

Al Ingeniero Carlos Ramón González Director del proyecto, por sus valiosos aportes y sugerencias, por enseñarme a aprender.

Al Ingeniero Omar Cadena, Director de la planta de extracción, por su valiosa orientación y amistad en el desarrollo de mi proyecto.

Al Doctor Guillermo Londoño, Gerente de la Empresa Agroince Ltda. y Cía. S.C.A. Por brindarme amistosamente las herramientas necesarias para elaborar mi trabajo dentro de la empresa.

Al cuerpo docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica por ser la fuente de mi formación profesional y la base de mi autocrítica.

A todos los funcionarios de Agroince Ltda. y Cía. S.C.A. por demostrarme el sentido del esfuerzo común y entregar desinteresadamente apoyo a este proyecto

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A.	3
1.1 HISTORIA DE LA ORGANIZACIÓN	3
1.2 CONSTITUCIÓN	4
1.3 OBJETO SOCIAL DE LA EMPRESA	4
1.4 UBICACIÓN	4
1.5 PRODUCTOS Y COMERCIALIZACIÓN	5
1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	6
1.7 ALCANCES Y METAS	6
1.8 DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	8
1.8.1 La Organización Administrativa del Departamento	8
1.8.2 Sistemas de información	10
1.8.3 La Planeación de los Mantenimientos	11
1.8.4 Personal del departamento de mantenimiento	13
1.8.5 Costos de mantenimiento	14
1.8.6 Instalaciones y equipos de la sección	15
1.8.7 Servicios de terceros	15
1.8.8 Conclusión del estudio	15

2. PROCESO DE BENEFICIO EN LA PLANTA EXTRACTORA	
AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A.	17
2.1. GENERALIDADES	17
2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	20
2.2.1 Recepción del fruto	21
2.2.2. Extracción mecánica	24
2.2.3. Clarificación	31
2.2.4. Almacenamiento	34
2.2.5. Recuperación de Aceite	35
2.2.6. Palmistería	39
2.2.7. Sistemas Auxiliares	45
2.2.7.1. Suministro de agua de la planta	45
2.2.7.2. Generación de vapor	46
2.2.7.3. Generación eléctrica	49
3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA	
MAQUINARIA DE PROCESO EN LA PLANTA DE BENEFICIO	50
3.1 CALIFICACIÓN DE EQUIPOS	50
3.1.1 Sección Recepción	51
3.1.2 Sección Extracción	52
3.1.3 Sección Clarificación	53
3.1.4 Sección Recuperación	54
3.1.5 Sección Palmistería	55
3.1.6 Sección Almacenamiento	57
3.1.7 Sección Auxiliares	58

4. PLAN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE BENEFICIO AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A.	60
4.1 ESTUDIO GENERAL DE CRITICIDAD POR EQUIPOS	60
4.1.1 Sección Recepción	62
4.1.2 Sección Extracción	63
4.1.3 Sección Clarificación	64
4.1.4 Sección Recuperación	65
4.1.5 Sección Almacenamiento	66
4.1.6 Sección Auxiliares	67
4.1.7 Sección Palmistería	67
4.2 EQUIPOS EN MANTENIMIENTO CORRECTIVO	69
4.2.1 Mantenimiento Correctivo	69
4.2.2 Aspectos de aplicación de mantenimiento correctivo en la planta	70
4.2.3 Equipos incluidos en mantenimiento correctivo	71
4.2.4 Partes susceptibles a falla	72
4.2.5 Programa de acciones proactivas	75
4.3 EQUIPOS EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO	79
4.3.1 Mantenimiento Preventivo	79
4.3.2 Aspectos de aplicación de mantenimiento preventivo en la planta	80
4.3.3 Equipos incluidos en mantenimiento preventivo	81
4.3.4 Partes susceptibles a falla	82
4.3.5 Programa de acciones preventivas	83
4.4 EQUIPOS EN MANTENIMIENTO PREDICTIVO	88
4.4.1 Mantenimiento Predictivo	88
4.4.2 Aspectos de aplicación de mantenimiento predictivo en la planta	89
4.4.3 Equipos incluidos en mantenimiento predictivo	90
4.4.4 Partes susceptibles a falla	90
4.4.5 Programa de acciones bajo mantenimiento predictivo	91

4.5 EQUIPOS EN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM	93
4.5.1 Mantenimiento Productivo Total	93
4.5.2 Aspectos de aplicación de TPM en la planta	94
4.5.3 Equipos incluidos en TPM	95
4.5.4 Partes susceptibles a falla	96
4.5.5 Programa de acciones para TPM	96
5. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DE MANTENIMIENTO EN AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A.	97
5.1 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	98
5.1.1 Método empleado para la codificación	98
5.2 CONTENIDO GENERAL DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	101
5.3 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS	103
5.3.1 Datos de entrada	103
5.3.2 Datos de salida	105
5.3.3 Trayectoria de la información	105
5.3.4 Almacenamiento de la información	106
5.4 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	107
5.4.1 Módulo Proceso	108
5.4.1.1 Acceso Visual de Información	108
5.4.1.2 Ficha Técnica	109
5.4.1.3 Hoja de Vida	110
5.4.1.4 Planos	111
5.4.1.5 Fotos	112
5.4.2 Módulo Alarmas	112
5.4.2.1 Alarmas Pendientes a largo plazo	113
5.4.2.2 Alarmas de acciones pendientes por realizar en el día	113

5.4.2.3 Alarmas de acciones pendientes del día atrasadas	113
5.4.2.4 Alarmas de orden de trabajo pendientes por cerrar	114
5.4.3 Módulo Orden de trabajo	115
5.4.4 Módulo Indicadores de Gestión	117
5.4.5 Módulo Información de máquinas	119
5.4.6 Módulo Empresa	119
5.5 NIVEL DE ACCESO A LA INFORMACIÓN	120
CONCLUSIONES	124
BIBLIOGRAFÍA	125

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ubicación Geográfica de la Planta de Beneficio	5
Figura 2. Organigrama de AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A.	7
Figura 3. Principales lineamientos en el diagnóstico del Departamento de Mantenimiento de una empresa	9
Figura 4. Formato diario para Asignación de labores	11
Figura 5. Perfil Cargo y Funciones del personal de mantenimiento	14
Figura 6. Palmera oleaginosa y fruto en corte	17
Figura 7. Distribución de planta para la Fabrica Extractora	18
Figura 8. Diagrama general y balance de masas en AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A.	20
Figura 9. Proceso de pesaje y Báscula Mecánica	21
Figura 10. Esquema Sección Recepción	22
Figura 11. Malacate y Línea de transporte de Vagonetas	23
Figura 12. Tiempo vs. Presión en un proceso de cocción	24
Figura 13. Esquema Sección Extracción Mecánica	25
Figura 14. Puente grúa y Alimentador	26
Figura 15. Tambor desfrutador	27
Figura 16. Sistemas de Transporte desde Tambor Desfrutador a Digestores	29
Figura 17. Digestores y Pantalón	30
Figura 18. Prensas doble tornillo	31

Figura 19. Esquema Sección Clarificación	32
Figura 20. Tamiz Circular	32
Figura 21. Clarificador 1	33
Figura 22. Tanque Secador, Deshidratador y Tanque de aceite terminado	34
Figura 23. Esquema Sección Almacenamiento	35
Figura 24. Esquema Sección Recuperación	36
Figura 25. Filtro de cepillos y Centrifuga	37
Figura 26. Florentino	38
Figura 27. Esquema Sección Palmistería	40
Figura 28. Sinfín de fibras	41
Figura 29. Silo de nueces	42
Figura 30. Tambor clasificador	42
Figura 31. Rompedoras y Mordazas	43
Figura 32. Ventilador de polvos	44
Figura 33. Hidrociclones	44
Figura 34. Tanques de agua	46
Figura 35. Calderas	48
Figura 36. Planta Cummins y Transformador de la empresa	49
Figura 37. Criterios de calificación de equipos	50
Figura 38. Matriz de criticidad	62
Figura 39. Matriz de criticidad para la Sección Recepción	63
Figura 40. Matriz de criticidad para la Sección Extracción	64
Figura 41. Matriz de criticidad para la Sección Clarificación	65
Figura 42. Matriz de criticidad para la Sección Recuperación	66
Figura 43. Matriz de criticidad para la Sección Almacenamiento	66
Figura 44. Matriz de criticidad para la Sección Auxiliares	67
Figura 45. Matriz de criticidad para la Sección Palmistería	68

Figura 46. Procedimiento de mantenimiento predictivo	89
Figura 47. Flujo de funcionamiento para el Sistema De Información AGROMAN	97
Figura 48. Designación del código de equipos	101
Figura 49. Datos de entrada en el Sistema de Información AGROMAN	104
Figura 50. Datos de salida en el Sistema de Información AGROMAN	105
Figura 51. Método de Búsqueda Remota	106
Figura 52. Estructura de Diseño del Sistema de Información AGROMAN	107
Figura 53. Estructura del Módulo Proceso	108
Figura 54. Imagen del Módulo Proceso acceso visual	109
Figura 55. Diagrama de flujo trazado para Ficha Técnica AGROMAN	110
Figura 56. Diagrama de flujo trazado para Hoja de Vida AGROMAN	111
Figura 57. Imagen del Módulo Proceso fracción Fotos	112
Figura 58. Estructura Módulo Alarmas	113
Figura 59. Imagen sección Creación Alarmas	114
Figura 60. Diagrama de flujo trazado para Alarmas AGROMAN	115
Figura 61. Imagen del Módulo Orden de Trabajo AGROMAN	116
Figura 62. Ruta trazada para orden de trabajo en la empresa Y desarrollada por el sistema AGROMAN	116
Figura 63. Estructura del Módulo Indicadores de Gestión	118
Figura 64. Imagen del Módulo Indicadores de Gestión	118
Figura 65. Imagen del Módulo Empresa	119
Figura 66. Secciones con acceso para Usuario tipo 1	121
Figura 67. Secciones con acceso para Usuario tipo 2	122
Figura 68. Funciones delegadas al Administrador del sistema	123

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Ventajas y Falencias en la Organización del Mantenimiento	9
Tabla 2. Tabla actual de Ficha técnica y Hoja de vida para un equipo	10
Tabla 3. Planeación del mantenimiento	13
Tabla 4. Criterios para Contratación de Servicios de Terceros	16
Tabla 5. Clasificación de maquinaria por secciones	19
Tabla 6. Capacidad de tanques de almacenamiento	35
Tabla 7. Sistema de calificación para el diagnóstico de equipos	51
Tabla 8. Modelo de calificación utilizado en cada uno de los equipos	51
Tabla 9. Calificación Sección Recepción	52
Tabla 10. Calificación Sección Extracción	53
Tabla 11. Calificación Sección Clarificación	54
Tabla 12. Calificación Sección Recuperación	55
Tabla 13. Calificación Sección Palmistería	57
Tabla 14. Calificación Sección Almacenamiento	58
Tabla 15. Calificación Sección Auxiliares	59
Tabla 16. Variables aplicadas en el estudio de criticidad	61
Tabla 17. Valores de Criticidad para la Sección Recepción	62
Tabla 18. Valores de Criticidad para la Sección Extracción	63
Tabla 19. Valores de Criticidad para la Sección Clarificación	64
Tabla 20. Valores de Criticidad para la Sección de Recuperación	65
Tabla 21. Valores de Criticidad para la Sección de Almacenamiento	66
Tabla 22. Valores de Criticidad para la Sección Auxiliares	67

Tabla 23. Valores de Criticidad para la Sección Palmistería	68
Tabla 24. Equipos con aplicación de mantenimiento correctivo	71
Tabla 25. Elementos susceptibles a falla en equipos de Mantenimiento correctivo	73
Tabla 26. Programa de acciones proactivas equipo Malacate	75
Tabla 27. Programa de acciones proactivas equipo Puente grúa	75
Tabla 28. Programa de acciones proactivas equipo Sinfín bajo desfrutador	76
Tabla 29. Programa de acciones proactivas equipo Sinfín inclinado	76
Tabla 30. Programa de acciones proactivas equipo Sinfín distribuidor y De retorno	76
Tabla 31. Programa de acciones proactivas equipos Clarificación	77
Tabla 32. Programa de acciones proactivas equipo Tambor Clasificador	77
Tabla 33. Programa de acciones proactivas equipo Rompedoras	77
Tabla 34. Programa de acciones proactivas equipo Sinfín mezcla triturada	77
Tabla 35. Programa de acciones proactivas equipo Esclusa de polvos	78
Tabla 36. Programa de acciones proactivas equipo Tambores escurridores	78
Tabla 37. Programa de acciones proactivas equipo Sinfín cáscara y almendra	78
Tabla 38. Programa de acciones proactivas equipo Transformador	79
Tabla 39. Programa de acciones proactivas equipo Tratamiento agua	79
Tabla 40. Equipos con aplicación de mantenimiento preventivo	81
Tabla 41. Piezas susceptibles a falla en equipos de Mantenimiento preventivo	82
Tabla 42. Programación preventiva equipo Tolva de recepción	84
Tabla 43. Programación preventiva equipo Vagonetas	84

Tabla 44. Programación preventiva equipo Esterilizadores	84
Tabla 45. Programación preventiva equipo Elevador de Cangilones	85
Tabla 46. Programación preventiva equipo Digestores	85
Tabla 47. Programación preventiva equipo Prensas	85
Tabla 48. Programación preventiva equipo Tamiz circular	86
Tabla 49. Programación preventiva equipo Centrífugas	86
Tabla 50. Programación preventiva equipo Esclusa de fibras	87
Tabla 51. Programación preventiva equipo Sinfín de fibras 1	87
Tabla 52. Programación preventiva equipo Sinfín de fibras 2 y Nueces	87
Tabla 53. Programación preventiva equipo Ventilador de polvos y Fibras	87
Tabla 54. Programación preventiva equipo Hidrociclones	88
Tabla 55. Programación preventiva equipo Silo de Almendra (Radiador)	88
Tabla 56. Programación preventiva equipo Elevadores neumáticos	88
Tabla 57. Equipos con aplicación de mantenimiento predictivo	90
Tabla 58. Piezas susceptibles a falla en equipos de Mantenimiento predictivo	90
Tabla 59. Programación preventiva y acciones predictivas equipo Tambor desfrutador	91
Tabla 60. Programación preventiva y acciones predictivas equipo Filtro Cepillos	91
Tabla 61. Programación preventiva y acciones predictivas equipo Calderas	92
Tabla 62. Programación preventiva y acciones predictivas equipo Planta Cummins	92
Tabla 63. Programación preventiva y acciones predictivas equipo Transportador de torta	92
Tabla 64. Equipos con aplicación de TPM	95

Tabla 65. Ventajas del sistema AGROMAN frente a temas de interés	98
Tabla 66. Dígitos asignados por sección	99
Tabla 67. Clasificación general de equipos	99
Tabla 68. Clasificación de materia prima	100
Tabla 69. Indicadores de Gestión incluidos en AGROMAN	117

RESUMEN

TÍTULO:

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A. *

AUTOR:

Oscar Rodolfo Bohórquez Becerra. **

PALABRAS CLAVES:

Sistema de información, Aceite de palma, Indicadores de Gestión, Mantenimiento.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo de este proyecto fue elaborar un programa que pueda servir como complemento a la producción en la industria Agroince Ltda. y Cía. S.C.A. y como soporte al mantenimiento de la maquinaria, al igual que informe a la dirección sobre la gestión llevada a cabo por el departamento de mantenimiento de la empresa.

El estudio inicia con un análisis realizado sobre la sección de mantenimiento de la empresa y con una descripción detallada del proceso productivo y la maquinaria empleada, Después se califican los equipos para conocer el estado actual y las acciones a efectuar. Posteriormente se trabaja sobre el índice de criticidad en las máquinas y se traza el programa de actividades para cada uno de los equipos. Por último se describe la programación de un Sistema de Información, mostrando los diagramas lógicos, trazados para cada una de las secciones incluidas en el sistema y la funcionalidad de cada módulo desarrollado en el programa, que implementa las bases de datos obtenidas a partir de esta disertación y fundamentado en la práctica de un mantenimiento moderno que brinde al departamento la utilidad de conocer a tiempo sus operaciones a realizar, con el fin de ordenar, controlar y evaluar las operaciones de mantenimiento.

El resultado es un software de fácil manejo que permite atender una amplia variedad de problemas concernientes al Mantenimiento de equipos en forma rápida, presentando la información y los resultados en un formato claro de fácil interpretación. Estas características hacen del Sistema una herramienta útil para la empresa Agroince Ltda. y Cía. S.C.A. ya que enmarca en un nuevo nivel la producción a partir de la confiabilidad obtenida por la atención debida a la maquinaria

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Carlos R. González.

SUMMARY

TITLE:

INFORMATION SYSTEM FOR CONTROL OF MAINTENANCE OF OIL PALM EXTRACTION PLANT AGROINCE LTDA. AND CO. S.C.A. *

AUTHOR:

Oscar Rodolfo Bohórquez Becerra. **

KEY WORDS:

System of information, palm Oil, Indicators of Administration, Maintenance.

DESCRIPTION:

The objective of this project was to elaborate a program that it can serve like complement to the production in the industry Agroince Ltd. and Co. S.C.A. and like support to the maintenance of the machinery, the same as it informs to the management on the administration carried out by the department of maintenance of the company.

The study begins with an analysis carried out on the section of maintenance of the company and with a detailed description of the productive process and the used machinery, Later the equipments are qualified to know the current state and the actions to make. Later on one works on the index of critical in the machines and the program of activities is traced for each one of the equipments. Lastly the programming of a System of Information is described, showing the logical diagrams, layouts for each one of the sections included in the system and the functionality of each module developed in the program that implements the databases obtained starting from this dissertation and based in the practice of a modern maintenance that offers to the department the utility of knowing its operations on time to carry out, with the purpose of ordering, to control and to evaluate the maintenance operations.

The result is software of easy handling that allows assisting a wide variety of concerning problems to the Maintenance of teams in quick form, presenting the information and the reports in a clear format of easy interpretation. These characteristics make of the System an useful tool for the company Agroince Ltd. and Co. S.C.A. since it frames in a new level the production starting from the dependability obtained by the due attention to the machinery

* Degree Work.

** Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Carlos R. González.

INTRODUCCIÓN

La internacionalización de la economía, la alta competencia de precios en el mercado, el cumplimiento en los parámetros de exportación y la amenaza de cultivos y productos sustitutos en la industria del aceite de palma, obligan a las empresas implicadas a realizar grandes inversiones para mantener sus niveles de aprovechamiento, dando como resultado compañías con gastos elevados en el departamento de producción y de su parque de maquinaria con el fin de lograr la más alta eficiencia y los mejores niveles de extracción del fruto procesado. Se crea entonces en la empresa AGROINCE LTDA. Y CIA. S.C.A., empresa palmera y de producción de aceite vegetal, la necesidad de actualizar y tecnificar el departamento de mantenimiento con el principal objetivo de adquirir un sistema de control capaz de almacenar, procesar, y presentar datos en forma oportuna de toda la información relevante que está disponible en la compañía y que por motivos de una u otra razón no ha sido compilada.

Este es el tema central del texto; dando a conocer informes detallados de la línea principal de proceso y las líneas auxiliares que asisten tanto la producción como las demás materias primas y deshechos existentes en la empresa, verificando y aportando a su eficiencia real dentro del marco trazado por el estudio de la situación actual del mantenimiento y su enriquecimiento y proyección hacia un nuevo horizonte tecnológico a partir de su modernización con un sistema de control semiautomático.

Entonces como resultado se diseña, desarrolla e implementa un Sistema Operativo que facilita las acciones y jornadas de mantenimiento, conformando un desempeño y una eficacia más altos al contar con bases de datos que permiten recopilar los criterios necesarios para hacer inversión oportuna sobre los equipos. Además de obtener las rutinas de mantenimiento analizadas, establecidas y recomendadas que fomentan en los operarios y personal de mantenimiento una cultura de cuidado y revisión continua sobre los equipos; El sistema que arroja reportes para análisis estadísticos, basados en Indicadores de Gestión alimentados a partir de formatos simples con lenguaje fácil y cómodo, mejora la interfaz hombre-computador; de esta manera y con estos resultados se consolidan los criterios TPM en el estudio realizado en la compañía AGROINCE LTDA. Y CIA. S.C.A.

1. AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A.

1.1 HISTORIA DE LA ORGANIZACIÓN

Agroindustrias del Sur del Cesar y Cía. S.C.A. (Agroince Ltda. y Cía. S.C.A.) se fundó en el año de 1987, como una necesidad de los cultivadores independientes para procesar el fruto.

Inicialmente no contaba con cultivos propios, pero en 1995 adquirió 184 hectáreas netas de palma.

En su origen el fruto suministrado por las plantaciones La Cacica, Promipalma, La Alondra, y El Paraíso permitía procesar 4.5 ton/hr. de fruto obteniendo como producto final únicamente el aceite, es decir no se obtenía aún la almendra pues el proceso de Palmistería no existía.

En el año de 1991 aumenta su capacidad a 9 ton/hr. gracias a la compra de una segunda prensa monotornillo de capacidad 4.5 ton/hr.

En la primera mitad del año 1992 se da principio a la sección de Palmistería que permite el aprovechamiento del palmiste del proceso y se obtiene como producto la almendra de palma; materia prima para el aceite de palmiste o aceite de almendra.

La expansión más pronunciada llegó en el año de 1998 cuando se cambió el sistema de autoclaves y se aumenta su nivel al actual (dos autoclaves con espacio para siete vagonetas cada una y cada vagoneta albergando casi 1.4 ton. de fruto) además del cambio de una prensa monotornillo a una doble tornillo con capacidad de prensado de 7 ton/hr. lo que elevó la planta a 11.5 ton/hr. de fruto procesado y aumentó su grado de recepción de fruto.

En el año 2002 se cambió la segunda prensa monotornillo por otra de igual nivel de procesamiento 7 ton/hr. subiendo la capacidad a 14 ton/hr.

1.2 CONSTITUCIÓN

La empresa Agroindustrias del Sur del Cesar y Cía. S.C.A. (Agroince Ltda. y Cía. S.C.A.) fue constituida mediante escritura publica N° 4260 del 10 de Noviembre de 1987 de la Notaria 03 de Bucaramanga y Matricula N° 05-022506-07 de la Cámara de Comercio de Bucaramanga, el representante legal es el doctor Cesar De Hart Vengoechea, identificado con la cedula de ciudadanía N° 7.438.697 de Barranquilla.

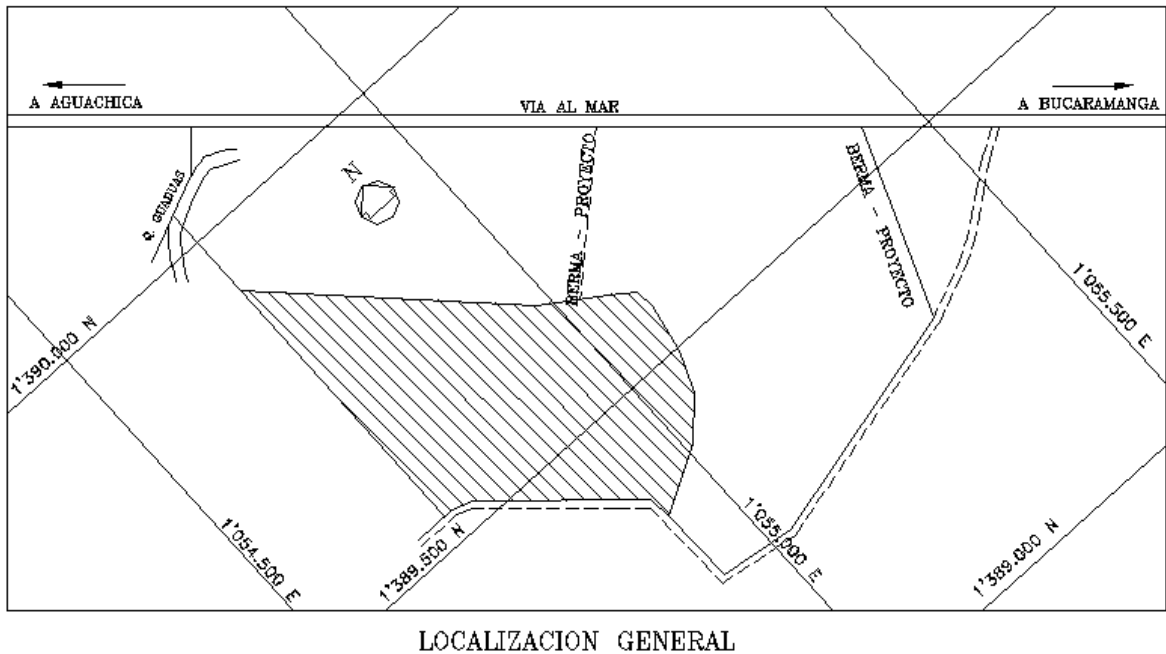
1.3 OBJETO SOCIAL DE LA EMPRESA

Agroince Ltda. y Cía. S.C.A. tiene por objeto la extracción, procesamiento, empaque, distribución y venta, por mayor o al detal, de aceites, grasas, mantecas, o margarinas de naturaleza vegetal o animal, aptas para el consumo humano, animal o industrial y el cultivo de toda clase de semillas o plantas oleaginosas, propias para la producción industrializada de aceite, el asesoramiento técnico para cultivadores de plantas oleaginosas y el desarrollo y venta de cultivos o viveros de dichas plantas.

1.4 UBICACIÓN

La planta de beneficio esta ubicada en el kilómetro 146, troncal Bucaramanga-San Martín, vereda Once Reses, sus cultivos se encuentran a 5 Kilómetros de allí y la sede administrativa en la calle 35 N° 17-56 Oficina 701 de Bucaramanga. En la figura 1. Se muestra la ubicación de la planta al costado de la vía troncal.

Figura 1. Ubicación Geográfica de la planta de Beneficio



1.5 PRODUCTOS Y COMERCIALIZACIÓN

Los productos ofrecidos por la compañía son el aceite RDB (refinado, desodorizado, y blanqueado) y la almendra, materia prima para el aceite de almendra o de palmiste.

La comercialización del aceite de palma se hace en forma directa cuando el producto se vende a nivel nacional y en caso de exportación a través de la comercializadora internacional **C.I. ACEPALMA**, que esta adscrita a la Federación Nacional de Cultivadores y Procesadores de Palma Africana **FEDEPALMA**.

La variación en las cantidades de exportación se modifica de acuerdo a las metas propuestas por cada una de las empresas en el sector a partir del año anterior y en convenio a regulaciones establecidas por Fedepalma, para la cantidad de aceite exportado; el precio de venta es fijado a partir del precio

CIF Róterdam, de Róterdam una ciudad al Sureste de Países Bajos en Europa; este precio puede cambiar de acuerdo a la oferta y demanda a nivel mundial, gobernada por los costos de producción de aceite de palma en todos los países del mundo y de esta manera afectar el tráfico de exportaciones hacia el exterior. Los principales mercados para el aceite de palma son los países de Reino Unido, México, Venezuela, y Centroamérica.

En cuanto al palmiste, éste se destina en su totalidad para el mercado nacional ya que no existe mercado internacional para la almendra sino para el aceite de palmiste.

1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

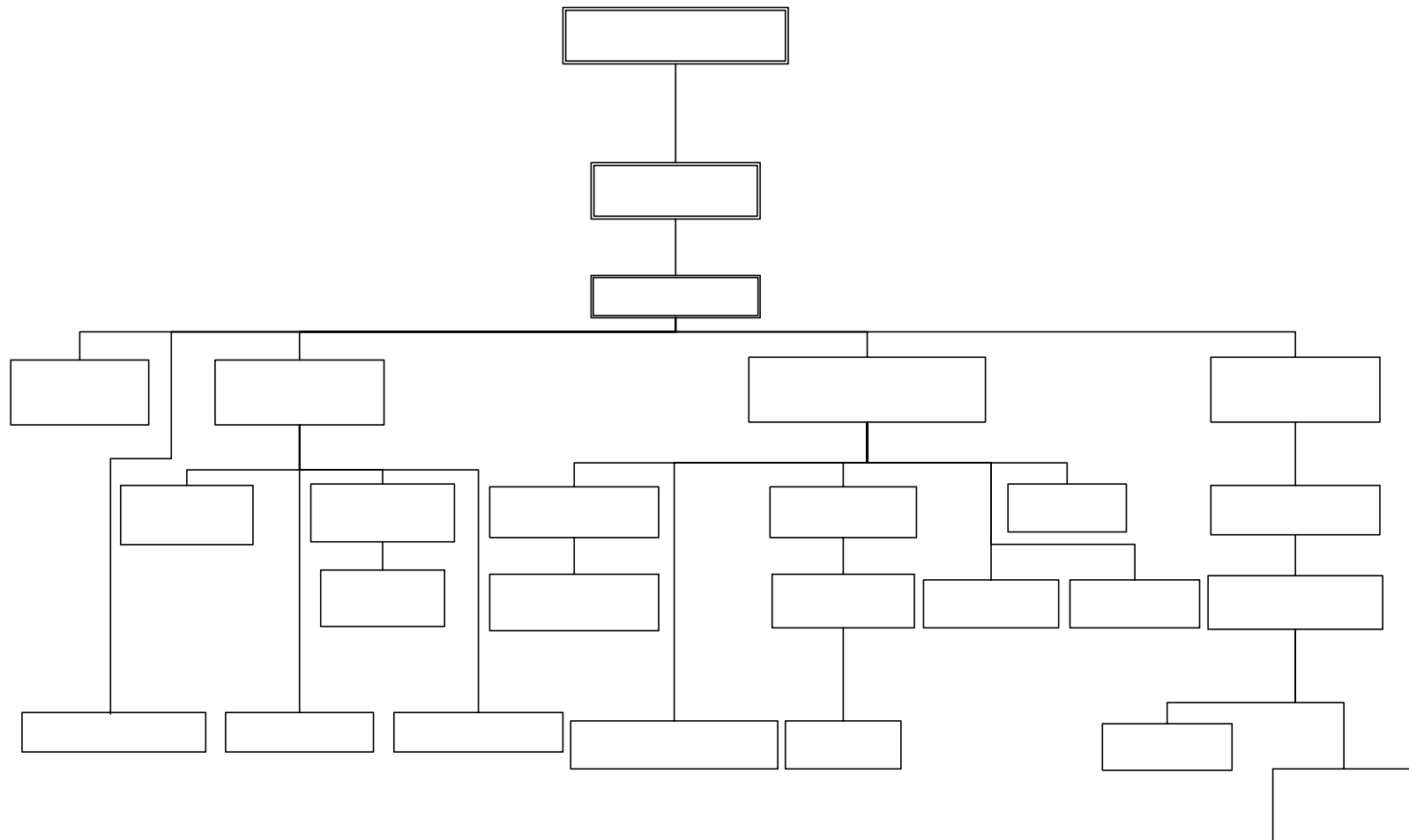
La empresa estando conformada por acciones y siendo el socio gestor el grupo AGROINCE LTDA. el representante legal de dicho grupo tiene el derecho a ejercer como representante legal de la sociedad según parámetros establecidos en los estatutos de la compañía.

El organigrama de la empresa se muestra en la figura 2. Y muestra a través de los niveles horizontales iguales la representación de poder dentro de la organización.

1.7 ALCANCES Y METAS

Conscientes del importante papel que juega la industria en la región y siendo un factor de desarrollo y pujanza social a través de la FUNDACIÓN AGROINCE, brindando capacitación en diversas áreas, asistiendo socialmente a los problemas de índole familiar y subsidiando la salud y bienestar a través de EPS y ARS y otras acciones para las familias de los

Figura 2. Organigrama de AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A.



Empleados; es el propósito de la empresa aumentar la vinculación laboral con que se cuenta (70 empleos directos y 40 indirectos) y la capacidad de la planta; por esto se presupuesta extender de 2158 hectáreas que procesa la planta extractora a 2627 hectáreas para el año 2005.

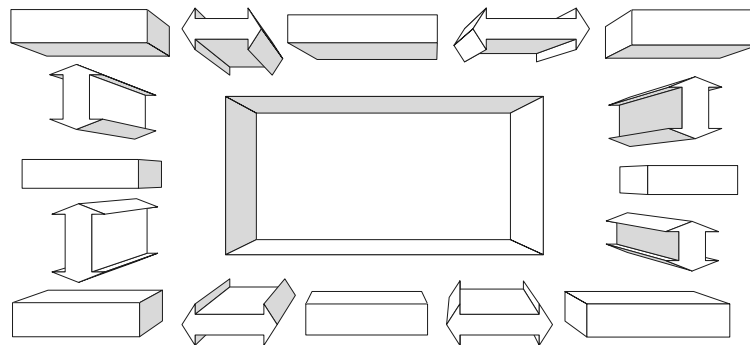
1.8 DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Al analizar y reconocer el estado actual de desempeño de la sección y mostrar las fallas presentes, el diagnóstico brinda conciencia a la dirección acerca de la problemática y el cumplimiento de las tareas del área y las repercusiones que pueden acarrear la falta de organización y planeación; el estudio realizado abarca los frentes principales de mantenimiento revisando minuciosamente cada función encomendada, al igual que las operaciones realizadas y las formas de registro de todas ellas.

