

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL  
MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE  
AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A.E.S.P**

**MARIA CLARA CHÁVEZ RUEDA  
NATHALY JOHANNA ELLIS TIRADO**

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

**2013**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL  
MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE  
AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A.E.S.P**

**MARIA CLARA CHÁVEZ RUEDA  
NATHALY JOHANNA ELLIS TIRADO**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniera Mecánica**

**Director  
NESTOR RAÚL D´CROZ TORRES  
Ingeniero Mecánico**

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

**2013**

*A Dios todopoderoso por todas sus bendiciones, porque de Él es la gloria,*

*A mi Mamá, la persona más importante de mi vida, mi modelo a seguir, por todo su amor, enseñanzas, consejos y permitirme cumplir cada uno de mis sueños, porque sin su ayuda nada hubiese sido posible.*

*A mi Papá, por su amor, consejos, enseñanzas, apoyo y confianza puesta en mí*

*A mi abuelita, por su sabiduría, enseñanzas, palabras de ánimo y oraciones, que me ayudaron a ser cada vez mejor.*

*A Verónica, por su apoyo, consejos y palabras de ánimo que me ayudaron a nunca desfallecer.*

*A Maria Clara por batallar siempre a mi lado en la consecución de este sueño.*

*A demás familiares y amigos que me han aportado un granito de felicidad, experiencias y enseñanzas.*

**NATHALY JOHANNA**

*A Dios por su amor y todas las bendiciones recibidas  
Que hoy me permiten cumplir  
Mis metas*

*A mis Padres que con su apoyo y amor y fe me  
Respaldaron incondicionalmente durante  
Cada dificultad y alegría  
Todo el camino*

*A mi compañera de batallas y amiga*

*A mi familia y amigos que con voces de  
Aliento me respaldaron*

**MARÍA CLARA**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Néstor Raúl D´cruz Torres, por su confianza, respaldo, enseñanzas y motivación para la realización de este proyecto de grado.

A Hermes Zambrano y Jaime Velásquez, Jefe del Departamento de Mantenimiento y Jefe de Procesos por brindarnos las herramientas necesarias, colaboración e interés de llevar a cabo este proyecto.

Al personal administrativo y de planta de Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P por su apoyo, colaboración y contribución.

A Vivian Ibeth, por su gran ayuda, apoyo, colaboración y aportes que contribuyeron a dar inicio a este proyecto.

A nuestros amigos, compañeros y profesores que a lo largo de este camino nos aportaron enseñanzas y experiencias.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	22
1. AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P	24
1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA	25
1.2 MISIÓN	28
1.3 VISIÓN	28
1.4 POLÍTICA DE CALIDAD	28
1.5 OBJETIVOS DE CALIDAD	29
1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	29
1.7 ETAPAS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA	30
1.7.1 Fuente de abastecimiento.	30
1.7.2 Sistema de captación	32
1.7.3 Tuberías de impulsión de agua cruda.	37
1.7.4 Planta de tratamiento de agua potable.	37
1.7.4.1 Aireación.	38
1.7.4.2 Canal de unificación.	39
1.7.4.3 Dosificación de químicos	40
1.7.4.4 Floculación	48
1.7.4.5 Sedimentación.	49
1.7.4.6 Filtración.	52
1.7.4.7 Desinfección.	56
1.7.4.8 Almacenamiento de agua potable	58
1.7.4.9 Estación de bombeo de agua potable.	59
1.7.4.10 Distribución de agua potable.	60

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO	65
2.1 OBJETIVO GENERAL	65
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	65
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	67
3.1 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO	67
3.2 REGLAS IMPORTANTES EN EL MANTENIMIENTO	67
3.2.1 Simplificar al máximo.	67
3.2.2 Reducir los costos.	68
3.2.3 Minimizar el papeleo.	68
3.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO	68
3.3.1 Mantenimiento correctivo.	68
3.3.2. Mantenimiento Preventivo.	69
3.3.3 Mantenimiento Predictivo.	70
3.3.4 Mantenimiento Proactivo.	71
4. DIAGNOSTICO INTEGRAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS DE BARRANCABERMEJA	72
4.1 DIAGNOSTICO DE LA INSTALACIÓN FISICA	72
4.2 ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN DE EQUIPOS	74
4.3 ANÁLISIS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA	75
4.4 DIAGNÓSTICO GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	76
4.5 DIAGNOSTICO DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	76
4.6 DIAGNÓSTICO DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO	77
4.7 DIAGNÓSTICO DEL ALMACÉN DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS	77
4.8 DIAGNOSTICO DE FALLAS FRECUENTES DE LOS EQUIPOS	78
5. PROPUESTA DE MEJORA AL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A.E.S.P	80

5.1 OBJETIVO GENERAL	80
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	80
5.3 IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	81
5.3.1 Inventario de equipos.	83
5.3.2 Recopilación de la ficha técnica.	84
5.3.3 Codificación	86
5.3.3.1 Codificación de Organización Jerárquica de la Empresa.	86
5.3.3.2 Codificación de Equipos y Subconjuntos.	90
5.3.3.3 Codificación de Ubicación.	91
5.3.3.4 Codificación de Manuales.	91
5.3.4 Análisis de Criticidad.	92
5.3.5 Consideraciones para plan de mantenimiento preventivo.	98
5.3.6 Descripción de posibles causas de las fallas frecuentes en la Planta	99
6. SISTEMA DE INFORMACIÓN	100
6.1 MARCO CONCEPTUAL	100
6.1.1 Sistema de gestión de mantenimiento.	100
6.1.2 Ventajas de un software de mantenimiento.	100
6.1.3 Elementos del sistema de información.	102
6.1.3.1 Registro de formularios directamente a una base de datos.	103
6.1.3.2 Procesamiento de formularios en tiempo real.	103
6.1.3.3 Consultas de Información.	104
6.1.4 Base de datos.	104
6.2 SOFTWARE DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO IMPLEMENTADO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS DE BARRANCABERMEJA	105
6.2.1 INFOM@NTE®.	105
6.2.1.1 Portabilidad.	106
6.2.1.2 Ventajas de la realización de interfaces.	107
6.2.1.3 Tipos de interfaces.	107

6.2.2 Características y manual de usuario del sistema de información INFOM@NTE.	108
6.2.2.1 Ingreso a Infom@nte.	109
6.2.2.2 Generalidades de los módulos.	111
6.2.2.3 Módulo de instalación.	113
6.2.2.4 Modulo de equipos.	128
6.2.2.5 Módulo de actividades estándar.	145
6.2.2.6 Modulo plan de mantenimiento.	151
6.2.2.7 Modulo órdenes de trabajo.	162
6.2.2.8 Módulo de utilitarios.	172
6.2.2.9 Modulo control catálogos.	173
6.2.2.10 Modulo seguridad	176
7. CONCLUSIONES	182
8. RECOMENDACIONES	184
BIBLIOGRAFÍA	185
ANEXOS	187

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Päg.</b>
Figura 1. Vista Panorámica Planta de Tratamiento	24
Figura 2. Estructura organizacional	30
Figura 3. Ciénaga San Silvestre	31
Figura 4. Sistema de Captación Lateral	32
Figura 5. Esquema captación	33
Figura 6. Esquema de cárcamo bocatoma	34
Figura 7. Bombas Bocatoma	35
Figura 8. Subestación Eléctrica	36
Figura 9. Casa estación de bombeo	37
Figura 10. Vista general planta de tratamiento	38
Figura 11. Esquema aireación y canal de unificación	39
Figura 12. Tanques de dilución sulfato de aluminio	41
Figura 13. Tanque de dilución sulfato de aluminio	42
Figura 14. Sistema de agitación tanques de dilución y tanque de dosificación	43
Figura 15. Bombas dosificadoras de sulfato de aluminio.	43
Figura 16. Tableros de control bombas dosificadoras sulfato de aluminio	44
Figura 17. Almacenamiento y dosificación de cal.	45
Figura 18. Tanques dosificación Pre oxidante y polímero	46
Figura 19. Bombas dosificadoras Pre oxidante y Polímero	47
Figura 20. Sistema de agitación Tanques de dosificación Pre oxidante y Polímero	47
Figura 21. Tableros de control eléctrico Pre oxidante y polímero	48
Figura 22. Floculadores	49
Figura 23. Esquema floculación y sedimentación	51
Figura 24. Sedimentadores	51

Figura 25. Esquema tubería de aireación	52
Figura 26. Esquema de filtro	53
Figura 27. Esquema tuberías de filtración	54
Figura 28. Esquema de filtración	55
Figura 29. Esquema galería de filtros	56
Figura 30. Filtros	56
Figura 31. Esquema desinfección	57
Figura 32. Cilindros y clorador.	57
Figura 33. Esquema tanques de almacenamiento y casa bombas distribución	58
Figura 34. Tanques enterrados	58
Figura 35. Estación de bombeo de agua potable	59
Figura 36. Esquema tuberías de casa bomba	59
Figura 37. Esquema tanque elevado	60
Figura 38. Esquema distribución	63
Figura 39. Sectorización del sistema de distribución de agua potable	63
Figura 40. Esquema general Planta de tratamiento	64
Figura 41. Codificación Área Acueducto	89
Figura 42. Ejemplo Codificación Ubicación	91
Figura 43. Integración infom@nte	108
Figura 44. Acceso al Software	109
Figura 45. Ingreso a Infom@nte	110
Figura 46. Módulos Infom@nte	111
Figura 47. Administrativos	114
Figura 48. Registro de Países	115
Figura 49. Registro Centros de Costos	116
Figura 50. Registro de Prioridades/Criticidad	117
Figura 51. Actualización de oficinas	118
Figura 52. Actualización de reajuste	118
Figura 53. Actualización empleados	119
Figura 54. Técnicos	120

Figura 55. Actualización planos/catálogos	121
Figura 56. Actualización variables de control	122
Figura 57. Registro de zonas de máquina	123
Figura 58. Registro de unidades	124
Figura 59. Registro de acción tomada	125
Figura 60. Actualización tareas de mantenimiento	126
Figura 61. Registro tipos de paro	127
Figura 62. Planes de trabajo	128
Figura 63. Módulo de Equipos	130
Figura 64. Tablas básicas	130
Figura 65. Registro áreas operativas	131
Figura 66. Registro de centros de operación	132
Figura 67. Registro de clases de equipo	133
Figura 68. Atributos de equipo	134
Figura 69. Registro de sistemas asociados	135
Figura 70. Actualización equipos/subconjuntos	137
Figura 71. Características de equipos	140
Figura 72. Documentos anexos	141
Figura 73. Asocios	143
Figura 74. Asocio de equipos/subconjuntos	144
Figura 75. Asociación planos/catálogos	145
Figura 76. Módulo Actividad estándar	146
Figura 77. Abrir	147
Figura 78. Actualización de actividades estándar	148
Figura 79. Actualización de actividades estándar	149
Figura 80. Asocio de tareas a actividad estándar	150
Figura 81. Módulo Plan de mantenimiento	152
Figura 82. Tablas básicas	152
Figura 83. Asocio de equipos a actividad estándar	154
Figura 84. Asociación de frecuencias a equipos	155

Figura 85. Plan de mantenimiento	156
Figura 86. Generación del plan de mantenimiento	157
Figura 87. Adicionar al plan de mantenimiento	158
Figura 88. Cambios plan	159
Figura 89. Reprogramar plan	160
Figura 90. Retiros plan	160
Figura 91. Desplazamiento del plan de mantenimiento	161
Figura 92. Registro de solicitudes de trabajo	164
Figura 93. Registro solicitud de trabajo	165
Figura 94. Planeación orden de trabajo	166
Figura 95. Inicialización de valores de actividades asociadas a equipos	167
Figura 96. Planeación global de O.T sistemática	168
Figura 97. Cierre rutas de mantenimiento	169
Figura 98. Cierre de órdenes de trabajo	171
Figura 99. Modulo utilitarios	172
Figura 100. Cambios de código	172
Figura 101. Eliminación de información	173
Figura 102. Modulo control catálogos	173
Figura 103. Abrir	174
Figura 104. Actualización planos/catálogos	175
Figura 105. Modulo seguridad	176
Figura 106. Actualización de usuarios y permisos	178
Figura 107. Actualización funcionarios autorizados	179
Figura 108. Parametrización de claves	180

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Referencias de motores y bombas	34
Tabla 2. Especificaciones técnicas tanques de dilución de sulfato de aluminio	40
Tabla 3. Especificaciones técnicas tanques de dosificación sulfato de aluminio	41
Tabla 4. Especificaciones técnicas tanques de dosificación pre oxidante y Polímero	46
Tabla 5. División del Área Acueducto	86
Tabla 6. Codificación de organización jerárquica	87
Tabla 7. Codificación Manuales	92
Tabla 8 .Formato de encuesta para el análisis de criticidad	94
Tabla 9. Tabla de ponderaciones para el formato de encuesta de criticidad	95
Tabla 10. Cálculo del índice de criticidad	96

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Listado de equipos por sección del proceso	188
Anexo B. Ficha técnica	193
Anexo C. Codificación de equipos y subconjuntos	199
Anexo D. Jerarquización de equipos por su nivel de criticidad	206
Anexo E. Manual de procedimientos para el mantenimiento preventivo de sopladores de aire	208
Anexo F. Codificación de tareas de mantenimiento	264

## RESUMEN

**TÍTULO: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A.E.S.P\*.**

**AUTORES:**

Maria Clara Chavez Rueda  
Nathaly Johanna Ellis Tirado \*\*

**PALABRAS CLAVES:**

Sistema de Información, Planta de Tratamiento de Agua Potable, Mantenimiento Preventivo.

**DESCRIPCIÓN:**

El objetivo de este proyecto de grado es implementar un programa de mantenimiento preventivo en compañía de un sistema de información, que busca como primera medida contribuir al proceso de mejoramiento y modernización de la empresa, así como también tener un punto a favor en el proceso de acreditación en calidad que se está tramitando en la empresa Aguas de Barrancabermeja S. A. E. S. P.

Para llevar a cabo este proyecto, se realizó en primer lugar un diagnóstico de la operación de mantenimiento entre los cuales se encuentran: análisis del área de mantenimiento, diagnóstico del almacén de repuestos y herramientas; seguidamente se realizó un inventario y registro de la ficha técnica, la codificación de los equipos y manuales, análisis de criticidad, recopilación de información y elaboración de los manuales de información, todo esto con el fin de tener la información para diseñar y desarrollar una propuesta de mejoramiento en el área de mantenimiento.

Posteriormente se implementa un sistema integral de información por computador que permite una efectiva gestión de activos, así como la programación y control de las intervenciones de mantenimiento, la normalización de los procedimientos, el análisis de fallas, la generación de indicadores y el control de los costos.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de ingenierías fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director Nestor D’Croz Torres

## SUMMARY

**TITLE: IMPLEMENTATION OF AN INFORMATION SYSTEM FOR THE MAINTENANCE OF THE DRINKING WATER TREATMENT PLANT WATER OF BARRANCABERMEJA S.A.E.S.P.\*.**

### **AUTHORS**

MARIA CLARA CHAVEZ RUEDA  
NATHALY JOHANNA ELLIS TIRADO\*\*

### **KEY WORDS:**

Information system, drinking water, preventive maintenance, treatment plant.

### **DESCRIPTION:**

The aim of this degree project is to implement a preventive maintenance program in the company of a system of information, seeking first step contributing to the process of improvement and modernization of the company, as well as also have a plus in the accreditation process in quality that is being processed in the waters of Barrancabermeja S.A.E.S.P.

To carry out this project, was first a diagnosis of the operation of maintenance which include: analysis of the area of maintenance, diagnosis of the warehouse of spare parts and tools; then performed an inventory and registry of the sheet, coding equipment and manuals, criticality analysis, collection of information and preparation of manuals of information, all of this in order to have the information to design and develop a proposal for improvement in the area of maintenance.

Later, a system is implemented integral of information by computer which allows effective management of assets, as well as programming and maintenance control, the standardization of procedures, failure analysis, the generation of indicators and the cost control. Later, a system is implemented integral of information by computer which allows effective management of assets, as well as programming and maintenance control, the standardization of procedures, failure analysis, the generation of indicators and the cost control.

---

\* Project of grade

\*\* Physicomechanical Faculty of engineering, School of Mechanical Engineering, Director Nestor D'Croz Torres

## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es un conjunto de acciones que busca utilizar la planeación, la programación y el control; de manera que mejoren la efectividad y la productividad, disminuyan las paradas y los costos de mantenimiento sean mínimos, logrando una rentabilidad óptima de la función del mantenimiento; es por esto que una empresa que busque una mayor competitividad y eficiencia debe trabajar para adoptar técnicas y sistemas que le permitan garantizar la continuidad en sus procesos productivos y una alta calidad de sus productos y servicios

Los sistemas de Información (SI) hoy en día juegan un papel muy importante en las empresas, pues otorga la posibilidad de obtener datos precisos de una manera rápida y segura; utilizar un sistema de información ayudaría principalmente a dar el manejo idóneo a los datos referentes a los equipos, logrando un mayor control de las actividades que se realizan con ellos.

Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. es una empresa prestadora del servicio público domiciliario de acueducto, alcantarillado y aseo en el Municipio de Barrancabermeja, que tiene como política general la prestación de un servicio en condiciones óptimas para toda la comunidad en procura de la expansión y sostenibilidad de la organización; estableciendo medidas de mejoramiento continuo y con un equipo que trabaja eficientemente y con calidad para satisfacer a sus clientes mediante la prestación del servicio continuo de acueducto y saneamiento básico

Es por esto que en pro de las mejoras a la empresa junto con el fortalecimiento del compromiso que la Universidad Industrial de Santander tiene para las empresas santandereanas, se desarrolla el presente proyecto de grado titulado

## **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE AGUAS DE BARRANCABERMEJA**

con el propósito de realizar un programa de mantenimiento preventivo en compañía de un sistema de información para el manejo de dicho plan, que busca como primera medida contribuir al proceso de mejoramiento y modernización de la empresa, así como también tener un punto a favor en el proceso de acreditación en calidad que se está tramitando en AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A.E.S.P.

Para llevar a cabo este proyecto, se realizó en primer lugar un diagnóstico de la operación de mantenimiento entre los cuales se encuentran: análisis del área de mantenimiento, diagnóstico del almacén de repuestos y herramientas; seguidamente se realizó un inventario y registro de la ficha técnica, la codificación de los equipos y manuales, análisis de criticidad , recopilación de información y elaboración de los manuales de información, todo esto con el fin de tener la información para diseñar y desarrollar una propuesta de mejoramiento en el área de mantenimiento; luego de esto se procedió a consignar esta información en el Sistema de Información.

Para alcanzar un óptimo desempeño del sistema de información se requiere un gran compromiso del personal de mantenimiento y una colaboración constante de las demás dependencias, que contribuirá notablemente con la organización tanto de la información como de la programación de las tareas a llevarse a cabo y así mismo a obtener altos niveles de gestión acordes a la filosofía de calidad de la empresa.

## 1. AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P

Es una empresa prestadora del servicio público domiciliario de acueducto, alcantarillado y aseo en el Municipio de Barrancabermeja, ubicada en el barrio el Boston en la Vía Carretera Nacional, que tiene como política general la prestación de un servicio en condiciones óptimas para toda la comunidad en procura de la expansión y sostenibilidad de la organización.

**Figura 1. Vista Panorámica Planta de Tratamiento**



Fuente: [www.aguasdebarrancabermeja.gov.co](http://www.aguasdebarrancabermeja.gov.co)

AGUAS DE BARRANCABERMEJA pretende tener un modelo eficiente en la Prestación de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto; para esto cada años evoluciona desarrollando obras de infraestructura en el sistema de acueducto, implementado nuevas tecnologías y equipos para el tratamiento de agua permitiendo a la Empresa consolidar su viabilidad y sostenibilidad técnica,

operativa, financiera, comercial, social y ambiental y convertirse en empresa símbolo de ciudad.

## **1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA**

En el año 1918, la ciudadanía de Barrancabermeja es dotada de un pozo artesano y cisterna para la provisión de agua potable. El costo de perforación fue sufragado por los vecinos y la bomba fue obsequiada por la Tropical Oil Company.

En 1930 se realizó la perforación de diferentes pozos, se tendió tubería de distribución y se montó un tanque de presión. Bombas eléctricas succionaban el agua de los pozos y la llevaban por las tuberías matrices al tanque de presión, desde donde iba la red de distribución, pero debido a la falta de mantenimiento a los equipos de bombeo y a los pozos, Barrancabermeja se quedó sin agua, generando una protesta de la población. El problema es solucionado mediante la instalación de un equipo de bombeo a vapor para obtener agua del Caño Cardales.

En 1939, después de continuas protestas por parte de la ciudadanía, el Departamento de Santander comienza la construcción del acueducto, montándose la planta de tratamiento sobre la ribera del Caño Cardales. Dicha Planta contó con varios tanques de sedimentación, tanque de cloración, filtros de arena y equipo eléctrico de bombeo; de igual manera, un tanque elevado para garantizar el servicio a las partes altas de la ciudad.

En la década de los años sesenta, el Instituto Nacional de Fomento Municipal INSFOPAL, promovió la creación de sociedades anónimas que se encargaron de la operación, mantenimiento, comercialización de los servicios de acueducto y

alcantarillado de todo el país, unas con carácter local y la mayoría con ámbito regional, asociando a los municipios de cada departamento.

En Santander se creó la sociedad de Acueductos y Alcantarillados de este departamento denominado ACUASUR S.A., que entró a manejar los servicios de Barrancabermeja; esta figura dejó a cargo del INSFOPAL, la responsabilidad por la ejecución de las obras.

En 1962 el Concejo Municipal dispone que el Municipio suscriba acciones en la sociedad Acueducto y Alcantarillado de Santander S.A. (ACUASUR) filial del Instituto Nacional de Fomento Municipal. Esta determinación se toma debido a la creciente demanda de agua tratada por parte de la población y a la carencia de recursos económicos del Municipio de Barrancabermeja. Se consideró que siendo ACUASUR la encargada de cumplir con la política de INSFOPAL en el Departamento de Santander, era la alternativa viable para la solución del problema del agua.

En 1963 se desarrolló un movimiento popular que terminó en paro cívico como reclamación ciudadana que solicitaba solución a los problemas de Acueducto y Alcantarillado.

Por solicitud de INSFOPAL, el Instituto Nacional de Salud elaboró en 1966 un proyecto de construcción de acueducto dotado óptimamente para satisfacer los problemas de la ciudadanía; el proyecto no se hizo realizable y posteriormente en 1969 es recuperado y se comienza la construcción de un acueducto, el mejoramiento de redes de alcantarillado y modernización de la red de contraincendios.

Los diferentes cambios administrativos e institucionales ocurridos en el país, llevaron a transformar las ACUASUR en una de las EMPOS (Empresas de Obras

Sanitarias) y en Santander nació EMPOSAN S.A., con carácter de Empresa Industrial y Comercial del Estado de ámbito departamental y tutela nacional.

En desarrollo de la filosofía contenida en la ley y con base en las facultades otorgadas por esta, fue expedido el Decreto 077 de 1987, el cual ordenó el traslado al Municipio de la responsabilidad por la prestación de los servicios de Agua Potable y Saneamiento (entre otros servicios), autorizando la participación de los departamentos, intendencias y comisarías según el caso.

En julio de 1987, el Consejo de Política Económica y Social - CONPES, estableció las condiciones financieras para la mencionada enajenación y se inició en forma el proceso de descentralización administrativa y financiera en favor de los municipios de todo el país.

El 31 de agosto de 1989 fue creada EDASABA mediante Acuerdo Municipal No. 020 de 1989.

Mediante Acuerdo Municipal No. 065 de 1996, se reestructuró la empresa y se ajustó de acuerdo con la Ley 142 de 1994, convirtiéndose en EDASABA E.S.P.

El 3 de octubre de 2005 se publica el Decreto No. 198 de liquidación de la Empresa de Acueducto y Saneamiento Básico de Barrancabermeja EDASABA E.S.P.

La firma consultora EQUITY INVESTMENT S.A. propone tres alternativas para el esquema de operación de los servicios de Acueducto y Alcantarillado.

AGUAS como OPERADOR - GESTOR

AGUAS (+) OPERADOR - GESTOR

AGUAS (+) OPERADOR GESTOR - SUPERVISOR

El Municipio de Barrancabermeja elige la alternativa 1, AGUAS como OPERADOR GESTOR, como muestra de su compromiso de mantener una Empresa Pública y actuando con responsabilidad en pro del bienestar general.

El día 19 de septiembre de 2005 mediante Escritura Pública No. 1724 se crea la sociedad AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.

## **1.2 MISIÓN**

Brindar un servicio eficiente y seguro de acueducto y saneamiento básico, promoviendo una cultura ambiental con responsabilidad social.

## **1.3 VISIÓN**

Ser eje de desarrollo sostenible en la región, preservando el agua y el medio ambiente como patrimonio de los ciudadanos.

## **1.4 POLÍTICA DE CALIDAD**

En Aguas de Barrancabermeja S.A E.S.P, trabajamos eficientemente y con calidad para satisfacer a nuestros clientes mediante la prestación del servicio continuo de acueducto y saneamiento básico, manejo seguro de la gestión operativa y comercial, así como la promoción de políticas ambientales gracias a la competencia de su talento humano, la innovación tecnológica y el mejoramiento continuo.

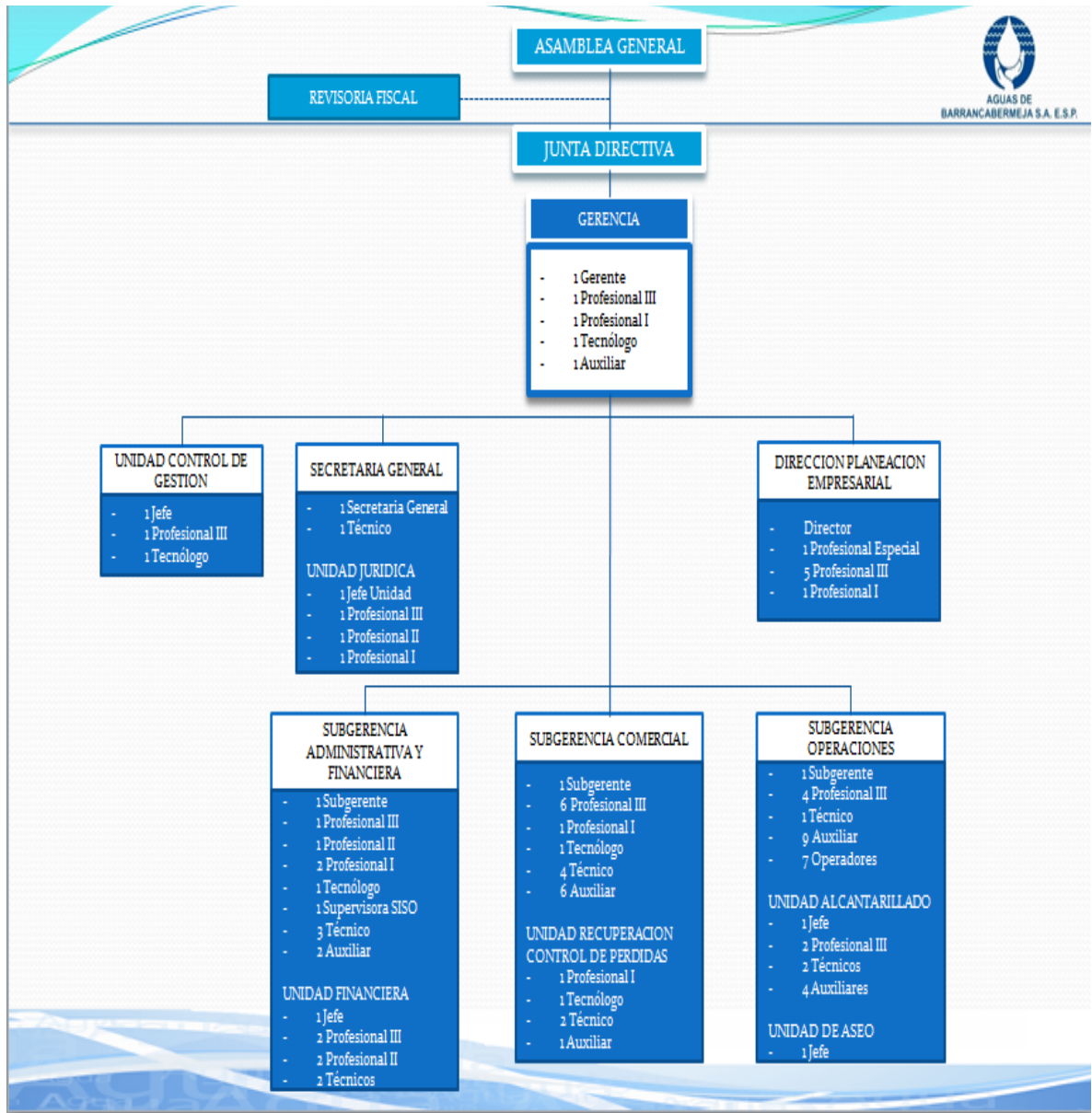
## **1.5 OBJETIVOS DE CALIDAD**

- Garantizar la Calidad y Continuidad en la Prestación del Servicio de Acueducto y Saneamiento Básico.
- Asegurar el Buen Manejo de la Gestión Operativa y Comercial.
- Promover Políticas Ambientales.
- Actualizar Permanentemente las Competencias del Talento Humano.
- Trabajar Constantemente en Aras del Mejoramiento Continuo,
- Satisfacer las Necesidades de Nuestros Clientes.