En esta forma AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A. da paso a la tecnificación y organización del departamento de mantenimiento, cimentando parámetros que encaminen a una proyección real y futura de la planeación y programación sobre la atención a equipos; este proyecto es fruto de esa conciencia.

1.8.1 La Organización Administrativa del Departamento. El análisis sobre el departamento de mantenimiento debe estar claramente estructurado, viendo todas las posiciones e interrelaciones posibles con todos los departamentos, además de sus operaciones y proyecciones, también el espacio físico designado al departamento y muchos otros factores que definen y reflejan la importancia dada a la sección; con este propósito es claro que hay que estudiar los principales lineamientos mostrados en la figura 3.

Figura 3. Principales lineamientos en el diagnóstico del departamento de Mantenimiento de una empresa



En la tabla 1. Se presentan los puntos relevantes de la Organización de Mantenimiento.

Tabla 1. Ventajas y Falencias en la Organización del Mantenimiento

Organización del Departamento de Mantenimiento	Definición de políticas de la empresa con el mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta control previsivo y objetivo de los gastos. ➤ Falta ordenamiento en la ejecución de tareas de mantenimiento.
	Nivel del área de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se presenta en tercer nivel del organigrama lo que refleja una baja importancia y puede desembocar en aplicación de mantenimiento correctivo. ➤ Su autonomía es dispersa y la actividad realizada como una función de producción.
	Interrelaciones con otras dependencias	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Las otras dependencias mantienen comunicación constante en busca de solución a los problemas presentados.
	Claridad en la estructura orgánica	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Existe un encargado del departamento, al igual que un jefe supervisor de operaciones, y dos mecánicos por turno.
	Criterios de la dirección con respecto al mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Son conscientes de la importancia e influencia del departamento en el desarrollo de la producción y por esto buscan el mejoramiento del área y tratar de incrementar el nivel de importancia del departamento.

ORGA

PER

SERV
TER

1.8.2 Sistemas de información. La ayuda de soporte informático es llevada a través del programa Staroffice y se presenta en hojas de calculo que asignan tablas para cada equipo; en ellas pueden leerse datos tales como especificaciones de la maquina, hoja de vida distribuida en las ultimas acciones realizadas, y descritos en forma poco clara y con muchos datos faltantes. Los inconvenientes presentados se dan al intentar definir con exactitud que operación se realizó, cuales implementos se utilizaron o al planear las operaciones; también hace falta documentación sobre las piezas necesarias al igual que algunos planos sobre partes relevantes de las maquinas es decir en la mayoría de casos la ficha técnica de equipos no existe o esta muy incompleta, en la figura 4. se puede ver una de las tablas llevadas en la empresa para un equipo. El ordenamiento y corrección de estos errores de información y establecerlos como referencia es el propósito principal trazado para este proyecto.

Tabla 2. Tabla actual de Ficha técnica y Hoja de vida para un equipo.

CARACTERISTICAS DEL MOTOR					
Marca :	SIEMENS	Tipo:	1LA3 096	Form const	IM B3
Tamaño :	BG 090 L	No. Serie :		Aisl. Elect. :	B
Protección :		Cl. Rotor :		Amperios:	7,8
Potencia:	2.4 HP	Voltios:	220	Fases:	3
RPM :	1695	Hz:	60	Cos:	0,81
Código:		Fac.Serv:		Diseño NEMA:	
Arranque:		Tipo Conexión:		Frame:	
Rod.As		Rod.Bs		Tiemp Oper	
Tipo Acople:		Grasa:			
Motor intercambiable con:					
Diámetro Eje:					

tiempo(horas)						
Fecha	Descripción	Mecánico	Ayudante	Materiales	Cantidad	Unidad
21/12/2002	Subir presión a 850 psi					

En cuanto a los documentos de campo, en algún momento fueron implementados, pero por cuestiones de flexibilidad en las ordenes, fueron abandonados como estrategia de control sobre las acciones; de esta manera la mayoría de las ordenes son dadas en forma oral (orden de trabajo tacita) dejando al mismo tiempo un margen de error sobre las operaciones requeridas, puesto que el operario interpreta la función a realizar bajo su entendimiento y no bajo los lineamientos que se le han pedido desarrollar, o se sigue un lenguaje poco técnico y no común que desemboca en mal entendimiento de las ordenes dadas.

A pesar de poseer una planeación de jornadas sobre el mantenimiento sistemático que se lleva; este no se cumple a cabalidad omitiendo compromisos serios con las maquinas y exponiendo la producción a paradas no programadas. En la figura 4 puede apreciarse el formato de jornada que se tramita diariamente y con el cual se asignan las labores en la planta.

1.8.3 La Planeación de los Mantenimientos. Existen jornadas de mantenimiento que se basan en la limpieza de equipos, verificaciones e inspecciones, pero la mayoría no se realizan en el tiempo estipulado generando fallas ocultas, daños inesperados y mantenimientos correctivos.

Las fallas más urgentes que ocurren son resueltas de inmediato por los mecánicos presentes, dos por turno, dependiendo de cómo afecte la falla el proceso de producción, es decir, si el daño detiene la producción, debe operarse inmediatamente, pero si aún así es urgente y la tarea puede esperar el final de la jornada, la operación se realiza en turno nocturno junto con las demás tareas de inspección o mantenimiento programado para todos los días.

los equipos; aunque los diagnósticos son realizados en la mayoría de los casos por el departamento, algunas veces se contratan empresas externas que verifican el correcto funcionamiento o la reparación de los equipos.

Dentro de este tiempo de parada un asesor técnico revisa la empresa y sugiere mejoras en los equipos con el fin de repotenciar las capacidades de la empresa; este análisis de repotenciación se desarrolla basado en la capacidad actual de la planta, la cantidad de fruto producido por las plantaciones y disponible para la empresa; además de la conveniencia económica tanto de la inversión en el parque de maquinaria como en la tasa de recuperación a partir de la venta del producto en el mercado nacional e internacional.

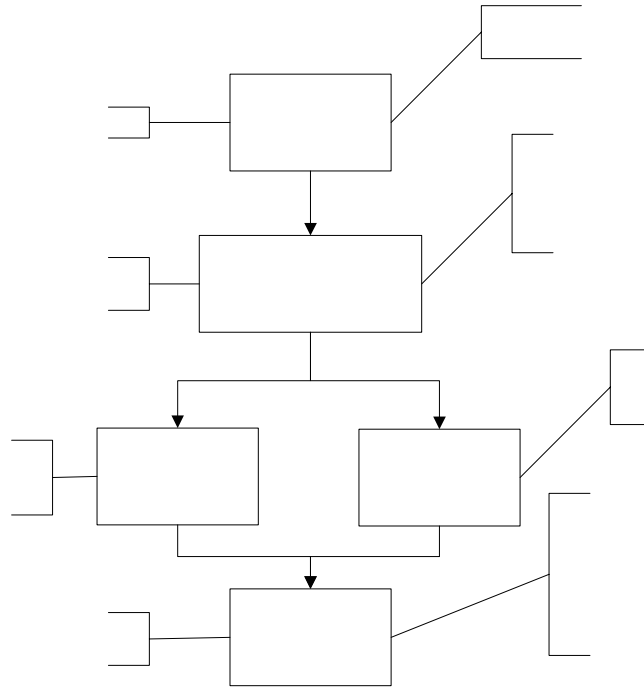
En la tabla 2 se muestra un esquema de la programación general del mantenimiento llevada a cabo en las diferentes periodicidades.

Tabla 3. Planeación del mantenimiento

JORNADA	DIARIA	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
TAREAS	Se desarrollan las actividades urgentes y las programadas para cada equipo	La jornada detiene la producción y se basa en la limpieza e inspección	Dedicación especial a revisión de desgastes y cambio de piezas	Parada general de la fabrica, revisión, reparación y cambio de piezas

1.8.4 Personal del departamento de mantenimiento. El personal encargado del departamento esta encabezado por el director de planta, verificando controlando las actividades esta el supervisor de mantenimiento y bajo el se encuentran los mecánicos que tienen comisionada la realización de las operaciones, aun mas abajo están los operarios de la planta quienes en medio de las jornadas laboran como ayudantes de los mecánicos. El personal del departamento esta distribuido como lo indica la figura 5.

Figura 5. Perfil Cargo y Funciones del Personal de Mantenimiento



1.8.5 Costos de mantenimiento. Los costos de mantenimiento son llevados con registros específicos de cada una de las secciones de la planta en el Departamento de Contabilidad en Bucaramanga, de esta manera puede llevarse control sobre el impacto de mantenimiento general en la planta y esta administrado contablemente con el software SIIGO que da un soporte gerencial a los costos e inversiones. Sin embargo no se conocen datos acerca de los costos de cada máquina; esta información mucho más detallada también podría reflejar de manera muy eficiente en cuales equipos debe establecerse una atención más previsiva con el fin de optimizar su operación y reducir estos costos al igual que mejorar la producción. Se hace salvedad en el hecho de omitir estas operaciones y datos de costos en el desarrollo del Sistema de Información por solicitud explícita de la dirección de la empresa; basados en el hecho de que esta información es privada y no puede hacerse conocer a través de un sistema de manejo público.

Ingeniero Indu

Tecnico Mante
SENA

1.8.6 Instalaciones y equipos de la sección. El departamento esta establecido dentro de la oficina de supervisores; allí el encargado programa jornadas y operaciones a realizar dentro de los turnos nocturnos asignados para el mantenimiento.

El taller donde se realizan operaciones cuenta con algunas herramientas y equipos que para determinadas operaciones es conveniente, pero para otros casos donde se necesita pronta acción y herramientas de mayor precisión o hasta un mayor número el taller se encuentra imposibilitado; entonces puede concluirse que la herramienta no es la suficiente.

1.8.7 Servicios de terceros. El outsourcing contratado para algunas operaciones se desarrolla a partir de criterios primordiales mostrados en la tabla 4. donde se explica el procedimiento para contratación de servicios externos.

1.8.8 Conclusión del estudio. El resultado final del análisis efectuado sobre el departamento de mantenimiento de la Planta de Beneficio Agroince Ltda. Y Cía. S.C.A. arroja una conclusión clara; el departamento funciona, no con toda su capacidad ni brindando todas las posibilidades de servicio que puede prestar el área de mantenimiento a una planta extractora de aceite de palma; pero por lo menos auxilia en los momentos críticos de reparación; esta encaminado en la búsqueda de actualización y puesta en marcha de planes preventivos, rutas y jornadas que propendan por la mejoría en los turnos de servicio y como producto de esta necesidad de organización, se hace urgente la elaboración de un esquema que recopile toda la información existente en bases de datos eficientes y oportunas que se presenten a través de un sistema de información, que brinde la facilidad y la agilidad de tener todo el material documentado siempre disponible y coadyuve en el propósito de mejorar el

servicio del Departamento de Mantenimiento por el bien de la producción y la empresa.

Tabla 4. Criterios para Contratación de Servicios de Terceros

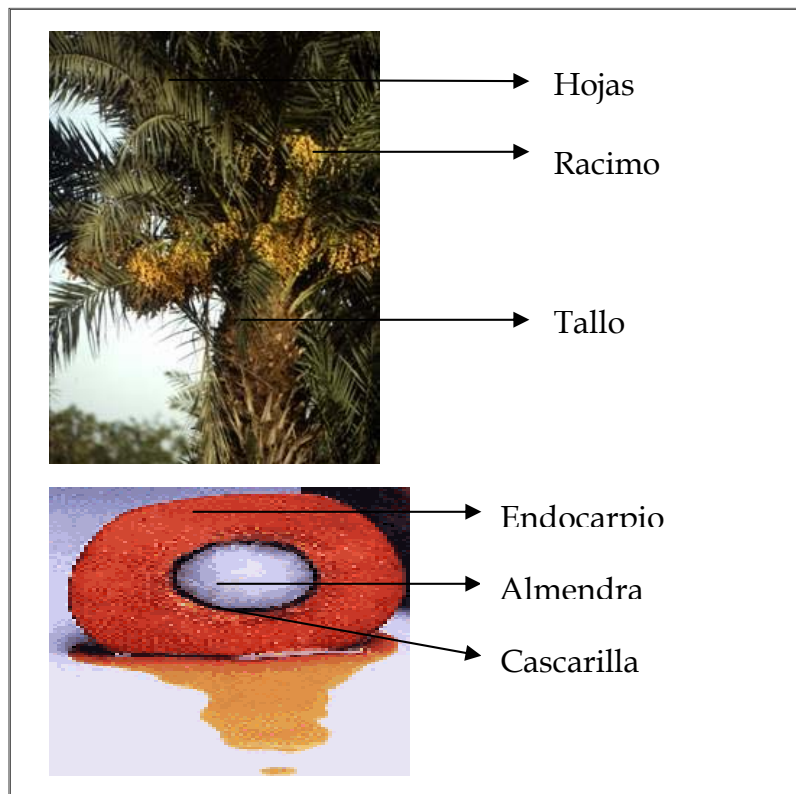
COSTOS DE LA OPERACIÓN	Costo superior a U\$1000 la labor se encomienda a un contratista
	Costo inferior a U\$1000 la tarea se desarrolla con personal interno
DIFICULTAD DE LA OPERACIÓN	Si la labor requiere conocimientos adicionales o expertos es encomendada por contrato; de lo contrario la realiza el departamento
BENEFICIO Y TASA DE RECUPERACIÓN	Si la operación es repetitiva ocupando a los mecánicos todo el tiempo, se encarga a un contratista menor que se encarga de estas labores y existe el beneficio al dejar al contratista los costos de subcontratación (Maquinaria, implementos y herramientas y seguridad social de empleados)
TECNOLOGÍA REQUERIDA	En caso de realizar una labor muy específica y cuyo desarrollo demande tecnología especializada en algunos de los equipos, esta tarea se contrata con los vendedores del producto o con empresas expertas en la reparación del equipo; para no acarrear daños posteriores.

2. PROCESO DE BENEFICIO EN LA PLANTA EXTRACTORA AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A.

2.1 GENERALIDADES

El aceite de palma es extraído a partir del fruto obtenido de la palmera, *Elaeis Guineensis*, que pertenece a la familia de Palmáceas. Precisa suelos fértiles y estaciones lluviosas que produzcan inundaciones. La importancia económica radica en sus frutos. Son drupas en las que, tanto el pericarpio del fruto, como la semilla, son oleaginosos. En la figura 6. Se muestra la palmera oleaginosa y el fruto en corte.

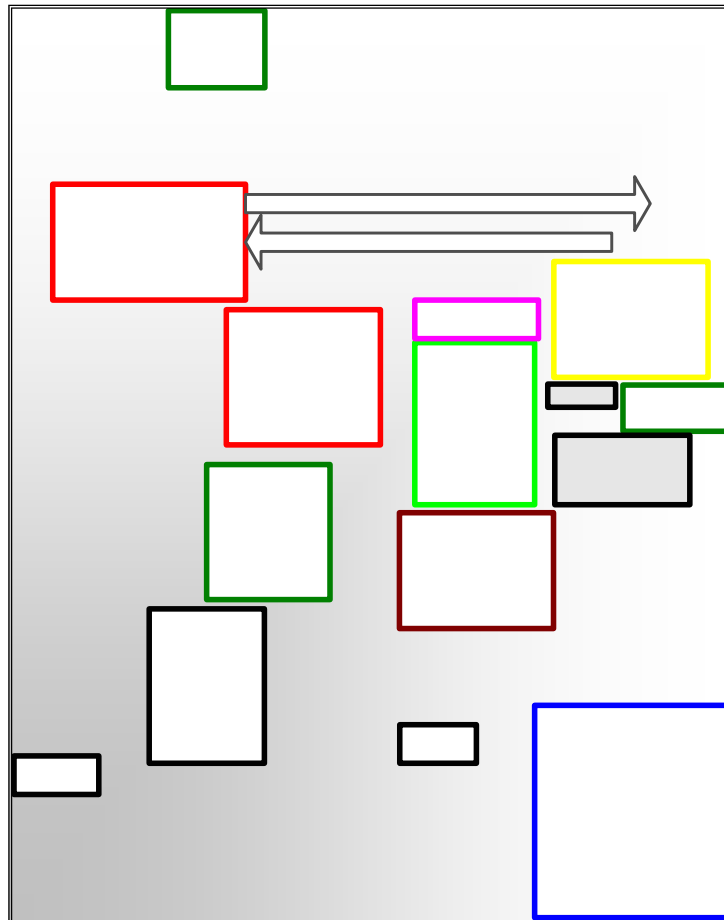
Figura 6. Palmera oleaginosa y fruto en corte



El aceite o palmiste se obtiene simultáneamente en el proceso de extracción que se utilizará posteriormente en la elaboración de aceites, margarinas para consumo de mesa y margarinas de tipo industrial. Adicionalmente la torta resultante de esta extracción, se utilizará para elaboración de alimentos concentrados para animales.

La distribución general por secciones de toda la planta puede verse en la figura 7.

Figura 7. Distribución de planta para la Fabrica Extractora



La maquinaria empleada en el proceso de producción se clasifica por secciones como se muestra en la tabla 5.

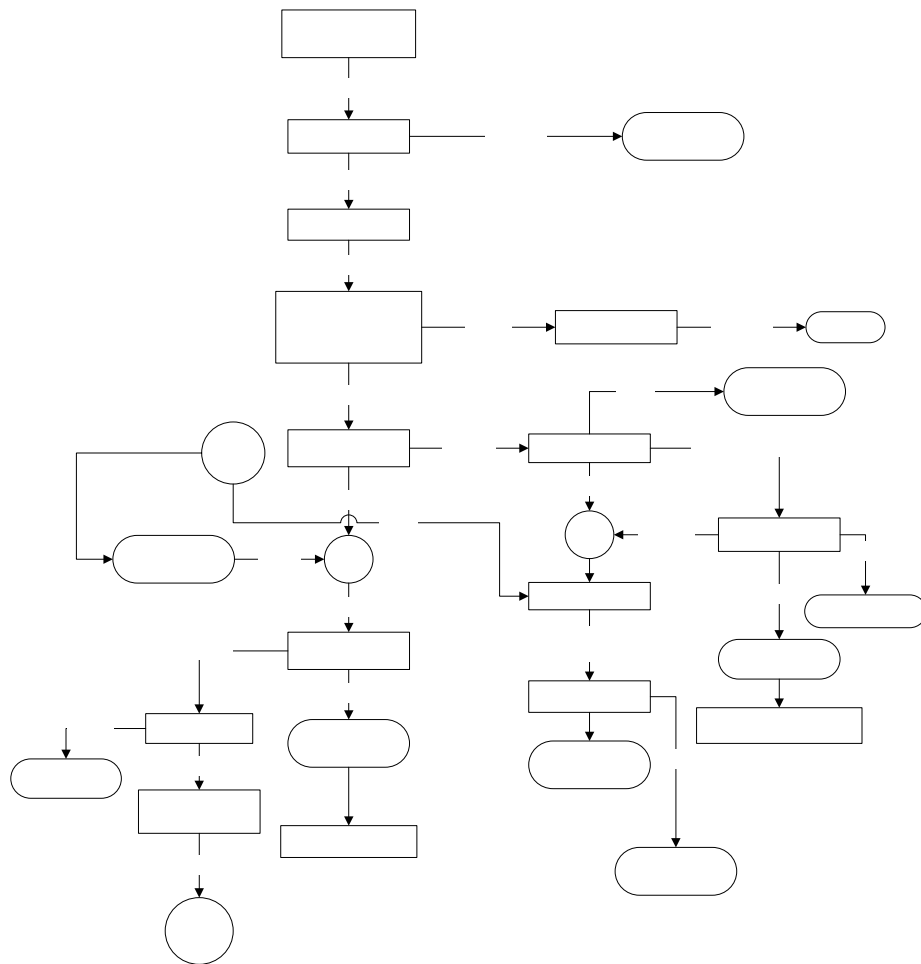
Tabla 5. Clasificación de maquinaria por secciones

SECCION	MAQUINARIA INCLUIDA
RECEPCIÓN	Báscula electrónica, Registro, Impresora, Báscula mecánica, Tolva de recepción, Vagonetas, Malacate, Rieles, Esterilizador 1 y Esterilizador 2.
EXTRACCION	Puente Grúa, Tolva y Alimentador, Tambor Desfrutador, Banda de Tusa, Sinfín bajo Desfrutador, Sinfín Inclinado, Elevador de Cangilones, Sinfín Distribuidor, Sinfín de Retorno, Digestor 1, Digestor 2, Prensa 1 y Prensa 2.
CLARIFICACIÓN	Tamiz circular, Bomba de crudos, Columna Precalentadora, Tanque Clarificador 1, Agitador 1, Tanque Clarificador 2, Agitador 2, Tanque Secador, Deshidratador, Tanque de aceite terminado y Bomba de aceite terminado.
RECUPERACIÓN	Tanque de Purgas, Bomba de Lodos, Tanque de Lodos, Filtro de Cepillos, Centrifuga 1, Centrifuga 2, Tanque de Aceite Recuperado, Bomba de Aceite Recuperado, Columna Precalentadora 2, Clarificador 3, Tanque Secador 2, Florentinos, Tanque Condensados Piscinas y Bomba Condensados Piscinas.
PALMISTERÍA	Eje Transportador de Torta, Ventilador de Fibras, Esclusa de Fibras, Sinfín de Fibras 1, Sinfín de Fibras 2, Sinfín de Nueces, Elevador de Nuez Húmeda, Parrilla del Silo de Nuez, Elevador de Nuez Seca, Tambor Clasificador, Rompedora 1, Rompedora 2, Sinfín de Mezcla Triturada, Ventilador de Polvos, Esclusa de Polvos, Esclusa Hidrociclón, Cono Hidrociclón 1, Cono Hidrociclón 2, Tambores Ecurridores, Sinfín de Cáscara y Almendra, Elevador de Cascarilla, Elevador de Almendra, Silo de Almendra
ALMACENAMIENTO	Bomba de Despacho, Distribuidor de Vapor, Tanque 1, Tanque 2, Tanque 3, Tanque 4 y Tanque 5.
AUXILIARES	Caldera 1, Caldera 2, Caldera 3, Distribuidor de Vapor de Alta y Baja Presión, Pozo 2, Pozo 4, Tanque Elevado, Tanque Suavizador agua, Bomba Suavizador de agua, Tanque Pulmón, Tanque Salmuera.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de extracción de aceite de palma depende de numerosas variables que en la mayoría de los casos no son directamente manipuladas por el hombre; en muchas ocasiones el responsable es el medio ambiente o el clima, en otros casos el manejo inexperto de la materia prima; puede acarrear graves consecuencias. En la figura 8. Se muestra un diagrama general de todo el proceso y se incluye detalladamente el balance de masas efectuado para la empresa.

Figura 8. Diagrama general y balance de masas en AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A.



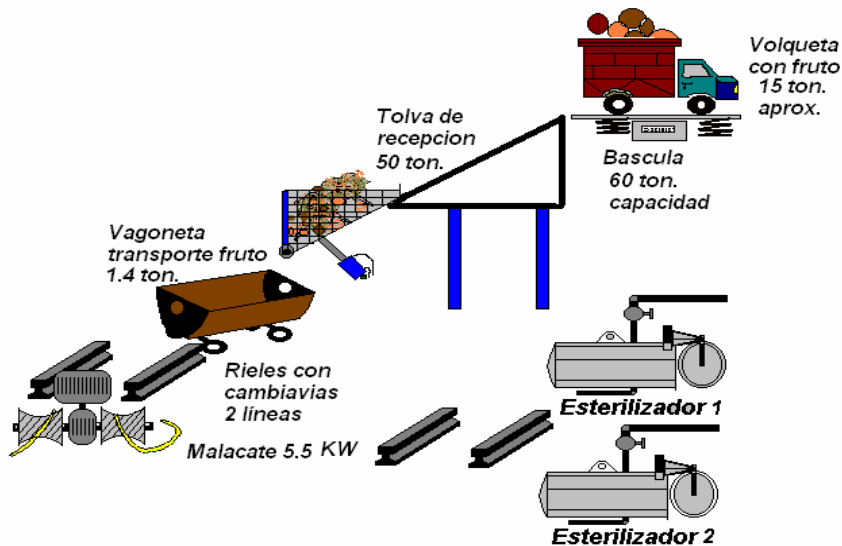
2.2.1 Recepción del fruto. Las volquetas provenientes de la plantación y cargadas con fruto, ingresan a la planta y son pesadas en una báscula electrónica, allí con un sensor de carga se determina la cantidad de fruto incorporado al proceso; y se realiza verificación con una bascula mecánica; en la figura 9. Se muestra una de las volquetas en el momento de pesaje y la báscula mecánica empleada para la verificación del proceso electrónico.

Figura 9. Proceso de pesaje y Báscula Mecánica



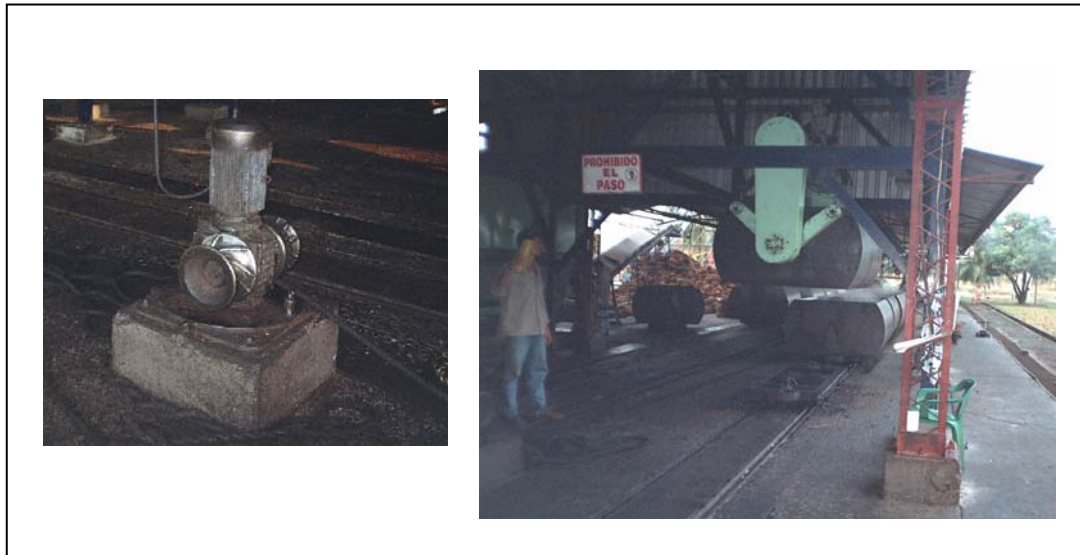
Además en la figura 10. Se da una representación de toda la línea de recepción.

Figura 10. Esquema Sección Recepción.



El fruto es descargado enseguida en una tolva de alimentación por simple acción de volteo de la volqueta. La tolva de capacidad 50 toneladas está constituida por platinas inclinadas con refuerzos de ángulos que descargan el peso sobre párales que trabajan como columnas además posee un sistema hidráulico a lo largo de cinco compuertas que liberan el fruto, para dejarlo caer sobre las vagonetas de transporte que han sido ubicadas justo debajo de las compuertas por acción manual de los operarios; las vagonetas de 1.4 toneladas de capacidad se desplazan sobre rieles gracias a la acción de un malacate y un lazo; el malacate está compuesto por un motorreductor conectado a dos cilindros con superficies cóncavas y rizadas para crear un mayor arrastre al que se envuelve el lazo que ha sido conectado a las vagonetas con un gancho de esta manera se puede hacer tracción sobre la carga de aproximadamente nueve vagonetas que son llevadas hasta las autoclaves que representan el inicio del proceso de esterilización. En la figura 11. Pueden verse el malacate además del transporte de rieles y vagonetas.

Figura 11. Malacate y Línea de transporte de Vagonetas

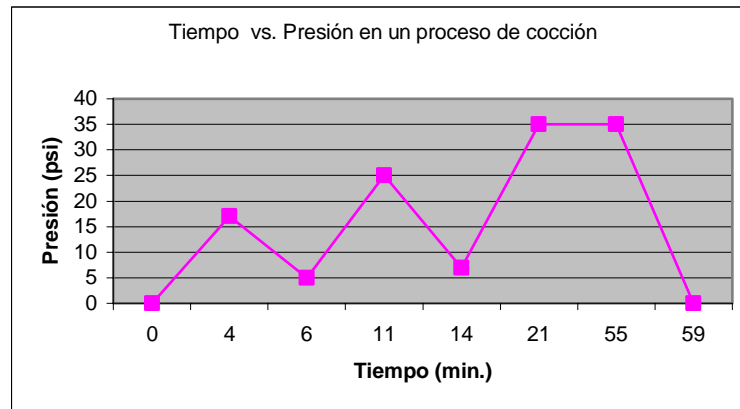


Durante este proceso inicial de esterilización, al cual entran siete vagonetas en cada una de las dos autoclaves, se suministra vapor sobrecalentado a presión en un corto método de cocción del fruto; esta presión oscila entre 0-40 psi. y es entregada en tres etapas; la primera que es una forma de desairear la recámara con el fin de no realizar el proceso con aire dentro de las autoclaves, pues acarrearía una porción no homogénea de cocción; consiste en aplicar una elevación de 0-17 psi. A continuación la presión desciende hasta 5-7 psi y nunca bajará a cero hasta el final del proceso para no provocar entrada de aire, después se eleva nuevamente hasta 25-27 psi. Esta segunda fase representa una homogenización de la temperatura dentro de la autoclave, luego se descarga hasta 5-7 psi para ascender por último a una presión de 35-37 psi que permanecerá por espacio de 35 minutos con una temperatura aproximada de 130°C, para dar una cocción uniforme sobre todo el fruto, y al final descargar todo el vapor y sacar las vagonetas para llevarlas a la sección de extracción.

El esterilizador o autoclave es un equipo tubular horizontal de aproximadamente 16 metros de largo y un diámetro de 1.8 metros que

alberga las vagonetas y esta revestido de fibra de vidrio y lamina de aluminio para aislar su función térmica, recibe el vapor dado por las calderas (sección Auxiliares), descarga el vapor al final del ciclo por medio de un sistema escalonado de válvulas puesto que el vapor que cocinó el fruto ahora puede llegar a contener una cantidad mínima pero extraíble de aceite, que posteriormente se comentará en la recuperación de aceite. En la figura 12. Se muestran los pasos consecutivos en elevación de presión contra tiempo para un proceso de cocción típico del fruto.

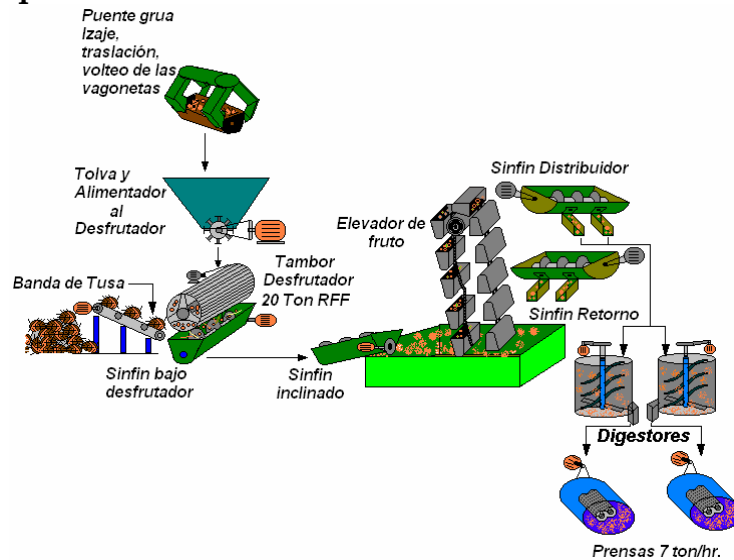
Figura 12. Tiempo vs. Presión en un proceso de cocción



2.2.2 Extracción mecánica. Con el fruto cocido, se dirigen las vagonetas al puente grúa, siendo llevadas nuevamente a través del malacate; el puente grúa debe tomar una a una las vagonetas y vaciar su contenido en la tolva del alimentador del sistema de desfrutamiento; esto debe hacerse de esta manera pues cualquier impregnación del material no prensado (la tusa o pedúnculo) se incrementaría al descargar varias vagonetas de fruto cocido al mismo tiempo. El puente grúa realiza entonces tres operaciones; eleva la vagoneta, la traslada sobre la tolva y la voltea dejando caer los racimos cocidos; para la realización de estos tres movimientos el puente grúa esta dotado de tres motores que por transmisión de cadena ejercen acción, para el izaje gracias a

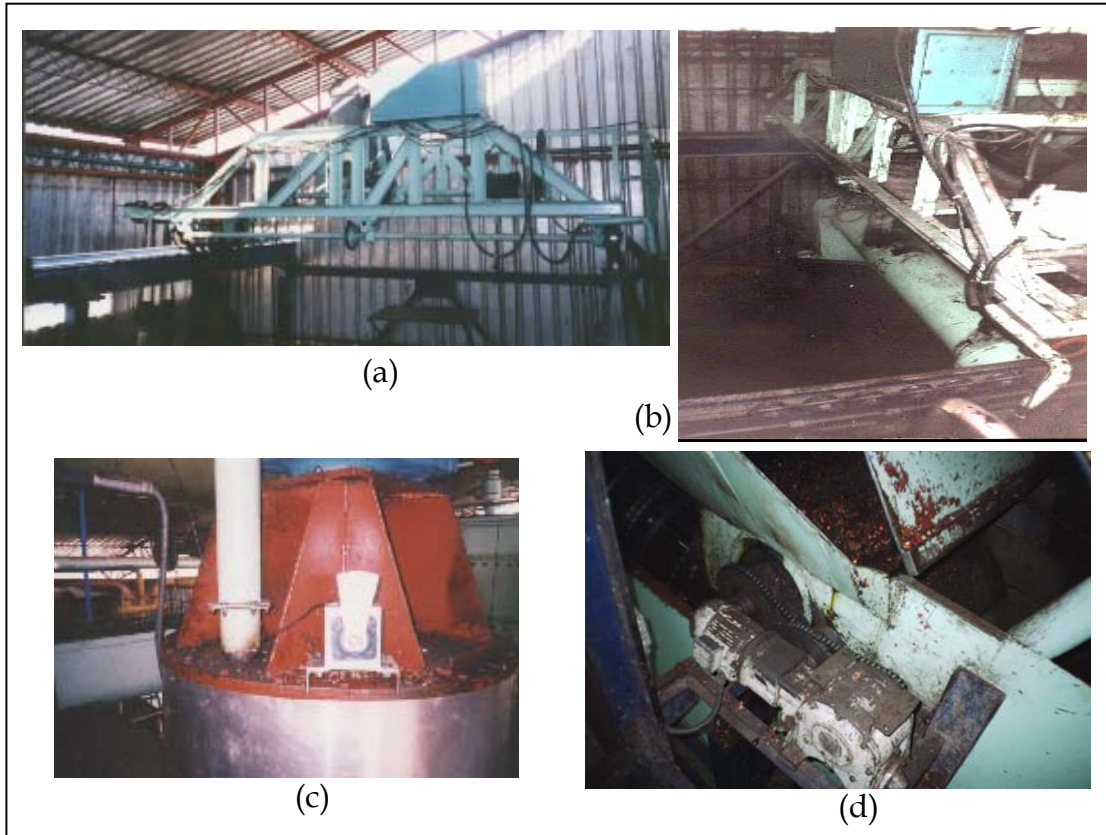
guayas y contrapesos, para la traslación a través de un eje que conduce un carro sobre un riel, y para el volteo por dos ejes que al mismo tiempo que aseguran la vagoneta le permiten girar sobre el eje del puente grúa; todos estos movimientos se ejecutan por medio de control eléctrico y se restringe su movimiento gracias a interruptores que actúan como finales de carrera a lo largo de las tres trayectorias. En la figura 13. Se ilustra en forma representativa el proceso de extracción mecánica.

Figura 13. Esquema Sección Extracción Mecánica



La disposición del alimentador esta dada por un eje aleteado (alimentador) y conectado éste a un sensor de nivel ubicado en los equipos digestores que registra la cantidad de fruto remanente en ellos, esta variable permitirá decidir la dosificación en la entrada de racimos al tambor desfrutador conformando así un cuello de botella controlado a partir de un variador de velocidades acoplado directamente al motor del eje aleteado del alimentador; dando paso a cierta cantidad de fruto y reteniendo la demás en la tolva del desfrutador. En la figura 14. Se muestran las disposiciones para el puente grúa así como el sensor ubicado en el Digestor 2 para la dosificación del alimentador y el motorreductor del alimentador

Figura 14. Puente grúa y Alimentador. (a), (b) Carro motriz del Puente grúa; (c) Sensor de nivel ubicado en el Digestor 2; (d) Motorreductor del Alimentador.



La entrada del tambor desfrutador esta conformada por unas platinas longitudinales donde los racimos liberados por el alimentador golpean y desprenden el fruto dejando aproximadamente el 70% de su contenido productivo; el pedúnculo cargado con el fruto adicional que no se desprendió en la primera caída entra al tambor propiamente dicho que está construido por unas platinas longitudinales unidas a unos aros transversales en disposición de estrella de tres puntas y conectadas a un eje principal estableciendo una disposición como de jaula de ardilla; provocando el choque continuo de los racimos y dejando caer a través de las platinas los frutos cocidos, abandonando en el camino a las tusas que representan una parte

voluminosa del racimo; estas tusas son revisadas a la salida del tambor desfrutador para verificar su aprovechamiento o su reingreso al proceso de esterilización, a partir de una inspección visual que se ejecuta por un operario, teniendo en cuenta que un racimo con un número superior a cinco granos de fruto sin desprender debe volver al proceso de cocción (esta condición de desperdicio se ve afectada por la vida del racimo, es decir si el racimo recogido esta en su estado verde, el fruto no se desprenderá fácilmente y debe volver a cocinarse; y si el fruto está sobre maduro ocasionará una perdida por impregnación de aceite en la tusa o pedúnculo más elevada). En la figura 15. Se observa la canasta del tambor desfrutador.

Figura 15. Tambor desfrutador

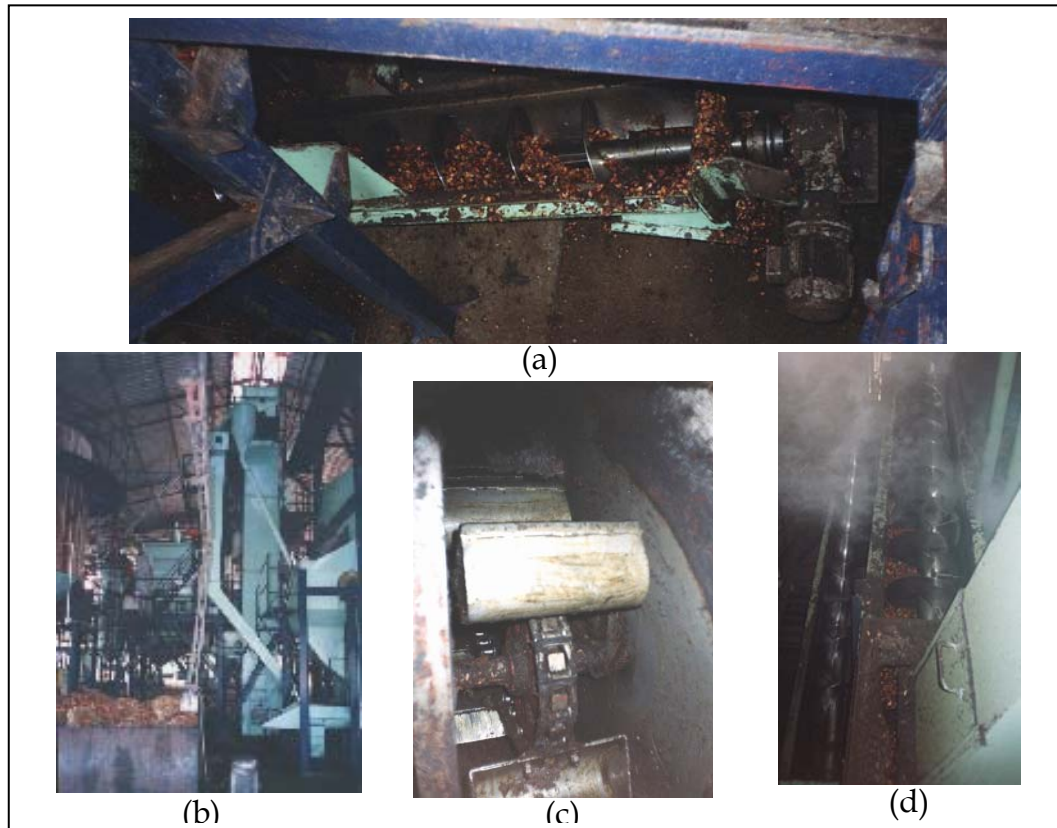


La tusa que no se reprocesa es transportada a través de una banda de transporte que la eleva y la deja caer sobre las volquetas para ser regada posteriormente como abono sobre la plantación de palma; la banda de tusa esta conformada por dos tambores principales y veinte rodillos guía que permiten el seguimiento de la banda; esta conectada a un motorreductor de 1.4 h.p. que eleva las tusas casi diez metros y posee también unos detectores de proximidad para desviación angular en caso de desalineamiento de la banda; el material de la banda es lona para no verse afectada por la característica abrasiva del material de la tusa.

Los frutos recogidos se transportan por un tornillo sinfín a través del desfrutador que conecta a otro tornillo que los eleva aproximadamente un metro (sinfín inclinado); de ahí caen a un elevador de cangilones que descarga sobre un tornillo sinfín a casi 20 metros de altura, este actúa como distribuidor en el proceso de digestión (sinfín distribuidor); cuando este transporte no alcanza a descargar todo su contenido en los digestores este fruto cae a otro tornillo sinfín que retorna a un canal y lo reincorpora al sinfín inclinado reprocesando el fruto (la segunda etapa de transporte); otros equipos esté disponible. En la figura 16. Se presentan los diferentes tornillos sinfines utilizados para transportar el fruto desde el tambor desfrutador y hacer la función de distribución a los digestores así como la recirculación en el momento de espera de los equipos; así como un detalle de los cangilones del elevador que transporta verticalmente al fruto.

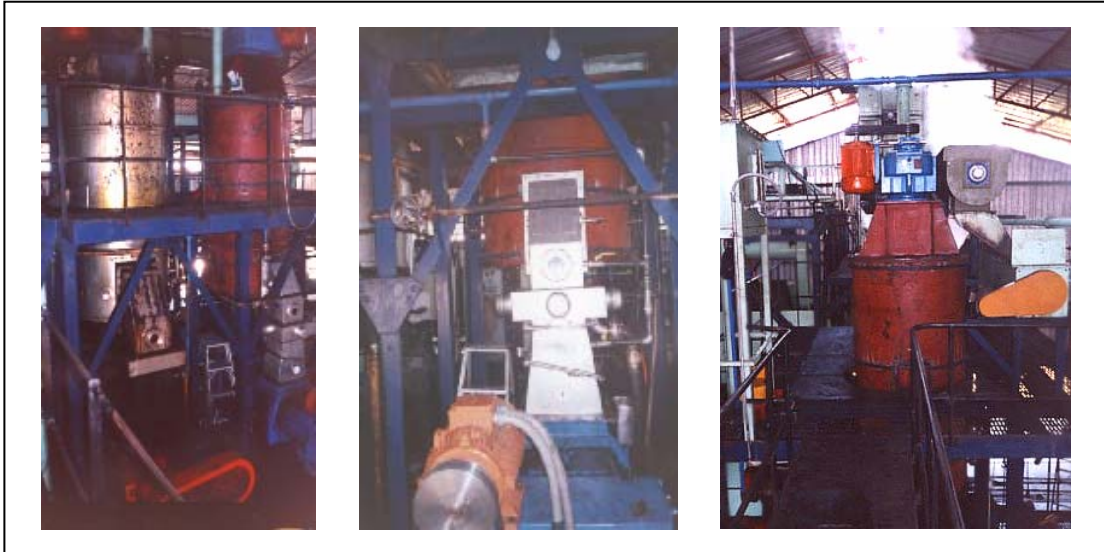
El digestor prepara el fruto para el prensado y logra hacer una pequeña pero muy pura extracción a la que se llama aceite virgen. Este equipo digestor es un tanque provisto de un eje vertical soportado por un buje inferior de teflón para evitar el desgaste excesivo y las fugas; con transmisión de potencia proveniente de un motorreductor de 18 h.p. El eje posee unas paletas que malaxan el fruto, esto es transformarlo en una masa pastosa y de fácil tránsito sobre el cuerpo de las prensas de modo que permita el máximo aprovechamiento y la menor pérdida de aceite a través del contacto directo con vapor y agua caliente que ingresan directamente al tanque y las paletas, que en general cumplen la tarea de revolver, zarandear y ablandar el fruto.

Figura 16. Sistemas de Transporte desde Tambor Desfrutador a Digestores.
(a) Sinfín elevado; (b) Elevador de cangilones; (c) Detalle de cangilones; (d) Sinfines de Distribución y Retorno



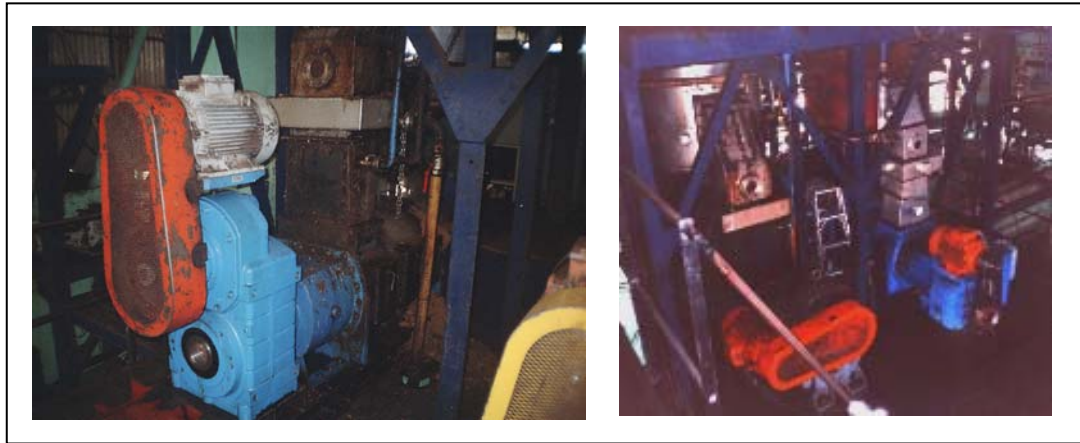
Acto posterior el fruto descenderá a la prensa en una mezcla casi espesa, con una cantidad de agua proveniente de la operación realizada por el digestor inyección directa y vapor condensado que se adicionó inicialmente en el digestor; este fruto cruza la zona por medio de un bajante en lámina al que se le denomina pantalón, este canal posee un visor donde puede observarse la mezcla que se dirige al proceso de prensado; y además una porción de agua se adiciona para diluir aun más la mezcla que irá a las prensas. En la figura 17. Se muestran varias tomas de los digestores así como del bajante llamado pantalón.

Figura 17. Digestores y Pantalón



Ya dispuesta la composición en la zona de prensado cae a la parte inicial de una prensa de tornillos provista con sendo motorreductor de 25 h.p. la transmisión principal se hace con una caja que contiene un par de engranajes rectos que comunican la potencia a los dos tornillos; que dispuestos sobre una canasta ejercen tres acciones de prensado; la primera donde se ejerce mayor presión y por ende hay mejor aprovechamiento de la extracción entre las hélices encontradas de los tornillos, la segunda zona contra las paredes de la canasta por donde finalmente es extraído el aceite a través de unos orificios que posee todo el cuerpo de la canasta; y por último el contacto entre las puntas de los tornillos y un cono conectado a un sistema hidráulico que atrapan todo el producto que cruza por las hélices; es en esta última zona donde se extrae la torta, una mezcla de fibras y nueces que constituyen la materia prima de la zona de Palmistería. En la figura 18. Se puede observar la disposición de las prensas.

Figura 18. Prensas doble tornillo

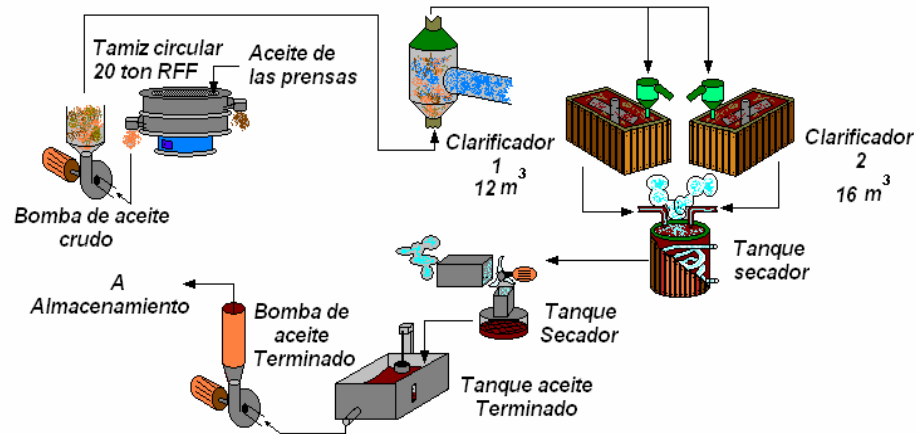


Aquí concluye la primera fase de aprovechamiento que se denomina la extracción mecánica.

2.2.3 Clarificación. Prosiguiendo con la fase de clarificación que inicia justo en la salida de las prensas; los productos extraídos de ellas (aceite crudo y torta), recorren caminos diferentes; la torta será la materia prima de la Palmistería y el aceite obtenido por las prensas pasa a una máquina desarenadora, que consiste simplemente de un tanque que recibe el aceite y por gravedad y vertimiento permite la deposición de arenas en el fondo, sin embargo el flujo que posee es continuo y su efectividad no es muy alta. En la figura 19. Se muestra el esquema general de la sección de clarificación.

Después este aceite pasa al proceso de tamizado, que se realiza en el tamiz circular un equipo que consiste de un tanque y dos mallas de diferente capacidad de colado, el tanque se mueve por medio de un motor que acciona unos contrapesos generando un movimiento excéntrico y vibratorio a las mallas y en general a todo el equipo, el aceite es filtrado para pasarlo a la zona de clarificación; todo aquello que no cruza el tamiz es depositado a través de unas salidas laterales por vibración en una carretilla, esta mezcla

Figura 19. Esquema Sección Clarificación



pastosa que es el resultado de esta selección regresa nuevamente al proceso de digestión siendo adicionado por el tornillo sinfín inclinado (para recircular), puesto que esta mezcla esta compuesta por aceite y torta, y debe aprovecharse su contenido de aceite. En la figura 20. Se observa una imagen del tamiz circular.

Figura 20. Tamiz Circular



El aceite tamizado sigue y es bombeado a través de la bomba de crudos, hasta la columna precalentadora que es un tubo vertical provisto de unas entradas de vapor directo, aumentando la temperatura del aceite para iniciar el

proceso de separación del agua que se añadió en la extracción y para provocar una separación de sus componentes esenciales como los lodos; la columna sube el aceite que es repartido en un manifold (distribuidor) a los dos clarificadores, los clarificadores son tanques provistos de un agitador con unas paletas que remueven muy lentamente el contenido del tanque y permiten la deposición y decantación de cada uno de los elementos que acarrea el aceite crudo; así pueden entonces distinguirse cuatro elementos esenciales, el aceite portando cierto grado de humedad, los lodos livianos, el agua, y los lodos pesados; estos tres últimos son enviados al tanque de purgas donde se inicia el estudio de la recuperación y será descrito más adelante. En la figura 21. Puede observarse uno de los clarificadores.

Figura 21. Clarificador 1

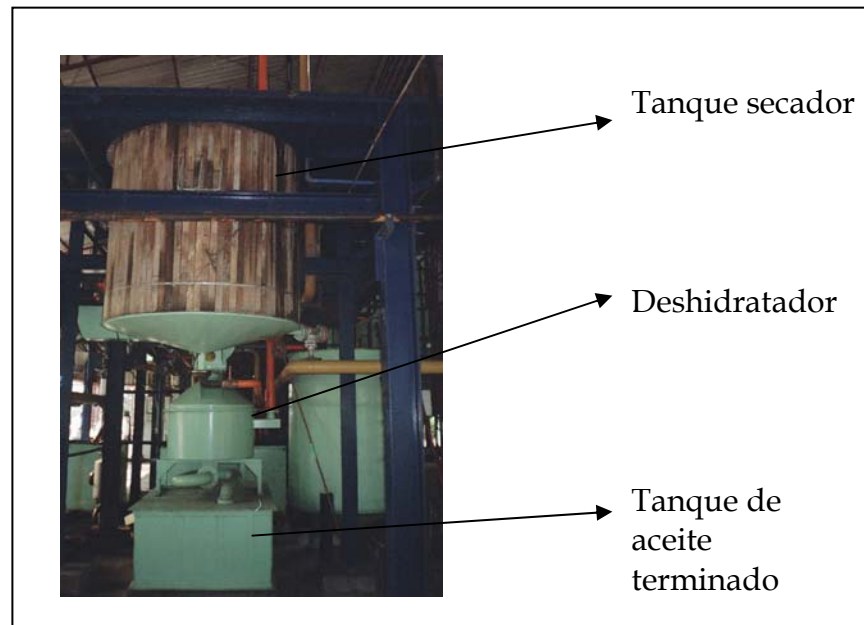


El aceite que ha sido extraído de los clarificadores pasa al tanque de secado que posee en su interior un serpentín con vapor que eleva la temperatura a 100-105°C para evaporar el agua que posee el aceite; además de este equipo para el proceso se utiliza un deshidratador como paso obligatorio antes de la llegada al tanque del aceite terminado; este deshidratador es un tanque que permite un salto del aceite y absorbe la humedad por medio de una pequeña turbina que actúa como un extractor centrifugo operando justo sobre la caída

del aceite sobre una bandeja; este equipo se encuentra sobre el tanque de aceite terminado que acciona la bomba de aceite terminado por medio de un mecanismo de nivel, llevando este aceite a la zona de almacenamiento.

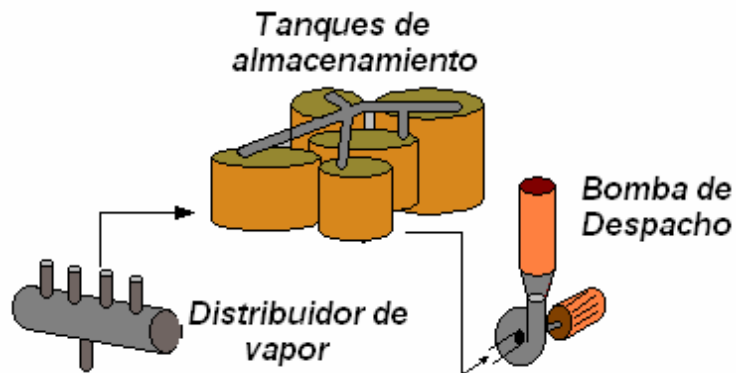
En la figura 22. Se pueden distinguir estos tres equipos mencionados anteriormente.

Figura 22. Tanque Secador, Deshidratador y Tanque de aceite terminado



2.2.4 Almacenamiento. La zona de almacenamiento esta provista de cinco tanques dotados con alimentación de vapor por medio de serpentines para mantener la temperatura del aceite terminado, aquí finalmente se tiene el aceite extraído listo para su carga en carro tanques por medio de una bomba (bomba de despacho) que eleva el fluido hasta la entrada de la cisterna de cada carro tanque. En la figura 23. Se ilustra la sección de almacenamiento.

Figura 23. Esquema Sección Almacenamiento



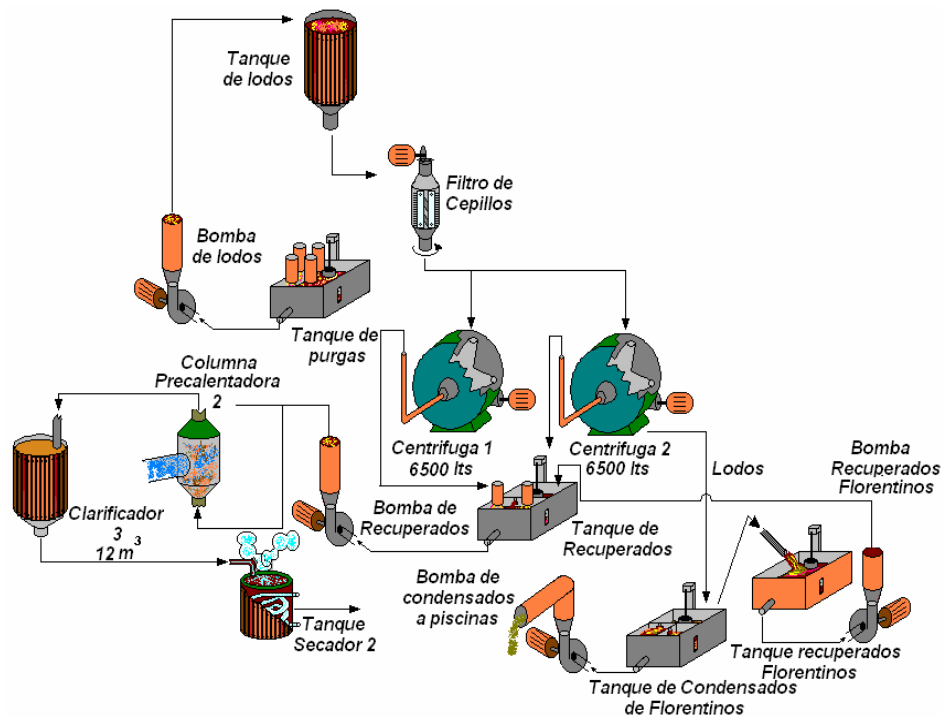
Y en la tabla 6. Se mencionan las capacidades de cada uno de los tanques.

Tabla 6. Capacidad de Tanques de Almacenamiento

TANQUES DE ALMACENAMIENTO				
TANQUE	CAPACIDAD	UNIDAD	CAPACIDAD	UNIDAD
1	97,48	Kg.	108,31	m ³
2	280,92	Kg.	312,13	m ³
3	312,2	Kg.	346,89	m ³
4	549,5	Kg.	610,56	m ³
5	543,82	Kg.	604,24	m ³

2.2.5 Recuperación de Aceite. Esta fase inicia en la sección de clarificación y su objetivo es llegar a sustraer todo el aceite que haya sido dejado en el proceso tratando de recuperar la mayor cantidad que exista en los lodos o las aguas residuales o condensados que se utilizan en la fase inicial del proceso y haciéndolos circular o reingresándolos a el. En la figura 24. Se muestra el diagrama explicativo trazado para la sección de Recuperación.

Figura 24. Esquema Sección Recuperación



Durante el proceso de clarificación se obtuvo en los tanques una mezcla lodosa y húmeda que se envía al tanque de lodos, este tanque seccionado en dos partes funciona en la sección elevada como alimentador de lodos para las centrifugas y en su parte inferior completa un ciclo cerrado con el tanque de purgas que por medio de una bomba (bomba de lodos), alimenta continuamente la parte superior del tanque de lodos.

Este aceite contiene demasiadas impurezas y antes de entrar a las centrifugas debe pasar por el filtro de cepillos que posee un eje principal al que están adheridas dos barras con cerdas de acero que rotan y hacen cruzar el aceite libre de impurezas a través de una canasta que opera como malla, restringiendo el paso a partículas mayores que puedan impedir el mejor y máximo aprovechamiento en las centrifugas.

Las centrifugas reciben el aceite lodoso y lo separan por medio de su rotación y su inyección de agua liberando una porción generosa de aceite húmedo que ingresa nuevamente al proceso de clarificación. La operación de estas centrifugas consiste en un tanque de gran capacidad que posee a su vez un tanque interno en forma de estrella donde cada punta o arista de la estrella libera a través de una diminuta boquilla el lodo extraído debido a la fuerza centrífuga producida por el giro del tanque en forma de estrella; gracias a la diferencia de pesos puede disponerse en el centro de la estrella de una cantidad elevada de aceite húmedo que se extrae por un tubo adyacente al eje de la transmisión; una imagen de la centrifuga y el filtro de cepillos puede verse en la figura 25.

Figura 25. Filtro de cepillos y Centrifuga



El aceite húmedo extraído en las centrifugas cae en el tanque de aceite recuperado, de allí es bombeado al clarificador tres donde se hace nuevamente una separación y se obtiene aceite con una acidez más elevada causada por la tardanza en el proceso de clarificación y por su contacto excesivo con los lodos; el aceite es enviado a un tanque secador, diferente al usado la primera vez para no afectar el aceite obtenido en la primera fase de

clarificación, y que extrae la poca porción de agua que le queda al aceite; este tanque posee una línea directa con la bomba que lleva a los tanques de almacenamiento.

Existe otra fase de recuperación donde la materia prima proviene de los lodos dejados en la centrífuga y el condensado de vapor que se obtiene en los esterilizadores. El lodo sacado de las centrifugas es llevado a la zona de florentinos por medio de un canal de lodo.

El condensado de vapor de los esterilizadores es extraído inicialmente a un tanque silenciador donde disminuye la velocidad del vapor mediante un choque directo contra piedras; de allí pasan ambas fuentes de lodos al tanque de condensados de florentinos donde se inicia una primera reunión de todo aquel material de donde puede ser extraído el aceite; de allí cruzan a los dos florentinos en forma consecutiva logrando una diferenciación entre agua lodosa y aceite con humedad y lodo. Una imagen del vertimiento en este tanque florentino puede verse en la figura 26.

Figura 26. Florentino



La disposición del agua lodosa es entregada a las piscinas de oxidación por medio de la bomba de condensados, mientras que el aceite recuperado por los florentinos reingresa al proceso por medio de la bomba de recuperado de florentinos y es llevado al tanque de purgas.

Esta extracción o recuperación que se logra en la sección de florentinos posee un bajo nivel de aceite y como la ganancia es muy poca; se refleja la situación en un descuido excesivo por esta zona, ya que esta operación de recuperación se hace en forma manual y casi artesanal al no operar con elementos tecnificados y simplemente extrayendo con una cubeta desde los tanques el aceite que flota sobre la superficie de estos.

Como resultado de todo este tratamiento se obtiene una gran cantidad de agua lodosa, que pasa a una fase de tratamiento en unas piscinas que se encuentran en una zona apartada; allí son expuestas al ambiente y con ayuda de unos bacilos llega a extraer de su composición los elementos contaminantes que puedan afectar el ambiente; estos bacilos ayudan a liberar y devorar la composición de hexano y metano que se produce dentro de esta agua lodosa a causa del proceso de extracción.

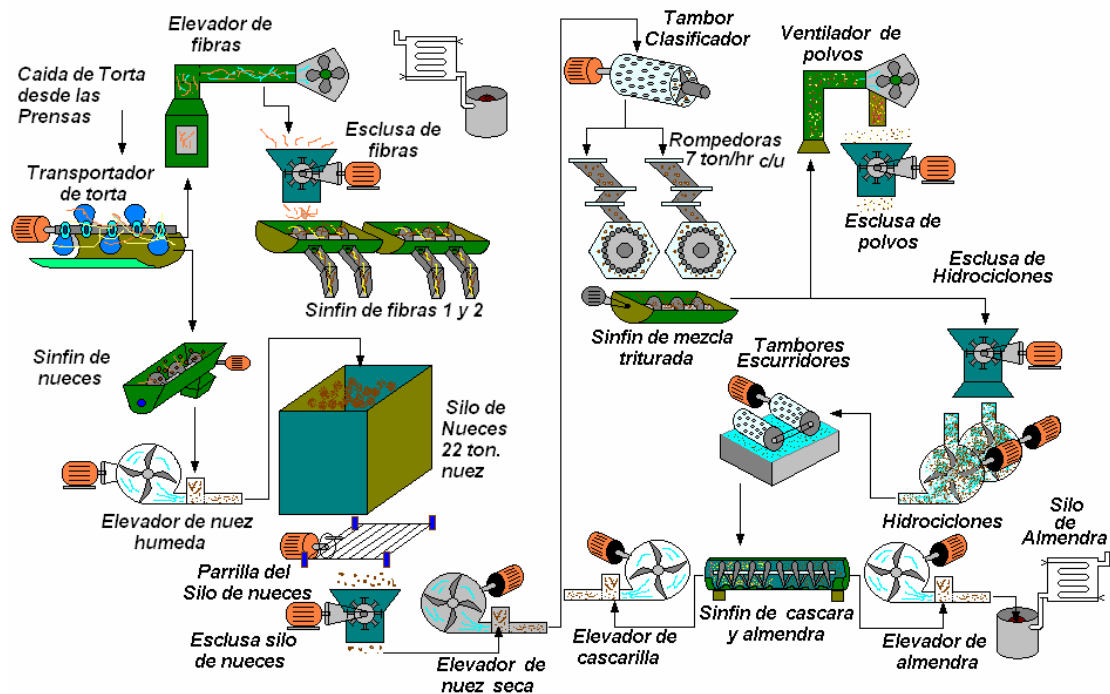
Pasado el tiempo puede verse en la zona de piscinas que el suelo ha absorbido y asimilado gran cantidad de nutrientes y produce una tierra con una masilla superficial rica en humus.