## **1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

La empresa AGUAS DE BARRANCABERMEJA se encuentra organizada estructuralmente de la siguiente manera

**Figura 2. Estructura organizacional**



Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P.

## 1.7 ETAPAS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA

**1.7.1 Fuente de abastecimiento.** En el año 1975 se construyó un nuevo sistema de tratamiento de agua potable alimentado desde la Ciénaga de San Silvestre,

ubicada al Noreste de la cabecera municipal. Esta Ciénaga recibe las aguas de la quebrada El Zarzal y tiene por desagüe natural el caño de San Silvestre que desemboca en el Río Sogamoso. El caudal máximo aprovechable en períodos secos medios del año, es de 4 m<sup>3</sup>/seg y en períodos secos máximos (Diciembre-Marzo), de 3 m<sup>3</sup>/seg.

**Figura 3. Ciénaga San Silvestre**



Fuente: Ing. Jaime Velásquez Plata

## 1.7.2 Sistema de captación

**Figura 4. Sistema de Captación Lateral**



Fuente: Autores

El sistema de captación ubicado lateralmente en la Ciénaga es fijo. Está compuesto por una estructura de captación, un pozo de succión, una estación de bombeo y una subestación eléctrica. La capacidad de captación nominal es de 1875 LPS, a través de una estación de bombeo conformada por 5 conjuntos bomba-motor en funcionamiento; cada uno de ellos con un caudal nominal de 375 LPS. A continuación se describe cada uno de estos componentes:

### ➤ Estructura de captación

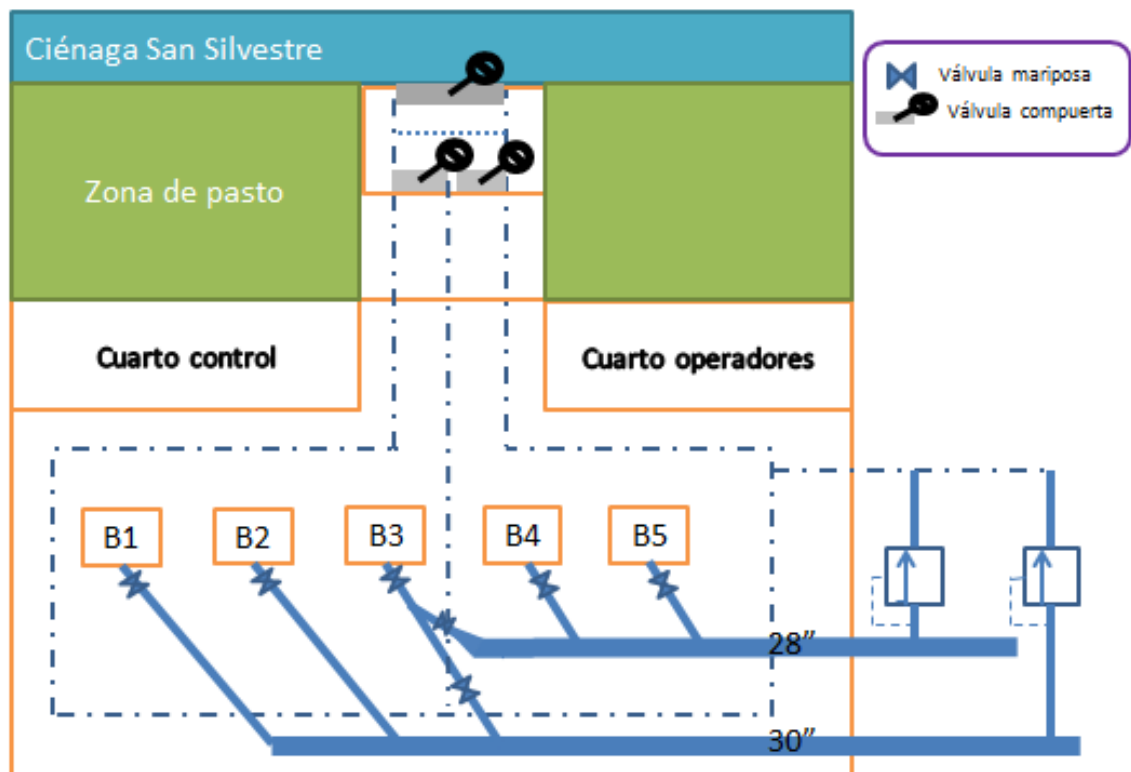
El sistema de captación corresponde a un canal de 1.65 x 2.0 metros ubicada a una profundidad de 7.87 metros, la entrada de agua se hace a través de dos compuertas ubicadas en la parte inferior, que se manejan desde la plataforma superior, este canal tiene unas rejillas que impide el paso del material flotante.

El agua captada es conducida al pozo de succión mediante dos conductos, de 48" de diámetro en asbesto de cemento, la longitud de éstos es de 10.4 metros aproximadamente.

El agua a través de los conductos llega al pozo de succión, el cual está constituido por dos cámaras, llegando a cada una de ellas uno de los conductos, con una capacidad de 340 m<sup>3</sup>.

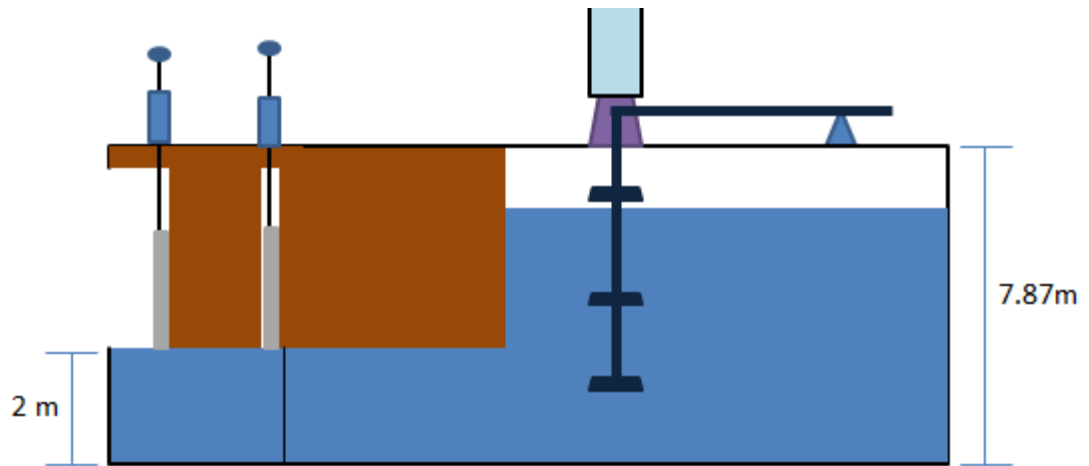
En una de las cámaras se encuentran instaladas tres bombas, las dimensiones de ésta es de 6.80 x 3.0 metros con una profundidad total de 7.87 metros. La otra cámara en la cual se encuentran dos bombas tiene dimensiones de 3.80 x 3.0 metros.

**Figura 5. Esquema captación**



Fuente: Autores

**Figura 6. Esquema de cárcamo bocatoma**



Fuente: Autores

➤ **Sistema de instalación de bombas verticales de la estación de bombeo de agua cruda.**

La Estación de Bombeo se encuentra conformada por 5 conjuntos bomba - motor en funcionamiento con las siguientes características:

**Tabla 1. Referencias de motores y bombas**

COMPONENTE	MOTOR	BOMBA
MODELO	A17824	20 GLC
CATALOGO	8218-J	
TIPO	N.U	
UBICACIÓN	CASA BOMBAS BOCATOMA	
MARCA	US MOTOR	ITT INDUSTRIES
HECHO EN	USA	USA
FACTOR DE SERV	1.15	

COMPONENTE	MOTOR	BOMBA
CLASE	TITAN	GOOLDS PUMPS
CLASE INSUL	F	
ETAPAS	3 ETAPAS	
G.P.M		5900 G.P.M = 375 LIT/SEG
PF	87.7	
ZIZE		3STG/IMP.12.94
ENCL	WP-I	
HP	300	
AMP	339	
VOLTAJE	460	
R.P.M	1180	1180
HZ	60	
CODIGO	G	
MAX AMB	40° C	
DUTY	CONT	
BAL	0.08 IPS	
HEAD		152 TDH
EFICIENCIA NOMINAL	94.5	
GARANTIA DE EFICIENCIA	93.6	
LOWER END BRG	GRASA	
UPPER EN BRG	30	

Fuente: Registro de equipos Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P

**Figura 7. Bombas Bocatoma**



Fuente: Autores

➤ **Subestación eléctrica estación de bombeo agua cruda**

La subestación eléctrica tiene dos transformadores marca Siemens de 1.000 Kva cada uno, con una relación de transformación de 34,5 KV / 0,44 KV, refrigerados en aceite, marca Siemens, lleva cada uno un filtro de aire.

**Figura 8. Subestación Eléctrica**



Fuente: Autores

➤ **Casa de estación de bombeo**

La casa de la estación de bombeo está localizada a 10 m del borde de la Ciénaga, en la cota 72,50 msnm. Es una casa en mampostería con dos cuartos o espacios. El principal con dimensiones de 6.00 m por 14.00 m, que alberga los equipos de bombeo y tableros de control. El otro espacio corresponde al cuarto de operador (3.40 m x 6.0 m).

**Figura 9. Casa estación de bombeo**



Fuente: Ing. Jaime Velásquez Plata

**1.7.3 Tuberías de impulsión de agua cruda.** La estación de bombeo de la captación bombea el agua cruda hacia la planta de tratamiento, ubicada a casi 2 kilómetros de distancia por medio de dos tuberías de impulsión. La primera tiene un diámetro de 30", con una longitud de 1880 m y es de material CCP (Tubería cilindro de acero con refuerzo de varilla y revestimientos de mortero de cemento), con capacidad para transportar hasta 1.000 L/seg, con 6 ventosas en todo el trayecto. La segunda tiene un diámetro de 28", con una capacidad para transportar hasta 900 L/seg y es de material HD (Hierro Dúctil). Esta última fue puesta en funcionamiento en el mes de julio de 2004.

**1.7.4 Planta de tratamiento de agua potable.** La planta de tratamiento de Agua Potable del Municipio de Barrancabermeja dispone de un sistema de alimentación de agua cruda procedente de la ciénaga de San Silvestre descargando a dos torres de aireación que trabajan y descargan en forma independiente.

La planta de tratamiento fue construida en el año de 1974 por el INSFOPAL. Es de tipo convencional con aireación, canal de unificación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Tiene una capacidad de tratamiento de 750 L/seg a una cota promedio de 104 msnm. Adicionalmente, la planta cuenta con un edificio donde se encuentra el laboratorio de procesos, el laboratorio de calidad del agua y las oficinas del personal.

**Figura 10. Vista general planta de tratamiento**



Fuente: [www.aguasdebarrancabermeja.gov.co](http://www.aguasdebarrancabermeja.gov.co)

A continuación se describen cada uno de los procesos del tratamiento de agua potable:

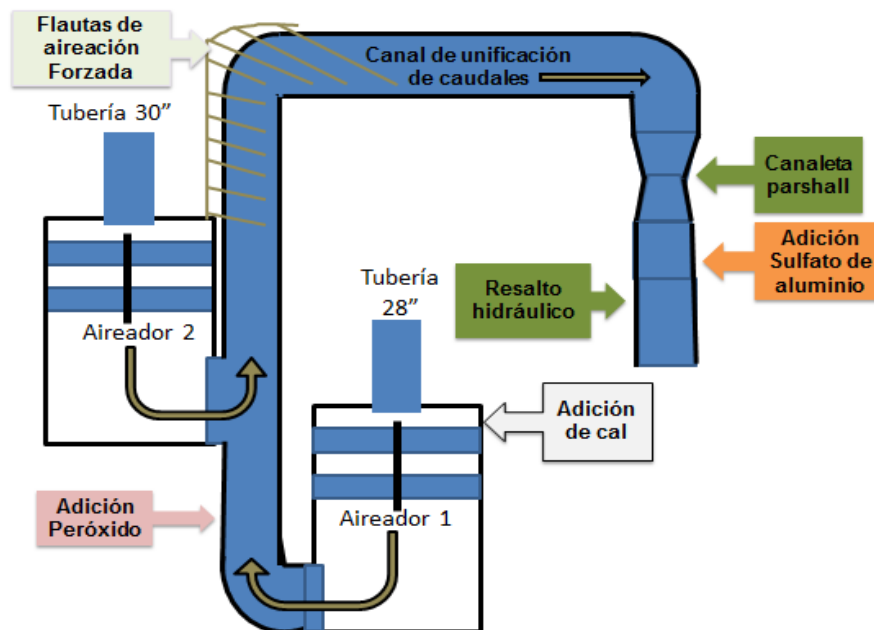
**1.7.4.1 Aireación.** En la aireación se realiza una inyección de oxígeno que permite mitigar olores y sabores producidos por gases disueltos en el agua; se utiliza a través de la aireación dinámica, la cual se compone de dos procesos como lo son, por resaltos en los aireadores escalonados y aireación forzada a través de sopladores lobulares.

El agua cruda llega a dos aireadores en escalera (una por cada línea de impulsión), en la cual es adicionada una primera dosis de cal de baja concentración que permite cambiar la composición química al agua y precipita metales como hierro y magnesio, los cuales se extraen a través de unas purgas.

**1.7.4.2 Canal de unificación.** Está construido un canal que unifica las descargas de los aireadores, y adicionalmente permite realizar una adicción de pre oxidante que permite mejorar las propiedades de olor y sabor del agua.

En el recorrido por este canal el fluido pasa a través de una canaleta parshall que permite la medición del flujo; una vez este pasa la canaleta se encuentra la dosificación de la concentración requerida de sulfato de aluminio líquido, esta mezcla se homogeniza gracias al resalto hidráulico con que cuenta el vertedero que conduce el agua al canal que distribuye a los floculadores.

**Figura 11. Esquema aireación y canal de unificación**



Fuente: Autores

### 1.7.4.3 Dosificación de químicos

- **Sistema de dosificación de sulfato de aluminio:**

Este compuesto del proceso de clarificación se debe agregar de acuerdo a las condiciones encontradas en la prueba de jarras, realizada por parte del laboratorio y/o de parte de los operadores.

El sistema de dosificación del Sulfato de Aluminio Tipo B está compuesto por cuatro tanques de dilución de reactivo, un tanque de dosificación de sulfato, cuatro bombas de cavidades progresivas, cuatro agitadores para dilución de reactivos y dos agitadores en el tanque de dosificación de sulfato, dos tableros de control eléctrico compuesto por cuatro variadores de frecuencia para las bombas y la distribución eléctrica necesaria para operar los agitadores y las bombas desde los tableros.

➤ **Tanques de dilución de sulfato de aluminio**

El sistema cuenta con cuatro tanques de dilución de reactivos fabricados en concreto, el acabado interno de los tanques es corrugado. Las dimensiones promedio se enuncian a continuación:

**Tabla 2. Especificaciones técnicas tanques de dilución de sulfato de aluminio**

Ancho interno:	1,62 m
Largo interno:	2,39 m
Altura total interno:	1,53 m
Altura rebose:	1,23 m

Altura efectiva:	0,94 m
Volumen total:	5,90 m <sup>3</sup>
Volumen rebose:	4,79 m <sup>3</sup>
Volumen efectivo permanente – descarga:	3,52 m <sup>3</sup>

Altura succión:	0,29 m
Altura de la solución:	1,20 m

Volumen permanente solución:	4,64 m <sup>3</sup>
Forma:	Rectangular

Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P

**Figura 12. Tanques de dilución sulfato de aluminio**



Fuente: Autores

➤ **Tanque de dosificación de reactivo de sulfato de aluminio**

Se cuenta con un tanque de dosificación de Sulfato de Aluminio Tipo B fabricado en concreto, el acabado interno del tanque es corrugado. Las dimensiones se enuncian a continuación:

**Tabla 3. Especificaciones técnicas tanques de dosificación sulfato de aluminio**

Ancho interno:	1,75 m
Largo interno:	6,00 m
Altura total interno:	1,55 m
Altura de la solución:	1,25 m

Volumen total:	16,275 m <sup>3</sup>
Volumen efectivo:	13,125 m <sup>3</sup>
Forma:	Rectangular

Fuente: Aguas de Barrancabermeja

**Figura 13. Tanque de dilución sulfato de aluminio**



Fuente: Autores

El tanque de dosificación es alimentado, por los tanques de dilución, por gravedad, allí la solución de Sulfato de Aluminio, está libre de sedimentos los cuales son removidos en los tanques de dilución. En el tanque de dosificación la solución ya es homogénea y cuenta con una concentración determinada, previa a la aplicación en la canaleta parshall, por medio de las bombas dosificadoras.

➤ **Sistema de agitación sulfato de aluminio**

El sistema de agitación provisto, está compuesto por cuatro agitadores independientes para los cuatro tanques de dilución y dos agitadores para el tanque de dosificación tipo eje suspendido, eje en acero inoxidable, motor Siemens, reductor Tecnotrans.

**Figura 14. Sistema de agitación tanques de dilución y tanque de dosificación**



Fuente: Autores

➤ **Bombas dosificadoras sulfato de aluminio**

El sistema cuenta con cuatro bombas marca Netzechdo, de tipo cavidades progresivas.

**Figura 15. Bombas dosificadoras de sulfato de aluminio.**



Fuente: Autores

### ➤ **Tableros de control bombas dosificadoras sulfato de aluminio**

Los tableros de control cuentan con pulsadores, pilotos, llaves selectoras, protecciones térmicas, totalizadores y contactores en el tablero No.1 Control de Agitadores, y en el tablero No.2 Control de Bombas está provisto de igual manera de cuatro totalizadores y cuatro variadores de frecuencia para cada bomba dosificadora.

**Figura 16. Tableros de control bombas dosificadoras sulfato de aluminio**



Fuente: Autores

### • **Dosificación de cal**

Según pruebas de laboratorio realizadas al agua cruda y al agua sedimentada, el pH y la alcalinidad de éstas es demasiado baja, por lo que se hace necesario la adición de cal en dos puntos: el primero es en la entrada del agua cruda a la planta de tratamiento, en las torres de aireación, y el segundo es en el canal de recolección del agua sedimentada antes de la entrada a los filtros.

**Figura 17. Almacenamiento y dosificación de cal.**



Fuente: Autores

- **Sistema de dosificación pre oxidante y polímero**

Los sistemas de dosificación de las soluciones de Pre oxidante y Polímero están compuesto cada una por tres tanques de dosificación de reactivo, dos bombas de cavidades progresivas, tres agitadores para dilución de reactivos, un tablero de control eléctrico compuesto por dos variadores de frecuencia para las bombas y la distribución eléctrica necesaria para operar los agitadores y las bombas desde los tableros.

- **Tanques de dosificación pre oxidante y polímero**

La dosificación de Pre oxidante y Polímero, cuenta cada uno con tres tanques Perdurit; es usado para almacenar gran diversidad de líquidos y sólidos, son de bajo peso y presenta buena resistencia a los impactos, de fácil manipulación, fácil mantenimiento y transporte.

Especificaciones técnicas:

**Tabla 4. Especificaciones técnicas tanques de dosificación pre oxidante y Polímero**

Diámetro superior:	1,42 m
Diámetro inferior:	1,17 m
Altura total:	1,54 m

Altura de la solución:	1,24 m
Volumen total:	2,00 m <sup>3</sup>
Forma:	Cono tronco

Fuente: Aguas de Barrancabermeja

**Figura 18. Tanques dosificación Pre oxidante y polímero**



➤ **Bombas dosificadoras Pre oxidante y Polímero**

El sistema cuenta con cuatro bombas, dos para Pre oxidante y dos para Polímero, marca **NETZSCH** tipo cavidad progresiva.

**Figura 19. Bombas dosificadoras Pre oxidante y Polímero**

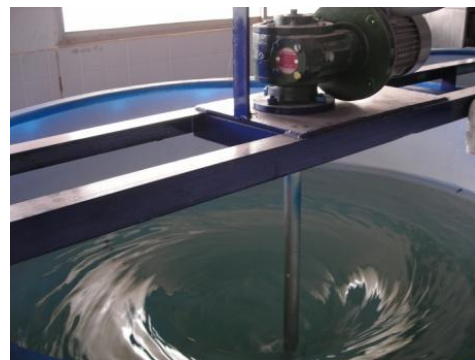


Fuente: Autores

➤ **Sistema de agitación Pre oxidante y Polímero**

El sistema de agitación provisto, está compuesto por seis agitadores independientes para los tres tanques de dilución de Pre oxidante y tres tanques de dilución de Polímero. Los agitadores son tipo eje suspendido, el eje es en acero inoxidable. Motor SIEMENS, Reductor Tecnotrans.

**Figura 20. Sistema de agitación Tanques de dosificación Pre oxidante y Polímero**



Fuente: Autores

➤ **Tableros de control eléctrico Pre oxidante y Polímero**

Los tableros de control cuentan con pulsadores, pilotos, llaves selectoras, protecciones térmicas, totalizadores, contactores, un variador de frecuencia por bomba. El tablero No.1 consta de un control de agitadores y bombas dosificadoras para Pre oxidante, en el tablero No.2 se encuentra el control de agitadores y bombas dosificadoras para Polímero.

**Figura 21. Tableros de control eléctrico Pre oxidante y polímero**



Fuente: Autores

**1.7.4.4 Floculación.** Proceso por medio del cual se realiza una agitación lenta que se lleva a cabo en los floculadores, generándose aglomeración de la partículas más pequeñas en más grandes y pesadas, las cuales terminan convirtiéndose en los denominados flocs.

A los floculadores llega el agua mezclada por medio de un canal transversal de distribución de 1.10 metros de ancho por 1.55 metros de altura, con compuertas de operación manual y con rejillas para su inspección.

Son cuatro unidades con tres cámaras de floculación, en la cuales se han instalado paletas giratorias accionadas por motores y reductores de velocidad

desde pozos secos contruidos entre las unidades 1 y 2 y entre las 3 y 4, cada floculador tiene la capacidad de tratar 16,200 L/seg con unas dimensiones de 10.65 metros de longitud, 14 metros de ancho y 3.80 metros de profundidad con un borde libre de 0.20 metros para cada floculador, el periodo de retención es de 37.5 minutos aproximadamente.

**Figura 22. Floculadores**



Fuente: Ing. Jaime Velásquez Plata

**1.7.4.5 Sedimentación.** En cuatro piscinas se separa los floc del agua los cuales se precipitan por su propio peso en el fondo de cada tanque, de aquí sale el agua sedimentada por la parte superior del sedimentador y va a un canal de recolección donde se le adiciona cal de alta concentración para lograr un ajuste definitivo del pH y la alcalinidad del agua y de allí pasa a la filtración.

Existen cuatro unidades de sedimentadores, uno para cada unidad de floculación, los cuales reciben el agua floculada a través de muros de concreto perforados para distribución del flujo de manera uniforme. El proceso de sedimentación es de tipo lento y cada unidad cuenta con dos válvulas de fondo que desaguan a tuberías de 20" que sirven para evacuar el agua de lavado de los sedimentadores.

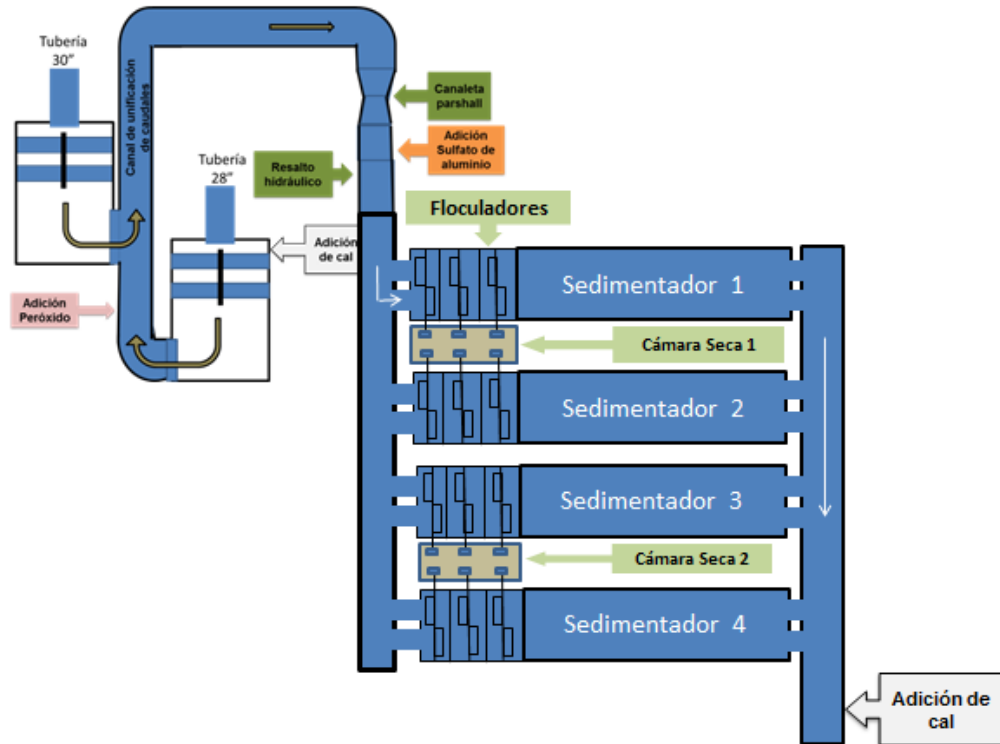
Este desagüe se encuentra conectado al sistema de alcantarillado de la planta de tratamiento, que a su vez es vertido nuevamente a la Ciénaga San Silvestre.

Cada unidad de sedimentación es de 58 metros de largo, 14 metros de ancho y 3,80 de altura con un borde libre de 0,5 metros, con una estructura en concreto, su período de retención para el caudal de diseño es de 4 horas aproximadamente; el fondo tiene una pendiente del 10% en sentido transversal y del 5% en sentido longitudinal, para facilitar el flujo de los lodos que se depositan principalmente en el primer tercio del sedimentador, en el sitio donde está situada la primera válvula de fondo para el desagüe.

El agua pasa a través de dos compuertas de 24" x 24" para cada sedimentador, a un canal general de recolección de agua clarificada que tiene una sección de 1.10 metros de ancho por 1.55 metros de altura y placa de cubierta de 0.15 metros, frente a cada compuerta existen sendas rejillas de inspección para el mantenimiento del canal.

Este canal lleva el agua a la estructura de filtración por medio de un canal en U que alimenta lateralmente a cuatro filtros en el ramal norte y cuatro en el ramal sur.

**Figura 23. Esquema floculación y sedimentación**



Fuente: Autores

**Figura 24. Sedimentadores**



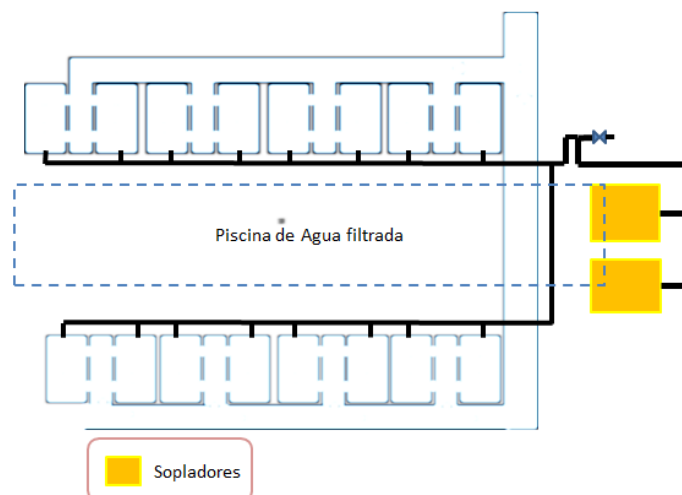
Fuente: [www.aguasdebarrancabermeja.gov.co](http://www.aguasdebarrancabermeja.gov.co)

**1.7.4.6 Filtración.** El proceso de filtración logra que las partículas suspendidas y disueltas que no fueron retenidas en la sedimentación sean totalmente eliminadas.

El sistema de filtración es de rata de filtración constante, y se encuentra conformado por ocho unidades de filtros dispuestas en dos series paralelas de cuatro unidades, a las cuales ingresa el agua sedimentada o clarificada por el canal de recolección; éstas unidades se encuentran separadas por la galería de conductos.

La galería de conductos es una estructura dispuesta debajo de los filtros, en la cual están instaladas las tuberías de lavado ascensional, relavado, filtración y drenaje, además de medidores y válvulas de control de flujo en cada filtro, uno para caudal de filtración con capacidad máxima de 200 L/s y otro para pérdida de carga, asimismo de 2 sopladores lobulares que cuentan con una tubería conectada a unas válvulas situadas en la parte superior de los filtros, que están dispuestas para producir agitación a las partículas retenidas en el manto de lodos de los filtros antes de su lavado.