2.2.6 Palmistería. El proceso de Palmistería inicia en la salida de las prensas donde se obtiene la materia prima, la Torta; que es una mezcla de fibra y nueces, este material cae a un transportador de torta, como este transportador se utiliza para mezcla se trata de un eje horizontal con paletas desfasadas 120°

es decir tres paletas por paso cuyo oficio es agitar y desmenuzar la mezcla, al mismo tiempo que da el avance, además en todo el recorrido del transportador de torta, existen sobre el canal unas camisas o cámaras con alimentación de vapor, que estando interconectadas y cada una con su respectiva trampa de condensado calientan la torta, para que al final del recorrido la torta llega prácticamente seca, sin humedad y pueda hacerse fácilmente una separación entre fibra y nuez. El ciclo dado para esta sección se muestra en la figura 27.

Al final de este transportador la torta cae en un separador de fibras es decir un ducto conectado a un ventilador que aspira la torta, la fibra es separada puesto que su peso específico es menor que el de las nueces y es succionada a un Transportador de fibras que llevará a está como combustible al hogar de alimentación de las calderas.

Figura 27. Esquema Sección Palmistería



El transportador de fibras se extiende a lo largo de las tres calderas que generan el vapor y es distribuido por esclusas de apertura manual; una gráfica del sinfín de fibras se muestra en la figura 28.

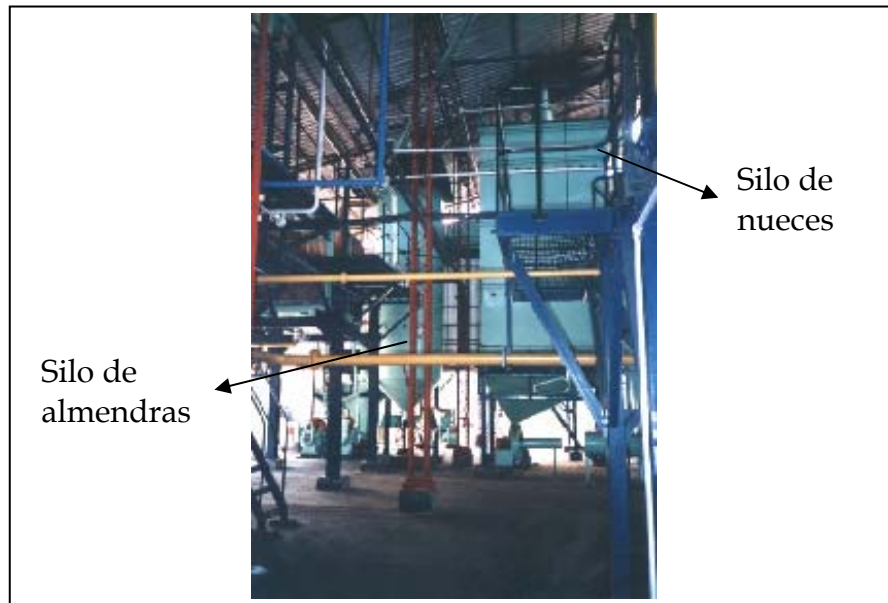
Figura 28. Sinfín de fibras



En tanto que la nuez simplemente cae a un sinfín de nueces que las transporta atravesando una pequeña parrilla con el fin de permitir la limpieza de piedras y otros objetos que hayan podido colarse hasta esta sección del proceso, dentro de ello se cuentan rocas medianas y grandes, trozos de tusa y cuescos rotos.

Este sinfín de nueces descarga el contenido a un ventilador (elevador de nuez húmeda), que lleva la nuez al silo de nueces; en este silo se retiene por determinado tiempo y almacena cierta cantidad de nuez dando un lapso de permanencia en los equipos para poder desarrollar acciones que puedan retardar en otros. La salida de ese silo de nuez se dosifica por medio de una parrilla grande que se agita por medio de un motor y un mecanismo de leva que da un movimiento de vaivén y restringe el paso exagerado de las nueces. En la figura 29. Se muestra una imagen del silo de nueces.

Figura 29. Silo de nueces



Esta cantidad liberada por la parrilla cae a una esclusa depositando la porción de nueces que será entregada al elevador de nuez seca que la eleva hasta un tambor clasificador cuya función es separar las nueces mas grandes de las pequeñas para entrar al proceso de rompimiento de nueces; este tambor clasificador está constituido por un eje horizontal provisto de aros a los que se ha soldado una malla con diferentes tamaños de agujero de modo que a partir de la rotación del eje puede disponerse por secciones de diversos tamaños de nueces. En la figura 30. Se observa el tambor clasificador.

Figura 30. Tambor clasificador



Las Rompedoras son las encargadas de liberar la almendra por medio del choque de la nuez contra las mordazas que recubren un tambor giratorio; una imagen de las mordazas y las rompedoras puede verse en la figura 31.

Figura 31. Rompedoras y Mordazas



El producto entregado por las rompedoras cae a un tornillo sinfín (sinfín de mezcla triturada) que lo lleva hasta un ducto con un ventilador que extrae los polvos que se producen en el rompimiento de la nuez (elevador de polvos) este elevador se encuentra ubicado en lo alto del techo de la fabrica y su propósito es aspirar los productos de baja densidad que se hayan podido crear en el proceso de rompimiento, estos elementos pueden alimentar la combustión de las calderas o en caso de ser excesivos se liberan a otra zona de la fabrica para tenerlos disponibles como elementos abrasivos para las jornadas de limpieza; en la figura 32. Se observa la ubicación del ventilador de polvos junto al ventilador de fibras y la descarga de estos desechos en el depósito.

Los productos mas pesados, cascarilla y almendra, caen a alimentar un sistema de hidrociclón que bombea continuamente los productos y por

Figura 32. Ventilador de polvos



Diferencia de densidades entre cascarilla y almendra, los separa y los bombea a un sistema de lavado en un tanque; en este tanque con ayuda de unos tambores escurridores son llevados y liberados cada uno por un ducto diferente, los tambores escurridores son dos equipos similares al tambor clasificador cuya función simplemente es escurrir el liquido que tienen los productos por haber cruzado los hidrociclones; una imagen de los hidrociclones se presenta en la figura 33.

Figura 33. Hidrociclones



Ambos productos cascarilla y almendra son transportados por un mismo tornillo sinfín (sinfín cáscara y almendra) a sitios diferentes debido a un cambio de sentido en la mitad de la hélice del tornillo transportador; la cascarilla es llevada a un elevador que la deposita en un silo de cascarilla, mientras que la almendra es elevada también con un ventilador hasta un silo de almendra que posee una camisa de aire caliente alimentado por un ventilador y circulado por un radiador con vapor como fluido caliente, este efecto permite disponer de almendra seca en el fondo del silo que es almacenada en sacos por medio de una rejilla que se opera en forma manual; para su posterior acopio en otra zona y lista para el cargue de tractocamiones.

Así que analizando el proceso de producción, este termina en la sección de Palmistería, la sección faltante de auxiliares brinda las facilidades para la producción dando a la planta independencia de redes sobre algunos factores determinantes tanto para la fabricación como para la subsistencia de toda la empresa.

2.2.7 Sistemas Auxiliares. Existen sistemas auxiliares que suministran cargas energéticas importantes para el desarrollo del proceso, dentro de estos podemos enumerar:

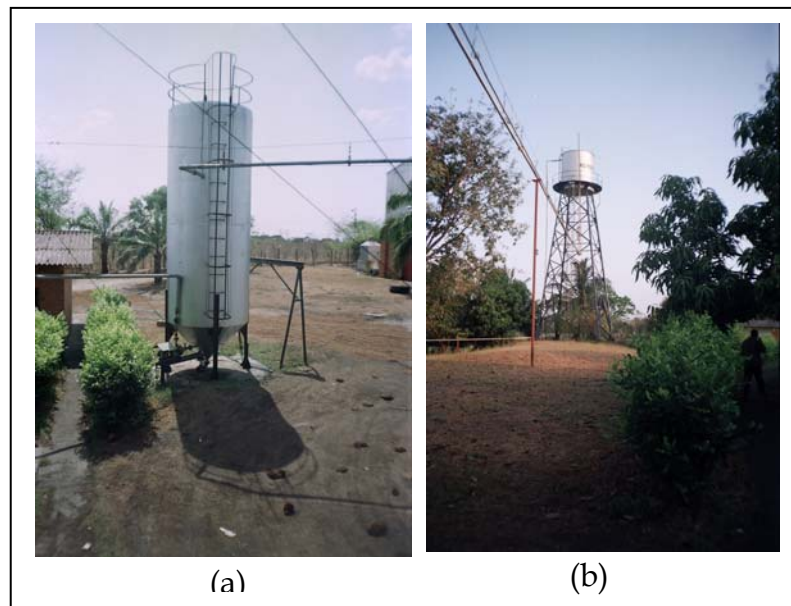
- Suministro de agua de la planta.
- Generación de vapor.
- Generación eléctrica.

2.2.7.1 Suministro de agua de la planta. Después de hacer estudios geoelectrónicos en el área, se han podido hacer excavaciones y disponer de varios pozos subterráneos que operan como fuentes hídricas naturales, algunos interconectados, han sido sacados de servicio, por el beneficio de

mejorar caudal en otros; actualmente el suministro es brindado por dos pozos (2 y 4) a los que se extrae Aproximadamente 18 m³/hr. Con bombas sumergibles tipo lapicero. El agua es enviada a tratamiento; inicialmente entra en un tanque con salmuera donde recibe una agitación y de allí es bombeado a un suavizador, para liberar los elementos que aumentan la dureza del agua y que pudieran taponar con sedimentos la tubería.

De allí se dispone en dos tanques principales, el tanque elevado, que da el suministro de agua al proceso y las oficinas; y el tanque pulmón que abastece la zona de generación de vapor. En la gráfica 34. Se muestran los tanques pulmón y elevado respectivamente.

Figura 34. Tanques de agua. (a) Tanque Pulmón; (b) Tanque Elevado



2.2.7.2 Generación de vapor. La generación de vapor esta a cargo de tres calderas todas alimentadas con residuos sólidos, es decir, la fibra del proceso que es llevada hasta el hogar por medio de dos sinfines de fibra, que liberan la cantidad necesaria para mantener la temperatura por medio de unas esclusas manuales; dos calderas con la misma configuración, un horno

acuatubular donde está el hogar de la caldera, allí se inicia el proceso de calentamiento, sin embargo los tubos de agua están conectados a la segunda parte, un intercambiador piro tubular donde los humos de la combustión terminan de calentar el vapor.

En conclusión las calderas 1 y 3 poseen una disposición piro y acuatubular, aumentando su rendimiento; la caldera dos posee solamente la fase de intercambiador en el haz de tubos, esto quiere decir que el hogar de la caldera solo trabaja como horno y en su interior solo existe el ladrillo refractario para aislar el calor y subirlo a la sección piro tubular.

Cada caldera posee dos alarmas de nivel, una con el sistema de Mc Donell que advierte de un descenso en el nivel y obliga a la conexión de la bomba de alimentación de agua, sin embargo existe un segundo sistema, el Warrick que trabaja como segunda señal de un descenso más peligroso en el nivel de agua y opera con un electrodo trabajando como interruptor de contacto entre el agua y una corriente eléctrica.

Como es lógico, cada caldera posee una bomba de suministro de agua, y así mismo un condensador para los tres donde se realiza la adición de químico antiincrustante para el tratamiento del líquido. El distribuidor o manifold reparte a través de tubería todo el vapor necesario para el proceso. En la gráfica de la figura 35. Puede observarse la disposición de las calderas además del distribuidor de vapor de alta y baja presión.

Figura 35. Calderas. (a) Sección inferior acuatubular, (b) Montaje principal, (c) Revestimiento térmico, (d) Chimeneas, (e) Distribuidor de vapor



(a)



(b)



(c)



(d)



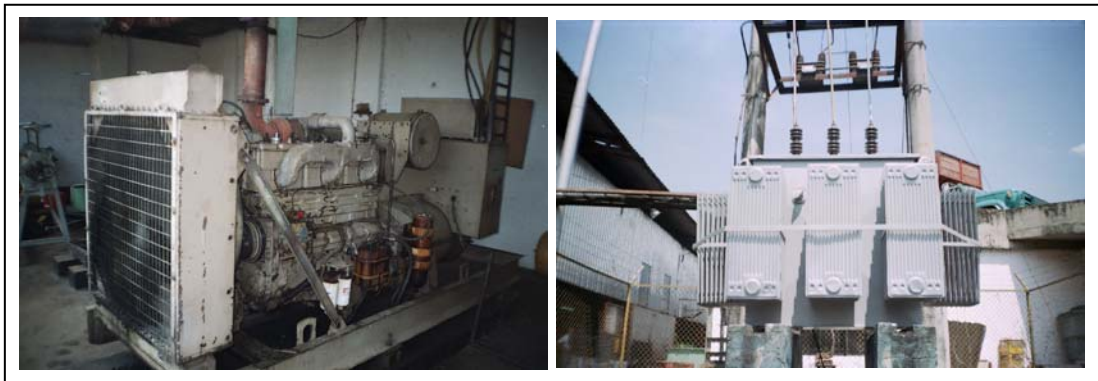
(e)

2.2.7.3 Generación eléctrica. La generación eléctrica es un sistema auxiliar que permanece disponible sobre cualquier eventualidad de una falla del suministro energético normal. Debido a que la planta no se encuentra dentro de la ruta normal del sistema de interconexión, el flujo eléctrico llega hasta allí gracias a un contrato entre la firma ISAGEN y la empresa; por eso un sistema auxiliar de suministro conviene estar siempre disponible.

Este auxilio está a cargo de una planta Cummins de 313 Kva. que con un factor de potencia (FP) de 0.8, suministra una potencia de 250 Kw. suficientes para poner a media marcha la línea de proceso; puesto que el suministro normal está regulado por un transformador de 630 Kva. y un FP de 0.8 lo que entrega una potencia máxima de 504 Kw.

La conexión entre las fuentes de energía y la planta está controlada por un bloqueo manual que impide la puesta en servicio de ambas fuentes de energía, es decir la planta Cummins y la acometida local. En la figura 36. Se observa la planta de suministro energético de emergencia así como el transformador para la acometida local.

Figura 36. Planta Cummins y Transformador de la empresa.



3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA DE PROCESO EN LA PLANTA DE BENEFICIO

La presente disertación tiene el fin de analizar la situación actual de la maquinaria, con el propósito de evaluar a los equipos sometidos a mantenimiento; comprende un enfoque gerencial encaminado a determinar las acciones, rutas y jornadas que permitan sostener la producción a partir de un parque de maquinaria confiable y disponible en la mayor parte del tiempo de proceso.

3.1 CALIFICACIÓN DE EQUIPOS

La calificación que se presenta a continuación sobre todos los equipos está basada en la inspección visual y auditiva, el aporte del tiempo aproximado de vida y duración, así como el ambiente de trabajo en el que se desarrolla; estos datos fueron tomados y recopilados así como suministrados por el encargado de mantenimiento y los operarios de cada una de las máquinas, su fiabilidad está respaldada en que el período de la evaluación se hizo en el momento de Mantenimiento Overall, pudiendo observar todas las piezas; estos factores se muestran en la figura 37. Y el sistema de calificación aplicado en la tabla 7.

Figura 37. Criterios de Calificación de equipos

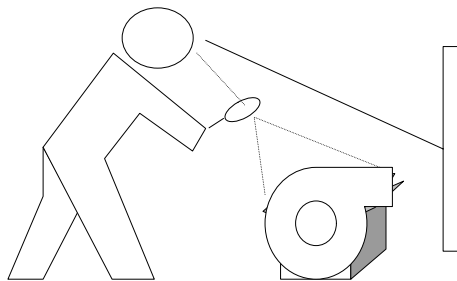


Tabla 7. Sistema de calificación para el diagnóstico de equipos

ESTADO	CALIFICACION
Bueno: Mantenimiento adecuado	2
Aceptable: Aumentar revisión, mantener en observación	1
Malo: Cambiar pieza	0

Por brevedad se muestra la calificación modelo para una de las máquinas en la tabla 8. Y seguidamente se presentan en tablas las calificaciones por secciones para los demás equipos.

Tabla 8. Modelo de calificación utilizado en cada uno de los equipos

SECCIÓN RECEPCIÓN	NOTA
TOLVA DE RECEPCIÓN	
TOLVA DE RECEPCIÓN	2
VÁLVULAS SOLENOIDE	2
MOTOR	2
PRESOSTATO	0
RELÉ TÉRMICO	2
CONTACTOR DE POTENCIA	2
CONTACTOR AUXILIAR	2
CAJAS DE CONMUTADORES	2
TUBERÍA FLEXIBLE MANGUERAS	2
TUBERÍA RIGIDA TOLVA	2
RACORES TOLVA	1
FILTRO DE ACEITE TOLVA	1
BOMBA TOLVA	2
CILINDROS TOLVA	2
TANQUE DE ACEITE TOLVA	2
ACUMULADOR TOLVA	0
RODAMIENTO 6007 COMPUERTA TOLVA	2
MANÓMETRO TOLVA	0

3.1.1 Sección Recepción. El análisis desarrollado en esta sección se adelantó a partir de los equipos que se encargan de tomar el fruto y dosificarlo para la

entrada al proceso; al igual que de controlar la entrada de las volquetas y conocer su peso en la planta; entre estos equipos se cuentan:

- Báscula
- Tolva
- Vagonetas
- Malacate
- Esterilizadores

Se muestra en la tabla 9. La calificación del estado a partir de inspección para la sección de recepción.

Tabla 9. Calificación Sección Recepción

SECCION RECEPCIÓN		
NOMBRE	NOTA	DIAGNÓSTICO
BASCULA ELECTRONICA	2	BUENO
REGISTRO	2	BUENO
IMPRESORA	2	BUENO
BASCULA MECANICA	1	ACEPTABLE
TOLVA DE RECEPCION	2	BUENO
VAGONETAS	2	BUENO
MALACATE	2	BUENO
RIELES	1	ACEPTABLE
ESTERILIZADOR 1	2	BUENO
ESTERILIZADOR 2	1	ACEPTABLE

3.1.2 Sección Extracción. El proceso de extracción se adelanta desde el puente grúa hasta el final del prensado; la calificación realizada analiza los siguientes sistemas:

- Puente grúa
- Tolva y alimentador
- Tambor desfrutador
- Banda de tusa

- Sinfín desfrutador
- Sinfín inclinado
- Elevador de cangilones
- Sinfín distribuidor
- Sinfín retorno
- Digestores
- Prensas
- Conos hidráulicos

En la tabla 10. Se presentan las calificaciones para esta sección.

Tabla 10. Calificación Sección Extracción

SECCION EXTRACCIÓN		
NOMBRE	NOTA	DIAGNÓSTICO
PUENTEGRUA	2	BUENO
TOLVA Y ALIMENTADOR	2	BUENO
TAMBOR DESFRUTADOR	2	BUENO
BANDA TUSA	2	BUENO
SINFÍN BAJO DESFRUTADOR	2	BUENO
SINFÍN INCLINADO	2	BUENO
ELEVADOR CANGILONES	1	ACEPTABLE
SINFÍN DISTRIBUIDOR	2	BUENO
SINFÍN RETORNO	1	ACEPTABLE
DIGESTOR 1	1	ACEPTABLE
DIGESTOR 2	1	ACEPTABLE
PRENSA 1	1	ACEPTABLE
PRENSA 2	1	ACEPTABLE

3.1.3 Sección Clarificación. En esta área se tuvo la precaución de revisar minuciosamente los equipos determinados a procesos químicos ya que están en contacto directo con aceite crudo, ácido y caliente; los equipos abarcan desde el tamiz circular hasta el tanque de aceite terminado y son:

- Tamiz circular
- Bomba de crudos

- Columna precalentadora
- Clarificador 1
- Clarificador 2
- Tanque secador
- Deshidratador
- Tanque de aceite terminado
- Bomba de aceite terminado

Para esta sección se muestran las notas obtenidas en la tabla 11.

Tabla 11. Calificación Sección Clarificación

SECCION CLARIFICACIÓN		
NOMBRE	NOTA	DIAGNÓSTICO
TAMIZ CIRCULAR	2	BUENO
BOMBA CRUDOS	1	ACEPTABLE
COLUMNA PRECALENTADORA	2	BUENO
TANQUE CLARIFICADOR 1	1	ACEPTABLE
TANQUE CLARIFICADOR 2	2	BUENO
TANQUE SECADOR	2	BUENO
DESHIDRATADOR	2	BUENO
TANQUE ACEITE TERMINADO	2	BUENO
BOMBA ACEITE TERMINADO	2	BUENO

3.1.4 Sección Recuperación. En la sección se reciben los lodos que fueron desechados en la Clarificación y de los que se puede extraer cierta cantidad de aceite mezclado con humedad y arena, presentando una gran exposición a materiales abrasivos; los equipos incluidos son:

- Tanque de purgas
- Bomba de lodos
- Tanque de lodos
- Filtro de cepillos
- Centrifugas

- Tanque aceite recuperado
- Bomba aceite recuperado
- Columna precalentadora 2
- Clarificador 3
- Tanque secador 2
- Tanque florentinos
- Bomba recuperado florentinos
- Tanque condensados piscinas
- Bomba condensados piscinas

En la tabla 12. Se presentan las tablas de la maquinaria de Recuperación

Tabla 12. Calificación Sección Recuperación

SECCION RECUPERACIÓN		
NOMBRE	NOTA	DIAGNÓSTICO
TANQUE DE PURGAS	1	ACEPTABLE
BOMBA LODOS	1	ACEPTABLE
TANQUE DE LODOS	1	ACEPTABLE
FILTRO CEPILLOS	1	ACEPTABLE
CENTRIFUGA 1	2	BUENO
CENTRIFUGA 2	2	BUENO
TANQUE ACEITE RECUPERADO	2	BUENO
BOMBA ACEITE RECUPERADO	2	BUENO
COLUMNA PRECALENTADORA 2	1	ACEPTABLE
CLARIFICADOR 3	2	BUENO
TANQUE SECADOR 2	2	BUENO
FLORENTINOS	1	ACEPTABLE
TANQUE CONDENSADOS PISCINAS	1	ACEPTABLE
BOMBA CONDENSADOS PISCINAS	2	BUENO

3.1.5 Sección Palmistería. Es la sección con mayor maquinaria y es la encargada de procesar el segundo producto en la planta; el palmiste o almendra que se extrae de la palmera para comercializar; de él puede salir un aceite mucho más puro que no se procesa en la planta; por tanto solo se

obtiene la almendra como producto final y se comercializa con empresas dedicadas a la manufactura de aceite de almendra.

En esta zona se encuentra la siguiente maquinaria:

- Transportador de torta
- Ventilador de fibras
- Esclusa de fibras
- Sinfines de fibra
- Sinfín de nueces
- Elevador de nuez húmeda
- Parrilla del silo de nuez
- Elevador de nuez seca
- Tambor clasificador
- Rompedoras
- Sinfín mezcla triturada
- Ventilador de polvos
- Esclusa polvos
- Esclusa hidrociclón
- Hidrociclones
- Tambores escurridores
- Sinfín de cáscara y almendra
- Elevador de cascarilla
- Elevador de almendra
- Silo de almendra

En la tabla 13. Aparecen las calificaciones para los equipos de esta sección.

Tabla 13. Calificación Sección Palmistería

SECCION PALMISTERÍA		
NOMBRE	NOTA	DIAGNÓSTICO
EJE TRANSTORTA	1	ACEPTABLE
VENTILADOR FIBRAS	1	ACEPTABLE
ESCLUSA FIBRAS	2	BUENO
TORNILLO SINFIN FIBRAS 1	2	BUENO
TORNILLO SINFIN FIBRAS 2	1	ACEPTABLE
TORNILLO SINFIN NUECES	1	ACEPTABLE
ELEVADOR NUEZ HUMEDA	1	ACEPTABLE
PARRILLA SILO NUEZ	2	BUENO
ELEVADOR NUEZ SECA	2	BUENO
TAMBOR CLASIFICADOR	2	BUENO
ROMPEDORA 1	2	BUENO
ROMPEDORA 2	2	BUENO
SINFIN MEZCLA TRITURADA	2	BUENO
VENTILADOR POLVOS	2	BUENO
ESCLUSA POLVOS	2	BUENO
ESCLUSA HIDROCICLON	2	BUENO
CONO DE HIDROCICLON 1	2	BUENO
CONO DE HIDROCICLON 2	2	BUENO
TAMBORES ESCURRIDORES	2	BUENO
SINFIN CASCARA Y ALMENDRA	2	BUENO
ELEVADOR CASCARILLA	2	BUENO
ELEVADOR ALMENDRA	2	BUENO
SILO ALMENDRA (CALENTADOR)	1	ACEPTABLE

3.1.6 Sección Almacenamiento. En el almacenamiento los equipos son muy reducidos de manera que pueden estudiarse fácilmente sin perder de vista el cuidado en la seguridad industrial al inspeccionar áreas como el interior de los tanques, con el fin de verificar el estado de los serpentines que alimentan de vapor a los equipos manteniendo el aceite caliente y evitando su solidificación. Los equipos encontrados son:

- General: Donde existe el control eléctrico de la zona, el distribuidor de vapor, y la bomba de despacho.
- Tanques

En la tabla 14. Se muestran las calificaciones de esta sección.

Tabla 14. Calificación Sección Almacenamiento

SECCION ALMACENAMIENTO		
NOMBRE	NOTA	DIAGNÓSTICO
BOMBA DESPACHO	2	BUENO
DISTRIBUIDOR VAPOR	1	ACEPTABLE
TANQUE 1	2	BUENO
TANQUE 2	1	ACEPTABLE
TANQUE 3	1	ACEPTABLE
TANQUE 4	0	MALO
TANQUE 5	2	BUENO

3.1.7 Sección Auxiliares. Se cubren en esta sección los equipos pertinentes a mantener la planta en marcha y suplir las necesidades de agua, vapor y energía eléctrica; se destacan tres cortas divisiones que son: Suministro de Agua, generación de vapor y Generación eléctrica; los equipos analizados se encuentran clasificados así:

- Generación eléctrica (planta eléctrica)
- Caldera 1
- Caldera 2
- Caldera 3
- Distribuidor de vapor (alta y baja presión)
- General suministro agua (pozos)
- Tanque elevado
- Bomba tanque suavizador
- Tanque suavizador
- Bomba de Salmuera
- Tanque pulmón
- Tanque salmuera

En la tabla 15. Se presentan las calificaciones obtenidas en la maquinaria correspondiente a esta sección de sistemas auxiliares.

Tabla 15. Calificación Sección Auxiliares

SECCION AUXILIARES		
NOMBRE	NOTA	DIAGNÓSTICO
PLANTA CUMMINS	2	BUENO
CALDERA 1	1	ACEPTABLE
CALDERA 2	1	ACEPTABLE
CALDERA 3	1	ACEPTABLE
DISTRIBUIDOR VAPOR ALTA PRESION	2	BUENO
DISTRIBUIDOR VAPOR BAJA PRESION	2	BUENO
POZO 2	1	ACEPTABLE
POZO 4	1	ACEPTABLE
TANQUE ELEVADO	2	BUENO
TANQUE SUAVIZADOR AGUA	2	BUENO
BOMBA SUAVIZADOR AGUA	2	BUENO
TANQUE PULMON	2	BUENO
TANQUE SALMUERA	1	ACEPTABLE

4. PLAN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE BENEFICIO AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A.

En concordancia con los objetivos trazados por el proyecto, Se hace necesario el desarrollo de un plan de mantenimiento que haga sostenible la idea de mejoramiento en la producción a partir del departamento y sus acciones. En el presente capítulo se muestra un análisis de criticidad por equipos enfocando cada uno de estos a la tendencia de mantenimiento que le corresponda y dando unas pautas sobre las actividades representativas de cada tendencia, analizando a su vez la posibilidad de llevar a cabo esta clase de operaciones con los recursos presentes en la empresa.

4.1 ESTUDIO GENERAL DE CRITICIDAD POR EQUIPOS

La presentación del estudio de criticidad arroja resultados relevantes, frente a la necesidad de implementar planes de mantenimiento específicos para cada equipo, y guiando la empresa a una confiabilidad superior en su parque de maquinaria, aumentando las expectativas de eficiencia en la producción.

El estudio se desarrolló por secciones y los valores de puntuación para cada tema fueron asignados de acuerdo con los topes establecidos por la dirección, basados en la influencia directa de los equipos en la producción, los límites de costos para repuestos o reparaciones, así como la confiabilidad de cada máquina basados en la hoja de vida; a continuación se muestra la presentación general de variables adoptadas en la tabla 16.

Tabla 16. Variables aplicadas en el estudio de criticidad

<p>Frecuencia de fallas: (FF)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pobre mayor a 4 fallas por año: 4 ➤ Promedio 2-4 fallas por año: 3 ➤ Buena 1-2 fallas por año: 2 ➤ Excelente menos de 1 falla por año: 1 	<p>Costo de mantenimiento: (CM)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mayor o igual a 1000 US\$: 2 ➤ Inferior a 1000 US\$: 1
<p>Impacto Operacional: (IO)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Parada de toda la planta: 10 ➤ Parada del sistema o sección y tiene repercusión en otros sistemas: 7 ➤ Impacta niveles de inventario: 4 o calidad. ➤ No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción: 1 	<p>Impacto seguridad ambiente e higiene: (ISAH)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Afecta la seguridad humana: 8 tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización. ➤ Afecta el ambiente e: 7 instalaciones. ➤ Afecta las instalaciones: 5 causando daños severos. ➤ Provoca daños menores: 3 ➤ No provoca ningún daño a: 1 personas instalaciones o ambiente
<p>Flexibilidad Operacional: (FO)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ No existe opción de producción: 4 ni repuesto disponible para compra. ➤ Hay opción de fabricación del: 2 repuesto. ➤ Repuesto disponible en el almacén: 1 	

Entonces el producto final que desea hallarse es la criticidad que proviene de la operación:

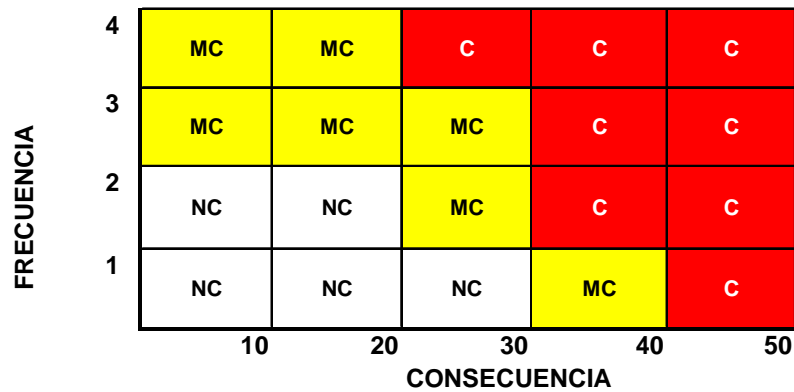
$$\text{Criticidad total (CT)} = \text{FF} \times \text{Consecuencias (CC)}$$

Donde:

$$\text{Consecuencias} = (\text{IO} \times \text{FO}) + \text{CM} + \text{ISAH}$$

Dentro de las secciones se analizó cada uno de los equipos asignando una calificación correspondiente a cada factor, y el valor final de criticidad al igual que las columnas de frecuencia y consecuencia para desarrollar la matriz de criticidad la cual ayuda a determinar la tendencia de mantenimiento aplicable a cada equipo. En la figura 38. Puede verse un modelo de la matriz de criticidad.

Figura 38. Matriz de criticidad



Donde:

NC: Mantenimiento no crítico

MC: Mantenimiento medianamente crítico

C: Mantenimiento crítico

Y las zonas señaladas por colores designan la aplicación de operaciones con determinadas tendencias; el área en blanco representa un mantenimiento correctivo, el color amarillo denota un mantenimiento preventivo y el color rojo simboliza un mantenimiento predictivo.

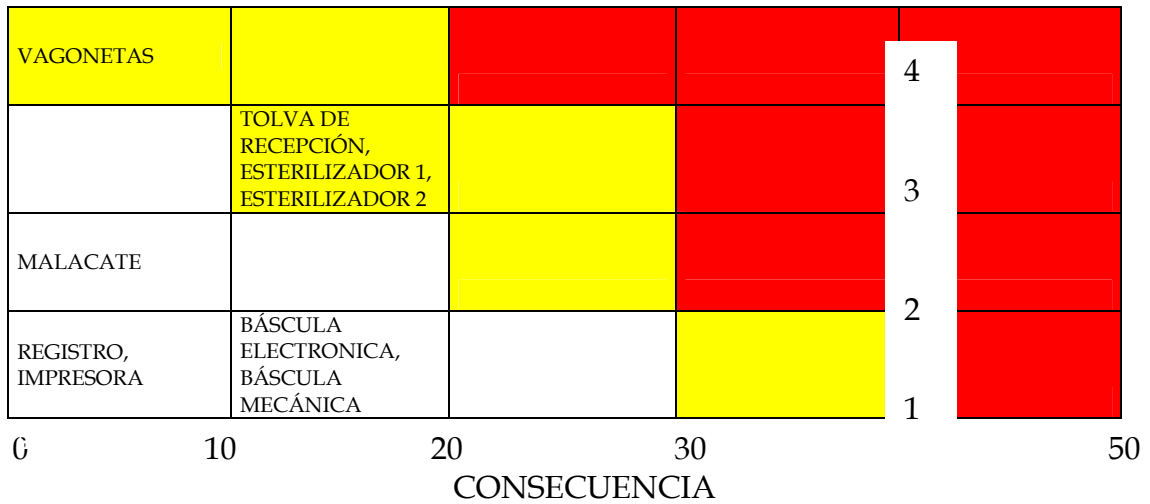
4.1.1 Sección Recepción. En la tabla 17. Se muestran los valores para la maquinaria en la sección de recepción.

Tabla 17. Valores de Criticidad para la Sección Recepción

RECEPCIÓN								
NOMBRE EQUIPO	FF	IO	FO	CM	ISAH	CT	CC	FF
BÁSCULA ELECTRONICA	1	4	4	1	1	18	18	1
REGISTRO	1	1	4	1	1	6	6	1
IMPRESORA	1	1	4	1	1	6	6	1
BÁSCULA MECANICA	1	4	4	2	1	19	19	1
TOLVA DE RECEPCIÓN	3	7	2	1	1	48	16	3
VAGONETAS	4	7	1	1	2	40	10	4
MALACATE	2	7	1	2	1	20	10	2
ESTERILIZADOR 1	3	7	1	2	7	48	16	3
ESTERILIZADOR 2	3	7	1	2	7	48	16	3

Y en la figura 39. Se observa la Matriz de criticidad para la sección.

Figura 39. Matriz de criticidad para la Sección Recepción



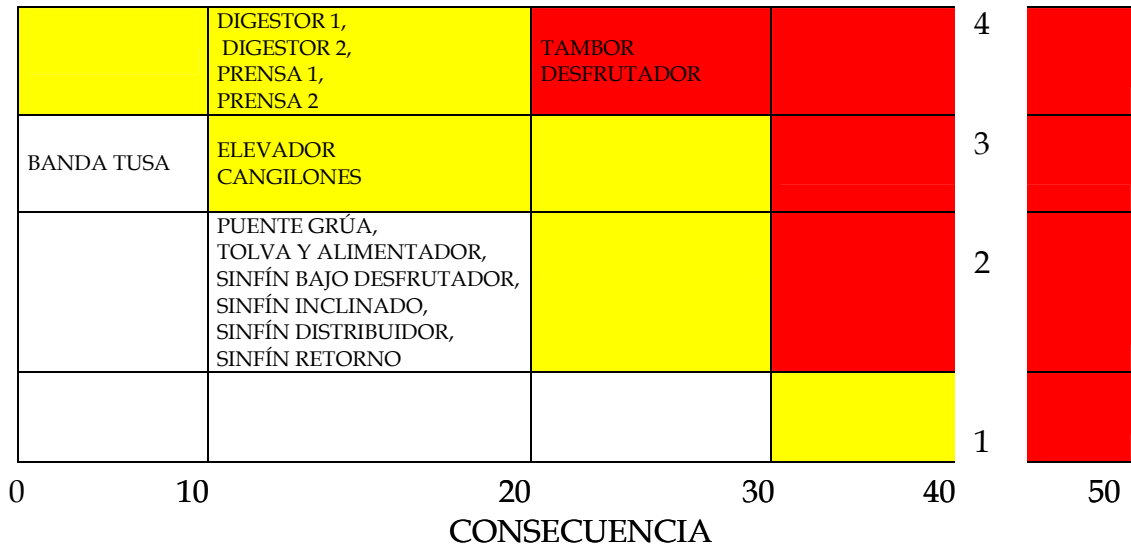
4.1.2 Sección Extracción. En la tabla 18. Se presenta la tabla de criticidad para los equipos de extracción.

Tabla 18. Valores de Criticidad para la Sección Extracción

EXTRACCIÓN								
NOMBRE EQUIPO	FF	IO	FO	CM	ISAH	CT	CC	FF
PUENTEGRUA	2	10	1	2	3	30	15	2
TOLVA Y ALIMENTADOR	2	7	2	1	1	32	16	2
TAMBOR DESFRUTADOR	4	10	2	2	1	92	23	4
BANDA TUSA	3	1	4	1	1	18	6	3
SINFÍN BAJO DESFRUTADOR	2	10	1	1	3	28	14	2
SINFÍN INCLINADO	2	10	1	1	3	28	14	2
ELEVADOR CANGILONES	3	10	1	1	3	42	14	3
SINFÍN DISTRIBUIDOR	2	10	1	1	3	28	14	2
SINFÍN RETORNO	2	7	1	1	3	22	11	2
DIGESTOR 1	4	7	1	2	1	40	10	4
DIGESTOR 2	4	7	1	2	1	40	10	4
PRENSA 1	4	7	1	2	1	40	10	4
PRENSA 2	4	7	1	2	1	40	10	4

Se muestra la matriz de criticidad para la sección de extracción en la figura 40.

Figura 40. Matriz de criticidad para la sección Extracción



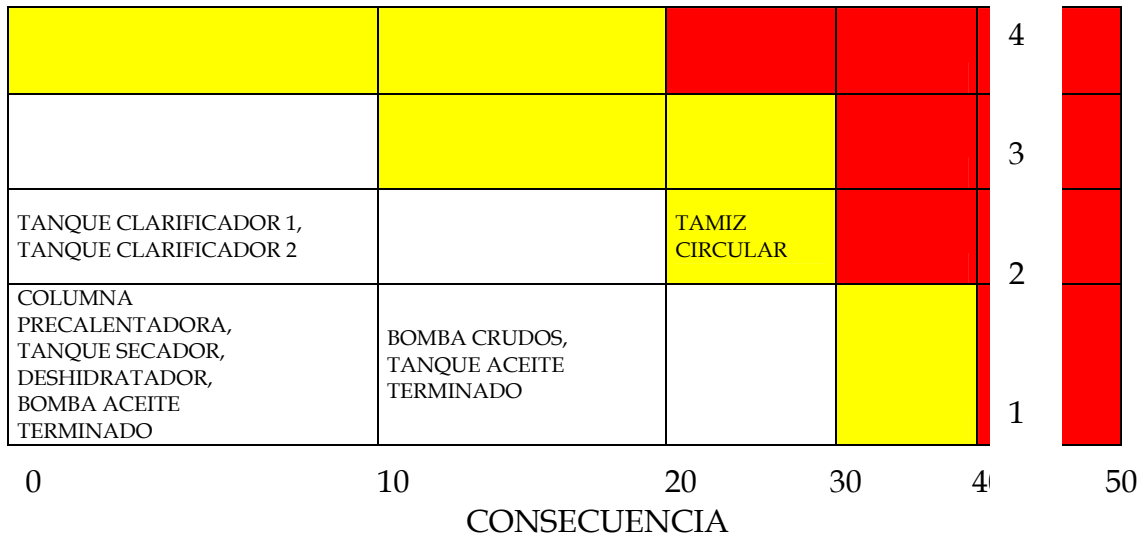
4.1.3 Sección Clarificación. En la tabla 19. Se dan los valores de criticidad para la sección de clarificación.

Tabla 19. Valores de Criticidad para la Sección Clarificación

CLARIFICACIÓN								
NOMBRE EQUIPO	FF	IO	FO	CM	ISAH	CT	CC	FF
TAMIZ CIRCULAR	2	10	2	1	1	44	22	2
BOMBA CRUDOS	1	10	1	1	1	12	12	1
COLUMNA PRECALENTADORA	1	4	1	1	3	8	8	1
TANQUE CLARIFICADOR 1	2	4	1	1	3	16	8	2
AGITADOR 1	2	4	1	1	3	16	8	2
TANQUE CLARIFICADOR 2	1	4	1	1	3	8	8	1
AGITADOR 2	1	4	1	1	3	8	8	1
TANQUE SECADOR	1	4	1	1	3	8	8	1
DESHIDRATADOR	1	4	1	1	3	8	8	1
TANQUE ACEITE TERMINADO	1	7	1	1	3	11	11	1
BOMBA ACEITE TERMINADO	1	7	1	1	1	9	9	1

En la figura 41. Aparece la matriz de criticidad para la sección de Clarificación.

Figura 41. Matriz de criticidad para la sección Clarificación



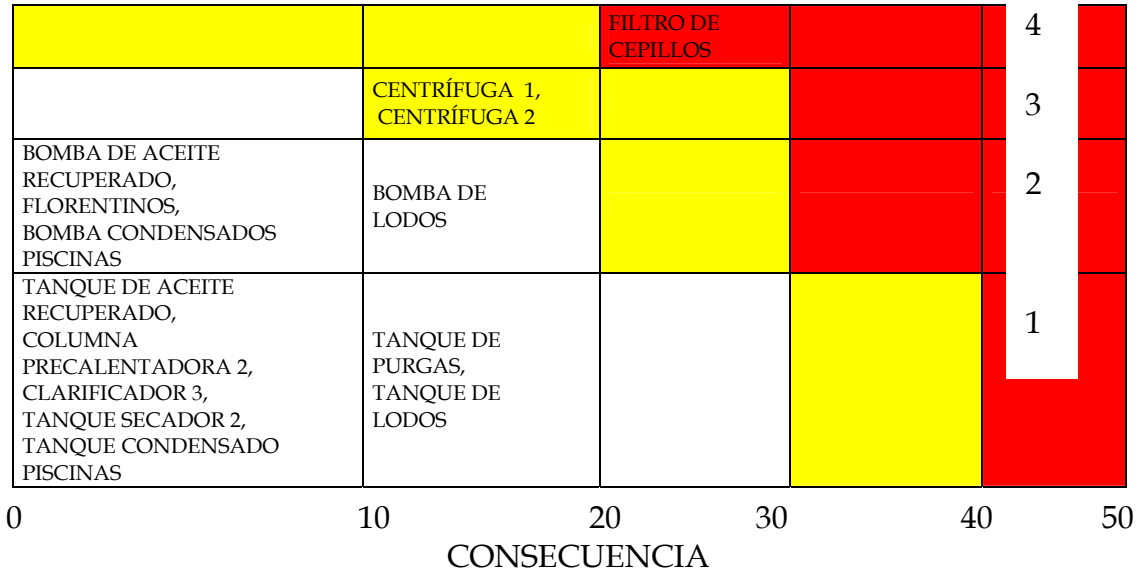
4.1.4 Sección Recuperación. En la tabla 20. Se exponen los valores de criticidad para la sección de Recuperación.

Tabla 20. Valores de Criticidad para la Sección de Recuperación

RECUPERACIÓN								
NOMBRE EQUIPO	FF	IO	FO	CM	ISAH	CT	CC	FF
TANQUE DE PURGAS	1	7	1	1	3	11	11	1
BOMBA LODOS	2	10	1	1	1	24	12	2
TANQUE DE LODOS	1	7	1	1	3	11	11	1
FILTRO CEPILLOS	4	10	2	1	1	88	22	4
CENTRÍFUGA 1	3	7	2	2	3	57	19	3
CENTRÍFUGA 2	3	7	2	2	3	57	19	3
TANQUE ACEITE RECUPERADO	1	1	1	1	3	5	5	1
BOMBA ACEITE RECUPERADO	2	7	1	1	1	18	9	2
COLUMNA PRECALENTADORA 2	1	4	1	1	1	6	6	1
CLARIFICADOR 3	2	4	1	1	1	12	6	2
TANQUE SECADOR 2	1	4	1	1	3	8	8	1
FLORENTINOS	2	1	1	1	7	18	9	2
TANQUE CONDENSADOS PISCINAS	1	1	1	1	7	9	9	1
BOMBA CONDENSADOS PISCINAS	2	1	1	1	7	18	9	2

En la figura 42. Se muestra la matriz de criticidad para la sección de Recuperación

Figura 42. Matriz de criticidad para la sección Recuperación

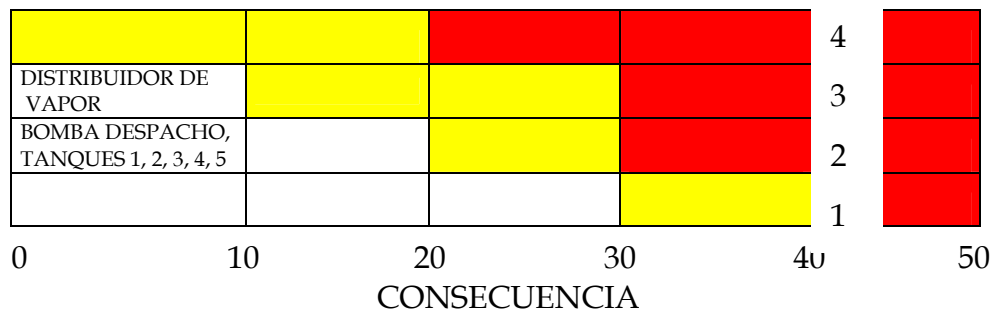


4.1.5 Sección Almacenamiento. Se presentan los datos de criticidad en la tabla 21. Y la matriz de criticidad en la figura 43. Para esta sección.

Tabla 21. Valores de Criticidad para la Sección de Almacenamiento

ALMACENAMIENTO								
NOMBRE EQUIPO	FF	IO	FO	CM	ISAH	CT	CC	FF
BOMBA DESPACHO	2	4	1	1	1	12	6	2
DISTRIBUIDOR VAPOR	3	4	1	1	1	18	6	3
TANQUE 1	2	4	1	1	1	12	6	2
TANQUE 2	2	4	1	1	1	12	6	2
TANQUE 3	2	4	1	1	1	12	6	2
TANQUE 4	2	4	1	1	1	12	6	2
TANQUE 5	2	4	1	1	1	12	6	2

Figura 43. Matriz de criticidad para la sección Almacenamiento

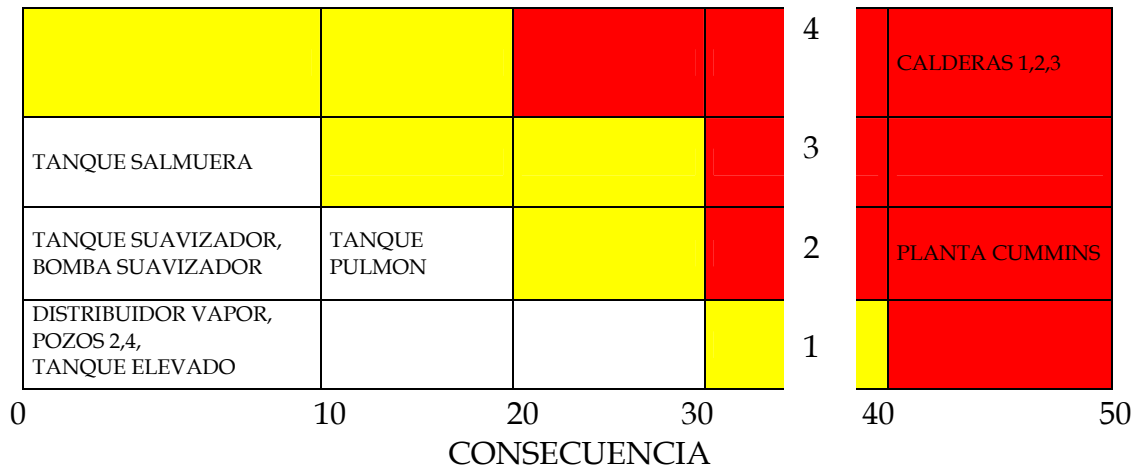


4.1.6 Sección Auxiliares. En la Tabla 22. Se muestran los valores de esta sección y en la tabla 44. La matriz de criticidad para todos sus equipos.

Tabla 22. Valores de Criticidad para la Sección Auxiliares

AUXILIARES								
NOMBRE EQUIPO	FF	IO	FO	CM	ISAH	CT	CC	FF
PLANTA CUMMINS	2	10	4	1	5	92	46	2
CALDERA 1	4	10	4	2	7	196	49	4
CALDERA 2	4	10	4	2	7	196	49	4
CALDERA 3	4	10	4	2	7	196	49	4
DISTRIBUIDOR VAPOR	1	4	1	1	3	8	8	1
POZO 2	1	7	1	1	1	9	9	1
POZO 4	1	7	1	1	1	9	9	1
TANQUE ELEVADO	1	7	1	1	1	9	9	1
TANQUE SUAVIZADOR AGUA	2	7	1	1	1	18	9	2
BOMBA SUAVIZADOR AGUA	2	7	1	1	1	18	9	2
TANQUE PULMON	2	10	1	1	1	24	12	2
TANQUE SALMUERA	3	7	1	1	1	27	9	3

Figura 44. Matriz de criticidad para la sección Auxiliares

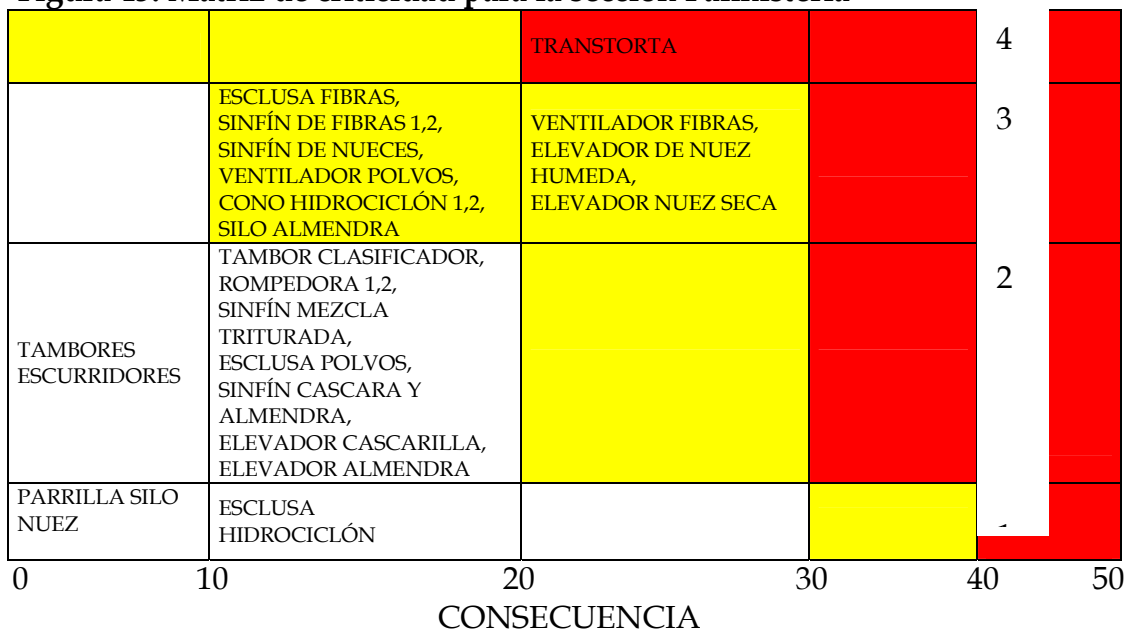


4.1.7 Sección Palmistería. Para la sección se muestran la tabla 23. Donde se encuentran los valores de criticidad y en la figura 45. Se da la matriz de criticidad para los equipos correspondientes.

Tabla 23. Valores de Criticidad para la Sección Palmistería

PALMISTERÍA								
NOMBRE EQUIPO	FF	IO	FO	CM	ISAH	CT	CC	FF
EJE TRANSTORTA	4	10	2	2	7	116	29	4
VENTILADOR FIBRAS	3	10	2	1	3	72	24	3
ESCLUSA FIBRAS	3	10	1	1	3	42	14	3
TORNILLO SINFIN FIBRAS 1	3	10	1	1	3	42	14	3
TORNILLO SINFIN FIBRAS 2	3	10	1	1	3	42	14	3
TORNILLO SINFIN NUECES	3	7	1	1	5	39	13	3
ELEVADOR NUEZ HUMEDA	3	7	2	1	5	60	20	3
PARRILLA SILO NUEZ	1	1	1	1	5	7	7	1
ELEVADOR NUEZ SECA	3	7	2	1	5	60	20	3
TAMBOR CLASIFICADOR	2	7	2	2	3	38	19	2
ROMPEDORA 1	2	7	1	1	5	26	13	2
ROMPEDORA 2	2	7	1	1	5	26	13	2
SINFIN MEZCLA TRITURADA	2	7	1	1	3	22	11	2
VENTILADOR POLVOS	3	7	2	1	3	54	18	3
ESCLUSA POLVOS	2	7	1	1	3	22	11	2
ESCLUSA HIDROCICLÓN	1	7	1	1	3	11	11	1
CONO DE HIDROCICLÓN 1	3	7	2	2	1	51	17	3
CONO DE HIDROCICLÓN 2	3	7	2	2	1	51	17	3
TAMBORES ESCURRIDORES	2	4	2	1	1	20	10	2
SINFIN CASCARA Y ALMENDRA	2	7	1	1	3	22	11	2
ELEVADOR CASCARILLA	2	7	2	1	3	36	18	2
ELEVADOR ALMENDRA	2	7	2	1	3	36	18	2
SILO ALMENDRA (CALENTADOR)	3	4	2	1	5	42	14	3

Figura 45. Matriz de criticidad para la sección Palmistería



4.2 EQUIPOS EN MANTENIMIENTO CORRECTIVO

4.2.1 Mantenimiento Correctivo. Según definición “Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente.”¹

La aplicación de mantenimiento correctivo implica un alto grado de análisis y responsabilidad sobre los equipos incluidos, debido a que deben conocerse todas las posibles fallas y soluciones de las piezas presentes e incluye la ejecución de acciones rápidas y efectivas frente a imprevistos; por esto la justificación del mantenimiento correctivo sobre una máquina se soporta por cualquiera de los siguientes factores:

- Si el equipo no se halla en una línea o punto crítico del proceso y no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento.
- El equipo se halla en estado de obsolescencia o desuso.
- Existe un equipo gemelo.
- Es fácilmente costeable un nuevo equipo.

Estos factores deben ser evaluados periódicamente de modo que pueda establecerse que la decisión tomada es correcta. El mantenimiento correctivo se divide en:

- **Mantenimiento correctivo de emergencia.** Consiste en reparar las fallas presentadas imprevistamente. Se debe aplicar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos, daños

¹GONZALEZ, Carlos. Conferencias Ingeniería del Mantenimiento. Bucaramanga: Ediciones UIS P.37

materiales y humanos mayores. Resulta aplicable en sistemas complejos donde difícilmente se pueden predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante un periodo de tiempo no contemplado, sin afectar la productividad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Los inconvenientes que se presentan con esta forma de mantenimiento son: Las fallas pueden presentarse en cualquier momento, las fallas no detectadas a tiempo, pueden causar daños importantes en varios elementos y piezas que se encuentren en buen estado, se debe contar con un stock alto de piezas y repuestos inmovilizado, por último, con referencia al personal, debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad pues las fallas deben ser corregidas de inmediato.

- **Mantenimiento correctivo programado.** Al igual que el anterior, corrige la falla, es denominado también como mantenimiento proactivo; la diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con la producción. En general, se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se acumulan tareas a realizar sobre el mismo y se programa su ejecución, para las paradas, se emplean períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones y horas donde no se causen traumatismos al proceso de producción.

4.2.2 Aspectos de aplicación de mantenimiento correctivo en la planta. Frente a la posibilidad de aplicación de mantenimiento correctivo en los

equipos es ineludible resaltar que el departamento cuenta con el equipo y elementos necesarios para desarrollar tareas de este tipo, pues de por sí, las acciones que se llevan a cabo en la mayoría de los casos son de esta clase.; los inconvenientes más frecuentes son:

- Requiere más personal para las actividades de mantenimiento.
- Paros continuos y consuetudinarios amenazan la producción.
- Lucro cesante es siempre mayor.
- Ocasiona malestar en el personal y es fuente de conflictos humanos.
- Los equipos pueden sufrir daños irreparables.
- Es difícil hablar de calidad en la gestión del mantenimiento.

4.2.3 Equipos incluidos en mantenimiento correctivo. Los equipos comprendidos en este tipo de mantenimiento se enlistan en la tabla 24.

Tabla 24. Equipos con aplicación de mantenimiento correctivo

EQUIPO	SECCIÓN
BÁSCULA ELECTRONICA	RECEPCIÓN
BÁSCULA MECÁNICA	RECEPCIÓN
REGISTRO	RECEPCIÓN
IMPRESORA	RECEPCIÓN
MALACATE	RECEPCIÓN
PUENTE GRÚA	EXTRACCIÓN
TOLVA Y ALIMENTADOR	EXTRACCIÓN
BANDA TUSA	EXTRACCIÓN
SINFÍN BAJO DESFRUTADOR	EXTRACCIÓN
SINFÍN INCLINADO	EXTRACCIÓN
SINFÍN DISTRIBUIDOR	EXTRACCIÓN
SINFÍN RETORNO	EXTRACCIÓN
BOMBA DE CRUDOS	CLARIFICACIÓN
COLUMNA PRECALENTADORA	CLARIFICACIÓN
CLARIFICADOR 1	CLARIFICACIÓN
CLARIFICADOR 2	CLARIFICACIÓN
TANQUE SECADOR	CLARIFICACIÓN
DESHIDRATADOR	CLARIFICACIÓN
TANQUE ACEITE TERMINADO	CLARIFICACIÓN
BOMBA DE ACEITE TERMINADO	CLARIFICACIÓN

BOMBA DE ACEITE RECUPERADO	RECUPERACIÓN
FLORENTINOS	RECUPERACIÓN
BOMBA DE CONDENSADOS PISCINAS	RECUPERACIÓN
TANQUE DE ACEITE RECUPERADO	RECUPERACIÓN
CLARIFICADOR 3	RECUPERACIÓN
COLUMNA PRECALENTADORA 2	RECUPERACIÓN
TANQUE SECADOR 2	RECUPERACIÓN
TANQUE CONDENSADOS PISCINAS	RECUPERACIÓN
TANQUE DE PURGAS	RECUPERACIÓN
TANQUE DE LODOS	RECUPERACIÓN
BOMBA DE LODOS	RECUPERACIÓN
DISTRIBUIDOR DE VAPOR	ALMACENAMIENTO
BOMBA DE DESPACHO	ALMACENAMIENTO
TANQUE 1	ALMACENAMIENTO
TANQUE 2	ALMACENAMIENTO
TANQUE 3	ALMACENAMIENTO
TANQUE 4	ALMACENAMIENTO
TANQUE 5	ALMACENAMIENTO
TANQUE SALMUERA	AUXILIARES
TANQUE SUAVIZADOR	AUXILIARES
BOMBA SUAVIZADOR	AUXILIARES
TANQUE PULMON	AUXILIARES
DISTRIBUIDOR DE VAPOR	AUXILIARES
POZO 2	AUXILIARES
POZO 4	AUXILIARES
TANQUE ELEVADO	AUXILIARES
TAMBORES ESCURRIDORES	PALMISTERÍA
PARRILLA SILO NUEZ	PALMISTERÍA
TAMBOR CLASIFICADOR	PALMISTERÍA
ROMPEDORA 1	PALMISTERÍA
ROMPEDORA 2	PALMISTERÍA
SINFÍN MEZCLA TRITURADA	PALMISTERÍA
ESCLUSA POLVOS	PALMISTERÍA
SINFÍN CASCARA Y ALMENDRA	PALMISTERÍA
ELEVADOR DE CASCARILLA	PALMISTERÍA
ELEVADOR DE ALMENDRA	PALMISTERÍA
ESCLUSA HIDROCICLÓN	PALMISTERÍA

4.2.4 Partes susceptibles a falla. Algunas de las piezas presentes en los equipos listados anteriormente presentan alta probabilidad de falla debido a la mala operación o el mal montaje de las máquinas; solucionando estos inconvenientes con acciones adecuadas de alineación, lubricación,

cimentación y protección de ambientes nocivos; en la tabla 25. Se muestran estos elementos por equipo.

Tabla 25. Elementos susceptibles a falla en equipos de mantenimiento correctivo

ELEMENTO	EQUIPO	SECCION
RODAMIENTOS Y RETENEDORES DEL MOTORREDUCTOR	MALACATE	RECEPCIÓN
CONJUNTO DE CONTRAPESO IZAJE	PUENTEGRÚA	EXTRACCIÓN
RODAMIENTOS DE LOS MOTORREDUCTORES		
FINALES DE CARRERA		
RODAMIENTOS EJES		
RETENEDORES REDUCTORES		
RODAMIENTOS Y RETENEDORES MOTOR Y REDUCTOR	ALIMENTADOR	
CADENA TRANSMISIÓN		
VARIADOR DE VELOCIDAD MOTOR		
SENSOR DE NIVEL		
RODAMIENTOS MOTOR Y REDUCTOR	BANDA TUSA	
CHAVETA EJE SALIDA REDUCTOR		
CADENA TRANSMISIÓN		
RODILLOS GUIA BANDA		
RODAMIENTOS Y RETENEDORES DE MOTOR Y REDUCTOR	SINFÍN BAJO DESFRUTADOR, INCLINADO, DISTRIBUIDOR Y RETORNO	
ACOPLE		
RODAMIENTO DE LA CHUMACERA		
RODAMIENTOS MOTOR E IMPULSOR	BOMBA CRUDOS	CLARIFICACIÓN
IMPULSOR BOMBA CRUDOS		
SELLO MECANICO 1 3/16" IMPULSOR BOMBA CRUDOS		
EJE AGITADORES	CLARIFICADORES	
PALETAS AGITADORES		
RODAMIENTOS Y RETENEDORES MOTOR Y REDUCTOR		
CORREAS DE TRANSMISIÓN		
IMPULSOR	BOMBA ACEITE TERMINADO	
RODAMIENTOS MOTOR E IMPULSOR		
SELLO MECANICO 3/4" IMPULSOR		
RODAMIENTOS MOTOR E IMPULSOR	BOMBA DE LODOS	RECUPERACIÓN
ACOPLE BOMBA		
IMPULSOR BOMBA		
SELLO BOMBA LODOS		
RODAMIENTOS MOTOR E IMPULSOR	BOMBA ACEITE RECUPERADO	
ACOPLE ARAÑA BOMBA		
IMPULSOR		

SELLO MECANICO BOMBA		RECUPERACIÓN
TRAMPA DE CONDENSADO	CLARIFICADOR 3	
TRAMPA DE CONDENSADO	TANQUE SECADOR 2	
RODAMIENTOS MOTOR E IMPULSOR		
ACOPLE ARAÑA L125	BOMBA CONDENSADOS	
IMPULSOR BOMBA	PISCINAS	
SELLO MECANICO		
RODAMIENTOS MOTOR BOMBA DESPACHO		
ACOPLE MOTOR BOMBA DESPACHO	BOMBA DESPACHO	ALMACENAMIENTO
IMPULSOR BOMBA DESPACHO		
RODAMIENTOS BOMBA DESPACHO		
SELLO MECANICO BOMBA DESPACHO		
TRAMPA CONDENSADO DISTRIBUIDOR	DISTRIBUIDOR DE VAPOR	
TRAMPA CONDENSADO	TANQUES	
SENSOR DE PRESION	DISTRIBUIDOR DE VAPOR	
RODAMIENTOS MOTOR E IMPULSOR		
ACOPLE BOMBA	BOMBA SUAVIZADOR	AUXILIARES
IMPULSOR		
SELLO MECANICO		
RODAMIENTOS MOTOR		
CORREA TRANSMISIÓN	PARRILLA SILO NUEZ	
CADENA SEGUNDA TRANSMISIÓN		
RODAMIENTOS Y RETENEDORES MOTORREDUCTOR		
CADENA TRANSMISIÓN	TAMBOR CLASIFICADOR	
RODAMIENTOS EJE TAMBOR		
RODAMIENTOS MOTOR		
CORREAS (CP57 DOBLE) TRANSMISIÓN	ROMPEDORAS	
PLATOS ROTOR		
EJE ROTOR		
RODAMIENTOS ROTOR	ROMPEDORAS	
RODAMIENTOS Y RETENEDORES MOTORREDUCTOR	SINFÍN MEZCLA TRITURADA	PALMISTERÍA
RODAMIENTOS TORNILLO SINFIN		
RODAMIENTOS MOTORREDUCTORES	ESCLUSA POLVOS	
CADENA TNO 40 TRANSMISIÓN		
RODAMIENTOS Y RETENEDORES DEL MOTORREDUCTOR	ESCLUSA HIDROCICLÓN	
RODAMIENTOS Y RETENEDORES DEL MOTORREDUCTOR		
CADENA TRANSMISIÓN	TAMBORES ESCURRIDORES	
RODAMIENTOS TAMBORES		
RODAMIENTOS Y RETENEDORES DEL MOTORREDUCTOR		
CADENA TRANSMISIÓN	SINFÍN CASCARA Y ALMENDRA	
RODAMIENTOS SINFIN		
RODAMIENTOS MOTOR Y ROTOR	ELEVADORES CASCARA Y ALMENDRA	

4.2.5 Programa de acciones proactivas. A continuación se enlistan las acciones programadas para desarrollar un mantenimiento proactivo sobre los equipos determinados en el análisis de criticidad, como aptos para aplicar un mantenimiento correctivo; el análisis de la tabla muestra las columnas de, Actividad, mencionando las acciones a ejecutar; Frecuencia, que nombra las variable de tiempo empleada entre cada realización; Ciclo que refiere la periodicidad de ejecución; Mes de inicio, que describe la fecha de inicio.