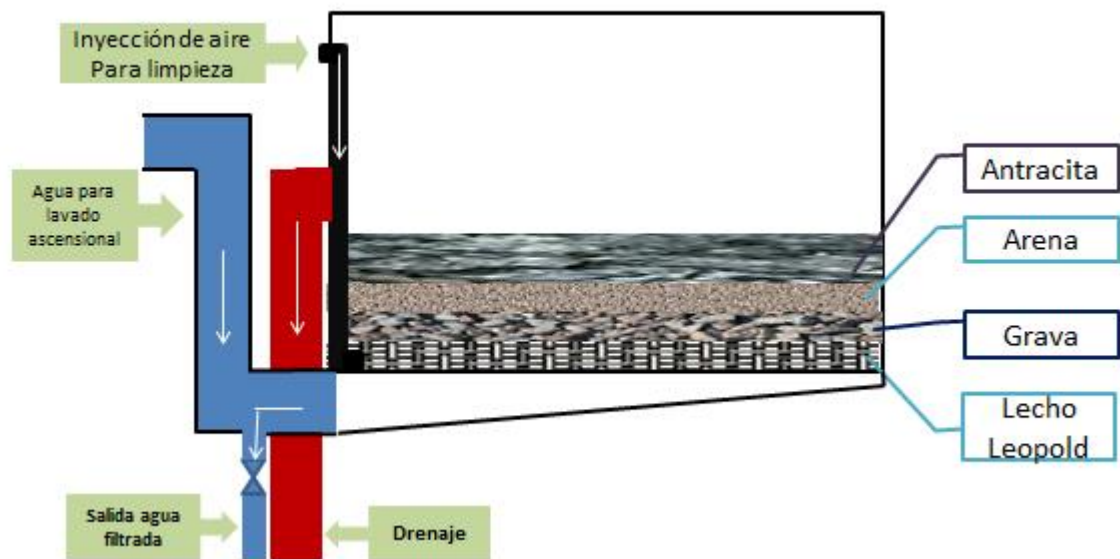
**Figura 25. Esquema tubería de aireación**



Fuente: Autores

El lecho filtrante está compuesto por un falso fondo con boquillas tipo aquazur, sobre el falso fondo se colocan 0,30 metros de grava con sus diferentes granulometrías que sirve de soporte al medio filtrante. El medio filtrante está constituido por un lecho de arena de 0,20 metros de espesor y de antracita de 0,40 metros de espesor, cuyas características granulométricas son las aconsejadas para filtros rápidos.

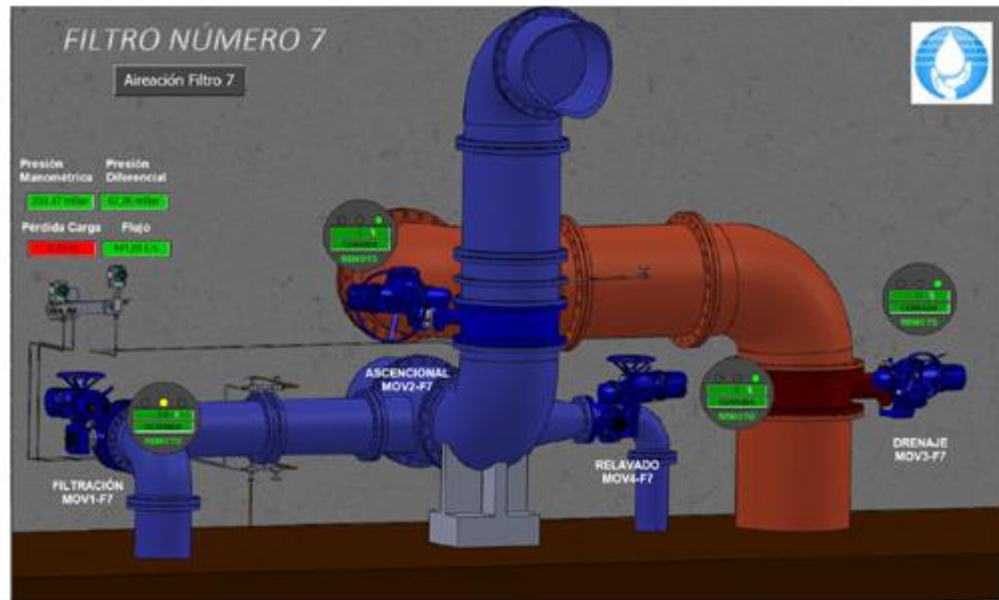
**Figura 26. Esquema de filtro**



Fuente: Autores

El agua sale del filtro en una tubería de 24" de diámetro por el conducto de agua de lavado ascensional de donde se desprende la tubería efluente propiamente dicha de 14" de diámetro. En esta tubería de 14" está instalada una válvula de compuerta y un controlador de gasto y descarga antes de la entrega al tanque de agua filtrada.

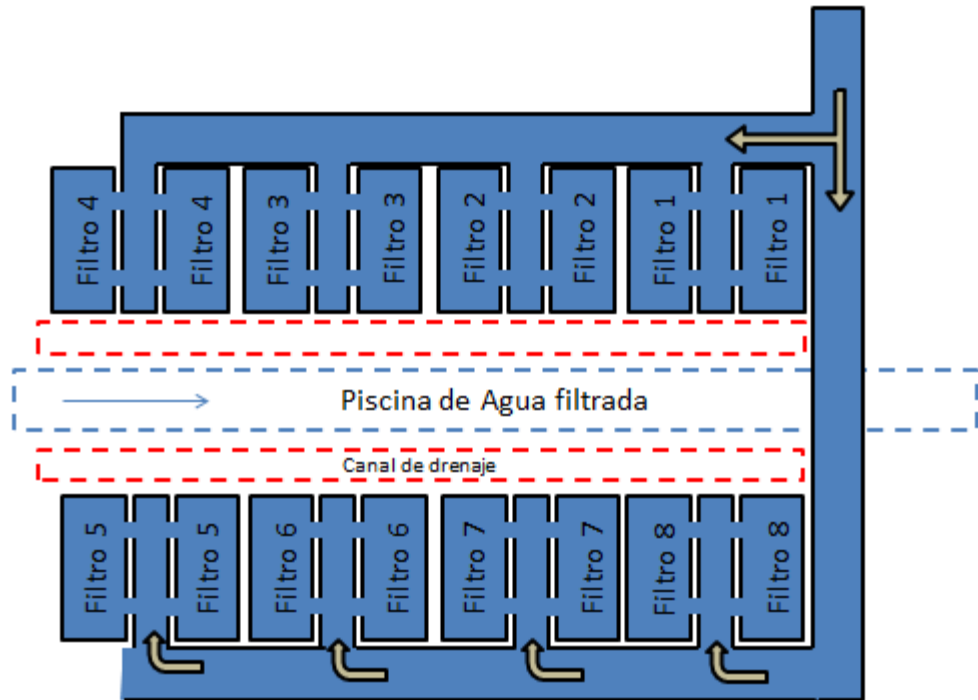
**Figura 27. Esquema tuberías de filtración**



Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P

El agua de lavado atraviesa el falso fondo y expande la arena y la antracita para tener un lavado satisfactorio; el agua del lavado de filtros es recogida por las canaletas de lavado y descargada al canal central del filtro, de donde es evacuada por la tubería de desagüe al sistema de alcantarillado de la planta de tratamiento. Para el lavado ascensional de los filtros se utiliza el tanque elevado, que es el mismo tanque de distribución de agua tratada a la ciudad.

Figura 28. Esquema de filtración

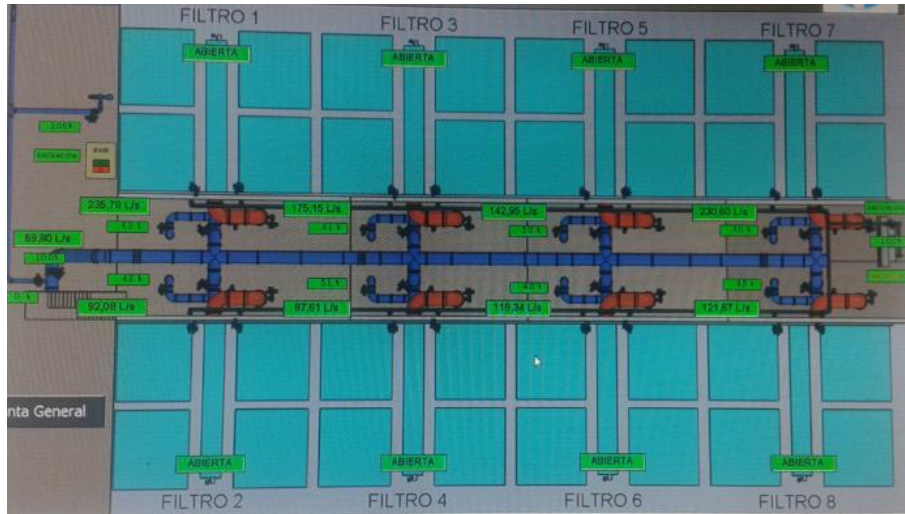


Fuente: Autores

La tubería utilizada para el lavado es de 24" de diámetro, la cual dispone a la entrada de la galería de conductos de válvulas de mariposa y de un controlador de caudal para soportar la alta presión establecida por la altura del tanque elevado.

La tubería de relavado es de 14", es utilizada para realizar un drenaje del falso fondo, y se encuentra conectada al canal de desagüe.

**Figura 29. Esquema galería de filtros**



Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P

**Figura 30. Filtros**

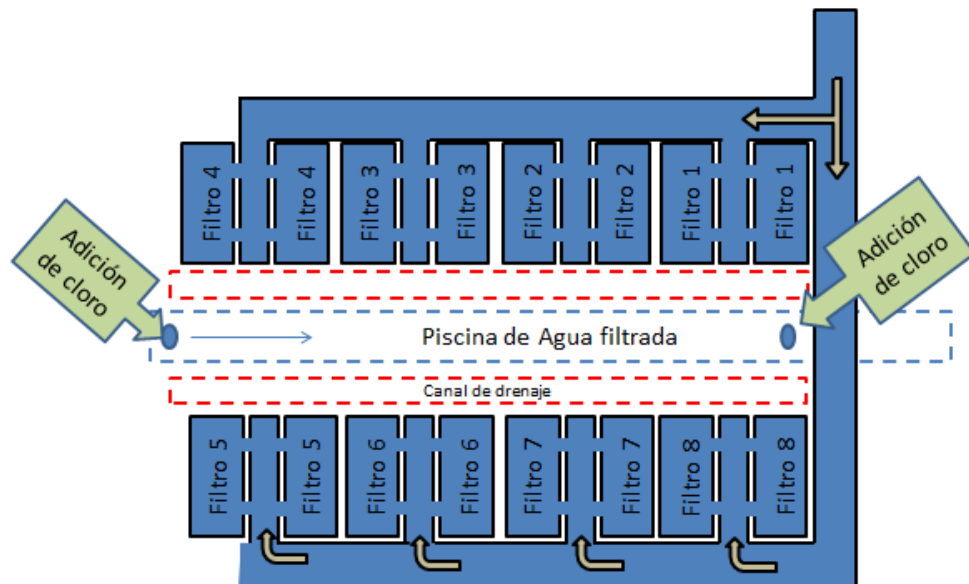


Fuente: Autores

**1.7.4.7 Desinfección.** Antes de entrar a las tanques de almacenamiento se le aplica cloro gaseoso a una rata constante manteniendo una concentración de 1.5 ppm de al momento de enviar a la ciudad.

Este procedimiento se realiza por medio de cilindros que contienen el cloro gaseoso, y se aplica en dos puntos del tanque de agua filtrada localizado a lo largo de la galería de filtros (292 m<sup>3</sup> de volumen).

**Figura 31. Esquema desinfección**



Fuente: Autores

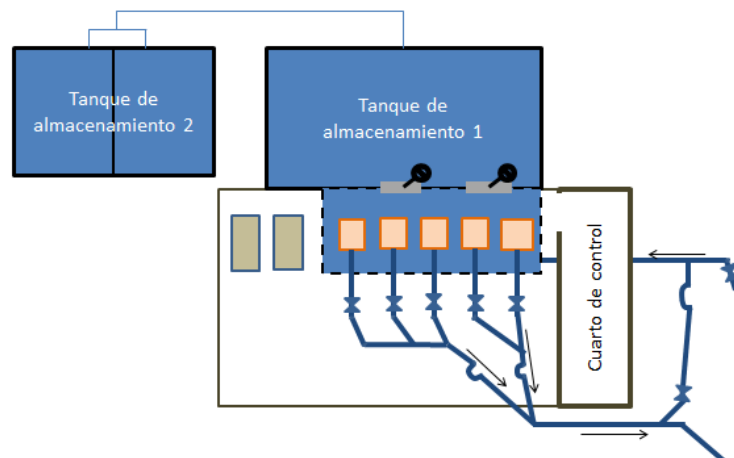
**Figura 32. Cilindros y clorador.**



Fuente: Autores

**1.7.4.8 Almacenamiento de agua potable.** A los tanques de almacenamiento llega el agua tratada de la Planta, son estructuras en concreto reforzado con una capacidad máxima de almacenamiento de 16,840 m<sup>3</sup>; el primer tanque de un solo compartimiento con capacidad de 8,640 m<sup>3</sup> y el segundo tanque de dos compartimientos separados con capacidad de almacenamiento de 8,000 m<sup>3</sup>

**Figura 33. Esquema tanques de almacenamiento y casa bombas distribución**



Fuente: Autores

**Figura 34. Tanques enterrados**



Fuente: [www.aguasdebarrancabermeja.gov.co](http://www.aguasdebarrancabermeja.gov.co)

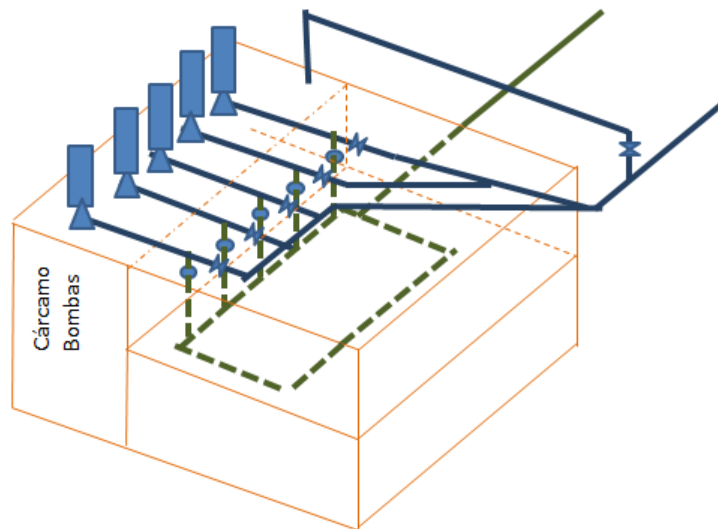
**1.7.4.9 Estación de bombeo de agua potable.** La estación de bombeo de agua potable se encuentra conformada por 5 conjuntos bomba – motor y tableros de control. Las bombas son verticales y succionan el agua desde el pozo de succión de dimensiones 2.5 m de ancho, 10 m de largo y 6.5 m de profundidad, el cual se encuentra conectado a los tanques semienterrados descritos anteriormente; desde el pozo de succión se bombea el agua hacia el tanque elevado de 700 m<sup>3</sup>.

**Figura 35. Estación de bombeo de agua potable**



Fuente: Autores

**Figura 36. Esquema tuberías de casa bomba**



Fuente: Autores

**1.7.4.10 Distribución de agua potable.** El tanque de distribución tiene una capacidad de 700 m<sup>3</sup>, está construido con concreto reforzado sobre una torre también en concreto de 42 m de altura, tiene un diámetro de 12.80 m y una altura de 5 m, diseñado como tanque para el lavado de filtros de la planta de tratamiento y como tanque de cabeza de presión; la distribución se realiza desde el tanque de concreto elevado por gravedad a toda la red de distribución.

**Figura 37. Esquema tanque elevado**



Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P

La red de distribución tiene una extensión aproximada de 419,4 kilómetros de longitud en tuberías que van desde 1" hasta 30".

La red se encuentra sectorizada en cuatro (4) macro sectores o zonas de distribución así:

- Zona sur – sur.
- Zona sur – oriente.
- Zona nororiental.
- Zona comercial.

También existe una línea de refuerzo que compensa el líquido y las presiones a las líneas sur-sur y sur-oriente.

### ➤ **Zona sur – sur**

Es abastecida por una tubería principal en asbesto cemento de diámetros 14", 12" y 10". Tiene una interconexión con las redes del sector Sur - Oriente a la altura de la vía que conduce a Bucaramanga con la carrera 62. Surte a través de las redes menores los Barrios El Palmar, Los Naranjos, El Cerro, Los Pinos, Cincuentenario, Limonar, El Refugio, Urbanización Bosques de la Cira, El Castillo, El lago, El Bosque, José Antonio Galán, La Liga, Buenavista, Bellavista y la Península .La red de distribución de este sector tiene una longitud aproximada de 34 km, correspondiente al 14% de todo el sistema.

### ➤ **Zona sur - oriente**

Se abastece a través de una tubería de 14" en asbesto cemento instalada aproximadamente hace 18 años, y a través de ésta se alimentan las redes menores que suministran el agua a los Barrios Villarelys, Independencia, 9 de Abril, El Campin, María Eugenia, Antonia Santos y Las Brisas, entre otros.

Presenta una interconexión con la Red del sector Sur-Sur en la intersección de la Carrera 50 con la vía del ferrocarril y con la tubería del refuerzo zona sur con el barrio el Campestre a la altura de la subestación eléctrica de la ESSA.

Las redes menores las conforman tuberías de PVC y AC de 6" a 2" de diámetro con una edad promedio de instalación de 14 años, la longitud aproximada de la red de distribución de este sector es de 27 km que representa un 8% de la red total de la ciudad.

### ➤ **Refuerzo zona sur**

Fue instalada en el año 2000 en tubería de 18", 16" y 10", le suministran caudal a la línea sur-sur y a la línea sur-oriente, logrando mejorar el servicio hacia las comunas cuatro (4) y siete (7) de la ciudad.

### ➤ **Zona nororiental**

Las redes de distribución encargadas de abastecer esta zona (aproximadamente un 40% de la población de la ciudad), Los diámetros de las tuberías oscilan entre 24" y 2".

Esta red abastece entre otros los siguientes Barrios: Boston, Antonio Nariño, Rafael Rangel, San Pedro, Los Alpes, 20 de Agosto, Danubio, Las Brisas, Las Granjas, Kennedy, El Progreso, Provivienda, Chapinero, Los Lagos, Simón Bolívar, La Independencia, El Porvenir, Primero de Mayo, Alcázar, La Esperanza, Camelias, Internacional, San Judas, El Cortijillo, La Paz, Pipatón, Gaitán, La Floresta, Belén, Santa Isabel, COVIBA, La Libertad.

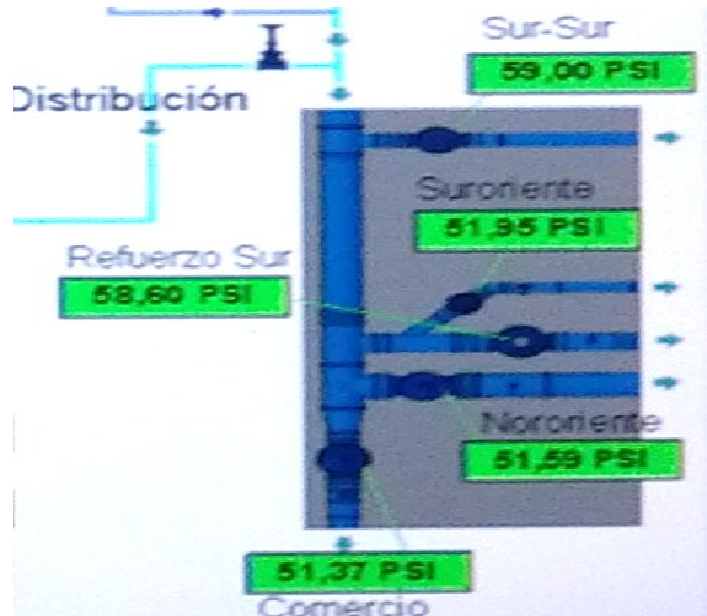
La longitud aproximada de la red en esta zona es de 91,5 Km, correspondiente a un 27% de la Red total de la ciudad.

### ➤ **Zona comercial**

Las redes más antiguas construidas en diversos tipos de materiales como hierro galvanizado, asbesto cemento y PVC se encuentran en esta zona de la ciudad. La mayoría de las redes principales son las mismas que operaban con el acueducto antiguo que abastecía la ciudad desde el caño Cardales, redes que fueron instaladas aproximadamente hace 38 años.

En el siguiente esquema, se puede observar la delimitación de cada una de las zonas:

**Figura 38. Esquema distribución**



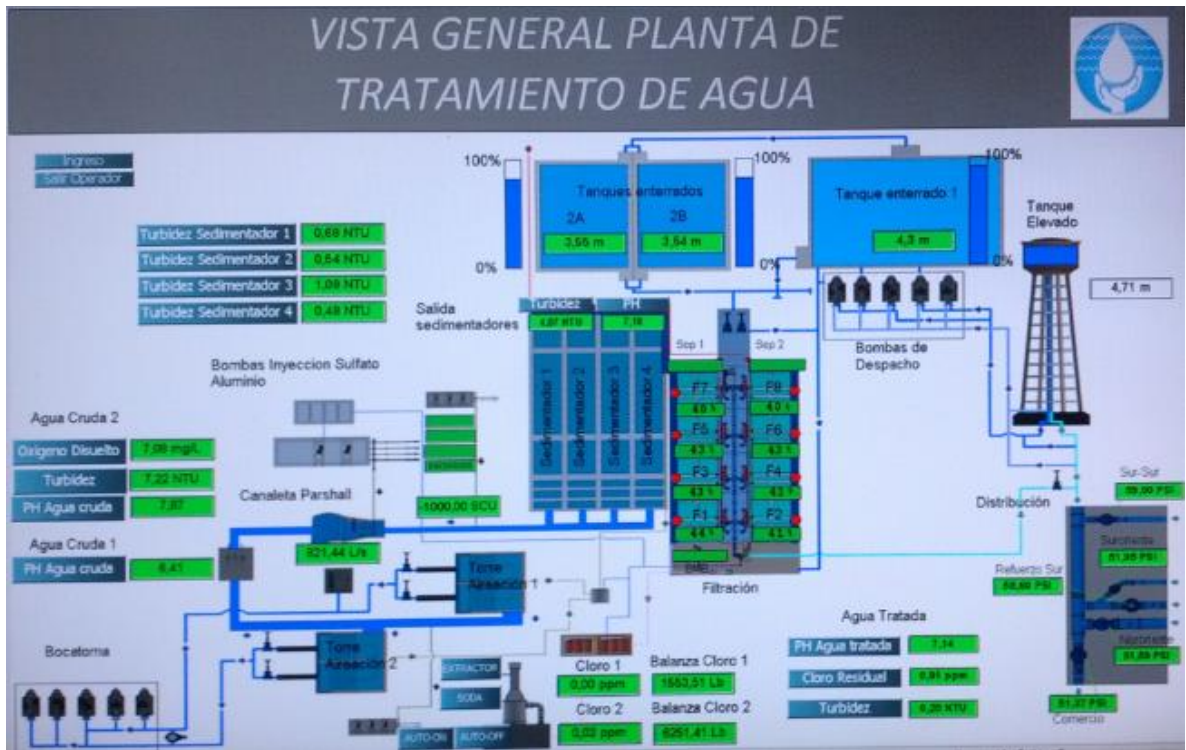
Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P

**Figura 39. Sectorización del sistema de distribución de agua potable**



Fuente: [www.aguasdebarrancabermeja.gov.co](http://www.aguasdebarrancabermeja.gov.co)

Figura 40. Esquema general Planta de tratamiento



Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P

## **2. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Afianzar la relación Universidad-Empresa contemplada en la misión de la Universidad Industrial de Santander, mediante la implementación de un programa de mantenimiento correctivo y preventivo manejado a través de un sistema de información que se adecue a las necesidades de la empresa AGUAS DE BARRANCABERMEJA, contribuyendo notablemente al mejoramiento de los procesos de mantenimiento que se llevan en la empresa así como también con la formación integral del estudiante.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Actualizar el inventario de los equipos, máquinas y herramientas existentes en la empresa.
- Codificar los equipos, máquinas y herramientas de la Empresa para lograr una identificación correcta de los mismos.
- Adecuar el formato de órdenes de trabajo que está incluido dentro del sistema de información para que se use de manera obligatoria por los empleados.
- Analizar los equipos de la Empresa para determinar el estado de cada uno de ellos y jerarquizarlos según su criticidad
- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo teniendo en cuenta la información recolectada de los equipos.
- Implementar y adecuar el sistema de información Infom@nte adquirido por Aguas de Barrancabermeja, personalizándolo con la información técnica y rutinas de mantenimiento.

- Identificar las fallas más frecuentes que se presentan de las máquinas y con base en ello crear un manual de procedimiento correctivo con el fin de agilizar los tiempos de respuesta.
- Realizar las pruebas de funcionamiento del sistema de información implementado, haciendo las correcciones a que haya lugar.

### **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **3.1 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO**

Mantenimiento es el conjunto de acciones, operaciones y actitudes tendientes a poner o restablecer un bien a un estado específico que le permitan asegurar un servicio determinado.

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

Mantener bien o mantener con calidad es: utilizar inteligentemente la planeación, la programación y el control, de manera que mejoren la efectividad y la productividad, disminuyan las paradas y los costos de mantenimiento sean mínimos logrando una rentabilidad óptima de la función del mantenimiento. En conclusión, Mantener es obtener utilidades, porque es la única forma de conservar los equipos y las plantas en el más alto grado de productividad y competencia. Retarda la compra de bienes nuevos, prolongando la vida útil de los actuales, sin descartar la utilización de tecnologías más eficaces y rentables.

#### **3.2 REGLAS IMPORTANTES EN EL MANTENIMIENTO**

##### **3.2.1 Simplificar al máximo.**

- Estandarizar lo igualable.
- Sistematizar lo repetitivo.
- Normalizar lo genérico.

### **3.2.2 Reducir los costos.**

- Optimizar los recursos disponibles
- Dando a cada hombre una tarea específica.
- Para desarrollarla de una manera específica.
- En un tiempo determinado.

### **3.2.3 Minimizar el papeleo.**

- Diseñar la documentación operativa apropiada
- Definir la documentación de necesitamos
- Tener la seguridad de los se va a usar
- Evitar la burocratización del mantenimiento

## **3.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así tenemos:

**3.3.1 Mantenimiento correctivo.** Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible

Asimismo, podemos dividir al mantenimiento correctivo en dos subtipos, los cuales son:

- **Mantenimiento Correctivo programado:** Es el que se efectúa cuando la falla no es urgente, difiriendo de la ejecución para el momento más oportuno y con la reparación más adecuada.
- **Mantenimiento Correctivo Crítico:** Es el que tiene lugar cuando la falla es urgente, de la manera más directa, en el menor tiempo posible y con la mejor preparación que permitan las circunstancias.

**3.3.2. Mantenimiento Preventivo.** Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo por consiguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

**3.3.3 Mantenimiento Predictivo.** Este procedimiento de Mantenimiento Preventivo, se define como un “Sistema permanente de diagnóstico, que permite detectar con anticipación, la posible pérdida de calidad de Servicio que esté entregando un equipo”. Esto nos da la oportunidad de hacer con la previsión necesaria cualquier clase de mantenimiento preventivo.

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos

requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros)
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado)
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.)

**3.3.4 Mantenimiento Proactivo.** Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de tal forma que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

## **4. DIAGNOSTICO INTEGRAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS DE BARRANCABERMEJA**

El estado actual del proceso que se desarrolla en la Empresa no cumple con protocolos y planes que permitan tomar medidas preventivas; por ello se requiere evaluar aspectos determinantes en instalaciones físicas, documentación técnica, talento humano y almacén; con el fin de establecer la falencias actuales del proceso de tratamiento de agua potable y elaborar una propuesta que contribuya en las mejoras de la calidad del producto, prolongar la vida útil de los equipos y reducir costos financieros, administrativos y humanos.

### **4.1 DIAGNOSTICO DE LA INSTALACIÓN FISICA**

- **Bocatoma**

La fuente de captación de agua recibe las aguas residuales de la Planta ya que no existe una PTAR o un humedal cercano a donde arrojar dichos residuos, lo que conlleva a que el proceso de tratamiento sea más complejo.

Con la construcción de la represa se cuenta con la ventaja de poseer suficiente abastecimiento para las épocas de sequía, pese a esto la fuente de abastecimiento se convirtió en una laguna de oxidación, lo que quiere decir, que todos los elementos que ingresan a la ciénaga terminan en el fondo, lo que genera materia orgánica en descomposición y por ende mal olor y sabor en el agua captada.

Existen equipos viejos como motores y bombas que ya han sido remplazados, que no permiten una libre circulación por la casa bomba.

- **Impulsión**

En el trayecto de impulsión de las tuberías de bocatoma a la Planta existe un asentamiento humano en los predios de la Empresa, lo que dificulta la inspección y mantenimiento a las ventosas existentes.

- **Sedimentación**

Para poder realizar el mantenimiento y vertimiento de los lodos de los sedimentadores se cuenta con un desagüe que está conectado al sistema de alcantarillado, lo que conlleva a un desperdicio del agua tratada que se encuentra en los tanques; por lo que se hace necesario contar con un sistema de remoción que permita reutilizar el agua, y a su vez permita realizar un mantenimiento con una baja frecuencia, lo que ayudaría a la Empresa a disminuir costos y generaría menos desechos residuales provenientes de la Planta.

- **Sistema eléctricos**

Actualmente la Planta no cuenta con una planta de emergencia, por lo que al presentarse una falla eléctrica se interrumpe el servicio de agua a la ciudad.

## 4.2 ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN DE EQUIPOS

- **Captación y distribución**

Dadas las condiciones de crecimiento del Municipio se hace necesario contar con más equipos de bombeo que permitan aumentar la capacidad de flujo y contar con equipos en stand by que puedan suplir las necesidades en el caso de presentarse una falla.

- **Floculación**

Los floculadores se encuentran en mal estado de funcionamiento, lo que con lleva a que el proceso de tratamiento no se lleve a cabo en óptimas condiciones.

- **Dosificación**

La Empresa realizó una alta inversión en el diseño e instalación para el sistema de dosificación de polímero, y este aún no está en funcionamiento ya que no han establecido el polímero que se ajuste a las condiciones del agua a tratar.

Se cuenta con un Streaming Current, un equipo de alta inversión que no ha sido puesto en funcionamiento, el cual es un instrumento que sirve para medir la carga de pequeñas partículas suspendidas en un líquido, al poner en marcha este dispositivo se generaría una disminución en costos y en tiempos de dosificación de químicos,

La Planta cuenta con equipos en stand-by en áreas no críticas del proceso, debido a que no se realizan estudios que de parámetros para llevar a cabo una óptima inversión.

### **4.3 ANÁLISIS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA**

Existe dentro de la empresa un área encargada del mantenimiento de los equipos, pero las labores realizadas por este personal son superfluas para las que realmente pudieran contribuir en la prevención de daños en los mismos, la inexistencia de un procedimiento de mantenimientos conlleva a que los esfuerzos por evitar daños en las máquinas sean mínimos.

Básicamente las labores que se realizan a los equipos son de chequeo y limpieza, aunque están encaminadas a prevenir la reducción de fallas de los equipos, no se ejecutan con la metodología adecuada y la frecuencia necesaria que evite daños que representen tiempos en reparación más prolongado y con mayores gastos.

El área de mantenimiento de la Empresa no cuenta con una estructura que apoye eficientemente la labor de producción, es decir, al realizar solo actividades correctivas aumentan las posibilidades de avería de un equipo crítico e interrumpir el proceso normal de producción; también es de resaltar la respuesta tardía del departamento de mantenimiento a las solicitudes de trabajo tramitadas por el personal de producción.

Las actividades de mantenimiento correctivas de los equipos en su gran mayoría son subcontratadas a personal outsourcing, esto además de incrementar los costos, conlleva a que la empresa no obtenga la información respectiva de las fallas frecuentes, repuestos utilizados, ni la metodología a intervenir en caso de avería.

#### **4.4 DIAGNÓSTICO GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

El objetivo de un sistema de gestión de mantenimiento es llevar una planeación, programación y ejecución de actividades, con el fin de asignar personal, tiempo y material necesario para el mismo. Actualmente la empresa en el área de mantenimiento no cuenta con un sistema de administración y se presentan las siguientes falencias:

- El personal encargado de dirigir los trabajos de mantenimiento no tiene estructurado un cronograma de actividades, en donde se estipulen las labores a realizar, que además contemplen la asignación de repuestos y herramientas que faciliten una intervención rápida y eficiente, que ayude a minimizar el impacto al proceso de producción.
- Los reportes de fallas de equipos o anomalías detectadas por los operarios son reportadas verbalmente al personal de mantenimiento, no existiendo así un documento u orden de trabajo, que sirvan de soporte y a la vez se describan aspectos que permitan la identificación del equipo, ubicación, fecha de falla, etc.

#### **4.5 DIAGNOSTICO DOCUMENTACIÓN TÉCNICA**

En la empresa no hay una biblioteca donde se conserven los catálogos, planos y manuales de los equipos existentes en la planta, facilitando el deterioro y extravió a través de los años, generando inconvenientes para el personal técnico que interviene los equipos, pues no cuentan con un documento técnico, que contenga recomendaciones por parte del fabricante, defina procedimientos para llevar a cabo una adecuada intervención y a su vez eviten el mal funcionamiento de los equipos.

El área de mantenimiento no ha realizado la hoja de vida o ficha técnica de cada uno de los equipos de la Planta, en donde se registre las especificaciones de la máquina, historial de fallas, partes cambiadas o ajustes realizados para la puesta en marcha nuevamente el equipo.

Para llevar un registro que controle los procedimientos realizados, repuestos cambiados y anomalías de cada uno de los equipos, es necesario que la Empresa implemente una codificación que sea identificada por parte del personal.

Al no llevar una planeación o registro de labores correctivas realizadas por los técnicos de mantenimiento, al personal encargado del departamento se le dificulta la generación de informes periódicos, en donde sustente la efectividad del mantenimiento, la relación de costos y horas de trabajo, que sirvan para trazar planes de mejoras.

#### **4.6 DIAGNÓSTICO DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO**

El personal que labora en el área de mantenimiento se encuentra formado para intervenir todos los equipos electromecánicos que funcionan en la planta de tratamiento; sin embargo, no se ejecuta ningún plan por parte de estos funcionarios, debido a la ausencia de procedimientos estandarizados y programas de capacitación.

#### **4.7 DIAGNÓSTICO DEL ALMACÉN DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS**

El cuarto de herramientas no presenta un orden ni clasificación, que facilite el acceso y localización de utensilios por parte del personal, a pesar de que tienen

en stock una cantidad muy pequeña de herramientas, algunas se encuentran en mal estado, ocupando espacio y generando desorganización.

La empresa no dispone de un lugar donde almacenar repuestos y materiales consumibles de los equipos como aceites, filtros, rodamientos, que facilite la intervención rápida de las máquinas.

El proceso de compra de repuestos no se efectúa con anticipación y no se realiza un estudio de proveedores y precios que beneficie a la empresa, todos los insumos se compran en ferreterías al por menor, en vez de hacerlo en lugares certificados y en cantidades para almacenar, ocasionando un tiempo entre fallas más prolongado.

#### **4.8 DIAGNOSTICO DE FALLAS FRECUENTES DE LOS EQUIPOS**

En un equipo de alto rendimiento como los de la Planta todos los aspectos desde la instalación, ensamble y puesta en funcionamiento deben ejecutarse siguiendo lineamientos establecidos para evitar que pequeños detalles produzcan repercusiones mayores.

Se presenta un análisis de las fallas más recurrentes en los equipos que intervienen en el proceso de tratamiento, con el propósito de encontrar las posibles causas; se contó con apoyo del personal técnico de la Empresa para identificar los problemas que requerían de una constante intervención.

Se estableció con ayuda de material técnico las posibles causas que desde el punto de vista ingenieril pudieran ser la responsable de las fallas.

- **Dosificación**

Los equipos que presentan fallas en esta sección son los motoredutores de los agitadores, presentando fugas de aceite, ruptura en sus componentes y ruidos excesivos.

- **Sedimentación**

La bomba encargada del lavado de sedimentadores presenta una ruptura en el acople cada vez que es intervenida para realizar una limpieza.

- **Floculación**

El sistema de floculadores presenta una ruptura en las bridas de soporte de las paletas giratorias.

## **5. PROPUESTA DE MEJORA AL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A.E.S.P**

El modelo de mantenimiento a implementar en la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P, se basa en mantenimiento preventivo, lo cual implica que las acciones realizadas por el departamento de mantenimiento estén encaminadas a mantener los equipos de la planta de producción en óptimas condiciones de operación, prevenir las paradas de planta, garantizar un proceso continuo, aumentar la calidad y reducir costos.

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

El modelo de mantenimiento preventivo para los equipos de la planta de tratamiento Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P tiene como principal objetivo:

- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos de la planta de producción, que la función de mantenimiento se realice de forma eficiente, técnica, segura y lo más económico posible, con el fin de contribuir con el cumplimiento de la política de calidad establecida por la empresa.

### **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento los equipos que puedan afectar de una manera directa la calidad del producto.
- Minimizar el tiempo muerto en producción, debido a las paradas por mantenimiento

- Incrementar la vida útil de las máquinas y equipos de la empresa
- Reducir los costos asociados al mantenimiento y manejo de repuestos.

### **5.3 IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

En esta sección, se describen las propuestas de mejora al Modelo de Gestión de Mantenimiento de la Empresa Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P; Se tratan los aspectos a mejorar, con el fin de ofrecer una solución a los problemas encontrados en el diagnóstico.

El diagnóstico realizado a la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P, arroja resultados que concluyen la necesidad de rediseñar e implementar un nuevo modelo de mantenimiento, teniendo en cuenta nuevos criterios y procedimientos para llevar a cabo una programación efectiva y a tiempo del mantenimiento de los equipos , y así mismo, manejar de manera efectiva los recursos dirigidos al área de mantenimiento y de esta forma reducir costos, reducir las paradas de planta, aumentar la disponibilidad de las máquinas y optimizar la labor de mantenimiento reduciendo los tiempos empleados en éste.

El desarrollo del Sistema de Gestión de Mantenimiento para la planta de tratamiento inicia con la vinculación del personal del área de mantenimiento y así lograr una buena ejecución del modelo a implementar; se realizó recorrido por la Planta de Tratamiento y Bocatoma observando con detalle el proceso de producción y los equipos que intervienen en éste.

Posteriormente, se realizó un inventario global de los equipos de la Planta y de Bocatoma, detallando las condiciones en que se encontraban y analizando la función que estos cumplen dentro de la cadena productiva. **Ver Sección 5.3.1.**

Se procedió a realizar la recopilación de la información técnica y operativa de cada equipo, para ser consignada en la ficha técnica, diseñada para tal fin, este proceso fue bastante tedioso, debido a la cantidad de equipos y la poca información con que se contaba, todos los datos fueron tomados de las placas de las máquinas, teniendo en cuenta que algunas de ellas no las tienen. **Ver sección 5.3.2.**

Teniendo en cuenta los requerimientos del Sistema de Información se dividió el área de acueducto de la empresa en áreas operativas, sistemas, equipos y subconjuntos, esto con el fin de obtener una estructura jerárquica; se procedió a realizar la codificación de esta información recopilada. **Ver Sección 5.3.3.**

Con el propósito de determinar los equipos que entrarían en la programación de mantenimiento, se hizo el análisis de criticidad, concluyendo que debido a la importancia del proceso debían quedar contenidos dentro del plan los equipos críticos y de media criticidad. **Ver Sección 5.3.4.**

En razón a que la Planta de Tratamiento no cuenta con manuales de fabricante, catálogos y planos de los equipos, se procedió a recopilar información de libros, fabricantes, proveedores, internet y la información suministrada por los operarios; permitiendo la elaboración de los manuales de procedimiento, documento en el cual se encuentran consignadas las tareas y frecuencias, para la ejecución de las actividades de mantenimiento de los equipos, que incluyen inspecciones y lubricación. **Ver Sección 5.3.5.**

Toda esta información recopilada fue consignada en el Sistema de Información "INFOM@NTE" adquirido por la empresa, en el cual se puede llevar un registro detallado de los equipos, códigos y tareas de mantenimiento; también se puede encontrar un cronograma donde se especifica el equipo, el código, el tipo de intervención, frecuencia, tipo de mantenimiento y el día de ejecución.

Para las ordenes de trabajo, se tomó la decisión de no llevar un formato como se había planteado inicialmente, ya que INFOM@NTE tiene un módulo que permite realizar la confirmación y actualización en el sistema de los trabajos de mantenimiento realizados a los equipos tanto programados como sistemáticos; asimismo, permite el ingreso de solicitudes de trabajo, requeridas por los usuarios de los servicios de mantenimiento

En cuanto a la documentación y la información técnica, INFOM@NTE nos facilita el registro de la información de planos, esquemas y en general de los documentos técnicos, adicionalmente permite el control del uso de los mismos, también realizar el registro y confirmación de los recursos, fechas y tiempos estimados en la planeación de la orden de trabajo, rutas de inspección o lubricación.

Debido a que el Sistema de Información es una herramienta muy útil pero a la vez compleja de utilizar, se hizo necesario llevar a cabo capacitaciones con los operadores de mantenimiento, en el cual se explicó el funcionamiento y las ventajas; de igual forma, se les socializó la propuesta de gestión de mantenimiento para la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P.

Finalmente, se llevó a cabo la implementación del sistema de mantenimiento en su etapa inicial, programando las actividades y llevando el control adecuado para su cumplimiento.

**5.3.1 Inventario de equipos.** El inventario de equipos se realiza con el fin de disponer de un registro exacto y actualizado de todos los activos que posee la empresa, en el que se refleje la situación actual en cada momento.

Para la realización del inventario fue necesario identificar y organizar los equipos para cada uno de los sistemas que comprende la planta, a partir de su función dentro del proceso de tratamiento de agua; no se trata de incluir toda la planta

hasta el más mínimo elemento, se debe encontrar el equilibrio práctico de detalle de gestión que interesa a la empresa. **Ver Anexo A**

**5.3.2 Recopilación de la ficha técnica.** La ficha técnica contiene la información que el sistema requiere para matricular el equipo; el registro de un equipo es una ficha u hoja que tiene la información general de un equipo o instalación tratando de describirlo estructural y funcionalmente. **Ver Anexo B**

Esta información se obtiene de catálogos, placas de equipo, información de planos, información solicitada al fabricante, etc.

- Se debe examinar cada entidad por separado para conocer su estructura, funcionamiento e importancia en el proceso.
- Se deben consultar catálogos de operación, instalación, manuales de servicio, listas de partes y registros de mantenimiento.

Cada equipo debe poseer una ficha técnica para hacer posible:

- Que cada equipo sea identificado e involucrado adecuadamente en los planes e intervenciones de mantenimiento.
- Tener una fuente de consulta que facilite el conocimiento general de los equipos.
- Poder tener documentos almacenados con toda la información del equipo.
- Mantener almacenado la información de los subconjuntos asociados y que son necesarios para el funcionamiento de un equipo.
- Permitir que a un equipo se le asocien los repuestos necesarios para realizar su labor de mantenimiento.
- Permitir que a un equipo se le asocien las actividades estándar de mantenimiento necesarias para que éste se mantenga en condiciones óptimas.
- Manejar información de aquellos equipos que por una u otra razón son retirados de la empresa y se consideran obsoletos.

- Evaluar automáticamente repuestos con grupos de igual marca y modelo.
- Permitir la verificación de los repuestos instalados en los equipos de la empresa.
- Asociar equipos y sistemas con jerarquía de equipos e interdependencia.
- Asociar catálogos y demás material bibliográfico existente a un equipo específico.

Cada equipo o instalación posee una identificación que proporciona información verificable en los catálogos; por eso es necesario dividir la empresa en áreas operativas, sistemas, equipos y subconjuntos con esto se logra una claridad respecto a la magnitud y al peso de cada tipo de recurso y a la importancia del factor tecnológico.

**Área operativa:** Es la primera gran división de la compañía, indica las divisiones funcionales de la empresa, tales como distritos, producción, servicios industriales, etc. Es un agrupador de líneas o sistemas que realizan el mismo macro proceso.

**Sistema:** Es un conjunto de activos, arreglados de tal forma que proveen un producto o servicio determinado, generalmente Indica los procesos de producción o servicios que ofrece la empresa.

**Equipo:** Es un conjunto de componentes, arreglados de tal forma que realizan una función determinada en un sistema.

**Subconjunto:** Activo asociado a un equipo padre, es un componente que se puede reemplazar de la máquina cuando falla, y que puede ser reparado y puesto en funcionamiento nuevamente, por lo que es conveniente registrarle una ficha técnica y llevarle registros de mantenimiento independientemente del equipo padre. Ej.: motor, bomba, armario eléctrico, turbina, etc.

Esta organización está representada en la siguiente tabla:

**Tabla 5. División del Área Acueducto**

<b>AREAS OPERATIVAS</b>
ENTRADA
TRATAMIENTO
SALIDA
SERVICIOS INDUSTRIALES
<b>SISTEMAS</b>
CAPTACION-CONDUCCION
AIREACIÓN-MEZCLA
DOSIFICACION-DESINFECCION
FLOCULACIÓN
SEDIMENTACIÓN
FILTRACIÓN
ALMACENAMIENTO-DISTRIBUCIÓN
AIRE
ENERGÍA ELÉCTRICA
INSTRUMENTACIÓN

Fuente: Autores

### **5.3.3 Codificación**

**5.3.3.1 Codificación de Organización Jerárquica de la Empresa.** Con el fin de sacar el máximo provecho de la inversión hecha por la empresa en la adquisición del software, se tomó la decisión de no limitar éste solo al área operativa de la empresa, sino lograr que todas las áreas manejen sus activos y sus costos a través de INFOM@NTE; en este sentido, se hizo necesario realizar la codificación de la organización jerárquica de la empresa.

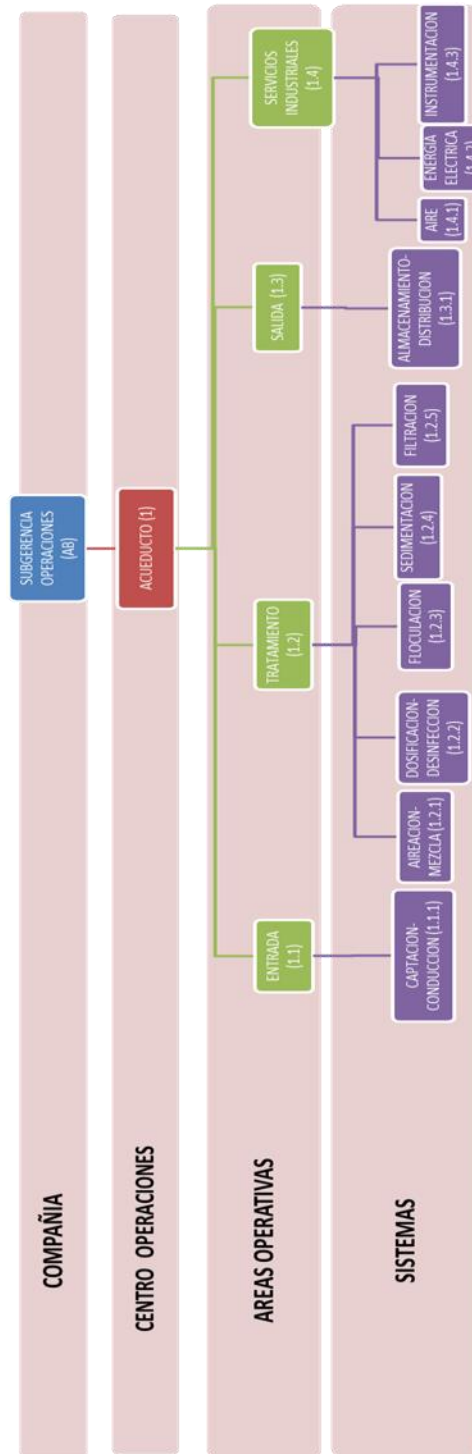
**Tabla 6. Codificación de organización jerárquica**

<b>COMPAÑÍA</b>	
SUBGERENCIA ADMINISTRATIVA	ABA
SUBGERENCIA OPERACIONES	AB
SUBGERENCIA COMERCIAL	ABC
<b>CENTRO OPERACIONES</b>	
ACUEDUCTO	1
ALCANTARILLADO	2
ASEO	3
<b>AREAS OPERATIVAS</b>	
ENTRADA	1.1
TRATAMIENTO	1.2
SALIDA	1.3
SERVICIOS INDUSTRIALES	1.4
<b>SISTEMAS</b>	
CAPTACION-CONDUCCION	1.1.1
AIREACIÓN-MEZCLA	1.2.1
DOSIFICACION-DESINFECCION	1.2.2
FLOCULACIÓN	1.2.3
SEDIMENTACIÓN	1.2.4
FILTRACIÓN	1.2.5
ALMACENAMIENTO-DISTRIBUCIÓN	1.3.1
AIRE	1.4.1
ENERGÍA ELÉCTRICA	1.4.2
INSTRUMENTACIÓN	1.4.3

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta que para la propuesta de mejora solo nos enfocaremos en el área de acueducto que hace parte de la Subgerencia de Operaciones, se muestra a continuación la organización jerárquica del área de interés.

Figura 41. Codificación Área Acueducto



Fuente: Autores

**5.3.3.2 Codificación de Equipos y Subconjuntos.** El diseño de la codificación se debe realizar de tal forma que funcione para los programas sistematizados y los costos de mantenimiento, los códigos no pueden ser afectados por el cambio de posición de un equipo en la planta, deben ser universales y no particulares.

INFOM@NTE permite hacer la distinción entre los equipos y los subconjuntos, por lo cual se facilita la codificación, por esto se decidió realizar esta distinción de los equipos basándonos en su tipo (bombas, agitadores, floculadores, etc.) y los subconjuntos en clases (bombas verticales, bombas pcp, bombas horizontales).

**Ver Anexo C**

➤ **Codificación Equipos**

Esta distinción se utiliza para poder llevar una rutina de inspección a un conjunto de componentes.

Un ejemplo de codificación es:

**BOM001:** BOM: Bomba  
001: Consecutivo

➤ **Codificación de Subconjuntos**

Esta distinción se hace para llevar un registro de mantenimiento a un componente asociado a un equipo, que se puede reemplazar de la máquina cuando se considere necesario, generando un registro independiente.

Un ejemplo para el equipo BOM001 es:

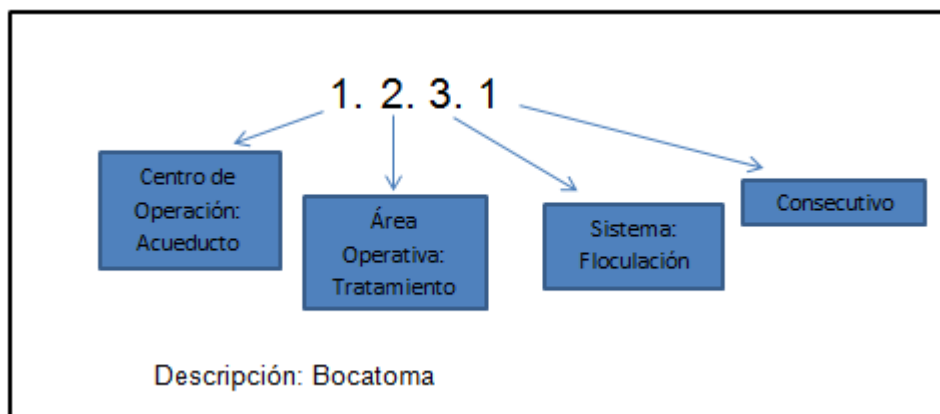
**BOMV001:** BOMV: Bomba vertical  
001: Consecutivo

**MOTV001:** MOTV: Motor vertical  
001: Consecutivo

**5.3.3.3 Codificación de Ubicación.** Esta codificación se hace con el fin de lograr la identificación de un equipo dentro de la Planta de Tratamiento, teniendo en cuenta la organización jerárquica de la Empresa. El cual consta de un código y una descripción

Un ejemplo de codificación:

**Figura 42. Ejemplo Codificación Ubicación**



Fuente: Autores

**5.3.3.4 Codificación de Manuales.** Los procedimientos de mantenimiento de los equipos, requieren una codificación para su identificación, clasificación y localización dentro del sistema de información. Para esto se diseñó un código que brinde referencias sobre el tipo de equipo asociado al procedimiento.

**Tabla 7. Codificación Manuales**

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>MPMOTV-01</b>	Manual de mantenimiento preventivo de motores eléctricos de eje vertical
<b>MPMOTH-01</b>	Manual de mantenimiento preventivo de motores eléctricos de eje horizontal
<b>MPBOMH-01</b>	Manual de mantenimiento correctivo de bombas centrífugas de eje horizontal
<b>MPBOMP-01</b>	Manual de mantenimiento correctivo bombas de cavidades progresivas (PCP)
<b>MPBOMV-01</b>	Manual de mantenimiento preventivo de bombas tipo turbinas verticales
<b>MPCOMP-01</b>	Manual de mantenimiento preventivo de compresores de aire
<b>MPREDU-01</b>	Manual de mantenimiento preventivo de reductores de velocidad
<b>MPSOPL-01</b>	Manual de mantenimiento preventivo de sopladores de aire

Fuente: Autores

**5.3.4 Análisis de Criticidad.** El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, dirigiendo el esfuerzo y los recursos a las áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional<sup>1</sup>, basado en la realidad actual. La información recolectada en este análisis se utilizará para:

---

<sup>1</sup> CONFIABILIDAD OPERACIONAL: Es la capacidad de una instalación o sistema (integrados por procesos, tecnología y gente), para cumplir su función dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico.

- ✓ Priorizar las ordenes de trabajo y mantenimiento.
- ✓ Diseñar políticas de mantenimiento.
- ✓ Dirigir políticas de mantenimiento a áreas o elementos críticos.
- ✓ Seleccionar una política de manejo de repuestos y materiales.

Un análisis de criticidad principalmente genera un listado de ponderaciones ubicando los elementos evaluados en el proceso desde el más crítico hasta el menos crítico, incluyendo una zona medianamente crítica. Una vez identificados los elementos dentro de las respectivas zonas de ponderaciones se facilita diseñar estrategias que permitan elaborar estudios y proyectos que regulen y modifiquen directamente la confiabilidad operacional de un equipo.

Para el cálculo del índice de criticidad se tomaron diferentes criterios<sup>2</sup>; a cada uno de éstos se le asignó una calificación, con la cual se pudo ubicar los equipos según su grado de influencia dentro del proceso.

Los criterios que se tuvieron en cuenta se muestran en la tabla 5 y sus respectivas ponderaciones se pueden observar en la tabla 6.

---

<sup>2</sup> TORRES, Bernardo. Análisis y Desarrollo de la Aplicación Informática para el Mantenimiento Preventivo. Valencia. 2000. p.35-38

**Tabla 8 .Formato de encuesta para el análisis de criticidad**  
**FORMATO ENCUESTA DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN LA EMPRESA**  
**AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A.E.S.P**

<b>1. Criterio de Producción</b>	<b>2. Criterio de la Calidad</b>
<b>1.1 Tasa de utilización del equipo (TE)</b>	<b>2.1 Perdidas en la producción (PP)</b>
Superior al 80%	Mayor a \$3000 (hora)
Entre el 50% y el 80%	Entre \$1500 y \$3000 (hora)
Inferior al 50%	Menor a \$1500 (hora)
<b>1.2 Existencia de un equipo Auxiliar para sustituir el equipo averiado (EA)</b>	<b>2.2 Repercusión del equipo en la seguridad y el medio ambiente (RS)</b>
Sin posibilidad	Riesgo fatal
Posibilidad de acceder al stock	Riesgo relativo
Existencia del duplicado	Sin riesgo
<b>1.3 Repercusión del equipo en la cadena productiva (RC)</b>	<b>2.3 Repercusión del equipo en la calidad del producto (RP)</b>
Influencia total	Muy importante
Influencia relativa	Relativamente importante
Influencia nula	Sin influencia

<b>3. Criterio del Mantenimiento</b>
<b>3.1 Tasa de marcha (Funcionamiento) (TM)</b>
En servicio todo el turno
En servicio por lo menos una vez al día
En servicio cada $n$ días
<b>3.2 Grado de complejidad del equipo (GC)</b>
Sistemas electrónicos o computarizados de control
Sistemas mecánicos de precisión y varios motores
Mecánicamente simples sin ningún sistema de precisión

Fuente: Autores

**Tabla 9. Tabla de ponderaciones para el formato de encuesta de criticidad**

<b>1.1 Tasa de utilización del equipo</b>	<b>PUNTAJE</b>
Superior al 80%	4
Entre el 50% y el 80%	2
Inferior al 50%	1
<b>1.2 Existencia de un equipo Auxiliar para sustituir el equipo averiado</b>	
Sin posibilidad	5
Posibilidad de acceder al stock	3
Existencia del duplicado	1
<b>1.3 Repercusión del equipo en la cadena productiva</b>	
Influencia total	5
Influencia relativa	3
Influencia nula	1
<b>2.1 Perdidas en la producción</b>	
Mayor a \$3000 (hora)	4
Entre \$1500 y \$3000 (hora)	2
Menor a \$1500 (hora)	1
<b>2.2 Repercusión del equipo en la seguridad y el medio ambiente</b>	
Riesgo fatal	5
Riesgo relativo	3
Sin riesgo	1
<b>2.3 Repercusión del equipo en la calidad del producto</b>	
Muy importante	5
Relativamente importante	3
Sin influencia	1
<b>3.1 Tasa de marcha (Funcionamiento)</b>	
En servicio todo el turno	4

En servicio por lo menos una vez al día	2
En servicio cada $\eta$ días	1
<b>3.2 Grado de complejidad del equipo</b>	
<b>Sistemas electrónicos o computarizados de control</b>	4
<b>Sistemas mecánicos de precisión y varios motores</b>	2
<b>Mecánicamente simples sin ningún sistema de precisión</b>	1

Fuente: Autores

Teniendo claro cada uno de los criterios y aspectos a evaluar, así como su calificación, se planteó un cálculo para cada equipo, donde se estima su índice de criticidad como la suma de los valores asignados a cada uno de los diferentes criterios.

$$\text{CRITICIDAD} = (\text{TE} + \text{EA} + \text{RC} + \text{PP} + \text{RS} + \text{RP} + \text{TM} + \text{GC})$$

**Tabla 10. Cálculo del índice de criticidad**

<b>EQUIPO: BOMV001 BOMBA VERTICAL 1</b>	
<b>CRITERIO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
Tasa de utilización del equipo (TE)	4
Existencia de un equipo auxiliar para sustituir el averiado (EA)	3
Repercusión del equipo en la cadena productiva (RC)	3
Perdidas en la producción (PP)	1
Repercusión de equipo en la seguridad y medio ambiente (RS)	3
Repercusión del equipo en la calidad del producto (RP)	3
Tasa de marcha (TM)	4
Grado de complejidad tecnológica del equipo (GC)	1
<b>TOTAL/ Calificación máxima de 36</b>	<b>22</b>

Fuente: Autores

Los equipos según su criticidad se clasifican en tres grupos:

- Índice mayor a 20 puntos: Equipos críticos, son aquellos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente el proceso de producción de la empresa, para los cuales se dispondrá de un plan programado de mantenimiento.
- Índice entre 10 y 20 puntos: Equipos criticidad media, son aquellos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta de cierta manera pero el proceso de tratamiento de agua no se ve afectado; equipos que en un determinado momentos pueden llegar a ser críticos, los cuales se podrán someter a un mantenimiento correctivo.
- Índice menor a 10 puntos: Equipos poco importantes en el proceso, que pueden ser sometidos a un mantenimiento correctivo.