Tabla 26. Programa de acciones proactivas equipo Malacate

MALACATE	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisar rodamientos de poleas conducidas	Anual	1	Noviembre
Cambio de aceite malacate	Anual	1	Noviembre
Inspección estado de poleas de malacate	Mensual	2	Enero
Revisión de pulsadores eléctricos	Mensual	6	Mayo

Tabla 27. Programa de acciones proactivas equipo Puente grúa

PUENTE GRUA	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisar nivel de aceite de los reductores	Semanal	1	Enero
Inspeccionar guayas de izaje	Diario	1	Enero
Inspeccionar piñones y cadenas de transmisión	Mensual	3	Febrero
Revisar sistema eléctrico	Mensual	3	Febrero
Medir aislamiento de motores eléctricos	Mensual	3	Febrero
Hacer revisión temperatura de los contactores	Mensual	3	Febrero
Revisar y calibrar los frenos de los motores	Mensual	6	Mayo
Revisión y lubricación de eje de translación e izaje	Mensual	6	Mayo
Cambio aceite motorreductor translación y volteo	Anual	1	Noviembre
Tomar muestras aceite de reductor izaje	Anual	1	Noviembre
Revisar, rodamientos, piñones, cadenas volteo	Anual	1	Mayo
Revisar desgaste ruedas carro de translación	Mensual	6	Mayo
Revisar, engrasar rodamientos carro translación	Mensual	6	Mayo
Revisar reductores de volteo y traslación	Anual	2	Noviembre
Revisar finales de carrera	Mensual	1	Enero
Inspeccionar canales guía de la guaya	Mensual	2	Enero
Cambio de aceite sintético reductor de izaje	Anual	4	Noviembre

Tabla 28. Programa de acciones proactivas equipo Sinfín bajo desfrutador

SINFÍN BAJO DESFRUTADOR	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Hacer limpieza general	Semanal	1	Enero
Lubricar rodamientos del sinfín	Semanal	1	Enero
Revisar nivel de aceite del reductor	Semanal	1	Enero
Inspeccionar buje soporte intermedio	Mensual	2	Enero
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Revisar pasadores empalme del sinfín	Mensual	3	Febrero
Cambio de aceite reductor	Anual	1	Noviembre
Revisar o cambiar rodillos y chumaceras	Anual	1	Noviembre
Revisar estado de cuerpo del sinfín	Mensual	6	Mayo

Tabla 29. Programa de acciones proactivas equipo Sinfín inclinado

SINFÍN INCLINADO	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Hacer limpieza general	Semanal	1	Enero
Lubricar rodamientos	Semanal	1	Enero
Revisar nivel de aceite del reductor	Semanal	1	Enero
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Cambiar aceite del reductor	Anual	1	Noviembre
Revisar estado del sinfín	Mensual	1	Noviembre
Revisar el reductor	Anual	1	Noviembre

Tabla 30. Programa de acciones proactivas equipo Sinfín distribuidor y de retorno

SINFÍN DE RETORNO	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Hacer limpieza general	Semanal	1	Enero
Lubricación de rodamientos	Semanal	1	Enero
Revisar nivel de aceite del reductor	Semanal	1	Enero
Revisar buje y soporte intermedio	Mensual	1	Enero
Revisar piñones y cadena de transmisión	Mensual	3	Febrero
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Revisar estado de cuerpo y sinfín	Mensual	6	Mayo
Cambiar aceite del reductor	Anual	1	Noviembre
Revisar el reductor	Anual	2	Noviembre
Tomar muestras aceite de reductor	Anual	1	Noviembre

Tabla 31. Programa de acciones proactivas equipos Clarificación

CLARIFICACIÓN	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisión niveles aceite reductores agitadores	Semanal	2	Enero
Revisión instrumentos de medida	Diario	1	Enero
Revisión estado interno de los equipos	Mensual	6	Enero
Revisión serpentines, paletas agitadoras buje	Mensual	6	Enero
Revisión estado válvulas	Mensual	6	Enero
Revisión inyectores de vapor columnas	Mensual	6	Enero
Revisión funcionamiento trampas	Mensual	2	Enero
Comprobación funcionamiento alarmas	Semanal	1	Enero
Medición de espesores equipos de clarificación	Anual	2	Noviembre
Revisión rodamientos sellos impulsores bombas	Mensual	4	Enero
Revisión sistema de secado aceite	Mensual	6	Enero

Tabla 32. Programa de acciones proactivas equipo Tambor Clasificador

TAMBOR CLASIFICADOR	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisar nivel de aceite del reductor	Mensual	1	Enero
Revisar piñones y cadena de transmisión	Mensual	1	Enero
Lubricación de rodamientos	Mensual	1	Enero
Revisar el estado de mallas y tambor	Mensual	6	Mayo
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Revisar estado de rodamientos	Anual	1	Noviembre
Hacer análisis de aceite de reductor	Anual	1	Noviembre

Tabla 33. Programa de acciones proactivas equipo Rompedoras

ROMPEDORAS	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Lubricación de rodamientos	Mensual	2	Enero
Revisar correas de la transmisión	Mensual	2	Enero
Revisar estado de mordazas	Mensual	2	Febrero
Revisar estado de bujes	Mensual	2	Febrero
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Revisar rodamientos del motor	Anual	1	Noviembre
Centrar tornillos y tuercas de los bujes	Anual	1	Noviembre

Tabla 34. Programa de acciones proactivas equipo Sinfín mezcla triturada

SINFÍN MEZCLA TRITURADA	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Limpieza general	Semanal	1	Enero
Lubricar bujes	Semanal	1	Enero

Lubricación de rodamientos	Mensual	1	Enero
Revisar piñones y cadena de transmisión	Mensual	1	Enero
Revisar nivel de aceite del reductor	Mensual	1	Enero
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Revisar soporte, cuerpo y eje del sinfín	Mensual	6	Mayo
Revisar o cambiar bujes y rodamientos	Anual	1	Noviembre
Hacer análisis de aceite de reductor	Anual	1	Noviembre
Hacer análisis de aceite de reductor	Anual	1	Noviembre

Tabla 35. Programa de acciones proactivas equipo Esclusa de polvos

ESCLUSA DE POLVOS	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisar nivel de aceite del reductor	Semanal	2	Enero
Lubricación de rodamientos	Mensual	1	Enero
Revisar piñones y cadena de transmisión	Mensual	1	Enero
Revisar cauchos del rotor	Mensual	1	Enero
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo

Tabla 36. Programa de acciones proactivas equipo Tambores escurridores

TAMBORES ESCURRIDORES	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Hacer limpieza general	Semanal	1	Enero
Lubricación de rodamientos	Mensual	1	Enero
Revisar piñones y cadena de transmisión	Mensual	1	Enero
Revisar nivel de aceite del reductor	Mensual	1	Enero
Inspeccionar estado general de tambores y mallas	Mensual	6	Mayo
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Revisar o cambiar rodamientos de los tambores	Anual	1	Noviembre
Hacer análisis de aceite de reductor	Anual	1	Noviembre

Tabla 37. Programa de acciones proactivas equipo Sinfín cáscara y almendra

SINFÍN CASCARA Y ALMENDRA	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Hacer limpieza	Semanal	1	Enero
Lubricación de rodamientos	Mensual	1	Enero
Revisar piñones y cadena de transmisión	Mensual	1	Enero
Revisar nivel de aceite del reductor	Mensual	1	Enero
Revisar el estado de cuerpo y sinfín	Mensual	6	Mayo
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Revisar o cambiar rodamientos	Anual	1	Noviembre
Hacer análisis de aceite de reductor	Anual	1	Noviembre

Tabla 38. Programa de acciones proactivas equipo Transformador

TRANSFORMADOR	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisión aislamiento	Anual	1	Noviembre
Revisión dieléctrico y tierras	Anual	1	Noviembre
Revisión de borneras y conexiones	Anual	1	Noviembre

Tabla 39. Programa de acciones proactivas equipo Tratamiento agua

TRATAMIENTO AGUA	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisar sistema eléctrico	Mensual	3	Enero
Revisar rodamientos, impulsores, bomba y tanque elevado	Mensual	6	Enero
Revisar estado impulsores bombas sumergibles	Anual	2	Noviembre
Lavado pozos	Anual	2	Noviembre
Lavado tanques almacenamiento agua	Mensual	6	Enero
Medición caudal pozos	Mensual	1	Enero

4.3 EQUIPOS EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.3.1 Mantenimiento Preventivo. Se define como “El mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas.”²

La base informativa para adelantar las acciones preventivas de mantenimiento surge de fuentes internas y externas:

² GONZALEZ, Carlos. Conferencias Ingeniería del Mantenimiento. Bucaramanga: Ediciones UIS P.40

- **Fuentes internas:** Son los registros e historiales de mantenimiento y reparación existentes en la empresa y que informan sobre todas las actividades realizadas en los equipos e instalaciones durante el tiempo permanencia en la organización.
- **Fuentes externas:** Son las recomendaciones de mantenimiento que efectúa el fabricante de los equipos.

Los trabajos a realizar dentro de un plan de mantenimiento preventivo incluyen:

- **Inspecciones periódicas:** Donde se adelantan las acciones de lubricación, limpieza, arranque y parada de equipos, chequeo de protecciones y salvaguardas y el diagnóstico de elementos fundamentales para la operación de equipos e instalaciones.
- **Sustitución sistemática:** Recambio de partes cada cierto periodo de tiempo.

Como complemento se cuentan las **acciones mecánicas y eléctricas** que requieran los equipos para su óptimo funcionamiento.

4.3.2 Aspectos de aplicación de mantenimiento preventivo en la planta. Los principales inconvenientes presentados en la implementación de mantenimiento preventivo son:

- **Cambios innecesarios:** Para aumentar la vida útil de un elemento, se procede a su cambio, encontrándose muchas veces, que el elemento que se cambia, podría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, al realizar algún trabajo sobre el equipo,

se observa la necesidad de reemplazar piezas menores, cuyo costo no es representativo, con el fin de prolongar la vida del conjunto, esto puede incurrir en el reemplazo o cambio prematuro de partes.

- **Problemas iniciales de operación:** Al no utilizar piezas o repuestos recomendados por el fabricante pueden ocurrir problemas tanto en el montaje como en la operación. Esta situación se da si las piezas no presentan el ajuste recomendado por mala instalación o por usar piezas no adecuadas y sin las especificaciones exigidas, otras veces, es debido a la aparición de fugas o pérdidas que antes de la reparación no existían, este caso se presenta si durante el montaje se modificaron posiciones de piezas que provocan vibraciones por desbalanceo de las partes rotantes.
- **Costo en inventarios:** Los costos son previsibles, permite una mejor gestión del almacén, aunque el costo en inventarios es alto.
- **Mantenimiento no efectuado:** Si por alguna razón, no se realiza una tarea de mantenimiento prevista, se alteran los períodos de intervención y se producirán traumatismos en la prestación del servicio; debido al atraso de labores pendientes.

4.3.3 Equipos incluidos en mantenimiento preventivo. En la tabla 104. Se enlistan los equipos determinados a través de la matriz de criticidad para el mantenimiento preventivo.

Tabla 40. Equipos con aplicación de mantenimiento preventivo

EQUIPO	SECCIÓN
TOLVA DE RECEPCIÓN	RECEPCIÓN
VAGONETAS	RECEPCIÓN

ESTERILIZADOR 1	RECEPCIÓN
ESTERILIZADOR 2	RECEPCIÓN
ELEVADOR DE CANGILONES	EXTRACCIÓN
DIGESTOR 1	EXTRACCIÓN
DIGESTOR 2	EXTRACCIÓN
PRENSA 1	EXTRACCIÓN
PRENSA 2	EXTRACCIÓN
TAMIZ CIRCULAR	CLARIFICACIÓN
CENTRÍFUGA 1	RECUPERACIÓN
CENTRÍFUGA 2	RECUPERACIÓN
ESCLUSA DE FIBRAS	PALMISTERÍA
SINFÍN DE FIBRAS 1	PALMISTERÍA
SINFÍN DE FIBRAS 2	PALMISTERÍA
SINFÍN DE NUECES	PALMISTERÍA
VENTILIADOR DE POLVOS	PALMISTERÍA
HIDROCICLÓN 1	PALMISTERÍA
HIDROCICLÓN 2	PALMISTERÍA
SILO DE ALMENDRA	PALMISTERÍA
VENTILADOR DE FIBRAS	PALMISTERÍA
ELEVADOR DE NUEZ HÚMEDA	PALMISTERÍA
ELEVADOR DE NUEZ SECA	PALMISTERÍA

4.3.4 Partes susceptibles a falla. Las piezas con probabilidad de falla para estos equipos se enlistan en la tabla 105.

Tabla 41. Piezas susceptibles a falla en equipos de mantenimiento preventivo

ELEMENTO	EQUIPO	SECCION
TUBERIA FLEXIBLE MANGUERAS	TOLVA DE RECEPCIÓN	RECEPCIÓN
TUBERIA RIGIDA TOLVA		
RACORES TOLVA		
RODAMIENTO 6007 COMPUERTA TOLVA		
RODAMIENTOS Y RETENEDORES	VAGONETAS	
EMPAQUE PUERTAS	ESTERILIZADORES	
CAMISAS DE DESGASTE		
ELECTRODOS WARRICK		
SENSOR DE NIVEL		
SENSOR DE PRESIÓN		
TRAMPA DE CONDENSADOS		
CORREAS COMPRESOR		
UNIDAD FRL LINEA AIRE COMPRESOR		
CANGILONES	ELEVADOR	

RODAMIENTOS EJES ELEVADOR	CANGILONES	EXTRACCIÓN	
RETENEDOR MOTOR			
CADENA ELEVADOR			
RODAMIENTOS MOTOR	DIGESTORES		
CORREAS DE TRANSMISIÓN			
CHAVETA EJE PALETAS			
RETENEDORES REDUCTOR			
RETENEDORES MOTOR			
CAMISAS DESGASTE			
RODAMIENTOS MOTOR	PRENSAS		
RETENEDORES REDUCTOR			
RETENEDORES REDUCTOR			
RETENEDORES TRANSMISIÓN			
RETENEDORES TRANSMISIÓN			
TUBERIA RIGIDA ½" HIDRÁULICO CONOS			
TUBERIA FLEXIBLE 1" HIDRÁULICO CONOS	TAMIZ CIRCULAR	CLARIFICACIÓN	
RODAMIENTOS MOTOR			
DETECTOR DE NIVEL			
MALLA MESH 40			
MALLA MESH 20	CENTRÍFUGAS	RECUPERACIÓN	
RODAMIENTOS EJE CENTRÍFUGAS			
BOQUILLAS CENTRÍFUGAS			
BUJE TEFLÓN CENTRÍFUGAS	ESCLUSA DE FIBRAS	PALMISTERÍA	
RODAMIENTOS Y RETENEDORES MOTOR, REDUCTOR Y EJE			
BUJE SINFIN			
RODAMIENTOS Y RETENEDORES MOTOR, REDUCTOR Y EJE			SINFÍN FIBRAS
ACOPLE MOTOR			
CADENA TRANSMISIÓN			SINFÍN NUECES
RODAMIENTOS Y RETENEDORES MOTOR, REDUCTOR Y EJE			
ACOPLE MOTOR			VENTILADOR DE FIBRAS
RODAMIENTOS MOTOR Y ROTOR			
ROTOR VENTILADOR			
CORREAS C73			ELEVADOR NUEZ HÚMEDA Y SECA
RODAMIENTOS MOTOR Y ROTOR			
ROTOR VENTILADOR			
CORREAS C73			

4.3.5 Programa de acciones preventivas. Las acciones preventivas se desarrollan sobre los equipos mencionados anteriormente y pretenden preservar los equipos, con el fin de evitar paradas imprevistas.

Tabla 42. Programación preventiva equipo Tolva de recepción

TOLVA DE RECEPCIÓN	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisar nivel de aceite hidráulico	Diario	1	Enero
Revisar fugas racores, mangueras y cilindros	Diario	1	Enero
Lubricar bujes de las compuertas	Semanal	1	Enero
Hacer limpieza general	Mensual	6	Mayo
Mantenimiento eléctrico	Mensual	3	Febrero
Cambio empaquetadura de sistema hidráulico	Anual	1	Noviembre
Arreglo de ángulos y mallas	Anual	1	Noviembre
Cambio de filtro de aceite hidráulico	Mensual	6	Mayo
Prueba de bomba	Anual	1	Noviembre

Tabla 43. Programación preventiva equipo Vagonetas

VAGONETAS	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Reconstrucción ejes, cambio rodamientos, retenedores	Anual	1	Octubre
Engrase de ruedas	Mensual	1	Enero

Tabla 44. Programación preventiva equipo Esterilizadores

ESTERILIZADORES	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisar fugas de vapor por tapas y camisas	Diario	1	Enero
Aseo general	Semanal	1	Enero
Revisar y/o cambiar 1/2 camisa desgaste parte superior	Anual	1	Noviembre
Mantenimiento, calibración válvulas seguridad	Anual	1	Noviembre
Inspección ultrasonido tubería condensados y vapor	Anual	2	Noviembre
Inspección de rieles y camisas de desgaste	Anual	1	Noviembre
Inspección de partes móviles y cambia vías	Mensual	2	Enero
Limpieza trampa de vapor	Mensual	2	Enero
Disparo de válvula de seguridad	Mensual	1	Enero
Mantenimiento de compresor	Anual	1	Noviembre
Purgar tanques porta electrodos	Semanal	1	Enero
Purgar la unidad de mantenimiento	Semanal	1	Enero
Limpieza electrodos y tanques porta electrodos	Mensual	2	Enero
Revisar funcionamiento de electrodos	Diario	1	Enero
Revisar bandeja entrada de vapor	Anual	1	Noviembre
Revisar sellos de válvulas de entrada de vapor	Mensual	3	Febrero
Revisar sellos válvulas descarga y condensados	Mensual	3	Febrero
Revisar agujeros de acero inoxidable	Mensual	3	Febrero

Tabla 45. Programación preventiva equipo Elevador de Cangilones

ELEVADOR DE CANGILONES	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Hacer limpieza general	Semanal	1	Enero
Ajustar cangilones	Semanal	1	Enero
Tensionar cadena	Semanal	1	Enero
Lubricar rodamientos	Semanal	1	Enero
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Cambiar piñón superior	Anual	1	Noviembre
Cambio de cadena	Anual	1	Noviembre
Cambio de rodamientos	Anual	1	Noviembre
Cambio de chumaceras	Anual	2	Noviembre
Cambio de ejes	Anual	2	Noviembre
Cambio de piñón inferior	Anual	2	Noviembre
Tomar muestras aceite de reductor	Anual	1	Noviembre

Tabla 46. Programación preventiva equipo Digestores

DIGESTORES	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Hacer limpieza general	Semanal	1	Enero
Engrase de buje soporte de eje	Semanal	1	Enero
Revisar ajuste de paletas	Semanal	1	Enero
Revisar contactos de los contactores	Mensual	6	Mayo
Hacer análisis de aceite de reductor	Anual	1	Noviembre
Cambio de paletas agitadoras	Anual	1	Noviembre
Cambio de paletas de arrastre	Anual	1	Noviembre
Engrase de rodamientos de motor	Anual	1	Noviembre
Revisar poleas y correas de la transmisión	Mensual	1	Enero
Revisar soporte inferior del digestor	Anual	1	Noviembre
Cambio de camisas eje del digestor	Anual	3	Noviembre
Cambio camisas desgaste cuerpo digestor	Anual	3	Noviembre
Inspección desgaste de camisas y cuerpo	Anual	1	Noviembre
Cambio lamina desgaste fondo de digestor	Anual	3	Noviembre

Tabla 47. Programación preventiva equipo Prensas

PRENSAS	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisar fugas aceite hidráulico	Diario	1	Enero
Revisar nivel de aceite hidráulico	Diario	1	Enero
Revisar aceite de la transmisión	Diario	1	Enero
Hacer limpieza general de la prensa	Semanal	1	Enero
Hacer limpieza flauta entrada agua canasta	Semanal	1	Enero
Engrase de de bujes de hidráulico	Semanal	1	Enero

Revisar alineación de poleas de transmisión	Semanal	1	Enero
Cambio de filtro del sistema hidráulico	Mensual	2	Enero
Revisión de embrague	Mensual	2	Enero
Cambio de juego de tornillos	Mensual	3	Enero
Volteo de la canasta	Mensual	3	Enero
Cambio de canasta	Mensual	6	Mayo
Revisar temperatura operación contactores	Mensual	6	Mayo
Hacer análisis de aceite de reductor	Anual	1	Noviembre
Cambio de aceite de la transmisión	Mensual	4	Marzo
Inspección rodamientos de la transmisión	Mensual	2	Enero
Revisión de rodamientos de la transmisión	Anual	1	Noviembre
Cambio de retenedores de la transmisión	Anual	1	Noviembre
Revisar contactos de los contactores	Mensual	6	Noviembre
Lubricar rodamientos de motores eléctricos	Anual	1	Noviembre
Cambiar conos de prensado	Anual	1	Noviembre
Inspección de engranajes	Anual	2	Noviembre
Cambio de bujes de bronce del hidráulico	Anual	3	Noviembre
Cambio de bujes de acero del hidráulico	Anual	3	Noviembre
Cambio de ejes	Anual	3	Noviembre
Revisión de Strainer	Mensual	2	Enero
Hacer prueba a la bomba	Anual	1	Noviembre
Hacer prueba alarma tanque agua caliente	Mensual	6	Enero
Revisión interna tanque agua caliente	Anual	1	Noviembre
Revisión calibración válvula termostática	Mensual	6	Enero

Tabla 48. Programación preventiva equipo Tamiz circular

TAMIZ CIRCULAR	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisión Estado malla	Diario	1	Enero
Revisión Estado soportes malla	Mensual	1	Enero
Revisión general sistema eléctrico	Mensual	6	Enero

Tabla 49. Programación preventiva equipo Centrífugas

CENTRÍFUGAS	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Limpieza filtro agua caliente centrífugas	Mensual	2	Enero
Calibración de las boquillas centrífuga	Mensual	2	Enero
Revisión platinas desgaste centrífuga	Mensual	2	Enero
Lubricación centrífuga y revisión correas	Semanal	1	Enero
Revisión estado porta boquillas roscas, muñones	Mensual	2	Enero
Revisión casquillo prensa estopa y cordón asbesto	Mensual	2	Enero
Revisión soldadura bowl tintas penetrantes	Mensual	6	Enero
Revisión buje teflón centrífuga	Anual	2	Noviembre
Cambio aceite Hidroacople	Anual	2	Noviembre

Tabla 50. Programación preventiva equipo Esclusa de fibras

ESCLUSA FIBRAS	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisar cauchos del rotor	Semanal	1	Enero
Revisar cadenas y piñones de transmisión	Mensual	2	Enero
Lubricar rodamientos del rotor	Mensual	2	Enero
Revisar nivel de aceite del reductor	Mensual	1	Enero
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Revisar retenedores y rodamientos del rotor	Mensual	6	Mayo
Cambiar rodamientos y retenedores del rotor	Anual	1	Noviembre
Hacer análisis de aceite de reductor	Anual	1	Noviembre

Tabla 51. Programación preventiva equipo Sinfín de fibras 1

SINFÍN FIBRAS 1	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Hacer limpieza general	Semanal	1	Enero
Revisar soportes lubricar bujes, rodamientos	Semanal	1	Enero
Revisar piñones y cadena de transmisión	Mensual	2	Enero
Revisar estado de camisas, ejes, bujes, cuerpo	Mensual	6	Mayo
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Hacer análisis de aceite de reductor	Anual	1	Noviembre
Revisar estado de rodamientos	Anual	1	Noviembre

Tabla 52. Programación preventiva equipo Sinfín de fibras 2 y Nueces

SINFÍN DE FIBRAS 2	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Hacer limpieza general	Semanal	1	Enero
Revisar soportes, lubricar bujes, rodamientos	Semanal	1	Enero
Revisar acople del reductor	Mensual	1	Enero
Revisar estado del eje, bujes, cuerpo del sinfín	Mensual	6	Mayo
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Hacer análisis de aceite de reductor	Anual	1	Noviembre
Revisar estado de rodamientos	Anual	1	Noviembre

Tabla 53. Programación preventiva equipo Ventilador de polvos y Fibras

VENTILADOR DE POLVOS	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisar y lubricar rodamientos	Semanal	1	Enero
Revisar correas y poleas de la transmisión	Mensual	1	Enero
Hacer inspección del ducto y cuerpo del ciclón	Mensual	2	Enero
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo

Tabla 54. Programación preventiva equipo Hidrociclones

HIDROCICLONES	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Hacer limpieza	Semanal	1	Enero
Lubricación de rodamientos	Mensual	1	Enero
Comprobar desgaste de impulsor	Mensual	6	Mayo
Hacer limpieza de manómetros	Mensual	1	Enero

Tabla 55. Programación preventiva equipo Silo de Almendra (Radiador)

SILO DE ALMENDRA	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Hacer limpieza	Semanal	1	Enero
Lubricación de rodamientos	Mensual	1	Enero
Revisar correas y poleas de transmisión	Mensual	1	Enero

Tabla 56. Programación preventiva equipo Elevadores neumáticos

ELEVADORES NEUMATICOS	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisar estado de ductos	Mensual	1	Enero
Revisar soportes de motores y estructura	Mensual	1	Enero
Inspeccionar rodamientos	Mensual	1	Enero
Revisar estado de turbina	Mensual	6	Mayo
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Cambiar rodamientos del motor	Anual	1	Noviembre

4.4 EQUIPOS EN MANTENIMIENTO PREDICTIVO

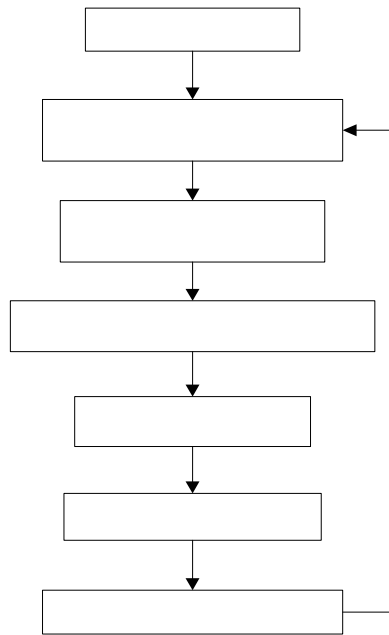
4.4.1 Mantenimiento Predictivo. Es el mantenimiento planificado y programado con base en el estado o condición.

El estado o condición se determina mediante monitoreo de variables tales como, temperatura, presión, humedad, tensión, deformación, movimiento mecánico, vibraciones, impulsos, choques, sonido, ruido, ultrasonido, posición mecánica, acción cíclica, desplazamiento, grado de cambio, tiempo, acidez / ph, descargas, concentración, composición, función eléctrica, función mecánica, función y secuencia, secuencia eléctrica, aceleración,

desaceleración, características eléctricas, características magnéticas y electromagnéticas, condición de aceites y otros fluidos.

El procedimiento que se sigue para la aplicación de un programa de mantenimiento predictivo se muestra en la figura 46.

Figura 46. Procedimiento de mantenimiento predictivo



4.4.2 Aspectos de aplicación de mantenimiento predictivo en la planta. El principal inconveniente de desarrollo de este tipo de mantenimiento o actividades, es el equipo utilizado para el monitoreo de variables; por este factor en la mayoría de acciones realizadas se hace contratación de servicios a compañías que prestan la asesoría y efectúan los análisis pertinentes para determinar el estado de los equipos; de esta manera el monitoreo de variables se ejecuta en periodos muy largos del tiempo debido al alto costo de estos estudios.

4.4.3 Equipos incluidos en mantenimiento predictivo. En la tabla 57. Se enlistan los equipos determinados mediante el análisis de criticidad para este tipo de mantenimiento.

Tabla 57. Equipos con aplicación de mantenimiento predictivo

EQUIPO	SECCIÓN
TAMBOR DESFRUTADOR	EXTRACCIÓN
FILTRO DE CEPILLOS	RECUPERACIÓN
CALDERA 1	AUXILIARES
CALDERA 2	AUXILIARES
CALDERA 3	AUXILIARES
PLANTA CUMMINS	AUXILIARES
TRANSPORTADOR DE TORTA	PALMISTERÍA

4.4.4 Partes susceptibles a falla. Los elementos que presentan alta probabilidad de falla en los equipos enlistados anteriormente se presentan en la tabla 58.

Tabla 58. Piezas susceptibles a falla en equipos de mantenimiento predictivo

ELEMENTO	EQUIPO	SECCION
RODAMIENTOS MOTOR	TAMBOR DESFRUTADOR	EXTRACCIÓN
RODAMIENTOS Y RETENEDORES REDUCTOR		
CADENA TRANSMISIÓN		
CHAVETAS EJE		
RODAMIENTOS Y RETENEDORES REDUCTOR	FILTRO CEPILLOS	RECUPERACIÓN
MALLA CONSULTECNICA FILTRO CEPILLOS		
SISTEMA NIVEL MC DONELL	CALDERAS	AUXILIARES
ELECTRODO WARRICK CONTROL NIVEL AGUA		
ALARMA NIVEL WARRICK		
NIVEL VISIBLE		
RODAMIENTOS MOTOR BOMBA		
ACOPLE ARAÑA MOTOR IMPULSOR BOMBA		
IMPULSOR BOMBA		
RODAMIENTOS BOMBA		
SELLO MECANICO BOMBA		
CORREAS TRANSMISIÓN		
BUJES EJE	TRANSPORTADOR	PALMISTERÍA

PALETAS EJE	TRANSPORTADOR DE TORTA	PALMISTERÍA
RODAMIENTOS Y RETENEDORES MOTORREDUCTOR		
CADENA TRANSMISIÓN		
CAMISAS DESGASTE		
RODAMIENTOS EJE		
TRAMPA CONDENSADOS		

4.4.5 Programa de acciones bajo mantenimiento predictivo. A pesar de la necesidad de aplicación de acciones de monitoreo, también se mencionan en cada tabla, las acciones preventivas que permiten mantener las máquinas en operación; las acciones predictivas están resaltadas.

Tabla 59. Programación preventiva y acciones predictivas equipo Tambor desfrutador

DESFROTADOR	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Hacer limpieza general	Semanal	1	Enero
Revisar, lubricar piñones y cadena de transmisión	Mensual	3	Febrero
Tomar muestras de aceite sintético de reductor	Anual	1	Noviembre
Revisar temperatura operación contactores	Mensual	2	Enero
Inspección desgaste soldadura estrellas y platinas	Mensual	2	Febrero
Revisar y lubricar rodamientos del desfrutador	Mensual	2	Febrero
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Revisar y lubricar rodamientos de motor	Anual	1	Noviembre
Revisar caucho acople inspección visual	Mensual	2	Enero
Revisar nivel de Hidroacople	Mensual	2	Enero

Tabla 60. Programación preventiva y acciones predictivas equipo Filtro Cepillos

FILTRO CEPILLOS	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Revisión instrumentos de medida	Diario	1	Enero
Revisión estado interno de los equipos	Mensual	6	Enero
Revisión estado válvulas	Mensual	6	Enero
Medición espesores equipo	Anual	2	Noviembre
Revisión cepillos, malla, eje	Mensual	2	Enero

Tabla 61. Programación preventiva y acciones predictivas equipo Calderas

CALDERAS	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Limpieza de tubería y aseo general	Semanal	1	Enero
Revisión de alarmas bajo nivel Warrick	Diario	1	Enero
Desincrustar Calderas	Mensual	4	Enero
Revisión sistema eléctrico	Mensual	3	Enero
Medición espesores cuerpo chimenea y horno	Anual	2	Noviembre
Calibración válvulas de seguridad	Anual	1	Noviembre
Comprobación funcionamiento válvulas seguridad	Mensual	1	Enero
Comprobar presión de trabajo bomba	Mensual	6	Enero
Revisión estado válvulas y cheques	Mensual	6	Enero
Lubricación rodamientos bombas	Mensual	3	Enero
Revisión funcionamiento inyector	Diario	1	Enero
Revisión interior MacDonell y niveles visibles	Mensual	3	Enero
Limpieza resina, revisión estado interno suavizador	Mensual	6	Mayo

Tabla 62. Programación preventiva y acciones predictivas equipo Planta

Cummins

PLANTA CUMMINS	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Comprobación funcionamiento	Semanal	1	Enero
Revisar niveles aceite y agua	Semanal	1	Enero
Cambio aceite filtros radiador	Mensual	6	Enero
Mantenimiento generador, rodamientos, conexiones, excitatriz	Anual	1	Noviembre
Revisión y calibración bomba inyección	Anual	2	Noviembre
Revisar alternador y motor de arranque	Anual	2	Noviembre
Revisar rodamiento tensor	Anual	1	Noviembre
Revisar estado correas	Mensual	6	Enero
Comprobación funcionamiento alarmas	Mensual	1	Enero
Cambio filtro aire	Anual	1	Noviembre
Revisar estado mangueras	Mensual	6	Enero

Tabla 63. Programación preventiva y acciones predictivas equipo

Transportador de torta

TRANSPORTADOR DE TORTA	FRECUENCIA	CICLO	MES DE INICIO
ACTIVIDAD			
Hacer limpieza general	Semanal	1	Enero

Revisar bujes, acoples flexibles y lubricar	Semanal	1	Enero
Revisar estado piñones, cadenas de transmisión	Mensual	1	Enero
Revisar estado de paletas	Mensual	1	Enero
Destapar trampa línea de condensados	Mensual	1	Enero
Revisar fisuras en soldaduras y flanches de ejes	Mensual	1	Enero
Revisar estado de las camisas	Mensual	6	Mayo
Revisar estado de cuerpo	Mensual	6	Mayo
Revisar sistema eléctrico	Mensual	6	Mayo
Hacer análisis de aceite de reductor	Anual	1	Noviembre
Revisar estado de rodamiento punta de eje	Mensual	6	Mayo

4.5 EQUIPOS EN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM

4.5.1 Mantenimiento Productivo Total. Se define como “El Mantenimiento Productivo Total es un sistema diseñado para mantener los equipos en el punto de máxima efectividad operativa.”³

Su objetivo principal es lograr la productividad máxima; por esto su propósito se encamina en mantener en el mejor estado los equipos para lograr la mayor cantidad de materia prima procesada.