En el **Anexo D**, se muestra cada equipo con el índice de criticidad calculado, según los criterios mencionados anteriormente. Los resultados obtenidos son valores que oscilan entre 12 y 31 puntos, correspondientes a equipos críticos y equipos propensos a convertirse en críticos y que deben integrarse dentro de un Plan Programado de Mantenimiento.

Estos resultados obtenidos, se deben a que en Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P cuenta con un proceso continuo, con gran compromiso y calidad en el servicio, con equipos que trabajan durante todo el día, lo que hace que el producto final tenga una alta exigencia; lo cual implica que en la empresa se deben reducir considerablemente las paradas involuntarias por fallas en la maquinaria, exigiendo a que los equipos y maquinas estén en óptimas condiciones, por estas razones se concluyó que se deben tener en cuenta los equipos críticos y de mediana criticidad dentro del Programa de Mantenimiento Preventivo.

**5.3.5 Consideraciones para plan de mantenimiento preventivo.** Las acciones de mantenimiento para la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P son el resultado del estudio realizado por las autoras del proyecto, estas labores de mantenimiento se basan en los requerimientos técnicos y de operación de la planta, lo que determina las condiciones de marcha de las máquinas y equipos; dado el caso que estas exigencias se llegaren a reducir o aumentar, la frecuencia entre acciones de mantenimiento para un equipo cambiará, lo que conlleva a que el sistema de información elaborado sea flexible a estas condiciones de cambio o de producción .

Las frecuencias y acciones de mantenimiento fueron determinadas con las recomendaciones del fabricante y por la experiencia obtenida de los operadores de mantenimiento a través de los años. Las frecuencias de mantenimiento están dadas en días y en horas en el caso que las máquinas posean horómetros.

La capacitación del personal de mantenimiento en el correcto manejo y mantenibilidad de los equipos es parte fundamental para prestar una buena calidad en el servicio, los operadores deben tener el conocimiento de los procedimientos adecuados de mantenimiento, tener la competencia para reparar de forma eficiente, rápida, económica y segura los equipos para así poder alargar la vida útil de trabajo de la máquina;

Teniendo en cuenta estas consideraciones se elaboró el programa de mantenimiento preventivo de los equipos. **Ver anexo E**

### **5.3.6 Descripción de posibles causas de las fallas frecuentes en la Planta**

- **Dosificación**

La ruptura de sus componentes puede ser originada por no seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto a las tolerancias establecidas para realizar los acoples.

El ruido excesivo y la fuga de aceite de los motoredutores pudieron ser causadas por fallas prematuras en los rodamientos al no garantizar una lubricación adecuada.

- **Sedimentación**

La ruptura del acople cónico de la succión de la bomba puede ser producido por un Desalineamiento entre la bomba y la tubería de succión.

- **Floculación**

La ruptura en la brida puede ser ocasionada por un desgaste en los cojinetes de deslizamiento.

## **6. SISTEMA DE INFORMACIÓN**

### **6.1 MARCO CONCEPTUAL**

**6.1.1 Sistema de gestión de mantenimiento.** Una excelente gestión del mantenimiento sólo puede ser posible con un excelente sistema de información que lo apoye. Además de asegurar datos precisos con oportunidad, es fuente para el análisis estadístico y obtención de los indicadores de gestión y costos del sistema de mantenimiento imperante; facilitando la presentación de informes y contribuye al control continuo de las posibles desviaciones de los objetivos trazados en las políticas gerenciales del mantenimiento.

Un sistema de gestión de mantenimiento, también denominado como CMMS, acrónimo de Maintenance Management System, es un programa informático que contiene una base de datos informática sobre las operaciones de mantenimiento de una organización. Se emplea para automatizar la documentación de todas las actividades relacionadas con los activos, como son la planificación de equipos, la gestión de inventarios, los procedimientos de mantenimientos correctivos y preventivos o el control de los repuestos. Los datos recopilados se pueden analizar y utilizar en la gestión de la tecnología, la garantía de la calidad, el control de las órdenes de trabajo y la elaboración de presupuestos para el área de mantenimiento

#### **6.1.2 Ventajas de un software de mantenimiento.**

- Nos permiten disponer de gran cantidad de información, de una forma adecuada y fácil de extraer. Esto nos permite disponer de un historial de cada equipo, máquina o componente, tanto de características técnicas, como de

averías, revisiones, sustituciones, fechas de las últimas incidencias o averías, personal, horas y materiales utilizados en la solución de los problemas, etc.

- Ayudar en la planificación, seguimiento de la inspección, mantenimiento preventivo, y en la programación y seguimiento de las reparaciones.
- Ajuste de los planes de mantenimiento a las características reales.
- Disminución de tiempos de paradas en las líneas productivas dando mayor fiabilidad y disponibilidad del servicio.
- Información actualizada, inmediata de todos los componentes del proceso.
- Posibilidad de realizar estudios y anticipar cargas de trabajo o consumo de piezas.
- Trazabilidad del equipamiento.
- Mejor control de las actividades subcontratadas.
- Controlar los indicadores de desempeño de los equipos, como el tiempo medio entre fallos, el tiempo de inactividad y los costos de mantenimiento de equipos concretos o de grupos de equipos del mismo modelo, tipo o fabricante.
- Al mismo tiempo, nos permitirá programar en función de los parámetros que decidamos, las revisiones preventivas y/o predictivas, generando los listados correspondientes para la tarea de los técnicos, según los plazos programados.

Para la implantación correcta de un sistema de gestión es necesaria la adaptación del mismo a la estructura existente de nuestro departamento de mantenimiento el cuál queremos gestionar o automatizar. No se trata de elegir un software que haga unas determinadas tareas sino de adaptar el software elegido o el que nos parezca que funciona de la forma más rápida y eficiente a nuestra estructura, instalación, tareas más comunes y, por supuesto, a nuestro plan de mantenimiento.

Como todo sistema de organización e información, es necesario establecer el nivel para manejar la información. Por ejemplo: a la gerencia seguramente no le interese saber cuáles son las ordenes de trabajo para hoy, pero sí cuánto se ha

invertido en mantenimiento en lo que va corrido del año y cual es equipo que más ha participado en ello; para el ingeniero de mantenimiento tal vez lo más importante sea, realizar diagnósticos certeros sobre el estado de un equipo.

**6.1.3 Elementos del sistema de información.** Los programas suelen estar compuestos de varias secciones o módulos interconectados, que permiten ejecutar y llevar un control exhaustivo de las tareas habituales en los Departamentos de Mantenimiento como:

- **Órdenes de trabajo:** Asignación de recursos humanos, reserve de material, costes, seguimiento de información relevante como causa del problema, duración del fallo y recomendaciones para acciones futuras.
- **Mantenimiento preventivo:** Seguimiento de las tareas de mantenimiento, creación de instrucciones pasó a paso o checklists, lista de materiales necesarios y otros detalles. Normalmente los programas de gestión del mantenimiento asistido por computadora programan procesos de mantenimiento automáticamente basándose en agendas o la lectura de diferentes parámetros.
- **Gestión de activos:** Registro referente a los equipos y propiedades de la organización, incluyendo detalles, información sobre garantías, contrato de servicio, partes de repuesto y cualquier otro parámetro que pueda ser de ayuda para la gestión.
- **Control de Inventarios (gestión de almacén):** Gestión de partes de repuesto, herramientas y otros materiales incluyendo la reserva de materiales para trabajos determinados, registro del almacenaje de los materiales, previsión de adquisición de nuevos materiales, etc.
- **Seguridad:** Gestión de los permisos y documentación necesaria para cumplir la normativa de seguridad. Estos requisitos de seguridad pueden incluir Estas especificaciones pueden incluir accesos restringidos, riesgo eléctrico o aislamiento de productos y materiales o información sobre riesgos, entre otros.

El registro de equipos coincide con el censo o empadronamiento de equipos. Aquí surgen muchas iniciativas para el ordenamiento de la información. Por ejemplo, los motores eléctricos pueden manejarse en un sistema conjunto. Pueden diseñarse fichas técnicas especiales, por ejemplo, para máquinas herramientas, bandas transportadoras, bombas, etc.

Los estándares de mantenimiento son las actividades básicas de inspección y mantenimiento preventivo que se realizan en cada equipo con determinada frecuencia. El sistema más común es el de mantenimiento mecánico, eléctrico y lubricación, llamado LEM, sin embargo, dada las especializaciones tecnológicas de los equipos, se hacen otras divisiones como: instrumentación, hidráulica, electrónica. Cuando el sistema de información está automatizado, estas actividades deben codificarse, surge entonces una tabla de códigos de actividades básicas. Téngase en cuenta que estos estándares de mantenimiento y sus frecuencias, son la base de programación del mantenimiento, además deben encontrarse dentro de una estructura flexible que permita su fácil manipulación y modificación.

**6.1.3.1 Registro de formularios directamente a una base de datos.** Esta técnica permite almacenar directamente a una base de datos información proveniente de formularios electrónicos. Los datos que ingrese el departamento de mantenimiento y administración a través del Sitio Web serán registrados directamente en un archivo que puede ser procesado por los sistemas de información que se implementará.

**6.1.3.2 Procesamiento de formularios en tiempo real.** En este caso, la información proveniente de los formularios electrónicos del sitio web es validada y registrada directamente en las base de datos del sistema de información, por lo que estos archivos reflejarán inmediatamente la información recién ingresada por

los departamentos de mantenimiento y administración a través del sitio web evaluando conjuntamente alternativas de solución a los problemas presentados.

**6.1.3.3 Consultas de Información.** Los sitios web permiten no solamente procesar información de formularios electrónicos, sino también consultar las bases de datos de la organización. La habilitación de un sitio web en la empresa permite la consulta de información acerca de inventarios o existencias, seguimiento de pedidos, saldos, estados de los equipos, acciones de mantenimiento, seguimiento a solicitudes, descripciones de productos o artículos, control de avance, entre otras aplicaciones que se pueden registrar y almacenar dentro del sistema de información.

**6.1.4 Base de datos<sup>3</sup>.** Uno de los objetivos fundamentales de un sistema de información es contar no solo con recursos de información sino también con los mecanismos necesarios para poder encontrar y recuperar estos recursos. Una base de datos es una colección de datos organizados y estructurados según un determinado modelo de información que refleja no solo los datos en sí mismo, sino también las relaciones que existen entre ellos.

Una base de datos se diseña con un propósito específico y debe ser organizada con una lógica coherente. Los datos podrán ser compartidos por distintos usuarios y aplicaciones, pero deben conservar su integridad y seguridad al margen de las interacciones de ambos. La definición y descripción de los datos han de ser únicas para minimizar la redundancia y maximizar la independencia en su utilización.

Las características de una base de datos son:

- Velocidad de acceso.
- El tamaño de la información.
- Tipo de información.

---

<sup>3</sup> SENN, James A. Análisis y diseño de sistemas de información. México: McGraw-Hill, 2001

- Facilidad de acceso a la información.

## **6.2 SOFTWARE DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO IMPLEMENTADO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS DE BARRANCABERMEJA**

En esta sección se presenta el sistema de gestión de mantenimiento INFOM@NTE que cumple con el requerimiento de apoyo a la metodología de gestión de mantenimiento implementada, los cuales son:

- Un módulo dedicado a los equipos existentes en la empresa, en el cual se llevará la hoja de vida de los mismos, mediante la utilización de códigos previamente asignados.
- Generación de órdenes de trabajo según el cronograma de actividades planeado para la realización de los mantenimientos.
- Manejo del cronograma de actividades estipuladas en el cumplimiento del plan de mantenimiento.
- Accesibilidad desde cualquier sitio de trabajo de la empresa.
- Seguridad en el manejo de la información que en ella se incluye.

A continuación se muestra un instructivo de manejo del software con el que se espera facilitar la adaptación del personal del mantenimiento al programa, y los objetivos esperados del sistema.

**6.2.1 INFOM@NTE®.** Este es un sistema integral de información por computador que permite una efectiva gestión de activos, así como la programación y control de las intervenciones de mantenimiento, la normalización de los procedimientos, el análisis de fallas, la generación de indicadores y el control de los costos.

Implementar infom@nte®, facilita el aumento de efectividad en las intervenciones, la optimización de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, el control de los

costos directos e indirectos del mantenimiento y el incremento del uso razonable y seguro de los recursos, con el fin de desarrollar un vínculo entre lo técnico y administrativo, hacia un manejo más gerencial de la función mantenimiento.

Integra todas las necesidades del área de mantenimiento, de forma modular, tales como: estimación de tareas, control de actividades, administración de ciclo acción causa - efecto, manejo de la contratación, gestión de información técnica, control de herramientas y cálculo de efectividad de equipo, entre otros. Tiene la capacidad de valorizar los recursos planeados o utilizados de una orden de trabajo y además permite totalizar los costos de las mismas que se realizaron para un determinado equipo, con diferentes escenarios de análisis.

Puede usarse desde varias estaciones de trabajo, compartiendo tareas en sistema multiusuario o esquema cliente/servidor, el volumen de trabajo y capacidad del sistema no tiene límites y su utilización es flexible.

Está concebido como un sistema modular integrado para posibilitar la escalabilidad y una instalación progresiva y adecuada en la empresa.

**6.2.1.1 Portabilidad.** Es una cualidad que hace de infom@nte® un sistema de mantenimiento versátil ya que diferentes organizaciones pueden usar el sistema y cambiar sus esquemas informáticos sin traumas. Es abierto y tiene gran flexibilidad para correr en diferentes plataformas, tales como Netware, Windows y Unix. Está desarrollado sobre metodologías para el análisis y diseño de bases de datos, que cumplen con estándares reconocidos mundialmente. Está respaldado con muchos años - hombre de investigación, desarrollo y mejoramiento continuo.

infom@nte® está desarrollado en CENTURA TEAM DEVELOPER y también puede ser utilizado en intranet y web.

Funciona con éxito en cualquier base de datos ANSI estándar a través de ODBC

### **6.2.1.2 Ventajas de la realización de interfaces.**

- Información única: No se genera duplicación de información, permite que los datos estén actualizados de forma sencilla.
- Exactitud de datos: La información siempre es ingresada por los expertos evitando las codificaciones ambiguas e información inexacta.
- Las transacciones como requisiciones de compra, reservas de materiales, importación de servicios son “transparentes ante los usuarios, y normalmente no involucran cambios en los procedimientos.
- Las interfaces borran la frontera entre sistemas de control de proceso, sistemas de ingeniería nivel planta y sistemas empresariales de negocio.
- Facilitan los procesos de comunicación entre mantenimiento y almacenes de repuestos, o entre mantenimiento y contabilidad.
- Pueden ser realizadas mediante arquitecturas abiertas que permiten su modificación.

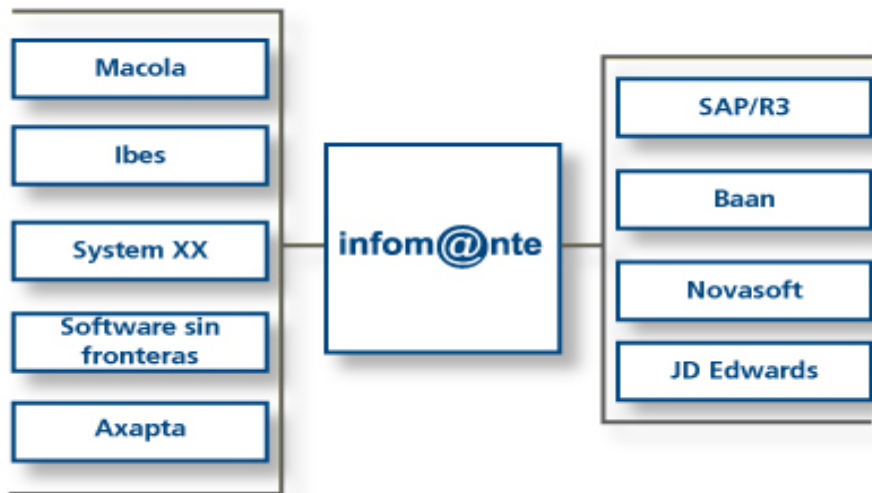
**6.2.1.3 Tipos de interfaces.** El sistema entrega dos tipos de soluciones para la conexión entre su CMMS y su ERP:

- Interfaz en Batch o en lotes: Es un proceso no continuo, donde alguno de los dos sistemas genera archivos planos (Archivos de texto) que son cargados manualmente o mediante una tarea de la base de datos en el otro sistema.
- Interfaz en línea: Es un proceso continuo donde se tiene siempre la información actualizada mediante enlaces directos entre los sistemas y donde se generan procesos directamente desde un sistema al otro.

## Integración

Actualmente el sistema integral de gestión de activos **infom@nte**®, permite la operación en línea con sistemas corporativos (ERP) a los cuales está integrado.

**Figura 43. Integración infom@nte**

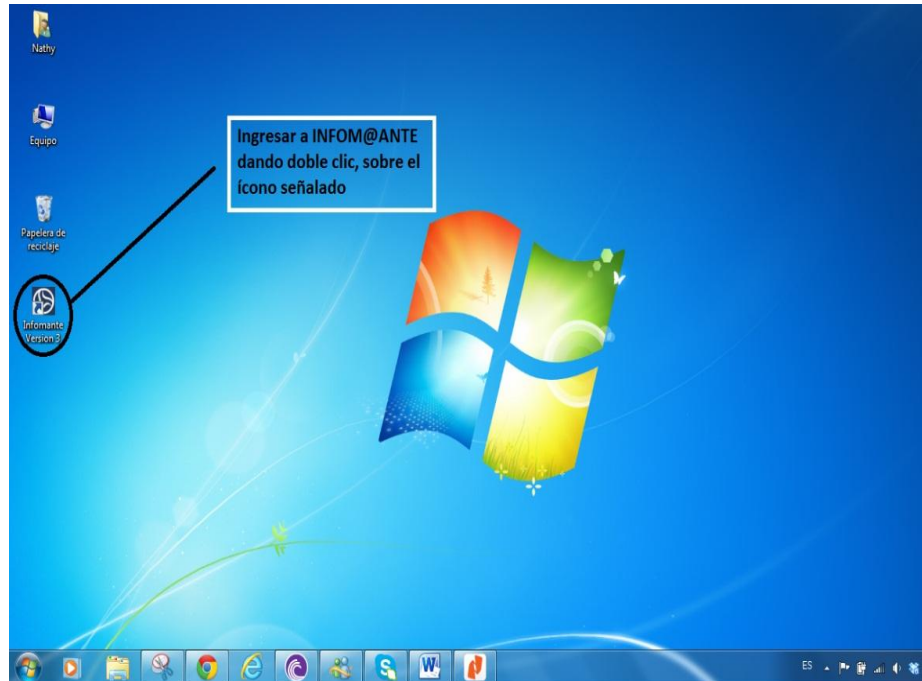


Fuente: Autores

**6.2.2 Características y manual de usuario del sistema de información INFOM@NTE.** Infom@nte es un sistema integral de gestión de activos que facilita la administración del mantenimiento en la Empresa; éste está diseñado para administrar aspectos de ingeniería de mantenimiento, administración de intervenciones y apoyos, los cuales se dividen en varios módulos; la Entidad debido al costo del software tomó la decisión de adquirir inicialmente los módulos correspondientes a los activos, plan de mantenimiento y ordenes de trabajo, los cuales se ajustan a las necesidades y a la base fundamental para iniciar con la gestión de mantenimiento, cumpliendo con los alcances de este proyecto que a continuación se describen:

**6.2.2.1 Ingreso a Infom@nte.** El ingreso a INFOM@NTE se realiza de la siguiente forma:

**Figura 44. Acceso al Software**



Fuente: Autores

Se despliega la opción de ingresar al sistema donde se debe indicar los datos en las casillas correspondientes: Usuario, Contraseña, Compañía. Luego procede a ingresar.

Figura 45. Ingreso a Infom@nte

Ingreso Infom@nte®

**soporte**  
& cia sas

Ingenieros de confiabilidad  
www.rcm2-soporte.com

**infom@nte**  
SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN DE ACTIVOS

**infom@nte**  
SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN DE ACTIVOS

**Infom@nte® \* Sistema Integrado para Gestión de Mantenimiento de Activos**  
Versión 3 (Compilación 2013.01.25)  
25/01/2013 11:48 AM  
Copyright © 1995 - 2013. Soporte y Cia SAS

USUARIO

CONTRASEÑA

COMPAÑIA  SUBGERENCIA OPERACIONES

Digite el Usuario y la Contraseña, presione Enter (o Tab) para avanzar

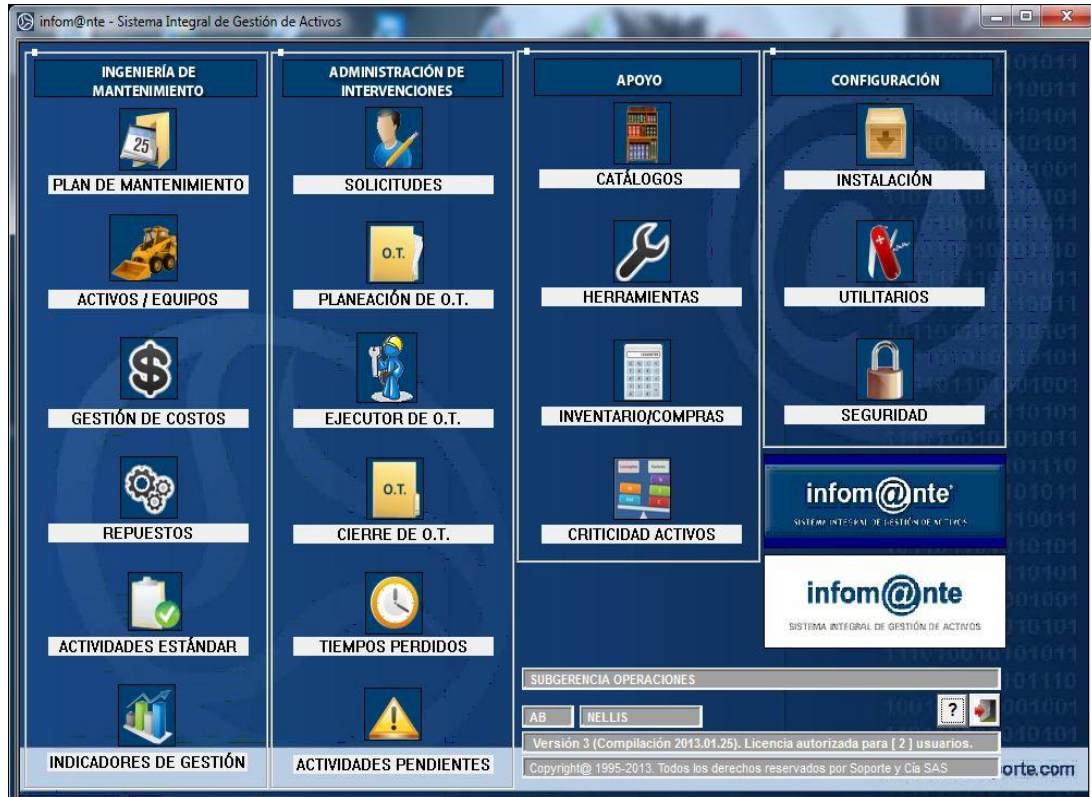
**iama** endorsed TRAINER **iama** endorsed ASSESSOR

**The Aladon Network**  
THINK AHEAD

Fuente: Autores

Se selecciona el módulo al que se desea ingresar:

**Figura 46. Módulos Infom@nte**




Fuente: Autores

**6.2.2.2 Generalidades de los módulos.** El software está concebido como un sistema modular integrado para posibilitar la escalabilidad, cada módulo cuenta con opciones tales como:

**Agregar o crear:** permite crear un nuevo registro dependiendo del módulo en el cual se esté trabajando

Pasos

1. Dar clic en la opción  Agregar


2. Proporcionar la información como:


- *Código*
- *Descripción.*

3. Dar clic en  **Aplicar**, para guardar.

**Buscar:** permite buscar de forma rápida los registros ya creados

Pasos:

1. Dar clic en la opción 
2. Al oprimir el botón, se habilitan varios de los campos del formulario, los cuales se pueden utilizar como criterio de búsqueda. Puede especificar el criterio o dejar en blanco los campos.

3. Dar clic en  **Aplicar**, para ejecutar la búsqueda.


**Editar:** Permite editar la información contenida en algún registro ya creado.

Pasos

1. Se realiza primero, el procedimiento de buscar lo que se desea editar.

2. Se selecciona de la lista y se oprime el botón  **Editar**, para modificar.

3. Luego de cambiar la información que se requería editar, se procede a dar clic


en  **Aplicar**, para guardar los datos modificados.

**Borrar:** Permite eliminar un registro del sistema que se haya creado con anterioridad.

## Pasos

1. Se realiza primero, el procedimiento de buscar, lo que se desea editar.

2. Se selecciona de la lista lo que se desea eliminar, se oprime el botón  **Borrar**.

3. Se procede a confirmar la eliminación, y se da clic en  **Aplicar**, para borrar definitivamente.

**6.2.2.3 Módulo de instalación.** El Módulo de **instalación** de **Infom@nte®**, permite definir las condiciones generales con las que trabaja la aplicación, en él se crea cada una de las tablas de códigos validables que se emplearán en los diferentes módulos.

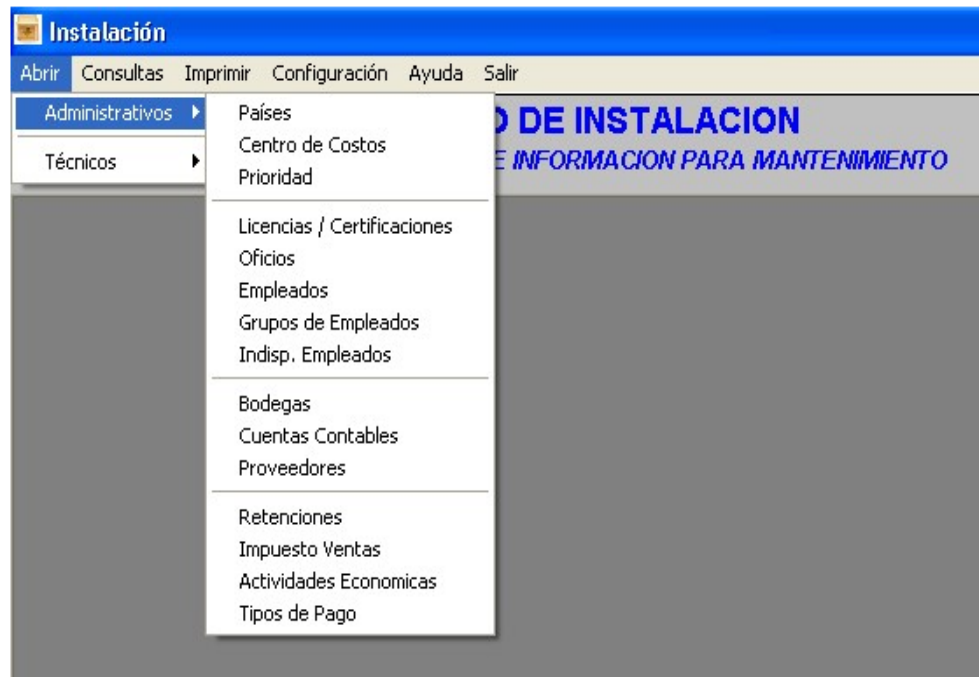
Los códigos aquí definidos dependen de las necesidades de la empresa, la aplicación permite establecer básicamente dos tipos de parámetros: unos para el manejo Administrativo, en los que se crean lineamientos propios como códigos de oficios, empleados, centros de costo, entre otros; estos datos permiten analizar desde el punto de vista la gestión de operación del mantenimiento; y otros de tipo técnico que contribuyen con puntos de análisis de Ingeniería de Mantenimiento de la máquina o instalaciones; aquí se incluye la definición de códigos del componente intervenido, acción tomada, planes de trabajo, entre otros.

La interacción de estos dos tipos de códigos permite una adecuada clasificación de la información dentro de los demás módulos, de ello depende lograr la claridad en el funcionamiento y así facilitar los procesos que permitan compartir la información constantemente. En conjunto, esta definición permite manejar las intervenciones a los equipos, los movimientos de almacén, las necesidades de servicio, el empleo de los recursos y demás procesos compartidos en el sistema.

## ➤ Administrativos

Aquí se codifican los estándares administrativos relacionados con la aplicación.