Siendo esta la meta, pueden determinarse indicadores que midan la gestión efectuada tanto en la planeación como en producción, logrando así el control sobre el desarrollo del objetivo propuesto.

Los lineamientos trazados para un programa de TPM implican:

- Mejorar la planeación y programación.
- Determinar con rigor académico, indicadores de gestión como la Disponibilidad, la Mantenibilidad y la Confiabilidad.

³ GONZALEZ, Carlos. Conferencias Ingeniería del Mantenimiento. Bucaramanga: Ediciones UIS P.56

- Un excelente sistema de comunicación e información a todos los niveles.
- Un buen manejo de los recursos físicos y los potenciales humanos.
- Excelente compromiso entre los departamentos de diseño, proyectos o ingeniería con el mantenimiento.

El principal indicador que puede mostrar la gestión de un programa TPM es la Eficiencia Global de Producción EGP; matemáticamente está determinado por el producto de la disponibilidad, el desempeño y la calidad.

$$\text{EGP} = \text{DISPONIBILIDAD} \times \text{VELOCIDAD} \times \text{INDICE DE CALIDAD}$$

Donde,

Disponibilidad: Es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, más el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un período.

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{Tiempo de Operación Programado} - \text{Tiempo de Paradas}}{\text{Tiempo de Operación Programado}}$$

Desempeño: Es la velocidad de producción real de un equipo comparada con la ideal o de diseño. Se ve disminuida por las paradas cortas, para corregir defectos en el flujo o por marchas en vacío o para desatascar.

$$\text{DESEMPEÑO} = \frac{\text{Tiempo Teórico del Ciclo} \times \text{Cantidad Procesada}}{\text{Tiempo de Operación}}$$

Calidad: Es la relación entre la cantidad de producción de buena calidad y la producción total. Este indicador se ve afectado por los rechazos o producción defectuosa o porque no satisfacen las especificaciones de calidad.

$$\text{CALIDAD} = \frac{\text{Cantidad Procesada} - \text{Cantidad de Defectos}}{\text{Cantidad Procesada}}$$

4.5.2 Aspectos de aplicación de TPM en la planta. Para desarrollar un sistema TPM los requerimientos básicos que debe desarrollar la empresa son:

- Los operarios deben prestar los Primeros Auxilios a sus equipos.
- El operario debe ayudar en los grandes mantenimientos.
- Realizar un mantenimiento de calidad.
- Una organización sencilla, sin complicaciones ni exceso de intermediarios.
- Búsqueda del menor valor, en el costo de las intervenciones.
- Programa de mantenimiento preventivo y predictivo.
- Sistema de Información para el mantenimiento.
- Brindar capacitación a todas las personas involucradas con el equipo.

4.5.3 Equipos incluidos en TPM. Con el propósito de obtener la mejor productividad deben incluirse aquellos equipos que procesan realmente el fruto, es decir que pueden omitirse los sistemas de transporte; estos equipos son incluidos en la tabla 64.

Tabla 64. Equipos con aplicación de TPM

EQUIPO	SECCIÓN
ESTERILIZADORES	RECEPCIÓN
DIGESTORES	EXTRACCIÓN
PRENSAS	EXTRACCIÓN
TAMIZ CIRCULAR	CLARIFICACIÓN
CLARIFICADOR 1	CLARIFICACIÓN
CLARIFICADOR 2	CLARIFICACIÓN
TANQUE SECADOR	CLARIFICACIÓN

DESHIDRATADOR	CLARIFICACIÓN
CENTRÍFUGA 1	RECUPERACIÓN
CENTRÍFUGA 2	RECUPERACIÓN
FLORENTINOS	RECUPERACIÓN
CLARIFICADOR 3	RECUPERACIÓN
TANQUE SECADOR 2	RECUPERACIÓN
TANQUE SALMUERA	AUXILIARES
TANQUE SUAVIZADOR	AUXILIARES
ROMPEDORA 1	PALMISTERÍA
ROMPEDORA 2	PALMISTERÍA
HIDROCICLÓN 1	PALMISTERÍA
TAMBORES ESCURRIDORES	PALMISTERÍA

4.5.4 Partes susceptibles a falla. Para cada uno de estos equipos las piezas con alto riesgo de falla fueron mencionadas anteriormente, al subdividirlos en estrategias de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.

4.5.5 Programa de acciones para TPM. La acción principal a desarrollar consiste en monitorear el comportamiento de los programas trazados anteriormente y calcular la EGP periódicamente para cada equipo teniendo como factor principal la determinación en los niveles de desempeño y calidad, basados en las capacidades suministradas por el fabricante para cada máquina; pudiendo tener así, un patrón óptimo de comparación.

El siguiente paso consiste en revisar las rutinas y contrastarlas con los tipos de falla presentados; logrando precisar la causa de la falta y la posible corrección y acción de prevención, encaminada a su anulación.

5. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DE MANTENIMIENTO EN AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A.

El propósito fundamental trazado por la práctica industrial es el diseño e implementación de un sistema de información para el control de las variables presentadas al momento de ejecutar acciones operativas y de planeación en el mantenimiento en la planta extractora de aceite de palma AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A. que al mismo tiempo brinde la facilidad de trazar análisis sobre la efectividad de lo realizado.

Las nuevas tecnologías de programación permiten crear un sistema con los requerimientos necesarios para la empresa, trabajando desde ambientes gráficos o codificados en forma tal que el usuario pueda encontrar con facilidad los datos solicitados y acceder a la información más rápidamente, al igual que procesar información básica para análisis y gestión del mantenimiento y del mismo proceso de extracción. Bajo la premisa inicial de obtener beneficios en producción y costos, el parámetro de rendimiento en la empresa se ve favorecido y como producto final se diseña el programa AGROMAN que permite entender su funcionalidad a través de la figura 47. Y ofrece las ventajas presentadas en la tabla 65.

Figura 47. Flujo de funcionamiento para el Sistema de Información AGROMAN

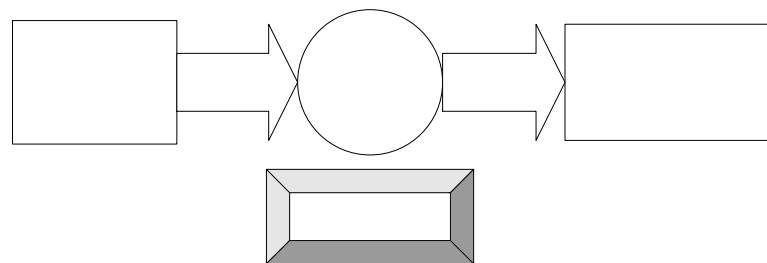


Tabla 65. Ventajas del sistema AGROMAN frente a temas de interés

TEMA	VENTAJA
EQUIPOS	Toda la información técnica recopilada y organizada para una rápida consulta a partir de elementos gráficos.
OPERACIONES	Cada acción realizada queda registrada a partir de claros y sencillos documentos de campo
CONTROL DE PROCESO	Almacenamiento de datos estadísticos sobre la producción y la operabilidad de las maquinas

5.1 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

El primer paso realizado en el análisis de equipos consistió en efectuar un inventario de todas las máquinas operantes en la producción, desglosando cada uno de los elementos que las componen y asignando a cada una de ellas un código de referencia para la determinación de su calificación, así como para posterior control a través del sistema de información; pudiendo observar que todas las piezas e insumos que se incluyan dentro del inventario pueden enlistarse y manejarse para un futuro presupuesto tanto en la sección de costos como para el manejo en las descargas en la sección del almacén; pero al igual que para la sección de costos, el manejo de inventarios para almacén fue restringido por la dirección de la empresa, por lo tanto se hace salvedad al no incluir estos ítems en el sistema de información.

5.1.1 Método empleado para la codificación. En la asignación de un código para cada uno de los equipos, puede iniciarse la clasificación a partir de la división hecha por secciones a las máquinas operantes en la planta; como se mencionó en el capítulo anterior al presentar estas secciones, este fraccionamiento se hizo basados en las funciones desarrolladas en la

producción y comprendió siete secciones que conforman los dos primeros dígitos del código; en la tabla 66. Puede verse esta asignación.

Tabla 66. Dígitos asignados por sección

SECCION	CODIGO
RECEPCIÓN	RC
EXTRACCIÓN	EX
CLARIFICACIÓN	CL
RECUPERACIÓN	RP
PALMISTERÍA	PA
ALMACENAMIENTO	AL
AUXILIARES	AU

Para la codificación se asignó también dos caracteres alfabéticos más que definen el tipo de equipo que opera; en la tabla 67. Se observa la clasificación general de equipos.

Tabla 67. Clasificación general de equipos

EQUIPOS	CODIGO
BASCULA	BC
ELECTRONICO	EL
TOLVA	TV
VAGONETAS	VG
RIELES	RL
MALACATE	ML
ESTERILIZADOR	ET
PUENTE GRUA	PG
ALIMENTADOR	AL
DESFRUTADOR	DF
BANDA TUSA	BT
SINFÍN	SF
ELEVADOR	EV
DIGESTOR	DG
PRENSA	PR
TAMIZ	TM
COLUMNA PRECALENTADORA	CP
CLARIFICADOR	CL

TANQUE SECADOR	TS
DESHIDRATADOR	DH
TANQUE	TQ
BOMBA	BB
DISTRIBUIDOR	DB
TAMBORES ESCURRIDORES	TE
HIDROCICLON	HC
ROMPEDORA	RM
TAMBOR CLASIFICADOR	TC
ESCLUSA	EC
PARRILLA	PA
SILO	SL
ELEVADOR NEUMATICO	EN
TRANSPORTADOR TORTA	TT
FILTRO CEPILLOS	FC
CENTRIFUGAS	CF
FLORENTINOS	FL

A este par de dígitos, se añade un número consecutivo que representa el orden del equipo dentro de la sección.

También se añaden dos dígitos más que representan el material que se contiene en el equipo. En la tabla 68. Se muestra el ordenamiento de materia prima.

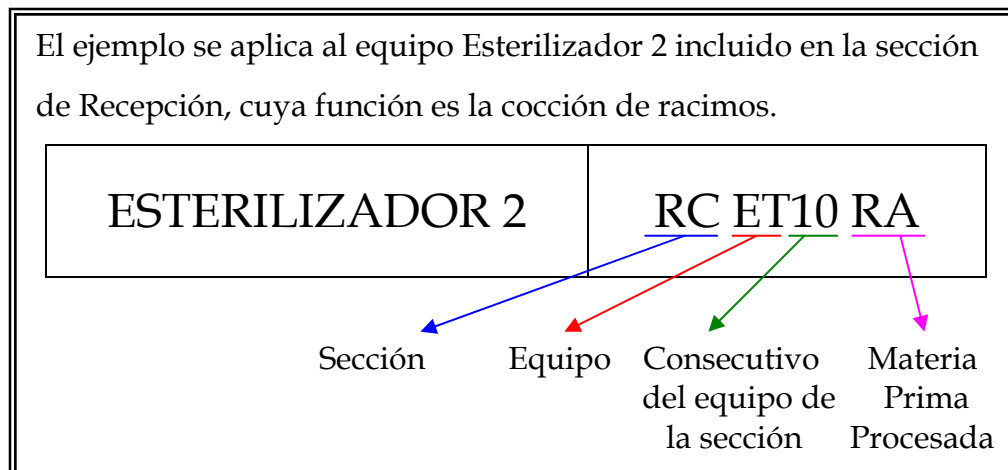
Tabla 68. Clasificación de materia prima

MATERIAL TRANSPORTADO	CODIGO
POLVOS	PV
AGUA PROCESO	HP
AGUA CONSUMO	HH
CONDENSADOS	HC
VAPOR	HV
ACEITE CRUDO	AC
ACEITE TERMINADO	AT
ACEITE RECUPERADO	AR
LODOS TRATADOS	LT
LODOS SIN TRATAR	LU
AIRE	IA

RACIMOS	RA
TUSAS	TU
FRUTOS	FR
TORTA	TR
NUEZ	NZ
FIBRA	FB
ALMENDRA	KN
CASCARILLA	CC

De manera que en la grafica 48. Puede verse la aplicación del método de codificación para un equipo de la planta.

Figura 48. Designación del código de equipos



De esta manera se creó un código alfanumérico compuesto a partir de hasta ocho caracteres destinado a identificar los equipos de la planta y que puede encontrarse en el sistema de información.

5.2 CONTENIDO GENERAL DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

En forma útil se dispuso el contenido de la información, centrado en la gestión que este pudiera efectuar sobre el mantenimiento. Las secciones principales incluidas para el sistema son:

- **Ficha técnica de equipos.** Que presenta la información relevante a las características generales de los equipos; marca, referencia, piezas y capacidad.
- **Hoja de vida.** En la que se presentan las actividades realizadas a las maquinas en forma consecutiva y por orden cronológico.
- **Planos.** Que permiten visualizar las piezas que incluyen diseños especiales y en determinado caso ser fabricadas por el departamento.
- **Fotos.** De la mayoría de equipos de la planta para referenciar rápidamente su ubicación.
- **Orden de trabajo.** Evaluado e implementado como documento de campo que permite revisar y evaluar tiempo y herramientas utilizados para desarrollar una función programada o de emergencia sobre los equipos.
- **Alarmas.** Que muestran las principales operaciones planeadas y establecidas según rutas de mantenimiento, fechas y jornadas analizadas para conveniencia de los equipos; y comunican en forma oportuna el momento de intervención además de materiales y repuestos necesarios.
- **Indicadores de gestión.** Donde se procesa la información efectuada tanto en proceso como en operaciones de mantenimiento y puede analizarse el rendimiento obtenido mediante gráficas.
- **Empresa.** Que vincula la información general de la compañía, sus representantes, sus empleados, las sedes, y proveedores.

Estas secciones han sido creadas para compilar de alguna manera los requerimientos básicos de información en la empresa referente al proceso, a la planeación, ejecución y desempeño de acciones de mantenimiento en pro del mejoramiento de las condiciones de operación de la maquinaria; como es

lógico estas secciones poseen cuadros de alimentación de información al igual que ofrece visualización de los resultados y comandos de generación de reportes físicos que puedan manejarse como documentos de campo facilitando más la interacción hombre máquina a través de la programación.

5.3 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

La base de datos es un sistema semiautomático, basado en el hecho de que necesita la continua alimentación de información; y cuenta con los principales fundamentos de un sistema de fácil acceso y consulta.

La programación se desarrollo bajo el software de Visual Basic y las bases de datos fueron creadas en MySQL; y se trazó bajo los siguientes criterios:

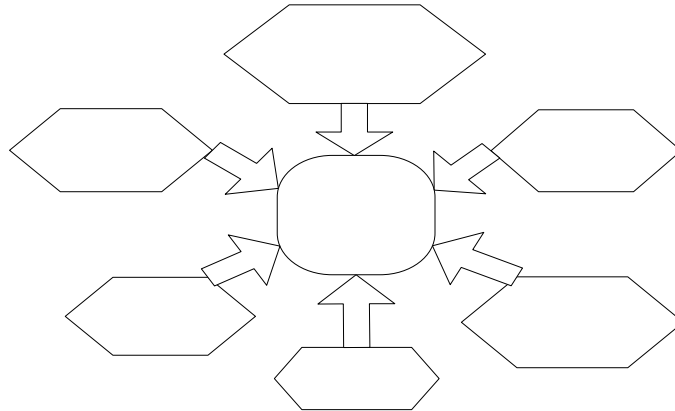
- Datos de entrada y salida del sistema.
- La trayectoria de la información.
- El almacenamiento de la información.

5.3.1 Datos de entrada. Con la necesidad de coherencia en la información almacenada y suministrada; y teniendo presente el tiempo de alimentación del sistema se trató de reducir al máximo las entradas de tipo manual y se implementaron en muchos casos las entradas de tipo selección, disminuyendo así el tiempo de digitación y brindando la comodidad de seleccionar las entradas de listas anteriormente ingresadas en la base de datos. Los datos de entrada que exige el sistema se presentan en la figura 49.

La información de las alarmas se ingresa en la alimentación inicial del sistema, y permite modificación de frecuencias y ciclos aplicados de acuerdo al criterio del programador de jornadas, la mayoría de variables son de

selección y una explicación puede verse mas detallada en la sección de alarmas.

Figura 49. Datos de entrada en el Sistema de Información AGROMAN



El ingreso, cambio o actualización de datos de la maquinaria se hace a través del programa de mantenimiento en la base de datos con acceso disponible únicamente al usuario tipo administrador, esta operación se escribe detalladamente en el manual del usuario.

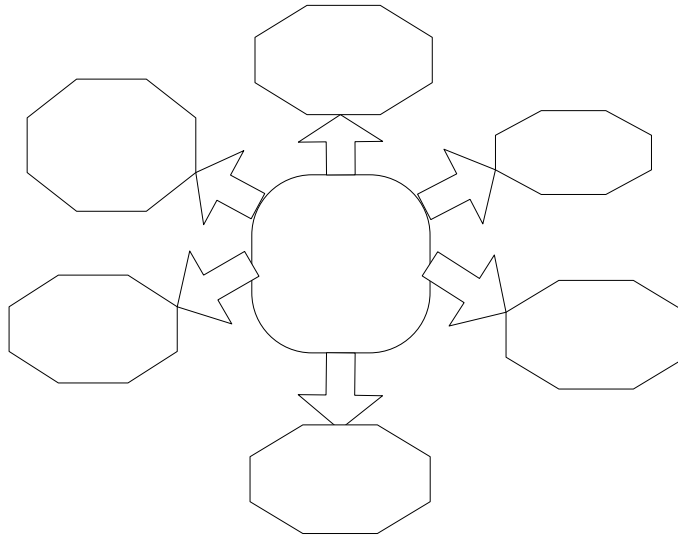
La alimentación de datos del proceso se hace con la información reportada por el laboratorio de donde se emite un reporte a la dirección.

La información de empleados y proveedores corresponde a los datos personales y comerciales relevantes para la empresa.

Los datos de ordenes de trabajo son reportados e ingresados al sistema después de ejecutada la operación, con ellos puede obtenerse la información de la hoja de vida de equipos.

5.3.2 Datos de Salida. La información entregada por el sistema permite conocer referencias relevantes sobre maquinaria, operaciones efectuadas, trabajos contratados, personal, proveedores, turnos de operación, rendimientos de operación, repuestos, insumos utilizados, programación general de tareas, y los indicadores que permitan evaluar la efectividad de estas labores; la información más importante puede generarse como reportes entregados por el sistema que permiten obtener datos completos sobre el desempeño en proceso de la planta y los equipos, siendo trazada por un lenguaje único y entendible para los usuarios y útil como documento de registro sobre las acciones realizadas en campo; los datos que emite el sistema pueden verse en la figura 50.

Figura 50. Datos de salida en el Sistema de Información AGROMAN



5.3.3 Trayectoria de la información. En las secciones implementadas para el sistema en las cuales era confuso el diseño, se hizo lógico trazar una trayectoria de los datos; de tal manera que el diseño se rigiera a través de estos diagramas de flujo que muestran la forma en que se maneja la

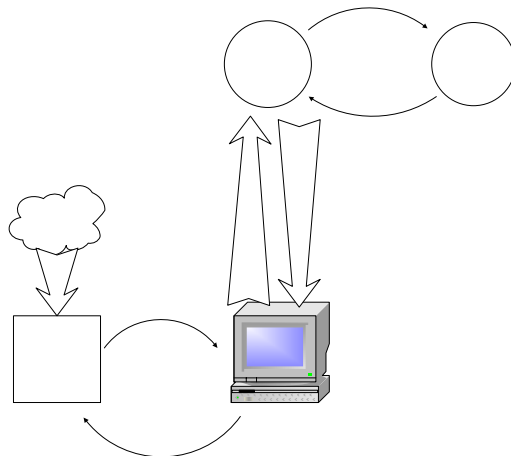
información y esta disponible al usuario; las secciones que se trataron bajo este método de trayectoria o de diagrama de flujo fueron:

- Fichas técnicas
- Alarmas
- Hoja de vida
- Orden de trabajo

Estos diagramas se presentan en la parte explicativa de cada una de ellas.

5.3.4 Almacenamiento de la información. Con el propósito de no crear un sistema con alto contenido de información que ocuparía alto rendimiento del equipo (computador) al trabajar la aplicación se diseño el software con el método de llamada remota, el cual consiste en programar un sistema que al solicitar la información, este lenguaje crea una búsqueda remota en la base de datos que a su vez es independiente de la aplicación y crea una pequeña memoria Buffer para mostrar lo que el usuario requiere. En la figura 51. Se ilustra el método de trabajo del programa.

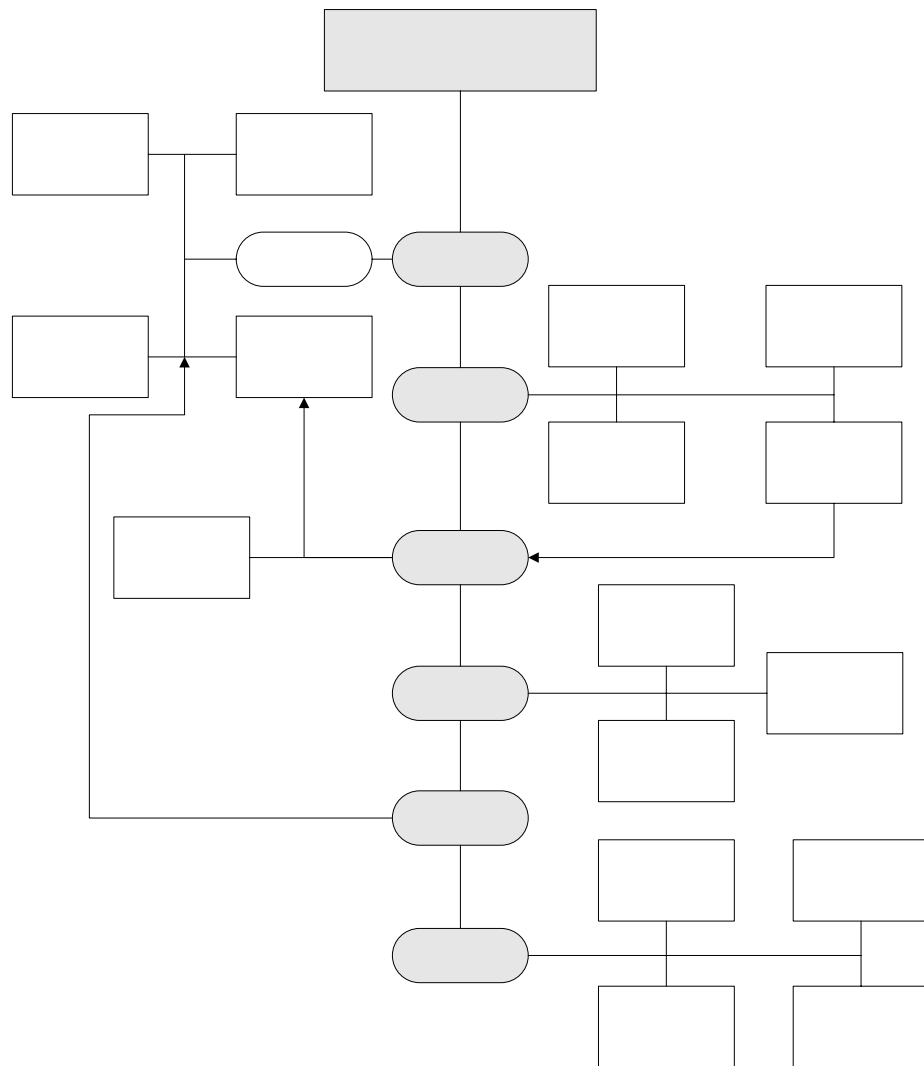
Figura 51. Método de Búsqueda Remota



5.4 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

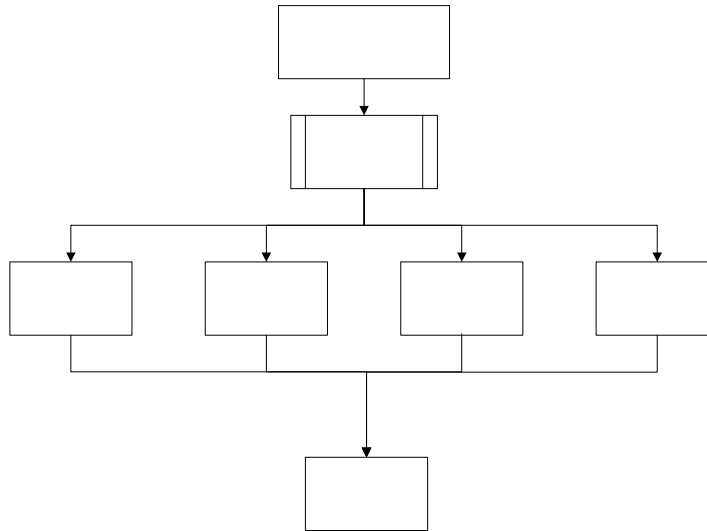
El diseño desarrollado para el sistema de información AGROMAN permite distinguir claramente seis módulos principales que se entrelazan a lo largo de todas las bases de datos creadas, permitiendo acceder fácilmente de uno a otro. La estructura general del sistema AGROMAN se presenta en la figura 52.

Figura 52. Estructura de Diseño del Sistema de Información AGROMAN



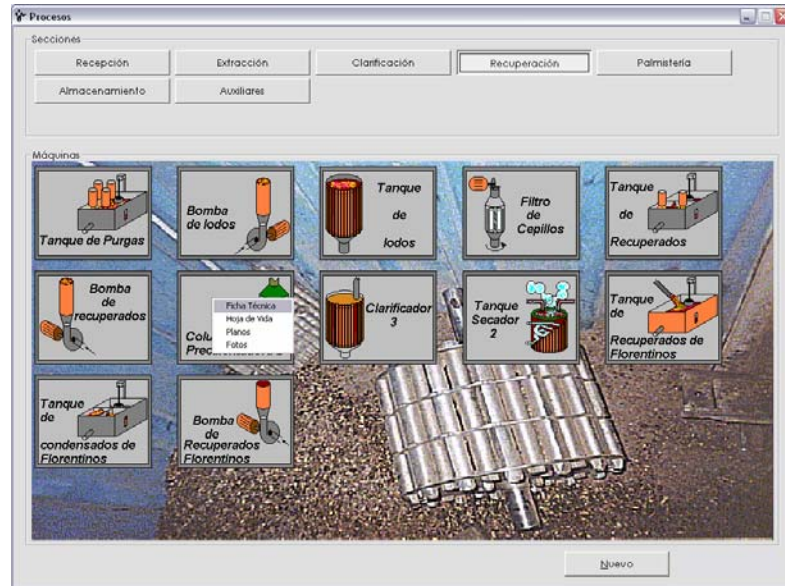
5.4.1 Módulo Proceso. En este módulo inicial se tratan todas las partes relevantes de la maquinaria y se presentan los documentos principales de cada equipo; su estructura puede definirse como lo muestra la figura 53.

Figura 53. Estructura del Módulo Proceso



5.4.1.1 Acceso Visual de Información. El aspecto mas relevante de esta estructura es el modo de acceso a la información; pues en la mayoría de sistemas de información, el dato suministrado para el acceso consiste en digitación de código asignado por inventario o por método de búsqueda del equipo. En el sistema de información AGROMAN se ha implementado el acceso visual de información con la finalidad principal de unificar los conceptos de todos los usuarios y poder brindar un ingreso ágil a la información requerida; aparece una serie de iconos que representan cada uno un equipo de las secciones designadas para el inventario de la maquinaria y desde el cual se puede acceder a los documentos de ficha técnica, hoja de vida, planos y fotos. En la figura 54. Se muestra la imagen de pantalla presentada en el módulo Proceso para la sección Recuperación.

Figura 54. Imagen del Módulo Proceso acceso visual

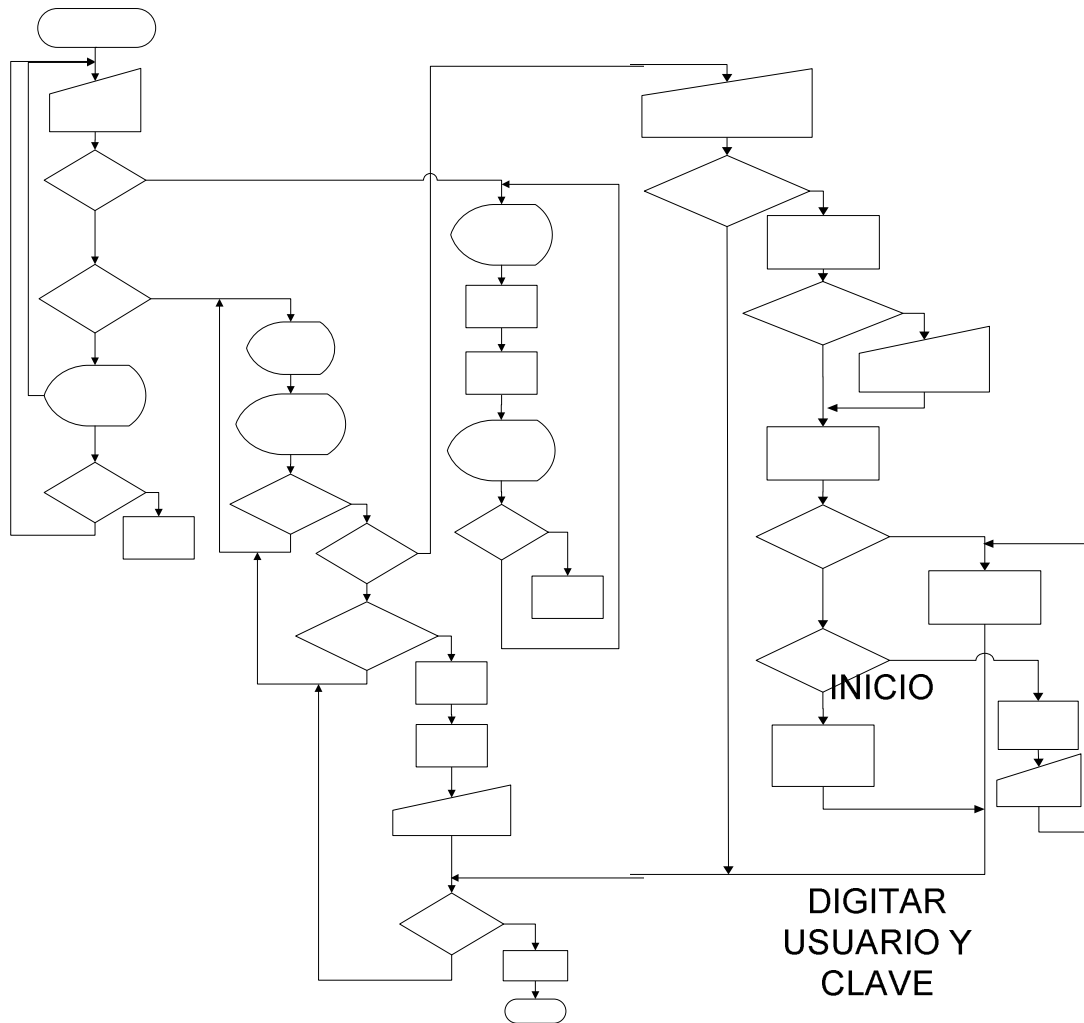


5.4.1.2 Ficha Técnica. La documentación de cada equipo se presenta en formato *.rtf, con el propósito de poder modificar en cualquier momento la información, ya sea en caso de cambio o mejora de alguna pieza; los datos son presentados teniendo en cuenta cuatro tipos de información relevante:

- Información Eléctrica
- Información Mecánica
- Información Hidráulica
- Instrumentación

El diagrama de flujo trazado para el manejo de la información es presentado en la figura 55.

Figura 55. Diagrama de flujo trazado para Ficha Técnica AGROMAN



Los tipos de usuario mencionados se describen en la sección 5.5 Nivel de acceso a la información.

USUARIO
TIPO 1

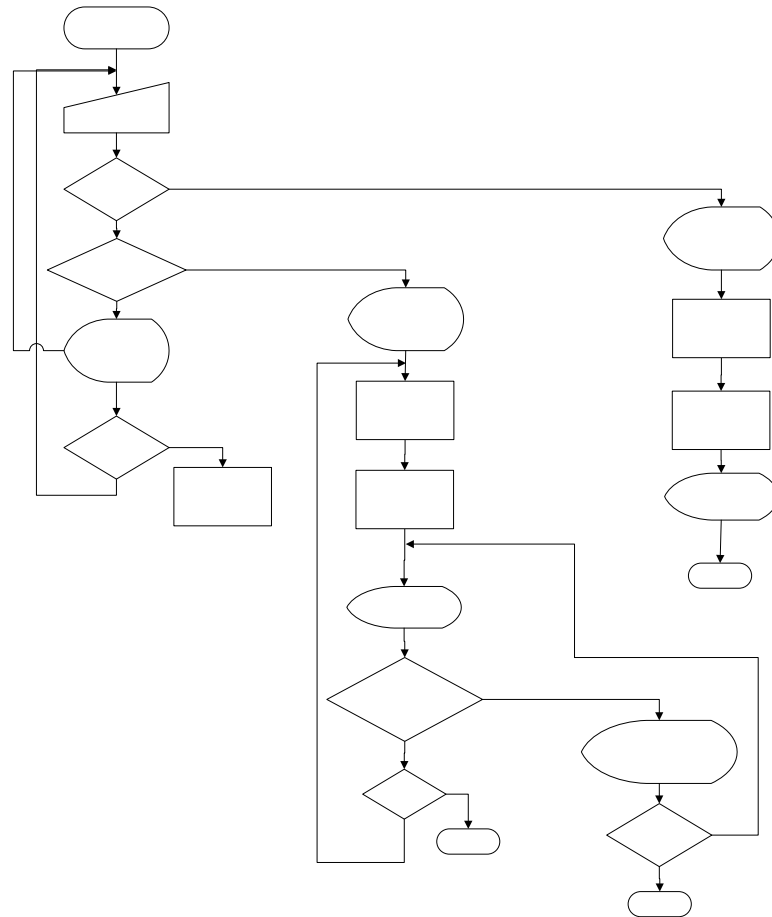
5.4.1.3 Hoja de Vida. En este se encuentra consignado el historial de las acciones e intervenciones hechas sobre cada equipo; resumiendo las fechas de inicio y final de la operación, el tipo de labor efectuada, discriminando si fue hecha por planeación de la tarea o en forma correctiva a causa de una falla, si fue realizada por personal interno o desarrollada por outsourcing, y por ultimo que tipo de operación es, revisión, montaje o reparación.

USUARIO 2.0
USUARIO 3

VERIFICAR
USUARIO Y

Todos estos datos son sustraídos en forma automática desde información recopilada en la orden de trabajo, a la cual se tiene acceso desde el campo de la hoja de vida. En la figura 56. Se muestra el diagrama de flujo trazado para esta sección.

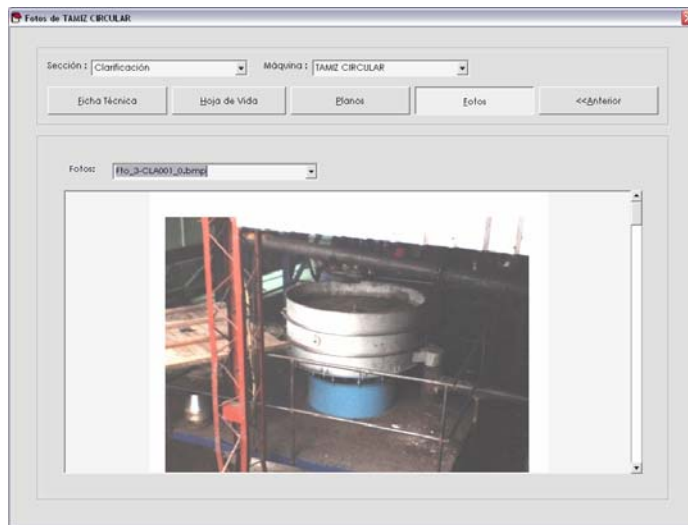
Figura 56. Diagrama de flujo trazado para Hoja de Vida AGROMAN



5.4.1.4 Planos. Diseñada pensando en la facilidad de cambiar el equipo en el momento de consulta, se permite acceder desde el módulo de proceso a la subsección de planos, que brinda una ayuda técnica y visual para el dimensionamiento real de piezas y máquinas, distribución de equipos y disponibilidad para la fabricación de piezas dentro del taller o rápida consecución en el mercado de venta o fabricación de repuestos.

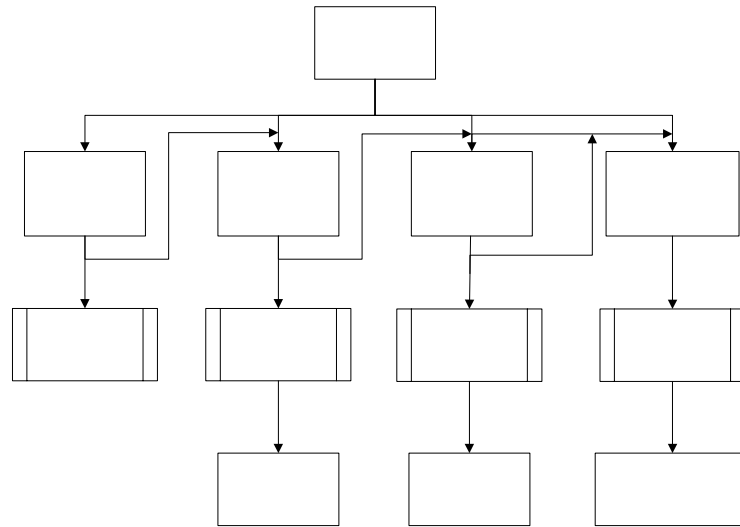
5.4.1.5 Fotos. Creada para la referenciación de equipos, y conceptualización de forma, tamaño, modo de operación, ubicación en la empresa, etc. Esta subsección disponible en el módulo de Proceso permite observar los equipos en su ubicación y estado real; su alimentación puede renovarse gracias al sistema de mantenimiento de la base de datos y de nuevo permite el salto entre los demás documentos relevantes; al igual que la ampliación de las imágenes al pulsar sobre ellas. La imagen de la subsección fotos puede observarse en la figura 57.

Figura 57. Imagen del Módulo Proceso sección Fotos



5.4.2 Módulo Alarmas. Presentándose como una de las utilidades mas grandes del sistema y cuyo objetivo principal es descargar de la memoria humana las responsabilidades adquiridas en la programación de jornadas y rutas de inspección, lubricación y limpieza de los equipos; el módulo alarmas brinda al programador cuatro opciones a partir de las cuales puede revisar cada uno de los eventos programados para cada equipo. En la figura 58. Se muestra la estructura del módulo alarmas.

Figura 58. Estructura Módulo Alarmas



5.4.2.1 Alarmas Pendientes a largo plazo. Que ofrecen recordar en momento oportuno, un mes de antelación a la actividad, que está próxima a desarrollarse y por ende es necesario preparar los recursos necesarios para efectuarla con la mayor eficacia posible; en este tipo de alarma pueden darse por escrito en las observaciones de la operación, los elementos necesarios para su realización.

5.4.2.2 Alarmas de acciones pendientes por realizar en el día. Que se encargan de comunicar las tareas del día y discriminar cuales irán al formato diario y cuales generarán orden de trabajo a partir de la importancia de cada una; este tipo de alarma genera un reporte denominado "Orden del día" que puede registrar las operaciones que se van a ejecutar durante el periodo de turno asignado; también pueden registrarse en el reporte las actividades de emergencia.

5.4.2.3 Alarmas de acciones pendientes del día atrasadas. Y que indican en forma clara en el campo "diferencia" la cantidad de tiempo (días) que el

ALA
LARG

DES
ALA

evento se ha dejado atrasar; también generan reporte al ser descargadas y es un reporte del tipo “Orden del día”, si la tarea está presupuestada para ejecutarse diariamente, de lo contrario genera “Orden de trabajo” por ser una actividad de más responsabilidad y cuidado con el equipo.

5.4.2.4 Alarmas de orden de trabajo pendientes por cerrar. Como se mencionó anteriormente la orden de trabajo emite un reporte de campo el cual debe retornar al registro para indicar el tiempo de operación, las herramientas utilizadas, y las observaciones de la tarea realizada; este registro queda por escrito mientras que la información primordial de fechas y operaciones queda registrada en el sistema para cualquier consulta o referencia; de manera que esta alarma recuerda al usuario cuantas ordenes de trabajo han sido emitidas y aun no han sido ingresados al sistema los datos de retorno de la operación; en la figura 59. Se observan las pantallas destinadas para creación de alarmas en el sistema AGROMAN y en la figura 60. Se presenta el diagrama de flujo trazado para la sección Alarmas.

Figura 59. Imagen sección Creación Alarmas

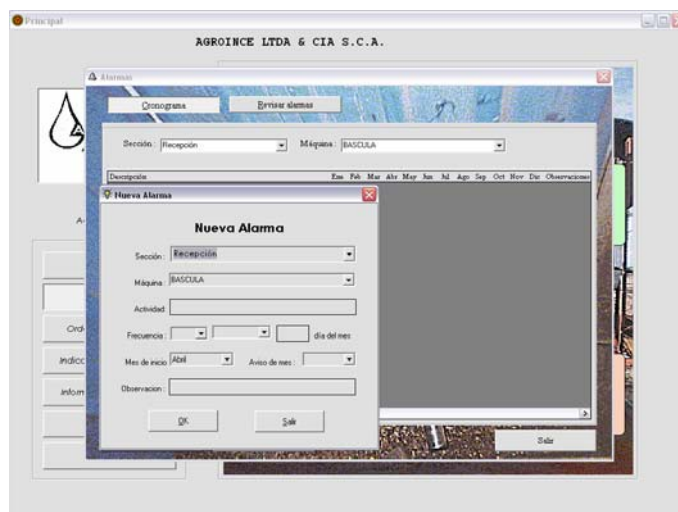
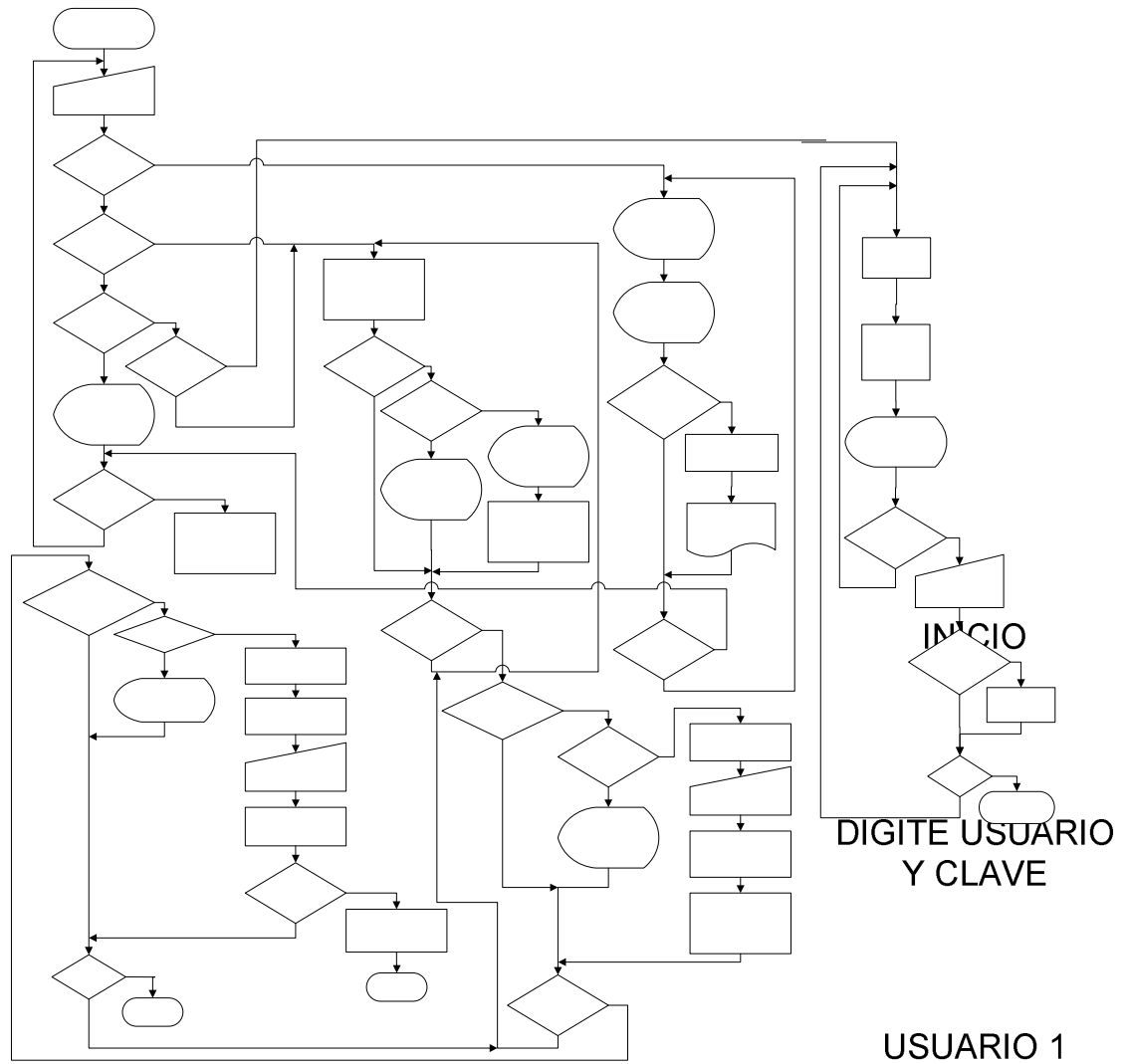


Figura 60. Diagrama de flujo trazado para Alarmas AGROMAN



5.4.3 Módulo Orden de trabajo. Esta sección fue creada con el objetivo inicial de emitir un documento de campo que dé claridad a las operaciones de emergencia y comunique en forma concisa lo que se quiere realizar en la tarea; por esto su forma de trámite puede obtenerse de dos maneras;

Descargando una alarma del módulo alarmas se activa automáticamente la orden de trabajo siguiendo con el conteo consecutivo que se lleve hasta el

MODIFICAR

momento, o abriendo directamente el módulo de orden de trabajo que aparece en el menú principal, este caso cubre lo referente a la orden de trabajo de emergencia; dando posibilidad para programar y ejecutar imprevistos en el mantenimiento de la maquinaria. En la figura 61. Se presenta la imagen dada por el programa para una orden de trabajo; y en la figura 62. se muestra el camino regular que ha sido trazado como ruta para este documento.

Figura 61. Imagen del Módulo Orden de Trabajo AGROMAN

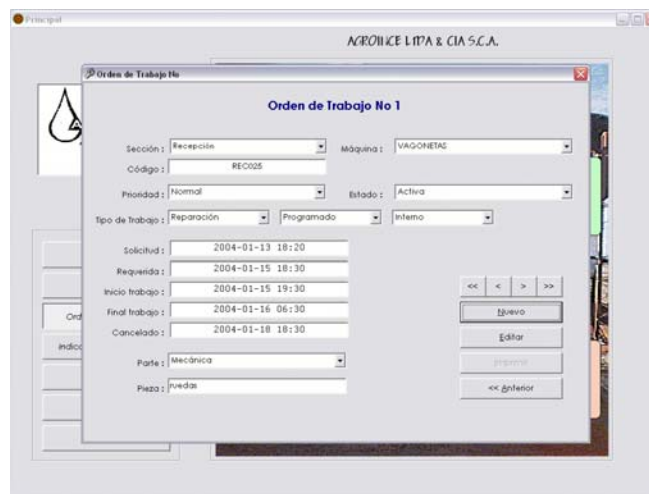
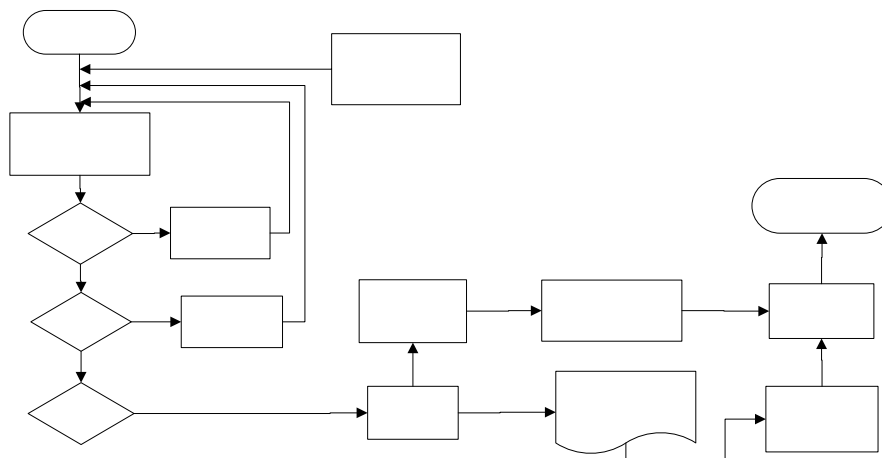


Figura 62. Ruta trazada para orden de trabajo en la empresa y desarrollada por el sistema AGROMAN



5.4.4 Módulo Indicadores de Gestión. Esta sección presenta a través de cálculos estadísticos la eficiencia lograda por equipo en el proceso; los indicadores más adecuados que se escogieron para ser incluidos en el sistema se presentan en la tabla 69.

Donde las variables que se muestran en la tabla representan:

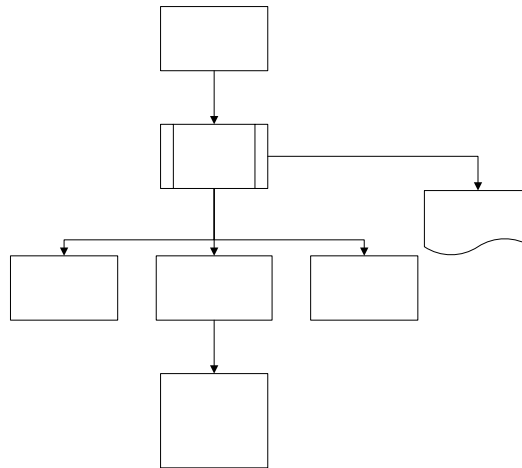
- ID: Índice de Disponibilidad
- TPEF: Tiempo promedio entre fallas.
- TPPR: Tiempo promedio para reparar
- TEO: Tiempo del equipo en operación
- NO: Número de operaciones (Número de turnos)
- NP: Número de paradas no programadas

Tabla 69. Indicadores de Gestión incluidos en AGROMAN

INDICADOR	FUNCION	FORMULA
DISPONIBILIDAD	Tiempo total durante el cual el equipo esta operando satisfactoriamente, mas el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un periodo.	$ID = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$
MANTENIBILIDAD	Indica el tiempo promedio para reparar un equipo	$TPPR = \frac{\sum_1^{NO} TFS}{NP}$
CONFIABILIDAD	Presenta estadísticamente el tiempo promedio entre fallas de un equipo y es por si solo un indicador de gestión en mantenimiento.	$TPEF = \frac{\sum_1^{NO} TEO}{NO}$

La estructura trazada para el módulo de indicadores de gestión se muestra en la figura 63.

Figura 63. Estructura del Módulo Indicadores de Gestión



A su vez el módulo permite alimentar los datos para los indicadores a partir de un control de proceso diario que incluye valores propios de rendimiento de la fábrica, como la extracción, el tiempo de espera de los camiones al descargar el fruto, el número de vagonetas que se reprocessan, etc.

Una imagen del módulo es presentada en la figura 64. Donde pueden distinguirse las facilidades para la alimentación de la información.

Figura 64. Imagen del Módulo Indicadores de Gestión

Balance Perdidas en Proceso		Control de Paradas		
		Día	Mes	Año
TUAS (A/RFF)				
W FRUTO ACH (A/RFF)				
FIBRAS (KAC/RFF)				
EFLENES (KAC/RFF)				
NUZ (KAC/RFF)				
TOTAL PERDIDA (KAC/RFF)				
POTENCIAL ACEITE (K)				
EFICIENCIA				

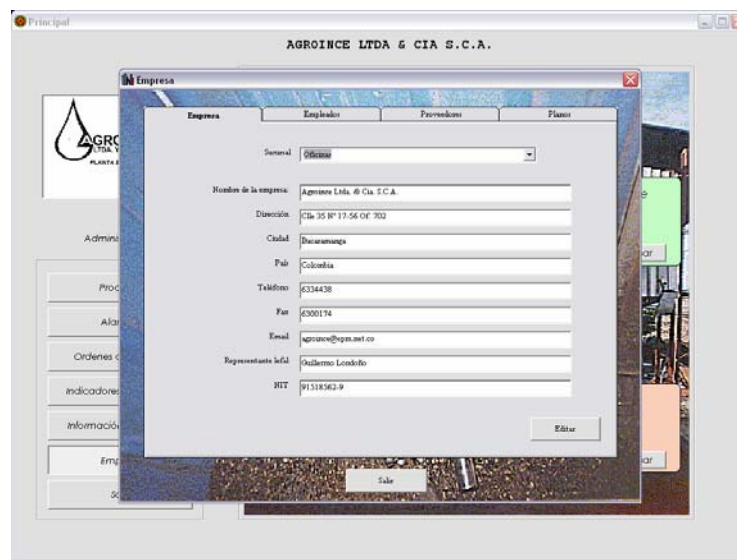
Sección	Máquina	TIS	Descripción	No Paradas
Clasificación	TAMIZ CIRCULAR	25	probanta	2

5.4.5 Módulo Información de máquinas. En el módulo se presenta el acceso directo a los planos de las máquinas que los poseen y muestran de manera detallada las cotas, formas y en algunos hasta materiales utilizados para la fabricación y montaje de las piezas, prestando la utilidad de inspecciones y desmontajes supervisados bajo planos.

La facilidad de acceder en forma inmediata a los documentos presentados por la sección de proceso es otra de las ventajas del módulo; los planos fueron desarrollados en AUTOCAD pero se presentan en forma de visor de imágenes para bloquear su modificación.

5.4.6 Módulo Empresa. Para tener un registro y acceso ágil a la información necesaria sobre empleados, en la programación de turnos, se tiene un banco de datos de los operarios, otro sobre la información general de la empresa y uno más sobre los proveedores de la compañía. En la figura 65. Se aprecia la disposición de carpetas del módulo empresa.

Figura 65. Imagen del Módulo Empresa



5.5 NIVEL DE ACCESO A LA INFORMACIÓN

Se crearon accesos limitados dependiendo de la función que desempeñe el usuario en el programa y la importancia y reserva que pueda darle a cada sección visible; los objetivos principales de diseñar los niveles de acceso son:

- Brindar al programador y al administrador una seguridad sobre la responsabilidad delegada en sus funciones.
- Facilitar el acceso a personas no encomendadas al sistema de información con el fin de verificar sus labores asignadas.
- Restringir la información a personal no autorizado.
- Clasificar los tipos de usuario que empleara el sistema de información.

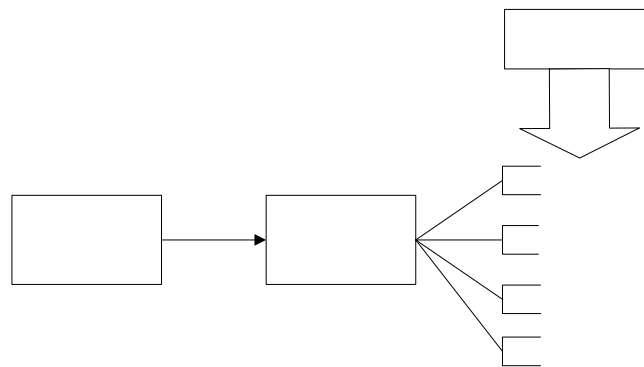
Con estas directrices podemos entonces identificar tres grandes niveles de acceso a la información:

- Usuario 1: Es designado de esta manera el usuario de acceso de primer nivel a la información; por ejemplo un operario, que solo debe conocer los avisos de programación de labores y las alarmas de mantenimiento pertinentes a su jornada, ejecuciones en reparaciones de nivel medio, revisión de equipos, instalación de dispositivos de primer nivel (tuberías, equipos eléctricos de protección, válvulas, arreglos de soldadura, revisión de niveles de aceite, cambio de filtros, revisión de sistemas de transmisión. etc.); tiene también acceso a la información desde el formato visual expedido por la persona encomendada a la tarea de informar los programas diarios de acciones pero no puede ejecutar ninguna modificación sobre estos parámetros. Su disponibilidad para generar informes es limitada pues estos reportes

son solo informativos brindando la programación que otros niveles ya hayan introducido en el sistema con anterioridad.

Sin embargo este primer nivel de acceso es el encargado de entregar la información que retroalimentará el sistema, siendo esta labor encomendada a otra persona; esta información permite desglosar a través de las acciones ejecutadas los problemas mas frecuentes, las fallas repetitivas o también fallas ocultas que puedan estar perjudicando la eficiencia global de producción en un equipo. Es por esto que al retroalimentar el sistema de esta información se pueda disponer para un análisis posterior de un archivo físico por equipo basado en las ordenes de trabajo, que brinde facilidad de reconocer en que parte operativa ha sido descuidado o presenta falla en su manipulación. En la figura 66. Se presentan las secciones concedidas al usuario tipo 1.

Figura 66. Secciones con acceso para Usuario tipo 1.



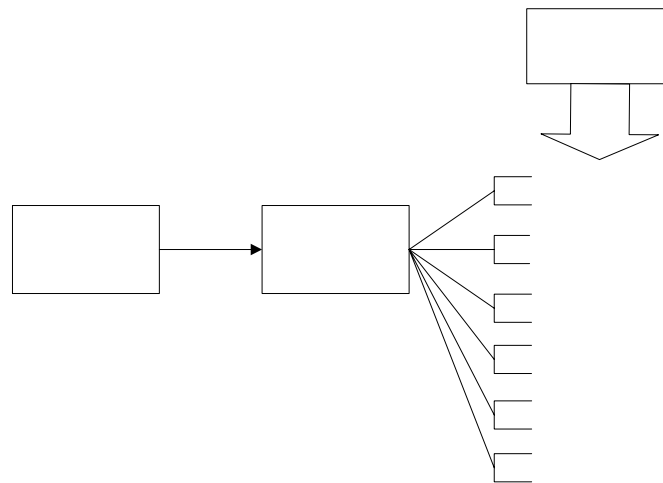
- Usuario 2: El siguiente nivel de usuario corresponde a aquella persona a quien ha sido designada la tarea de acceder la información y quien tiene disponible un acceso más permisivo a la información, este nivel

permitirá acceder a pantallas del tipo FEED-BACK que dará al sistema la actualización correspondiente de datos.

En conclusión este tipo de usuario será quien mayor contacto haga con el sistema de información y quien mayor adiestramiento tenga sobre el, pues tendrá que manipular códigos de equipos, tipos de tarea, y quien deberá interpretar los reportes que se hagan con base en las acciones para la alimentación continua de la información.

Este tipo de usuario también estará encomendado previo aviso del director y supervisores de planta a emitir las programaciones respectivas de actividades para que los operarios conozcan las labores en cada jornada. En la figura 67. Se aprecian las condiciones dadas al usuario tipo 2.

Figura 67. Secciones con acceso para Usuario tipo 2.

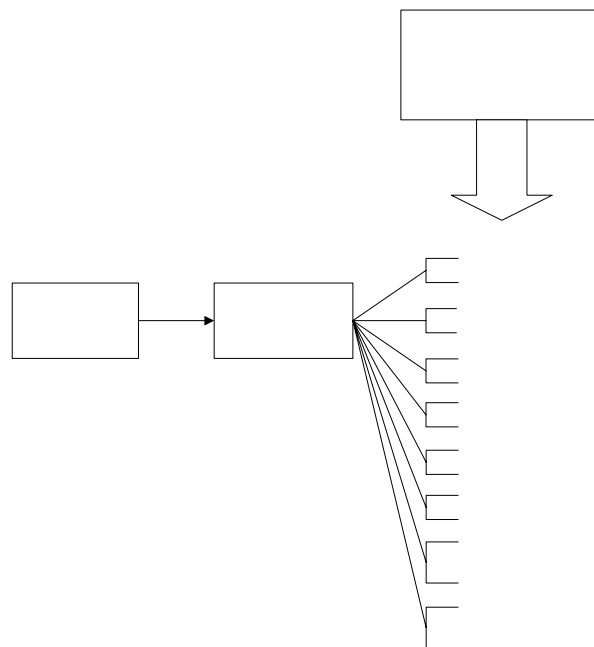


- Usuario 3: Es el usuario con mayor acceso al nivel de información, esta en la capacidad de generar cualquier tipo de reportes, sobre

programación de jornadas, indicadores de gestión, estado operativo de las máquinas, últimas intervenciones, repuestos necesarios para cada equipo, alarmas de operación, etc. Tiene la opción de modificar información que conlleve a optimizar los procesos que han sido establecidos para el usuario tipo 2 en los registros anteriores; en resumen el usuario tipo 3 puede catalogarse como el administrador del sistema y tiene acceso ilimitado a la información al igual que a la libertad en la generación de reportes.

Es esta persona la encargada de hacer análisis sobre la información y los datos recogidos para evaluar la efectividad en los ciclos o jornadas de mantenimiento así como en las maneras debidas de operación de cada uno de los equipos. En la figura 68. Se presentan las funciones delegadas al administrador del sistema.

Figura 68. Funciones delegadas al Administrador del sistema



CONCLUSIONES

Se hizo una descripción detallada del proceso de extracción de aceite de la empresa AGROINCE LTDA. Y CÍA. S.C.A. y de la maquinaria implicada en la producción.

Se desarrolló un inventario y codificación sobre los equipos operantes; a través del análisis de las secciones y el material empleado por cada máquina.

Se realizó un diagnóstico de la maquinaria y sobre sus partes y piezas con el fin de conocer su estado y sugerir acciones para su mejor desempeño.

Se efectuó el análisis de criticidad para determinar las tendencias de mantenimiento indicadas para cada equipo.

Se trazo un plan integral de mantenimiento, incluyendo criterios de tipo correctivo, preventivo, predictivo y TPM.

Se diseñó, elaboró y alimentó un Sistema de Información con el objetivo de ejercer un control previsorio sobre las acciones del departamento de mantenimiento y de la producción en general.

BIBLIOGRAFÍA

BACCA SOTO, Víctor. La función del Mantenimiento, Prograb, 1991.

CEBALLOS, Francisco Javier. Visual Basic 6.0, Curso de Programación. Alfaomega. 1999.

DOMÍNGUEZ GIRALDO, Gerardo. Indicadores de Gestión, Biblioteca Jurídica, 1998.

DUFFUA, Salih O., RAOUF, A. y DIXON C. Jhon. Sistemas de mantenimiento, planificación y control. México: LIMUSA WILEY. 2000.

GONZALEZ B., Carlos R., Conferencias ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2001.

GUTIÉRREZ, Alfonso; ORDÓÑEZ, Jorge. Sistema de Información para Mantenimiento Preventivo, Bucaramanga, 1980.

MICROSOFT PRESS. Visual Basic 6.0. Manual del programador. Madrid: Mc Graw Hill, 1998.

PEREZ JARAMILLO, Carlos Mario. Organizaciones del Mantenimiento, UIS, Bogotá, 1998.

PEREZ JARAMILLO, Carlos Mario. Sistemas de Información en Mantenimiento, UIS, Bogotá, 1998.

PRANDO, Raúl. Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida, Editorial Piedra Santa S.A., Montevideo, 1996.

RUEDA GÓMEZ, Gustavo. Principios de Mantenimiento, UIS, Bogotá, 1998.

TORRES, Bernardo. Análisis y Desarrollo de la Aplicación Informática para el Mantenimiento Preventivo, Valencia, 2000.