**Figura 47. Administrativos**



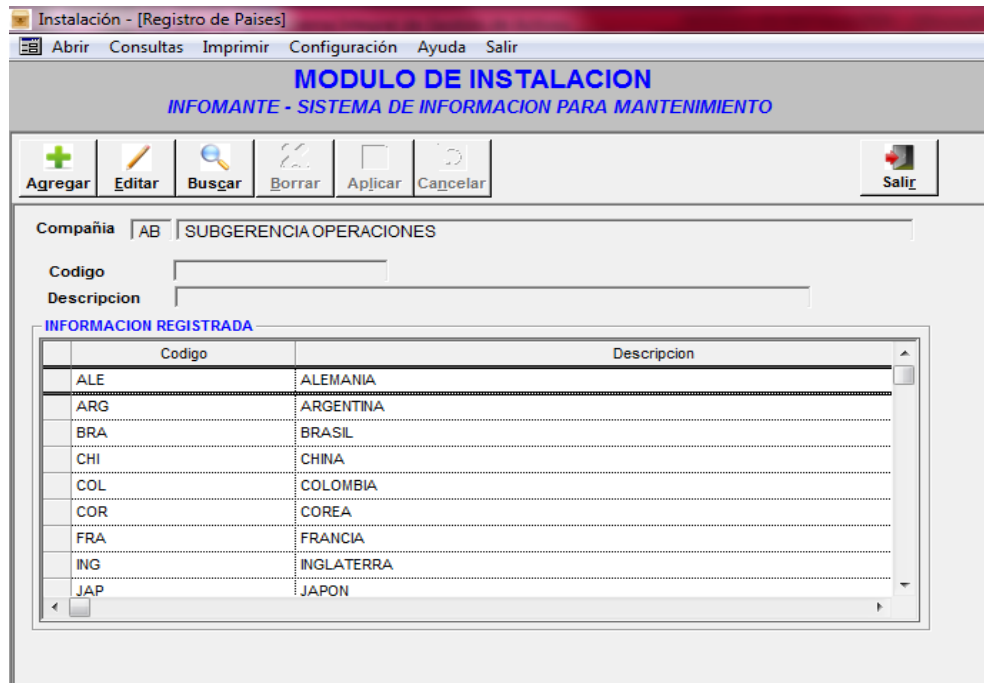
Fuente: Autores

A continuación se describe cada una de las opciones en el orden en el cual deben ser ingresadas en el sistema, de igual manera el tipo de Registro que maneja cada una, facilitando la implementación de **Infom@nte**<sup>®</sup>

- **Países**

En esta opción se ingresan los códigos que identifican los países de cuales se recibe el suministro de equipos, repuestos o servicios y la procedencia de los proveedores / contratistas. Ejemplo: Colombia, Estados unidos, Italia.

**Figura 48. Registro de Países**



Fuente: Autores

- **Centro de costos**

En esta opción el sistema permite codificar los Centros a los que se asignarán los diferentes gastos e importes generados en el proceso de mantenimiento, se designan los centros operativos de la Empresa, puede usarse para designar áreas de responsabilidad o secciones; para ello se ingresa por la opción y se graban los códigos de los centros de costos existentes en la empresa. Ejemplo: Mantenimiento, Gerencia, Producción, etc.

A cada Centro de Costos se debe definir si es título, es decir principal, o si es detalle.

Al escogerla, se despliega la siguiente pantalla de captura de información:

**Figura 49. Registro Centros de Costos**

Instalación - [Registro de Centros de Costo]

Abrir Consultas Imprimir Configuración Ayuda Salir

**MODULO DE INSTALACION**  
 INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

Compañía | AB | SUBGERENCIA OPERACIONES

Codigo:

Descripcion:

Clase de C.C.:

Activo  Proyectos

**INFORMACION REGISTRADA**

Codigo	Descripcion	C.Costo Proy	Estad	Clase
1	SUBGERENCIA ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA	N	A	
2	SUBGERENCIA DE OPERACIONES	N	A	T
2.1	ACUEDUCTO	N	A	D
2.2	ALCANTARILLADO	N	A	D
2.3	ASEO	N	A	D
3	SUBGERENCIA COMERCIAL	N	A	

Fuente: Autores

- **Prioridad**

Corresponde a la jerarquización de los equipos dentro de la planta, de acuerdo a su función en el proceso y la importancia de mantenimiento; representando la importancia asignada a la intervención o equipo, ejemplo: Equipo Crítico, De Relevancia, entre otros.

También se codifican y jerarquizan las labores de mantenimiento, de acuerdo al nivel de importancia establecido en la empresa, ejemplo: Urgente, Normal. Teniendo en cuenta que las prioridades se clasifican de acuerdo a su impacto con el medio ambiente, con la integridad física de las personas y/o equipos al igual que la afectación de la producción.

**Figura 50. Registro de Prioridades/Criticidad**

The screenshot shows a web application window titled 'Instalación - [Registro de Prioridades/Criticidad]'. The interface includes a menu bar with 'Abrir', 'Consultas', 'Imprimir', 'Configuración', 'Ayuda', and 'Salir'. Below the menu is a header for 'MODULO DE INSTALACION' and 'INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO'. A toolbar contains icons for 'Agregar', 'Editar', 'Buscar', 'Borrar', 'Aplicar', 'Cancelar', and 'Salir'. The main form area has fields for 'Compañía' (set to 'AB SUBGERENCIA OPERACIONES'), 'Código', 'Descripción', and 'Tipo', along with an 'Inactiva' checkbox. Below the form is a table titled 'INFORMACION REGISTRADA'.

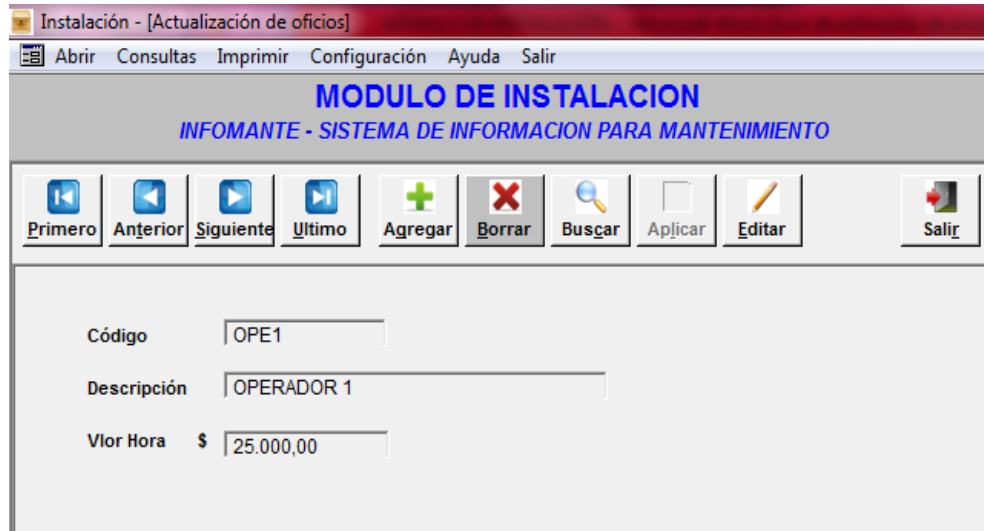
Código	Descripción	Estado	Tipo
A	EQUIPOS CRITICOS	<input type="checkbox"/>	E
B	MEDIA CRITICIDAD	<input type="checkbox"/>	E
C	EQUIPOS NO CRITICOS	<input type="checkbox"/>	E
O	LABORES OPERATIVAS	<input type="checkbox"/>	O

Fuente: Autores

- **Oficios**


En esta opción se definen los diferentes cargos, labores o especialidades que existen para llevar a cabo las tareas de mantenimiento. Contienen un valor hora estándar, que permiten costear todos los trabajos que sean ejecutados por el personal de la empresa, ejemplo: electricista, mecánico, entre otros. Estos costos de valor hora se deben cuantificar teniendo en cuenta recargos, seguridad social, prestaciones entre otros. Con el ingreso de estos valores se podrán visualizar indicadores de costos en el módulo correspondiente.

**Figura 51. Actualización de oficios**

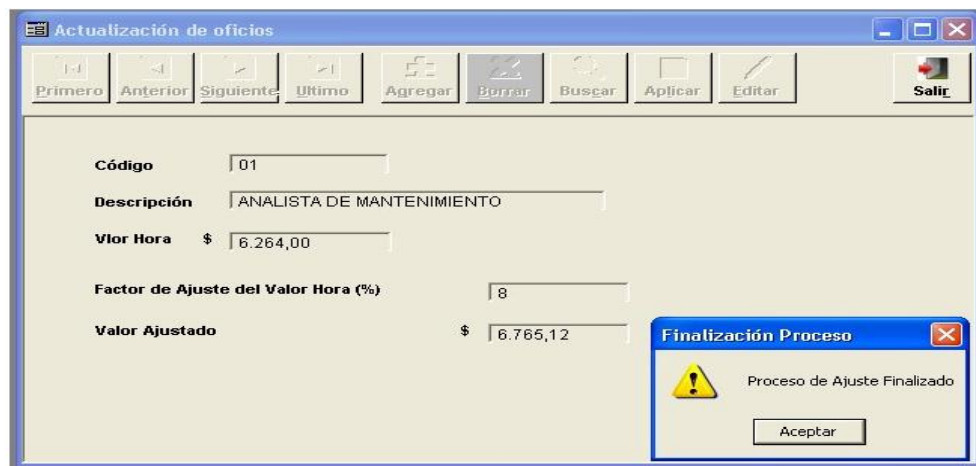


Fuente: Autores

Los diferentes cargos, labores o especialidades están sometidos a un reajuste del valor hora cuando la compañía lo estime necesario, el cual se puede realizar al

oprimir el botón . El valor de reajuste se escribe en porcentaje, es decir si el reajuste fuese del 8%, el valor del campo reajuste del valor hora será de 8:

**Figura 52. Actualización de reajuste**



Fuente: Autores

- **Empleados**

En esta opción se permite ingresar los códigos de todo el personal de mantenimiento, utilizando preferiblemente los códigos de identificación existentes en el manejo de personal.

Para ingresar empleados de mantenimiento se deben tener registrados los oficios y los centros de costos, ya que el sistema valida la existencia de los mismos.

Al borrar un empleado cambia su estado de activo a retirado, pero no borra la información de la base de datos, esto permite conservar la trazabilidad de las intervenciones por empleado.

**Figura 53. Actualización empleados**

Fuente: Autores

## ➤ Técnicos

En este menú se configuran los datos directamente relacionados con el mantenimiento de los equipos.

A continuación se describe cada una de las opciones en el orden en que deben ser ingresadas al sistema, lo cual facilitará la implementación de **Infom@nte**<sup>®</sup>.

**Figura 54. Técnicos**



Fuente: Autores

- **Plano/Catálogos**

El objetivo de ingresar los catálogos al sistema es tener la posibilidad de controlar y administrar la disposición y préstamo de planos y catálogos, mediante la creación de una biblioteca técnica.

En esta opción se realiza una clasificación para identificar con un código cada catálogo, esquema o plano que la empresa maneje de sus equipos, repuestos y descripciones de ejecución de trabajos de mantenimiento.

Este trabajo facilitara la identificación técnica de los equipos y repuestos en su correspondiente ficha técnica y al contener la fecha de realización permite mantener actualizada la planoteca, ya que se manejan el préstamo y devolución de catálogos o planos respectivamente.

**Figura 55. Actualización planos/catálogos**

Instalación - [Actualización planos/catálogos]

Observaciones Asocio Equipos Ayuda

**MODULO DE INSTALACION**  
INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

Primero Anterior Siguiete Ultimo Agregar Borrar Buscar Aplicar Editar Salir

Código: MPBOMH-01 (C)atalogo/(P)lano: C Catálogo

Descripción: MANUAL PREVENTIVO BOMBA CENTRIFUGAS HORIZONTALES

Fecha Creacion: 01/06/2013 Ubicación: ND

Escala: NO APLICA Formato: PDF

Archivo: C:\Users\Clara\Documents\dropbox\proyecto plan mto\MANUALES DE M

Copiar Archivo

Fuente: Autores

El **Editar Archivo** permite abrir el archivo donde se encuentre grabada la información o gráfico de los diferentes planos asociados, para abrir el comando se hace necesario especificar la ruta completa donde se encuentre el archivo.

- **Variable de control**

Son los contadores mediante los cuales se determinan las intervenciones en los equipos, están relacionados con fechas, de acuerdo con el recorrido de la variable

de control se define el I.E.D (Incremento Estimado Diario) para la ejecución de las actividades sistemáticas, con estos valores se indica el funcionamiento real que ha tenido el equipo ejemplo: días, horas trabajadas, kilómetros recorridos entre otros.

A cada variable de control se le define la unidad de medida en que se toma y el valor máximo por día que alcanza la variable. La pantalla de captura de información es la siguiente:

**Figura 56. Actualización variables de control**



Instalación - [Actualización variables de control]

Abrir Consultas Imprimir Configuración Ayuda Salir

**MODULO DE INSTALACION**  
INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

Primero Anterior Siguiete Ultimo Agregar Borrar Buscar Aplicar Cancelar Salir

Código

Descripción

Unidad

Valor Máximo

Fuente: Autores

- **Zona de máquina**

Define la sección del equipo o sistema a la que pertenece el equipo, subconjunto o componente sobre la cual se ejecuta el trabajo de mantenimiento. Es importante definir bien la zona de máquina, esta hace parte del análisis de falla que se realiza al equipo, ubicando el componente afectado dentro del mismo.

Se codifican como zonas de máquina los mecanismos o dispositivos que forman parte de un equipo. Ejemplo: Sistema de frenos, puerta, sistema eléctrico, sistema de alimentación, entre otros.

**Figura 57. Registro de zonas de máquina**

The screenshot shows a software window titled 'Instalación - [Registro de Zonas de Máquina]'. The interface includes a menu bar with 'Abrir', 'Consultas', 'Imprimir', 'Configuración', 'Ayuda', and 'Salir'. Below the menu is a header with 'MODULO DE INSTALACION' and 'INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO'. A toolbar contains icons for 'Agregar', 'Editar', 'Buscar', 'Borrar', 'Aplicar', 'Cancelar', and 'Salir'. The main area has a 'Compañía' dropdown set to 'AB' and 'SUBGERENCIA OPERACIONES'. Below are input fields for 'Codigo' and 'Descripcion'. A section titled 'INFORMACION REGISTRADA' contains a table with two columns: 'Codigo' and 'Descripcion'.

Codigo	Descripcion
BOMBA	BOMBA
DESCARGA	DESCARGA
MOTOR	SISTEMA MOTRIZ
NA	NO APLICA
SISCOM	CABEZAL COMPRESOR
SISSUS	SISTEMA SUSPENSION
SISTRAS	SISTEMA DE TRANSMISION
SUCCION	SUCCION

Fuente: Autores

- **Unidades de medida**

En esta opción se ingresan los códigos de las unidades de medida asociada a las diferentes cantidades medibles utilizadas en el Sistema. Por ejemplo: temperatura, presión, voltaje.

**Figura 58. Registro de unidades**

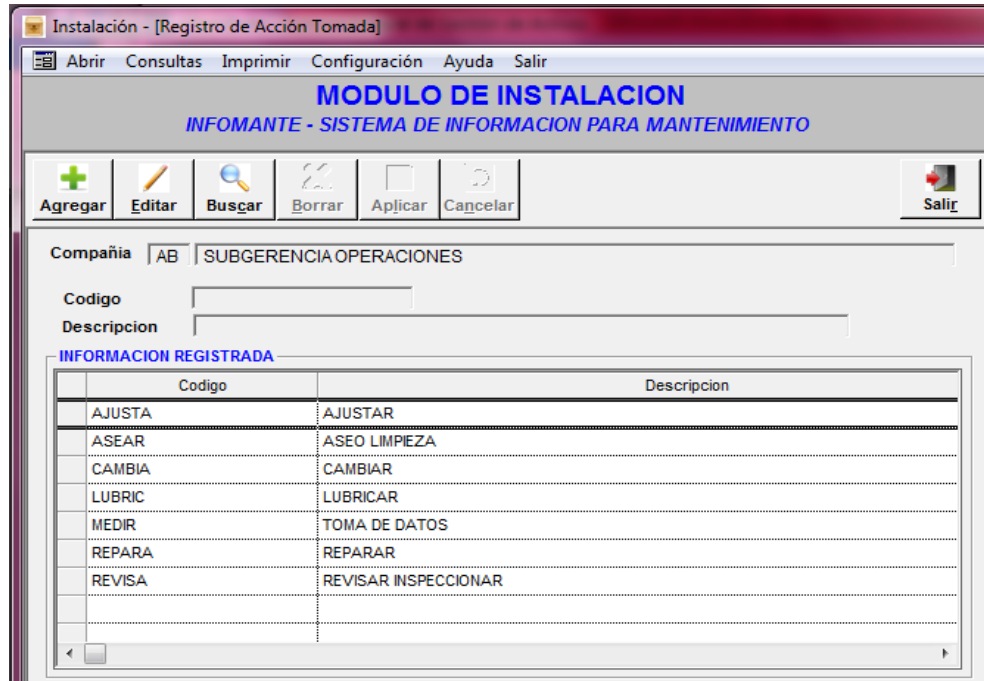


Fuente: Autores

- **Acción tomada**

En esta opción se codifican las actividades realizadas en un trabajo de mantenimiento. Su uso asociado con el código de intervención define qué tipo de labor o tarea se realizó. Ejemplo: Cambiar, reparar, lubricar, calibrar, maquinar, tomar muestra, entre otros.

**Figura 59. Registro de acción tomada**



Fuente: Autores

- **Tareas de mantenimiento**

En esta opción se ingresan los datos de las labores rutinarias o esporádicas normalizadas y ejecutadas en mantenimiento. Ejemplo: Cambio de aceite de automóvil, limpieza de chimenea, cambio de escobillas de motor.

Para ingresar las tareas de mantenimiento se deben grabar inicialmente el componente intervenido, la acción tomada y el código de seguridad, ya que el sistema valida la existencia de los mismos.

**Figura 60. Actualización tareas de mantenimiento**



Instalación - [Actualización tareas de mantenimiento]

Abrir Consultas Imprimir Configuración Ayuda Salir

**MODULO DE INSTALACION**  
INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

Primero Anterior Siguiente Ultimo Agregar Borrar Buscar Aplicar Cancelar Salir

**Tarea de Mantenimiento**

**Codigo** CAMBIO

**Descripción** CAMBIO DE RESORTE

**Componente Int.** ALTER ALTERNADOR

**Accion Tomada** CAMBIA CAMBIAR

**Seguridad** AVISO AVISO EQUIPO EN MANTENIMIENTO

**Valor Estandar**

**Unidad Medida** cm **Valor Unitario** \$ 15.000,00

**Fecha Vigencia** 16/07/2008

Fuente: Autores

En el valor estándar por tarea se ingresan los valores asignados a las tareas de mantenimiento. Así al planear una labor de mantenimiento se puede tener una aproximación de su costo.

- **Tipos de paro**

Se ingresan los códigos que permiten tener estandarizadas las opciones establecidas en las que se puede indicar la detención de los equipos para intervenciones de mantenimiento, se emplea la opción de manejo de este tipo de datos.

Indica la oportunidad de determinación de los equipos para intervenciones de mantenimiento. Ejemplo: Paro forzoso, en marcha, etc.

**Figura 61. Registro tipos de paro**



Fuente: Autores

- **Planes de trabajo**

Por esta opción se ingresan los planes de trabajo que se encargan de detallar una labor o procedimiento indicando su código, su descripción y los equipos o sistemas en los que se realiza.

En él se relacionan las etapas sucesivas en las que se detallan los pasos, recomendaciones de la herramienta, se realiza un estimativo o indicativo de duración, se incluyen las recomendaciones específicas de seguridad industrial, calibraciones o verificaciones requeridas.

El tener los planes de trabajo en el sistema, nos sirve para estandarizar la ejecución de las labores de mantenimiento, logrando que el conocimiento no sea particular, sino que esté al alcance de todo el personal.

Figura 62. Planes de trabajo

The screenshot shows a software window titled 'Instalación - [Planes de Trabajo]'. The main header is 'MODULO DE INSTALACION' with the subtitle 'INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO'. Below the header is a toolbar with icons for navigation and actions: 'Primero', 'Anterior', 'Siguiente', 'Ultimo', 'Agregar', 'Renumerar', 'Borrar', 'Buscar', 'Aplicar', 'Editar', and 'Salir'.

The 'Plan de Trabajo' section contains the following fields:

- Código: BOM004
- Descripción: PROCEDIMIENTO INSPECCION SEMANAN BOMBAS VIT
- Equipos: BOMBAS VERTICALES
- Fecha Creación: 11/06/2013
- Responsable: OPERADORES MANTENIMIENTO
- Fecha Revisión: 11/06/2013
- Aprobador: HZG
- HERMES ZAMBRANO GOM

The 'Etapas' section includes fields for 'No.Etapa', 'Descripción', 'Herramientas', 'Duracion (HH:MM)', and 'Observaciones'.

No Etapa	Descripción	Herramientas	Tiempo	Observaciones
1	REVISAR FUGAS, VIBRACIÓN Y TEMPERA	ANALIZADOR VIBRACION	0,83	CON LA BOI
2	INSPECCION OBTURACION, NO FUGAS Y C	NA	0,83	INPECCIONE:
3	VERIFIQUE FUGAS EMPAQUETADURA	NA	0,42	MAXIMA DO
4	VERIFIQUE NIVEL Y ESTADO ACEITE LUBR	NA	0,42	ADICIONE O
5	AJUSTE DE EMPAQUETADURA SI ES NECE	LLAVE DE 3/8"	0,83	SEGUN PRO
6	6.1 AJUSTE TUERCAS DEL CASQUILLO UN	LLAVE 3/8"	0,08	VERIFIQUE C

Fuente: Autores

**6.2.2.4 Modulo de equipos.** El objetivo de ingresar los equipos al sistema es conocer cuántos recursos físicos e instalaciones de cada tipo existen en la empresa, y así mejorar las labores de planeación y el montaje de un sistema de mantenimiento, este conocimiento se refiere a los siguientes aspectos:

- Información técnica acerca de las características estructurales, funcionales, dimensionales, de fabricación e instalación.
- Tipo, cantidad de repuestos, materiales instalados, observaciones o comentarios adicionales.
- Equipos/Subconjuntos asociados
- Catálogos y planos asociados

La información a recopilar se consigue con los siguientes documentos fuentes:

- Inventario de equipos
- Registro del equipo o ficha técnica
- Registro de atributos, características de equipos
- Asociación de planos a equipos
- Asociación de repuestos a equipos e instalaciones
- Observaciones generales
- Inventario de equipos

Con el fin de realizar una alimentación en el módulo de equipos, es necesario seguir los siguientes pasos:

- Definir la codificación de los equipos
- Recopilar la información de las tablas básicas
- Realizar inventario de equipos
- Recopilar las fichas técnicas de los equipos y subconjuntos
- Definir los asociados de equipos/subconjuntos, repuestos y planos/catálogos
- Dividir la empresa en áreas operativas, sistemas, equipos y subconjuntos, y así poder tener mejor conocimiento de la organización.
- Identificar las clases o familias de equipos.

A continuación se describen los puntos mencionados con el fin de lograr que la captura de información se realice de la forma correcta.

### **Registro de Información**

Cuando se ingresa al módulo de equipos se despliega el siguiente menú:

**Figura 63. Módulo de Equipos**

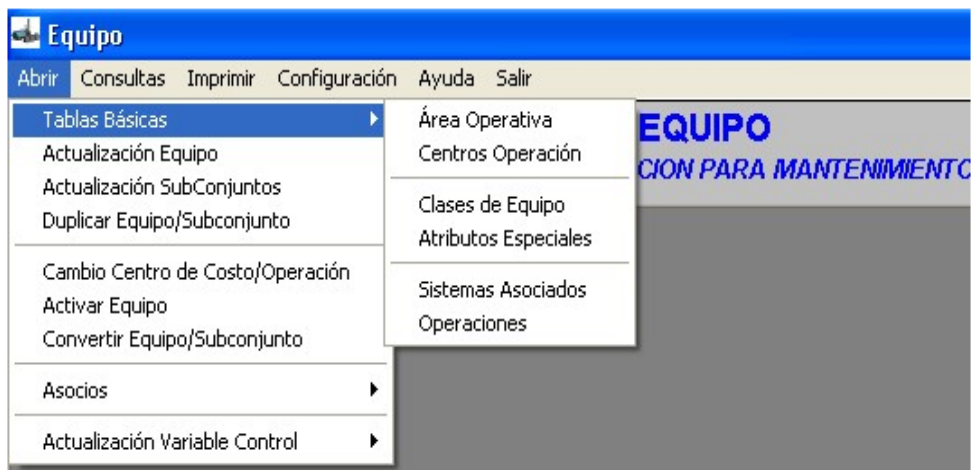


Fuente: Autores

➤ **Tablas básicas**

Las tablas básicas son los datos predefinidos que se ingresan al sistema y forman parte de la información de los equipos. Constan generalmente de un código y una descripción, sirven para estandarizar y organizar la información de tal forma que sea de fácil consulta para los usuarios.

**Figura 64. Tablas básicas**



Fuente: Autores

- **Área Operativa**

Es la primera gran división de la Compañía, indica las divisiones funcionales de la empresa, tales como distritos, producción, servicios industriales, etc.

**Figura 65. Registro áreas operativas**

The screenshot shows a software window titled 'Equipo - [Registro de Áreas Operativas]'. The menu bar includes 'Abrir', 'Consultas', 'Imprimir', 'Configuración', 'Ayuda', and 'Salir'. The main header reads 'MODULO DE EQUIPO' and 'INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO'. Below this is a toolbar with icons for 'Agregar', 'Editar', 'Buscar', 'Borrar', 'Aplicar', 'Cancelar', and 'Salir'. The form contains the following fields:

- Compañía:** AB | SUBGERENCIA OPERACIONES
- Codigo:** 2.5
- Descripcion:** SERVICIOS INDUSTRIALES

Below the form is a table titled 'INFORMACION REGISTRADA' with the following data:

Codigo	Descripcion
1.1	ENTRADA
1.2	TRATAMIENTO
1.3	SALIDA
1.4	SERVICIOS INDUSTRIALES
2.5	SERVICIOS INDUSTRIALES

Fuente: Autores

- **Centros de Operación**

En esta opción se ingresa el centro de operación para mantenimiento.

Figura 66. Registro de centros de operación

Equipo - [Registro de Centros de Operación]

Abrir Consultas Imprimir Configuración Ayuda Salir

**MODULO DE EQUIPO**  
INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

Agregar Editar Buscar Borrar Aplicar Cancelar Salir

Compañía AB SUBGERENCIA OPERACIONES

Código   Inactivo

Descripción

Identificación  Código Alterno

**INFORMACION REGISTRADA**

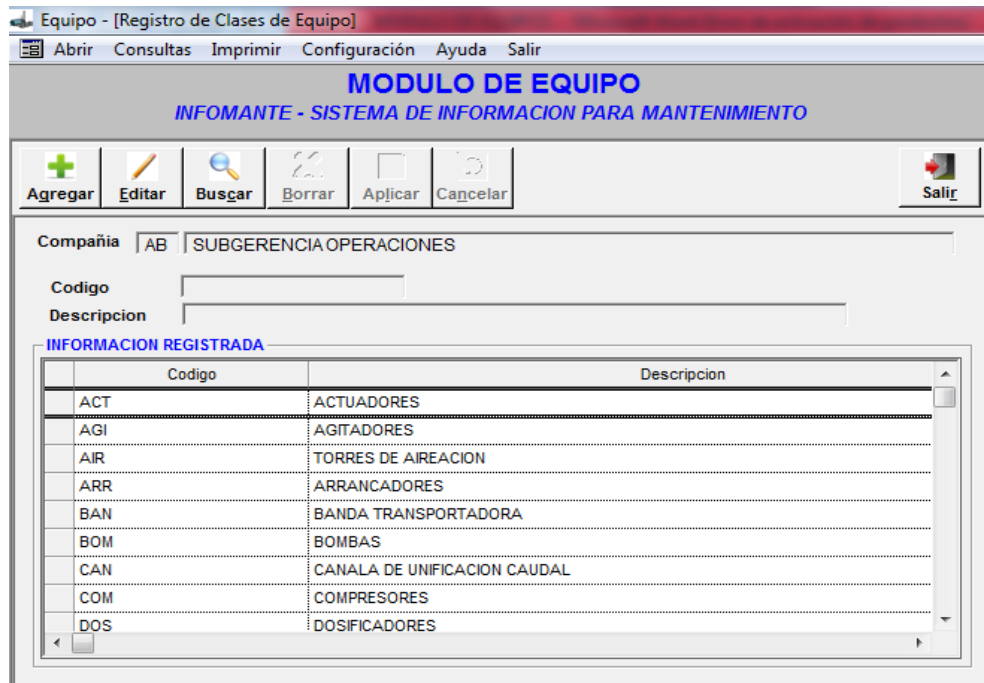
	Código	Descripción	Inactiv	Identificación	Código Alterno
	1	ACUEDUCTO	N		
	2	ALCANTARILLADO	N		
	3	ASEO	N		

Fuente: Autores

- **Clases de Equipos**

En esta opción se indican las familias, grupos y subgrupos de equipos para la asignación de características específicas. Ejemplo: reductores, motores, bombas, compresores, entre otros.

Figura 67. Registro de clases de equipo



Fuente: Autores

- **Atributos Especiales**

Sirve para completar la información técnica de los equipos, manteniendo el listado de los parámetros técnicos que son necesarios como información de los equipos.

**CLASE DE EQUIPO:** Se selecciona de la tabla de clases, la clase a la cual se le van a asociar los atributos

**NOMBRE ATRIBUTO:** Nombre que identifica el atributo, consta de un campo de 15 caracteres alfanuméricos.

**DESCRIPCION/AYUDA:** En este campo se amplía la información del atributo, o se coloca una ayuda sobre la forma de ingresarlo, medirlo en el sitio, o interpretarlo, consta de un campo de 60 caracteres alfanuméricos.

**UNIDAD DE MEDIDA:** Indica la unidad de medida de cada atributo, esta está previamente ingresada en una tabla.

**Figura 68. Atributos de equipo**

The screenshot shows a software window titled 'Equipo - [Atributos de equipo]'. The menu bar includes 'Abrir', 'Consultas', 'Imprimir', 'Configuración', 'Ayuda', and 'Salir'. The main header reads 'MODULO DE EQUIPO' and 'INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO'. Below this is a toolbar with buttons for 'Primero', 'Anterior', 'Siguiete', 'Ultimo', 'Agregar', 'Borrar', 'Buscar', 'Aplicar', 'Editar', and 'Salir'. The main area contains a form with the following fields:

- Compania: AB | SUBGERENCIA OPERACIONES
- CLASE DE EQUIPO
- Clase Equipo:  BOM |  BOMBAS
- ATRIBUTOS
- Nombre Atributo: [dropdown]
- Unidad de Medida: [dropdown]
- Descripcion / Ayuda: [text field]
- ATRIBUTOS DEFINIDOS

Atributo	Descripción	Unidad
CABEZA	CABEZA DE PRESION	PSI
CAUDAL	CAUDAL NOMINAL A 2200 RPM	GPM

Fuente: Autores

- **Sistemas Asociados**

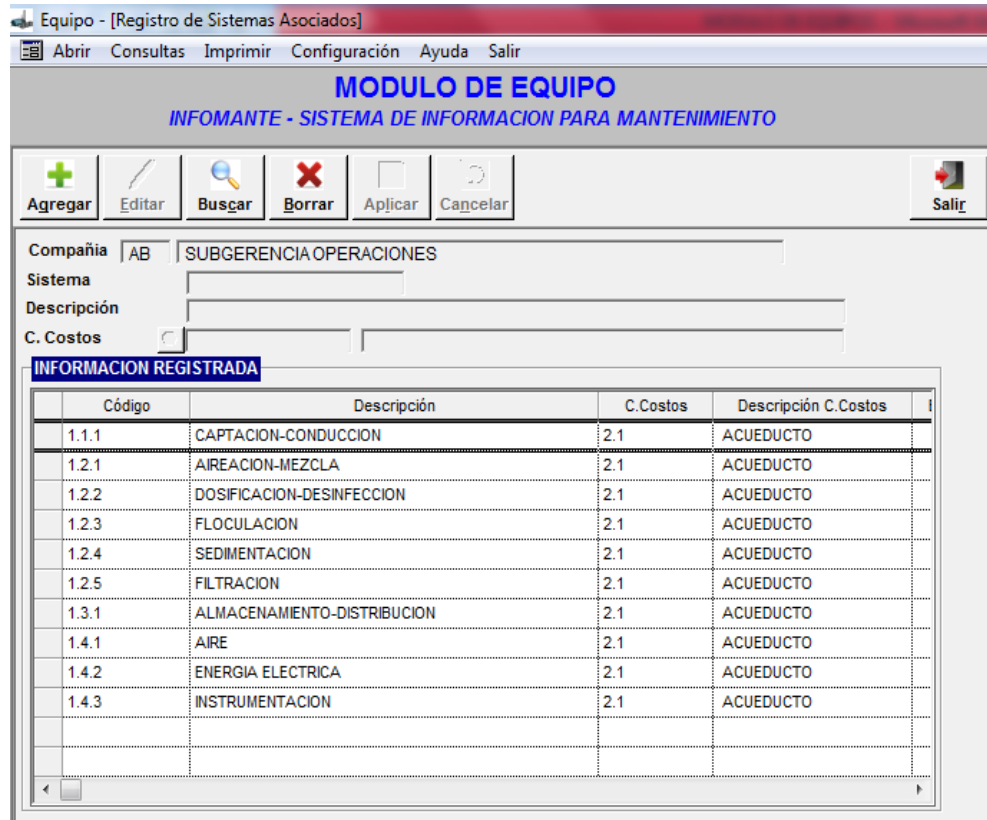
Es un conjunto de activos, arreglados de tal forma que proveen un producto o servicio determinado, generalmente indica los procesos de producción o servicios que ofrece la empresa.

En esta opción se codifican los sistemas, subsistemas, líneas, secciones o áreas que agrupan equipos, en ellas se pueden identificar todos los espacios físicos facilitando el mantenimiento locativo.

Para ingresar sistemas asociados, deben estar creados previamente los centros de costos a los cuales debe estar asociado el sistema.

Cada sistema asociado puede ser tratado como equipo, para ello cuando se graba el registro se puede dar la opción de pasar a equipo.

**Figura 69. Registro de sistemas asociados**



Fuente: Autores

➤ **ACTUALIZACIÓN DE EQUIPOS/ SUBCONJUNTOS**

**ACTIVO (EQUIPO)**

Es un conjunto de componentes, arreglados de tal forma que realizan una función determinada en un sistema.

**ACTIVO PADRE**

Identifica un activo principal del sistema, generalmente el activo principal del sistema es el activo que tiene incorporado el dispositivo de medida de la variable

de control del sistema (Horómetro, Odómetro, Contador, etc.). Dentro de un sistema pueden existir varios equipos padre.

### **ACTIVO HIJO - SUBCONJUNTO**

Activo asociado a un equipo padre, es un componente que se puede reemplazar de la máquina cuando falla, y que puede ser reparado y puesto en funcionamiento nuevamente, por lo que es conveniente registrarle una ficha técnica y llevarle registros de mantenimiento independientemente del equipo padre. Ej: motor, bomba, armario eléctrico, turbina, etc.

En esta opción se crean, se retiran y se actualiza la información de los equipos, sistemas o subconjuntos a los cuales se le van a ejercer actividades de Mantenimiento.

Para su ingreso, el sistema valida la existencia de los países, proveedores, sistemas, prioridad, centros de costo y clase del subconjunto o parte ingresados en el módulo de instalación.


Figura 70. Actualización equipos/subconjuntos

The screenshot shows a software window titled 'Equipo - [Actualización de Subconjuntos]'. The main header is 'MODULO DE EQUIPO' and the subtitle is 'INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO'. Below the header is a navigation bar with buttons: 'Primero', 'Anterior', 'Siguiete', 'Ultimo', 'Agregar', 'Retirar', 'Buscar', 'Aplicar', 'Cancelar', 'Inactivar', and 'Salir'. The main form contains the following fields:

- Compañía: AB | SUBGERENCIA OPERACIONES
- Código Subconjun: BOMV001 | No. Activo Fijo: ND
- Descripción: BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL 375 L/S
- DATOS PREDEFINIDOS**
  - Pais: ALE | ALEMANIA
  - Sistema: 1.1.1 | CAPTACION-CONDUCCION
  - Proveedor: ND
  - C.Costos: 2.1 | ACUEDUCTO
  - C.Operación: 1 | ACUEDUCTO
  - Area Oper.: 1.1 | ENTRADA
  - Prioridad: A | EQUIPOS CRITICOS
  - Clase: BOM | BOMBAS
- DATOS FUNCIONALES**
  - Ubicación: 1.1.1.1 CASA BOMBA BOCATOMA | Disponibilidad: 24 | 0
  - Tipo: CENTRIFUGA VERTICAL | (A)ctivo - (I)nactivo - (R)etirado: A
  - Función: TRASIEGO AGUA CRUDA | Cod. Alterno: AZUL
  - Responsable: PROFESIONAL 3 OPERACIONES | Vlr. Compra: \$ 200.000.000,00
- DATOS FABRICANTE**
  - marca: GOULD PUMPS | Modelo: 20 GLC
  - Fabricante: ITT INDUSTRIES | Serie: 527942-5
- FECHAS**
  - Año Fabricación: | Fecha Instalado: 07/05/2006 | Fecha Retiro: |
  - Var. Control: | Garantía: | Fecha Garantía: |
- CATALOGO / EQUIPO PADRE**
  - Equipo Padre: BOM001 | BOMBA VERTICAL
  - Catalogo: |

Fuente: Autores

### Pasos para agregar o crear un Equipo o Subconjunto:


1. Dar clic en la opción  **Agregar**
2. Se deben tener creados los siguientes ítems, para seleccionarlos:
  - País (Módulo Seguridad o Instalación)
  - Sistema
  - Proveedor (Módulo Instalación)
  - Centro de Operación
  - Centro de Costos (Módulo Instalación)
  - Área Operativa
  - Prioridad (Módulo Instalación)
  - Clase de Equipo

- *Variable de Control (Módulo Instalación)*

### 3. Diligenciar la información

- *Código Equipo*
- *No. Activo Fijo*
- *Descripción*
- *Ubicación*
- *Disponibilidad*
- *Tipo*
- *Función*
- *Código Alterno / Placa*
- *Responsable*
- *Color / Forma*
- *Valor Compra*
- *Valor Actual*
- *Marca*
- *Modelo*
- *Serie*
- *Fabricante*
- *No. Pedido*
- *Año Fabricación*
- *Fecha Pedido*
- *Fecha Recibido*
- *Fecha Instalado*
- *Fecha Garantía*
- *Unidad de Longitud*
- *Ancho*
- *Alto*
- *Largo*
- *Unidad de Capacidad*

- *Capacidad Actual*
- *Capacidad Máxima*
- *Unidad de Peso*
- *Peso de Equipo*
- *Equipo Padre*
- *Catálogo*

4. Teniendo toda la información diligenciada, se procede a dar clic en  , para guardarlo.

- **CARACTERÍSTICAS**

Ingresando por la opción de **ACTUALIZACIÓN EQUIPO/SUBCONJUNTO** en la parte superior muestra la opción de características que permiten complementar la información técnica del equipo o subconjunto, por medio de esta opción, se puede ingresar toda la información especial y adicional relacionada con las familias y atributos creados anteriormente.

Permite ingresar un número ilimitado de características por cada equipo de acuerdo a los atributos por clase de equipo. Una vez se ingresa, el sistema muestra los atributos creados a cada familia de equipos, para que sean ingresados.

Las características pueden ingresarse con un valor o significado, sin que sea obligatoria su creación. Ejemplo: relación de potencia, revoluciones por minuto, caudal, entre otros.

Figura 71. Características de equipos

Atributo	Descripción	Unidad	Valor Atributo
CABEZA	CABEZA DE PRESION	PSI	
CAUDAL	CAUDAL NOMINAL A 2200 RPM	GPM	

Fuente: Autores

- **OBSERVACIONES**

Ingresando también por **ACTUALIZACIÓN EQUIPO** o **ACTUALIZACION SUBCONJUNTO** muestra en la parte superior de la pantalla la opción para ingreso de **OBSERVACIONES** o comentarios importantes acerca del equipo, su ingreso es en forma de texto.

### Documentos anexos

En esta opción se asocian a la actividad los archivos que permiten tener una mayor información del equipo o subconjunto. La funcionalidad es similar a la utilizada en los link o attached, por ello se pueden relacionar todas las rutas de accesos que conduzcan a una mayor ilustración del equipo.

**Figura 72. Documentos anexos**

The screenshot shows a web-based application window titled 'Equipo - [Documentos Anexos]'. The menu bar includes 'Abrir', 'Consultas', 'Imprimir', 'Configuración', 'Ayuda', and 'Salir'. The main header reads 'MODULO DE EQUIPO' and 'INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO'. Below the header is a toolbar with buttons for 'Agregar' (Add), 'Borrar' (Delete), 'Aplicar' (Apply), 'Editar' (Edit), 'Cancelar' (Cancel), and 'Salir' (Exit). The form contains the following fields:

- Compañía:  SUBGERENCIA OPERACIONES
- INFORMACIÓN GENERAL**
- EQUIPO:
- Descripción:
- ARCHIVO ASOCIADO**
- Archivo:
- Nombre:  Copiar Archivo

Archivo	Nombre
C:\USERS\DX\DROPBOX\PROYECTO PLAN MTT\MANUALES DE MANTENIMIENTO\MPB...	MANUAL DE MANTENIMIENTO


Fuente: Autores



## CONVERTIR EQUIPO A SISTEMA

En esta opción se permite convertir el equipo en un sistema asociado, Infom@nte lo hace de manera automática al seleccionar la opción.

## DUPLICAR EQUIPO/SUBCONJUNTO

En esta opción se pueden duplicar equipos que tengan información similar, para

hacerlo se utiliza  el código del equipo que se desea duplicar, se elige la

opción  **Duplicar** y se digita el código del nuevo equipo en el recuadro azul, mediante la función  **Aplicar** se confirma el proceso.

## **CONVERTIR EQUIPO/SUBCONJUNTO**

Permite convertir un equipo en subconjunto y un subconjunto en equipo, para hacerlo, se selecciona el equipo o subconjunto y se ubica el cursor en el campo **E/S**. Dependiendo del cambio se digita la letra correspondiente en el campo y

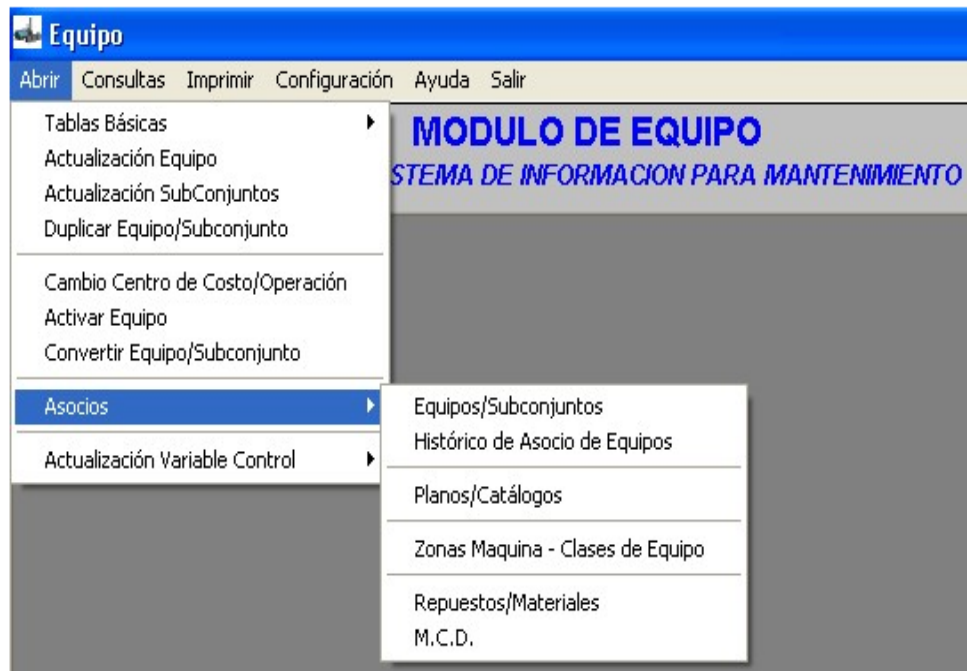
después se digita  **Aplicar** para confirmar:

### ➤ **ASOCIOS**

En esta opción se permite realizar las diferentes asociaciones que se requieren en cada equipo.

Cuando se ingresa a la opción, se muestra una pantalla principal donde se escoge el tipo de asociación que se desee realizar.

**Figura 73. Asocios**



Fuente: Autores

- **ASOCIO EQUIPOS/SUBCONJUNTOS**

En esta opción se define la jerarquización de la empresa, se especifica cual es el equipo principal y cuales los equipos o subconjuntos complementarios de este, estos equipos complementarios también pueden tener asociados otros equipos o subconjuntos que les apoyen en su función.

**Figura 74. Asocio de equipos/subconjuntos**

Equipo - [Asociación de Equipos/Subconjuntos]

Abrir Consultas Imprimir Configuración Ayuda Salir

**MODULO DE EQUIPO**  
**INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO**

Compania  SUBGERENCIA OPERACIONES  
 Fecha Asocio / Desasocio :

**EQUIPO/SUBCONJUNTO PADRE**

Equipo Padre  BOMBA VERTICAL  
 Equipo/Subconjunto  Ubicacion   
 Sistema  CAPTACION-CONDUCCION  
 Centro Costos  ACUEDUCTO

**EQUIPO/SUBCONJUNTO ASOCIADO**

Zona Maquina   
 Equipo   
 Equipo/Subconjunto  Ubicacion   
 Sistema   
 Centro Costos

**EQUIPOS/SUBCONJUNTOS ASOCIADOS**

Zona	Descripcion Zona	Equipo Hijo	Equipo/Subco	
BOMBA	BOMBA	BOMV001	S	BOMB
MOTOR	SISTEMA MOTRIZ	MOTV001	S	MOTO

Si desea borrar un equipo de la asociación, en el detalle seleccione el equipo a borrar y confirme con el botón de aplicar.

Fuente: Autores

- ASOCIO PLANOS/CATÁLOGOS**

Esta opción define el asocio a los equipos de los planos o catálogos que les correspondan y que estén ingresados en el sistema. Esta información es útil para facilitar la ubicación del plano o catalogo correspondiente a cada equipo.

**Figura 75. Asociación planos/catálogos**

The screenshot shows a software window titled 'Equipo - [Asociación planos/catálogos]'. The menu bar includes 'Abrir', 'Consultas', 'Imprimir', 'Configuración', 'Ayuda', and 'Salir'. The main header reads 'MODULO DE EQUIPO' and 'INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO'. Below this is a toolbar with buttons for 'Primero', 'Anterior', 'Siguiente', 'Ultimo', 'Nuevo', 'Agregar', 'Borrar', 'Buscar', 'Aplicar', 'Editar', and 'Salir'. The form contains the following fields:

- Compania: AB SUBGERENCIA OPERACIONES
- DATOS DEL EQUIPO / SUBCONJUNTO**
  - Equipo/Subconjunto: BOMH002 (BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL)
  - Sistema: 1.2.4 (SEDIMENTACION)
  - Placa: ND
  - Serie: ND
- CATALOGO/PLANO**
  - Catalogo/Plano: (empty)
  - Ubicacion: (empty)
- CATALOGOS/PLANOS ASOCIADOS**

Plano/Catálogo	Descripción	Tipo
MPBOMH-01	MANUAL PREVENTIVO BOMBA CENTRIFUGAS HORIZONTALES	C ND

Fuente: Autores

**6.2.2.5 Módulo de actividades estándar.** En el Módulo de **actividades estándar**, se puede ingresar toda la información referente a las actividades que generan trabajos de mantenimiento, permite documentarla en forma completa y con los respectivos asociados de tareas, repuestos, materiales y oficios.

**Objetivos**

- Estandarizar las labores de mantenimiento para cada clase de equipo
- Conocer el presupuesto para cada actividad a ingresar en el plan de mantenimiento.

- Realizar oportunamente las gestiones necesarias para los recursos de la actividad.

**Figura 76. Módulo Actividad estándar**



Fuente: Autores

**Tipo de Actividad:** Las actividades de mantenimiento pueden ser clasificadas en: Actividades Tipo Ruta, Tipo Orden de Trabajo o Tipo Condicional.

- **Ruta:** Una ruta de mantenimiento es un trabajo sistemático que se realiza con el equipo en funcionamiento, no requiere realizar cambio de repuestos y se respalda mediante un procedimiento de ejecución. Por ejemplo, Rutas de lubricación, inspección, limpieza, ajustes, etc.
- **Orden de Trabajo:** Una actividad tipo orden es un trabajo sistemático o reparación que generalmente requiere paro del equipo, a los cuales se programan cambios de repuestos y puede tener asociadas más de una tarea a ejecutar en el equipo.
- **Condicional:** Es una actividad diseñada de la misma forma que las de tipo orden, sólo que no se ingresa al plan de mantenimiento con una frecuencia, se crea para ejecutar en el momento en que el equipo presente una condición especial.


## ➤ ABRIR


En esta opción es donde se realiza el ingreso de todos los datos correspondientes a este módulo

**Figura 77. Abrir**



Fuente: Autores

En esta pantalla se crea la actividad con la función  **Agregar**, para ello se debe haber creado los códigos correspondientes a tipo de Paro, tipo de trabajo y plan de trabajo; para esto es necesario determinar si la actividad a crear es tipo (R) ruta,

(O) orden y (C) condicional, para agregar se utiliza la función  **Aplicar**, se puede crear la actividad y después establecer los asociados.

Las actividades tipo orden establecen un asocio de tareas de mantenimiento que fueron codificadas en el módulo de instalación, recordando que estas actividades tipo orden quedan registradas en la hoja de vida de los equipos a diferencia de las tipo ruta.

Las actividades tipo ruta permiten establecer asocio de planes de mantenimiento creados anteriormente en el módulo de instalación.

**Figura 78. Actualización de actividades estándar**

Fuente: Autores

La actividad a crear, se puede asociar a tareas, herramientas, oficios, repuestos/materiales, materiales de cargo directo y documentos anexos por medio del menú de socios ubicado en la parte superior.

**Figura 79. Actualización de actividades estándar**



Fuente: Autores

### **Asocio de tareas**

Cada actividad, tipo orden o tipo condicional, tienen definidas las intervenciones que se van a realizar, definidas como tareas; las tareas son las labores rutinarias o esporádicas normalizadas ejecutadas en mantenimiento, corresponde a la acción que se desarrollará sobre el componente.

Para este asocio debe estar previamente creada la tarea y tener definido los códigos de tipo de trabajo, síntoma, plan de trabajo y plano/catálogo que son validables; además debe definirse el tipo de ejecución (I) interna o (E) externa y el tipo de cargo (R) repuesto, (M) mano de obra y (O) otros. Asimismo, el tiempo de duración es en hora y fracción de hora.

**Figura 80. Asocio de tareas a actividad estándar**

Actividad: BOMH-A-01 | MANTENIMIENTO BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL

**TAREA A ASOCIAR**

No. Tarea: 1  
 Codigo Tarea: DES001 | DESMONTE DEL EQUIPO  
 Zona Maquina: BOMBA | BOMBA  
 Tipo Trabajo: COR | CORRECTIVO  
 Sintoma: ND | NO DISPONIBLE  
 Plan Trabajo: BOM001 | DESMONTE DE BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL  
 Plano / Catalogo: MPBOMH-01 | MANUAL PREVENTIVO BOMBA CENTRIFUGAS HORIZON  
 Número Ejecuciones: 1,00 | Tiempo Duración: 0 | 0

**TAREAS ASOCIADAS**

No. Tarea	Tarea	Descripción	Zona	No. Ejecución	Duración Ta	Valor Unita
1	DES001	DESMONTE DEL EQUIPO	BOMBA	1,00	0,00	0,00

Fuente: Autores

**Asocio de herramientas a la actividad:** A cada actividad, del tipo que sea, se le pueden definir las herramientas mayores que se requieran para la ejecución de las tareas.

**Asocio de oficios a la actividad:** A cada actividad, sea de tipo orden, ruta o condicional, se le definen los cargos de los oficios que deben realizar la ejecución de las tareas de mantenimiento.

**Asocio de repuestos/materiales a la actividad:** A cada actividad, sea de tipo orden, ruta o condicional, se le definen los repuestos necesarios para la ejecución de las tareas de mantenimiento.

**Asocio de materiales de cargo directo a la actividad:** Se asocian a la actividad, sea tipo orden, ruta o condicional, aquellos materiales que no están catalogados en el inventario de repuestos, con el fin que el presupuesto del costo de la actividad y los recursos necesarios puedan ser identificados con anticipación a la ejecución.

**Asocio de documentos anexos a la actividad:** Se asocian a la actividad, sea tipo orden, ruta o condicional, los documentos necesarios para la correcta ejecución de la actividad

**6.2.2.6 Modulo plan de mantenimiento.** Este módulo de **PLAN DE MANTENIMIENTO** permite estructurar un plan para prevenir fallas y realizar un seguimiento de los equipos; para ello emplea actividades genéricas y específicas con la mano de obra estimada, los materiales y sus procedimientos o planes de trabajo.

Con base en lo anterior se generan planes de mantenimiento sistemáticos, teniendo en cuenta las frecuencias, tiempo de duración de actividades, tipo de actividad, recursos y fechas de generación del plan.

**Figura 81. Módulo Plan de mantenimiento**



Fuente: Autores

- **TABLAS BÁSICAS**

En esta opción se codifican los datos básicos necesarios para la ejecución de los procesos del módulo de plan en **Infom@nte**<sup>®</sup> y se ingresan en tablas que serán validables durante el proceso.

**Figura 82. Tablas básicas**



Fuente: Autores

## **ASOCIAR ACTIVIDAD-EQUIPO**

En esta opción, una vez creada la actividad y sus recursos como tareas, oficios, observaciones, y demás, se asocian los equipos seleccionados para la ejecución de la actividad.

El proceso de asociación de actividades, consiste en escoger una actividad mediante consulta o digitando el código si se conoce y luego se elige mediante consulta o se digita el código del equipo al cual se va a realizar.

A continuación debe digitarse la frecuencia con la cual se desea intervenir este equipo con cada actividad y se da un **I.E.D.** (Incremento Estimado Diario) de trabajo del equipo.

Este proceso puede repetirse con el número de equipos para el cual se quiera asociar la actividad, cada uno con su **I.E.D.** correspondiente, al igual que con su fecha de inicialización.

Figura 83. Asocio de equipos a actividad estándar

Plan Mantenimiento - [Asocio de Equipos a Actividades Estandar]

Abrir Consultas Imprimir Configuración Ayuda Salir

**MODULO DE PLAN DE MANTENIMIENTO**  
 INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

**INFORMACION ACTIVIDAD**

Actividad

Tipo (R/O/C)  Tiempo Estimado  Dias  Generada (S/N)

Descripcion Completa

**FRECUENCIA**

Frecuencia  Valor Frecuencia  Variable Control

I.E.D.  Fecha Inicio  Valor Inicio PM

**INFORMACION CONSULTA DE EQUIPOS**

Area Operativa  Equipo

Descripcion

Sistema  Ubicacion

Clase Equipo

C.Costos  Cap.Act.

Gen	Fecha Inicio	Equipo	Descripción Equipo	Actividad	Frecuencia	I.E.D.	Desc
S	30/09/2013	BOMH001	BOMBA HORIZONTAL CENTRIFUGA	BOMH-A-01	A	1,00	MANTENIMIENTO
S	22/10/2013	BOMH002	BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL	BOMH-A-01	A	1,00	MANTENIMIENTO
S	20/10/2013	BOMP001	BOMBA DISTRIBUIDOR DE SULFATO	BOMP-A-01	A	1,00	MANTENIMIENTO
S	22/10/2013	BOMP002	BOMBA DISTRIBUIDOR DE SULFATO	BOMP-A-01	A	1,00	MANTENIMIENTO
S	24/10/2013	BOMP003	BOMBA DISTRIBUIDOR DE SULFATO	BOMP-A-01	A	1,00	MANTENIMIENTO
S	28/10/2013	BOMP004	BOMBA DISTRIBUIDOR DE SULFATO	BOMP-A-01	A	1,00	MANTENIMIENTO
S	11/11/2013	BOMP007	BOMBA DISTRIBUIDOR DE PERCLORATO	BOMP-A-01	A	1,00	MANTENIMIENTO
S	12/11/2013	BOMP008	BOMBA DISTRIBUIDOR DE PERCLORATO	BOMP-A-01	A	1,00	MANTENIMIENTO
S	05/08/2013	BOMV001	BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL	BOMV-3M-02	3M	1,00	MANTENIMIENTO
S	05/08/2013	BOMV002	BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL	BOMV-3M-02	3M	1,00	MANTENIMIENTO
S	05/08/2013	BOMV003	BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL	BOMV-3M-02	3M	1,00	MANTENIMIENTO

Fuente: Autores

## INICIALIZACIÓN ACTIVIDADES

En esta opción, puesto que una planeación adecuada no asignaría el inicio de todas las labores en una misma fecha para diferentes equipos, la aplicación permite usar esta pantalla para ingresar qué día dentro del plan de mantenimiento se va a comenzar cada actividad sistemática.

Aquí el sistema muestra cada equipo con sus actividades asociadas, o puede escogerse un rango de equipos, para que se ingrese la primera fecha en la cual se va a realizar cada una de las actividades.

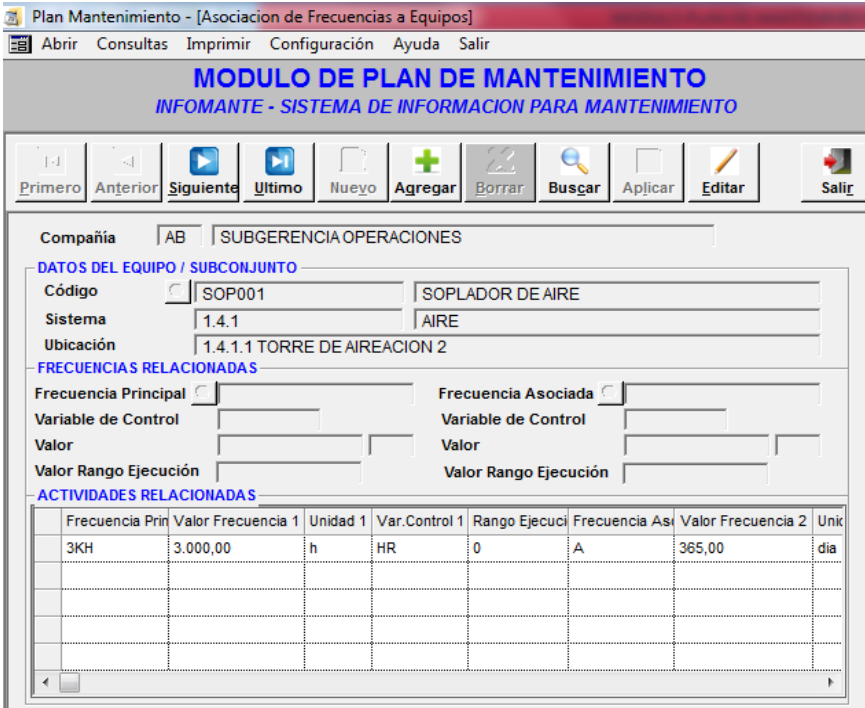
El sistema presenta por defecto como fecha de inicio de la actividad la fecha de

inicio del plan, para confirmarla se digita  y para modificarla se sobrescribe conservando el formato.

## FRECUENCIAS RELACIONADAS

En esta opción se pueden relacionar a un mismo equipo dos (2) frecuencias para que gobierne el mantenimiento. Se trata de relacionar frecuencias con diferentes variables de control, de tal manera que la primera que se cumpla permita que se realice la actividad planeada. Por ejemplo, si tenemos que hacer actividades de mantenimiento a vehículos, le podemos relacionar por kilómetros recorridos o por días transcurridos, de esa forma la primera que llegue al valor propuesto sea a la que se le genere la respectiva orden de trabajo.

**Figura 84. Asociación de frecuencias a equipos**



Plan Mantenimiento - [Asociación de Frecuencias a Equipos]

Abrir Consultas Imprimir Configuración Ayuda Salir

**MODULO DE PLAN DE MANTENIMIENTO**  
 INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

Primero Anterior **Siguiente** Ultimo Nuevo **Agregar** Borrar Buscar Aplicar Editar Salir

Compañía AB SUBGERENCIA OPERACIONES

**DATOS DEL EQUIPO / SUBCONJUNTO**

Código SOP001 SOPLADOR DE AIRE  
 Sistema 1.4.1 AIRE  
 Ubicación 1.4.1.1 TORRE DE AIREACION 2

**FRECUENCIAS RELACIONADAS**

Frecuencia Principal Frecuencia Asociada  
 Variable de Control Variable de Control  
 Valor Valor  
 Valor Rango Ejecución Valor Rango Ejecución

**ACTIVIDADES RELACIONADAS**

Frecuencia Prin	Valor Frecuencia 1	Unidad 1	Var.Control 1	Rango Ejecuci	Frecuencia Asi	Valor Frecuencia 2	Unk
3KH	3.000,00	h	HR	0	A	365,00	dia

Fuente: Autores

- **PLAN DE MANTENIMIENTO**

En esta opción se tiene un menú en el cual se pueden escoger los diferentes procesos a realizar en la elaboración del plan de mantenimiento.

**Figura 85. Plan de mantenimiento**



Fuente: Autores

- **GENERAR PM**

En esta opción, después de ingresar las fechas de inicio para cada equipo - actividad, se genera el plan sistemático de mantenimiento que conserva las condiciones dadas anteriormente.

Luego de ingresar el usuario y la clave, el sistema muestra la siguiente pantalla

Figura 86. Generación del plan de mantenimiento

Plan Mantenimiento - [Generación del Plan de Mantenimiento]

Abrir Consultas Imprimir Configuración Ayuda Salir

**MODULO DE PLAN DE MANTENIMIENTO**  
INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

Generar Stop Salir

Compañía AB SUBGERENCIA OPERACIONES

**ATENCIÓN !**  
Con Click en el boton GENERAR se realiza la proyección del Plan de Mantenimiento para las Actividades inicializadas. En caso de existir un plan anterior, sera Borrado.

**DATOS INICIALES**  
Fecha Inicial del Plan 01/01/2013  
Fecha Final del Plan 31/12/2013

**CONDICIONES de Busqueda**  
Actividad [ ] [ ]  
Equipo [ ] [ ]  
Clase Equipo [ ] [ ]  
Sistema [ ] [ ]  
Area Operativa [ ] [ ]  
C.Costos [ ] [ ]  
C.Operación [ ] [ ]  
Tipo Trabajo [ ] [ ]  
Tipo Actividad  O-rden, R-uta

**GENERANDO**  
Consecutivo [ ] [ ]  
Equipo [ ] [ ]  
Actividad [ ] [ ]  
Fecha Inicial [ ] [ ]  
Frecuencia [ ] [ ]  
Valor [ ] [ ]

Fuente: Autores

- **ADICIONAR PM**

En esta opción se puede adicionar registros nuevos a un plan generado. Luego de ingresar el usuario y la clave, el sistema muestra la siguiente pantalla.

**Figura 87. Adicionar al plan de mantenimiento**

Plan Mantenimiento - [Adición al Plan de Mantenimiento]

Abrir Consultas Imprimir Configuración Ayuda Salir

**MODULO DE PLAN DE MANTENIMIENTO**  
INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

Adicionar Stop Salir

Compañía AB SUBGERENCIA OPERACIONES

**ATENCIÓN !**  
Con Click en el boton ADICIONAR se realiza la proyección del Plan de Mantenimiento para las Actividades inicializadas, agregandolo al existente

**DATOS INICIALES**  
Fecha Inicial del Plan 01/01/2013  
Fecha Final del Plan 31/12/2013

**Condiciones de Búsqueda**  
Actividad [ ]  
Equipo [ ]  
Clase Equipo [ ]  
Sistema [ ]  
Area Operativa [ ]  
C.Costos [ ]  
C.Operación [ ]  
Tipo Trabajo [ ]  
Tipo Actividad  O-rden, R-uta

**GENERANDO**  
Consecutivo [ ]  
Equipo [ ]  
Actividad [ ]  
Fecha Inicial [ ]  
Frecuencia [ ]  
Valor [ ]

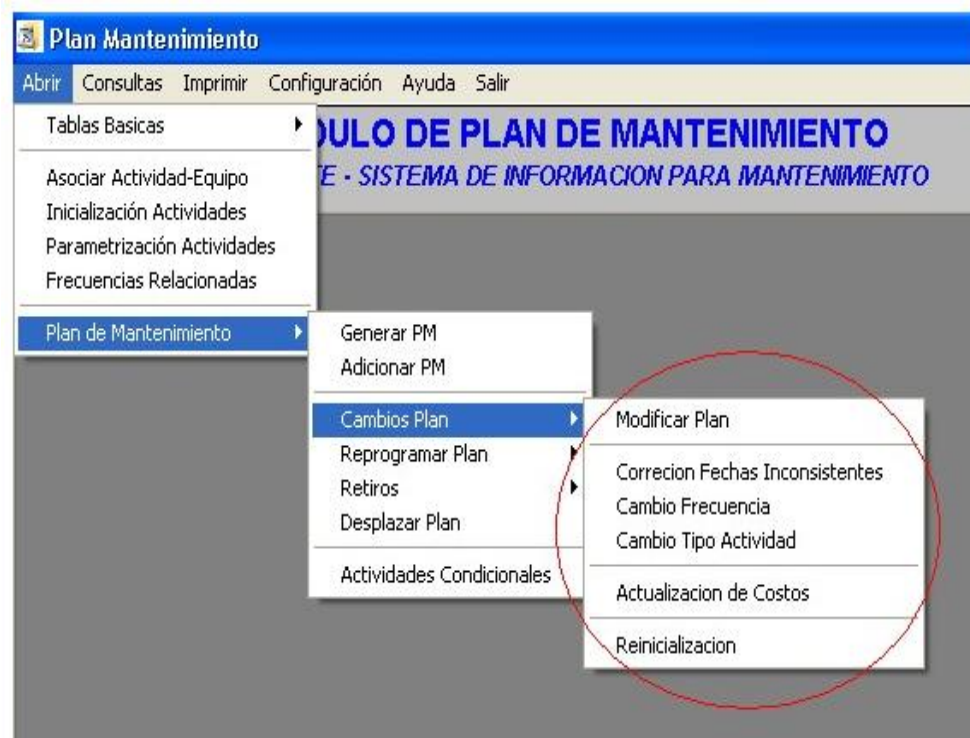
Fuente: Autores

- **CAMBIOS PLAN**

En esta opción se tienen las opciones de cambio que se pueden dar en el plan de mantenimiento; el plan de mantenimiento puede ser modificado de la manera que el usuario quiera, se pueden hacer tanto modificaciones generales como individuales por equipo o actividad.

A continuación se presentan las opciones:

**Figura 88. Cambios plan**



Fuente: Autores

- **REPROGRAMAR PLAN**

En esta opción se permite programar nuevamente las actividades y equipos que por alguna circunstancia se han atrasado en la realización, acorde a los plazos establecidos en el plan generado.

**Figura 89. Reprogramar plan**

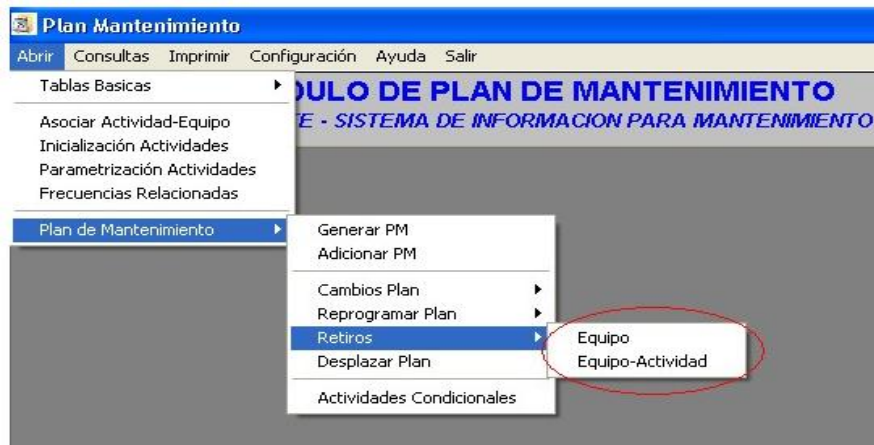


Fuente: Autores

- **RETIROS PLAN**

En esta opción se retirarán del plan de mantenimiento actividades y/o equipos que ya no van a utilizarse.

**Figura 90. Retiros plan**



Fuente: Autores

- **DESPLAZAR PLAN**

En esta opción se extienden la fecha límite de finalización del plan generado. En esta pantalla se ingresa la nueva fecha de terminación del plan. Por defecto el sistema presenta la del plan existente, para modificarla se sobrescribe conservando el formato.

La aplicación controla que no se ingresen fechas menores a la del plan que se está ampliando, una vez ingresada la nueva fecha de terminación del plan el sistema confirma el proceso y genera los nuevos consecutivos correspondientes a los registros de su ampliación.

**Figura 91. Desplazamiento del plan de mantenimiento**

Plan Mantenimiento - [Desplazamiento del Plan de Mantenimiento]

Abrir Consultas Imprimir Configuración Ayuda Salir

**MODULO DE PLAN DE MANTENIMIENTO**  
INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

Aplicar Stop Salir

Compañía AB SUBGERENCIA OPERACIONES

**!Atencion ! Al Seleccionar el boton Aplicar se generan nuevos Registros al Plan de Mantenimiento actual**

**FECHAS**

Fecha de Iniciacion del Plan Actual 01/01/2013

Fecha de Terminacion del Plan Actual 31/12/2013

Nueva Fecha de Terminacion del Plan 31/12/2013

**CONDICIONES DE BUSQUEDA**

Actividad

Equipo

Clase Equipo  Estado Equipo A

Sistema

Area Operativa

C.Costos

C.Operación

Tipo Actividad  O-rden, R-uta

**GENERANDO**

Equipo

Actividad

Fecha Inicio

Frecuencia

Consecutivo

Registro Procesado 0 De 0

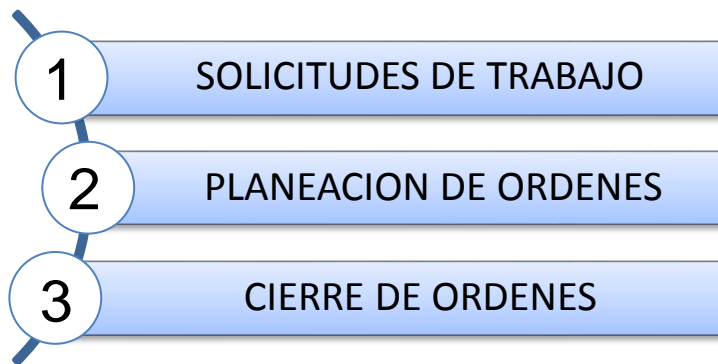
Fuente: Autores

**6.2.2.7 Modulo órdenes de trabajo.** El formato O.T. se utiliza principalmente en los trabajos de mantenimiento correctivo, programados, alistamiento, eventos menores que requieren un análisis posterior.

### Objetivos

- Conseguir información de las labores de mantenimiento.
- Obtener los costos de cada labor de mantenimiento.
- Realizar una buena distribución de los recursos.

El proceso de órdenes de trabajo se divide en tres partes principales



- **SOLICITUD ORDENES DE TRABAJO**

En esta opción se ingresan las solicitudes de mantenimiento elaboradas por el personal de mantenimiento o de otra área, solicitando así una labor para un equipo que presente alguna desviación en su funcionamiento.

Los datos que requiere una solicitud de trabajo son los siguientes

- Código de la solicitud
- Código del equipo
- Ubicación del equipo
- Sistema asociado
- Centro de costos

- Fecha y hora de solicitud y requerida
- Descripción corta
- Motivo de solicitud
- Solicitante
- Prioridad
- Tipo de trabajo

Cuando se recibe una solicitud de trabajo, el sistema permite hacer su asocio de recursos tales como oficios, repuestos, M.C.D., herramientas.

Figura 92. Registro de solicitudes de trabajo

Planeacion Orden de Trabajo - [Registro de solicitud de trabajo]

Recursos Permiso Trabajo Formato Solicitud Formato O.T. Enviar Correo Ayuda

### MODULO DE ORDENES DE TRABAJO

*INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO*

Compañía  SUBGERENCIA OPERACIONES

Solicitud  Aprobada (Si/No)

O.T. Asociada  Codigo Alterno O.T.

**DATOS EQUIPO**

Código  FLOCULADOR

Area Operativa  Sistema Asociado  E/S

Ubicación

C.Costos  ACUEDUCTO

**FECHAS**

Fecha de Solicitud  Hora Solicitud

Fecha Requerida  Hora Requerida

Var. Control  Valor Variable

**DESCRIPCION DEL TRABAJO**

Actividad

Descripción corta (Acción solicitada)

Motivo solicitud (Síntoma problema)

Solicitante  PABLO REQUENA

Prioridad  TRABAJOS APLAZABLE

**DATOS DE PLANEACION**

Estado O.T.  PLANEADA

Tipo Trabajo  CORRECTIVO

Cta Contable  NO DISPONIBLE

Trabajo a Realizar

Planeador  HERMES ZAMBRANO GOMEZ

**COSTOS DE PLANEACION**

Costo Internos		Costo Contratados	
Mano de Obra	\$ 0,00	Mano de Obra	\$ 0,00
Repuestos/Materiales	\$ 0,00	Repuestos/Materiales	\$ 0,00
Herramienta	\$ 0,00	Herramienta	\$ 0,00
Otros Costos	\$ 0,00	Material Cargo Directo	\$ 0,00

Nombre Quien Reporta

Operación

**APROBACION**

Tipo de Paro

Responsable

Proyecto

Aprobador  HERMES ZAMBRANO GO Fecha  Hora

**Registro Auditoria**

Creación  Modificación  Usuario

Fuente: Autores

En la parte superior, se encuentra el menú recursos, el cual contiene las siguientes opciones:

- Tareas
- Repuestos/materiales
- Herramientas
- Materiales de costo directo

Esta información permite estimar costos, horas de trabajo, verificar existencias de materiales, repuestos en almacén o hacer las solicitudes de compra correspondientes, con el fin de viabilizar una orden de trabajo para su aprobación.

**Figura 93. Registro solicitud de trabajo**



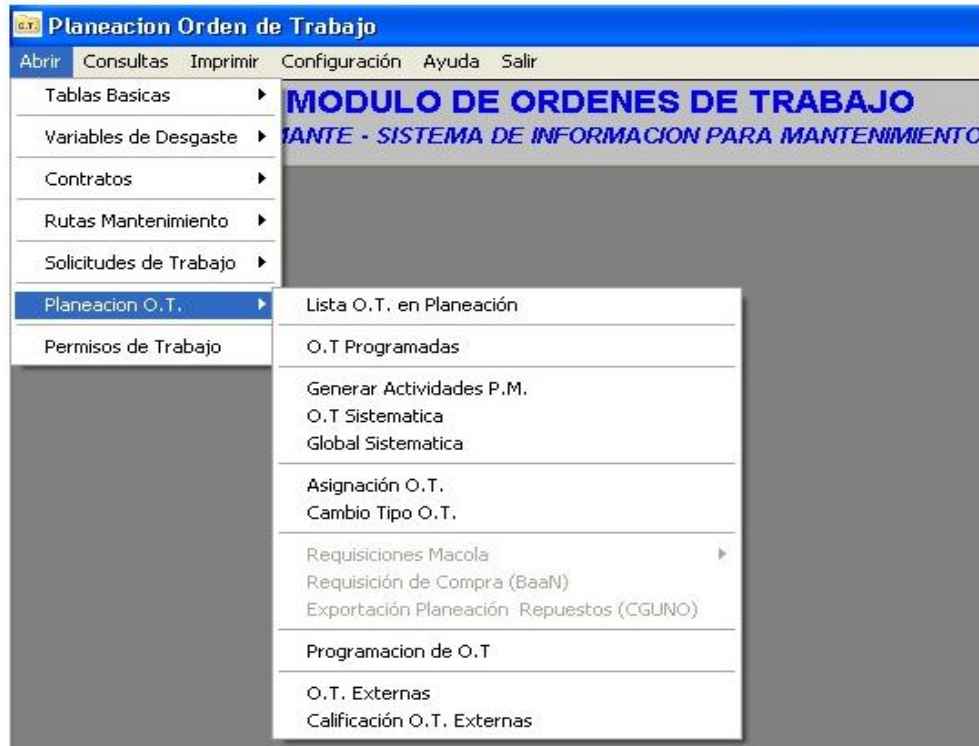
Fuente: Autores

- **PLANEACIÓN DE ORDENES DE TRABAJO**

En esta opción permite una vez aprobada la solicitud de trabajo realizar la planeación del trabajo, al igual que asociar todos y cada uno de los recursos que se necesitan para realizar una actividad de mantenimiento.

El proceso de planeación cuenta con las siguientes opciones:

**Figura 94. Planeación orden de trabajo**



Fuente: Autores

### **O.T. Planeación**

Esta opción permite planear las solicitudes de trabajo que fueron aprobadas. Cuando se va a realizar este proceso, se debe buscar siempre el número de solicitud a planear, o entrar directamente a la opción, **Buscar, aplicar** y este mostrará todas las solicitudes que estén aprobadas.

Una vez ingresada la información del formato de planeación de orden de trabajo, aparecerán las opciones para la asociación de recursos de mano de obra, repuestos/materiales y herramientas internos.

La planeación de recursos se realiza de la misma manera que se realizó en el proceso de solicitudes de trabajo

## Generar actividades del plan de mantenimiento

En esta opción se permite definir por equipo los registros de actividades que se desean registrar en el plan de mantenimiento para generar las órdenes sistemáticas.

El sistema genera una consulta de los equipos con las actividades y se debe seleccionar cuales se quieren registrar, se edita y se registra la fecha de la próxima orden de trabajo, después se debe generar la orden de trabajo correspondiente, sea por la opción de generación individual de O.T. sistemática o por generación global de O.T. sistemática.

**Figura 95. Inicialización de valores de actividades asociadas a equipos**

The screenshot shows a web-based application window titled 'Planeacion Orden de Trabajo - [Inicializacion de Valores de Actividades Asociadas a Equipos]'. The interface includes a menu bar with 'Abrir', 'Consultas', 'Imprimir', 'Configuración', 'Ayuda', and 'Salir'. Below the menu is a header for 'MODULO DE ORDENES DE TRABAJO' and 'INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO'. A toolbar contains buttons for 'Primero', 'Anterior', 'Siguiente', 'Ultimo', 'Buscar', 'Aplicar', 'Editar', and 'Salir'. The main form area includes a 'Compania' dropdown set to 'AB' and 'SUBGERENCIA OPERACIONES'. Below this is a 'Fechas del Plan' section with a date range from '01/01/2013' to '31/12/2013'. The 'EQUIPO' section contains a table with the following data:

Equipo	Funcion	Ubicacion	Serie	Sistema	C.Costos	Marca
<input checked="" type="checkbox"/> BOM004	TRASIEGO AGUA CRUDA	1.1.1.4 CASA BOMBA BOCATOMA		1.1.1	2.1	.

Below the equipment table is a table for activity planning with the following data:

Actividad	Frecuencia	Ult.O.T. Ce	Fecha O.T.	Vlr.Var.Co	Vlr. Frecue	Fecha Prox	Prox.Vlr.Va	Fecha Ult.V	Ult.V
BOM-IMP-02	6M				168		168,00	15/05/2013	1,00

At the bottom of the window, a note states: 'NOTA: Con Doble Click Debe Marcar los Registros a los Cuales Desea Registrar en el Plan de Mantenimiento para Generar Orden de Trabajo'.

Fuente: Autores

## Global sistemática

En esta opción se realiza la generación consecutiva de órdenes de trabajo que pertenecen al plan en un período de tiempo definido, para que no se tengan que generar una a una, según los números de consecutivo.

Para su manejo el sistema cuenta con la siguiente pantalla de captura de información, la cual permite ingresar los datos que quedarán en las órdenes planeadas. Igualmente permite escoger un equipo o grupo específico y actividad para los cuales se va a generar el proceso. Esta información puede ser confirmada o modificada en el cierre de las órdenes.

Figura 96. Planeación global de O.T sistemática

Planeacion Orden de Trabajo - [Planeación global de o.t sistemática]

Abrir Consultas Imprimir Configuración Ayuda Salir

**MODULO DE ORDENES DE TRABAJO**  
INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

Planear Aplicar Cancelar Stop Salir

Compania AB SUBGERENCIA OPERACIONES

**PERIODO PLAN DE MANTENIMIENTO**  
Periodo Plan de Mantenimiento : Fecha Inicial 01/01/2013 Fecha Final 31/12/2013

**INFORMACION REQUERIDA PARA GENERACION**  
Periodo a Generar : Fecha Inicial 15/07/2013 Fecha Final  
C.Costos 2 SUBGERENCIA DE OPERACIONES  
Cta. Contable ND NO DISPONIBLE  
Prioridad 2 ATENCION NORMAL  
Solicitante PR PABLO REQUENA  
Responsable AA ABRAHAN ALEAN  
Planeador HZG HERMES ZAMBRANO GOMEZ  
Estado O.T. PLA PLANEADA  
Aprobador

**Criterio de Seleccion**  
Area Operativa Equipo Estado A  
Descripción  
Sistema Ubicación  
Consecutivo : Desde Hasta  
C.Costos Tipo de Paro  
Actividad Var. Control  
Tipo Trabajo  
O.T. Generada Consecutivo Plan de Mantenimiento

Fuente: Autores

- **Cierre de órdenes de trabajo**

En el Módulo se realiza la confirmación y actualización en el sistema de los trabajos de mantenimiento realizados a los equipos tanto programados como sistemáticos.

Elaborando un correcto cierre de órdenes de trabajo se obtiene:

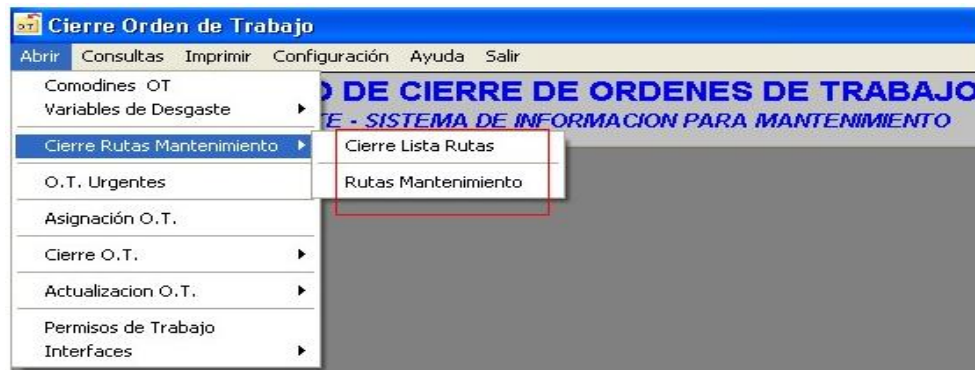
- Información real de las labores de mantenimiento realizadas.
- Costos reales de los recursos utilizados en las órdenes.
- Retroalimentar al sistema con el fin de optimizar recursos en los trabajos pendientes a realizar.

### **Cierre de rutas de mantenimiento**

En esta opción pueden cerrarse a manera individual o colectiva las actividades tipo Ruta que fueron generadas en el Plan de Mantenimiento, esta manera para efectuar el cierre de rutas es similar al mencionado en el módulo de planeación órdenes de trabajo.

Este tipo de cierre no permite actualización de variables ni tampoco de recursos.

**Figura 97. Cierre rutas de mantenimiento**



Fuente: Autores

- **Cierre de O.T**

En esta opción se confirman los recursos asignados a las órdenes de trabajo, se actualizan datos planeados, y se reportan las novedades de la ejecución; además pueden cerrarse de manera individual o en grupo las órdenes de trabajo tanto programadas como las generadas en el plan de mantenimiento.

De manera individual se debe confirmar o modificar los datos de las órdenes de trabajo realizadas, el sistema retoma los datos y estimaciones que hayan sido planeados, esto se hace mediante pantallas de captura de información similares a las estudiadas en el Módulo de Planeación; además se puede actualizar el valor de la variable de control y reprogramar al finalizar el cierre de las órdenes de mantenimiento sistemático.

Figura 98. Cierre de órdenes de trabajo

Cierre Orden de Trabajo - [Cierre de órdenes de trabajo]

Recursos Permiso Trabajo O.T. Asociada Enviar Correo Ayuda

### MODULO DE CIERRE DE ORDENES DE TRABAJO

INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

Compañía  SUBGERENCIA OPERACIONES  
 No.Orden de Trabajo  Tipo (P/S/U)  Código Alterno O.T.   
 Consecutivo Plan  Fecha Finaliza Garantía   
 O.T. Asociada  Garantía X Var.Control

**- DATOS EQUIPO**

Equipo  COMPRESOR  
 Area Operativa  Sistema Asociado  E/S   
 Ubicación   
 C.Costos  ACUEDUCTO

**- FECHAS**

Fecha Orden  Hora Solicitud   
 Fecha Requerida  Hora Requerida   
 Fecha de Inicio  Hora Inicio   
 Fecha Terminación  Hora Terminación

**- DESCRIPCION DEL TRABAJO**

Actividad  MANTENIMIENTO ANUAL PREVENTIVO COMPRESORES  
 Descripción Corta   
 Motivo Orden   
 Solicitante  HERMES ZAMBRANO GOMEZ  
 Prioridad  ATENCION NORMAL

Tipo Trabajo  PREVENTIVO  
 Cta.Contable  NO DISPONIBLE  
 Proyecto   
 Trabajo Realizado   
 Estado O.T  PLANEADA  
 Tipo de Paro  PARO POGRAMADO  
 Responsable  ABRAHAN ALEAN  
 Planeador  HERMES ZAMBRANO GOMEZ

**VARIABLE DE CONTROL**

Variable Control  Valor Variable Control   Proyectado  Real  
 Actualización de Variable de Control/Reprogramación P.M. Por? :  Equipo  Sistema

**TIEMPOS REALES**

Desplazamiento [HH:MM]   Ejecución [HH:MM]    
 Paro [HH:MM]   El Tiempo de Paro Afecta? :  Equipo  Eq. Padre  Sistema

**COSTOS REALES**

Costos Internos		Costos Contratados	
Mano de Obra	\$ 0,00	Mano de Obra	\$ 10.000,00
Repuestos/Materiales	\$ 0,00	Repuestos/Materiales	\$ 10.000,00
Herramienta	\$ 0,00	Herramienta	\$ 0,00
Material Cargo Directo	\$ 0,00	Otros Costos	\$ 5.600,00
		Valor Total	\$ 25.600,00

Nombre Quien Reporta   
 Operación

**APROBACION**

Aprobador  HERMES ZAMBRANO GOMEZ Fecha  Hora

Fuente: Autores

**6.2.2.8 Módulo de utilitarios.** Este el Módulo se utiliza cuando necesitamos actualizar, modificar o eliminar información de parámetros que están involucrados en un proceso; en la creación de códigos que se realiza por los diferentes módulos, el sistema no permite eliminar o modificar información si ya alguno de ellos tiene creado un vínculo de asociación, en este módulo es posible hacer todos esos cambios.

Al ingresar la opción abrir, se desprenden las opciones del módulo para cambiar códigos, eliminar información, actualizar datos

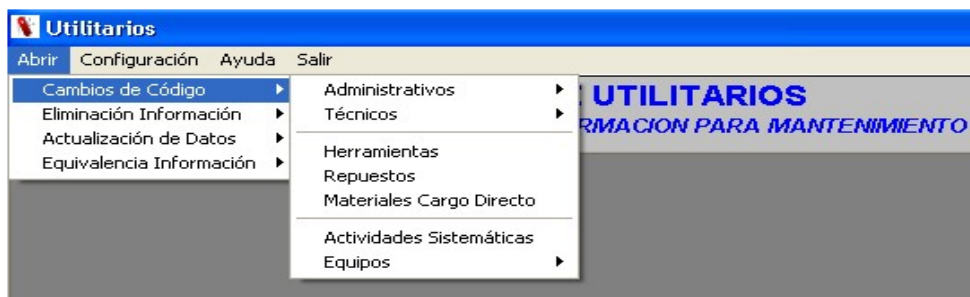
**Figura 99. Modulo utilitarios**



Fuente: Autores

En esta opción se pueden modificar todos los códigos que se hayan creado en cualquiera de los módulos.

**Figura 100. Cambios de código**



Fuente: Autores

En estas opciones el sistema permite eliminar completamente de la base de datos la información de equipos y órdenes pendientes que se desee.

Las opciones son:

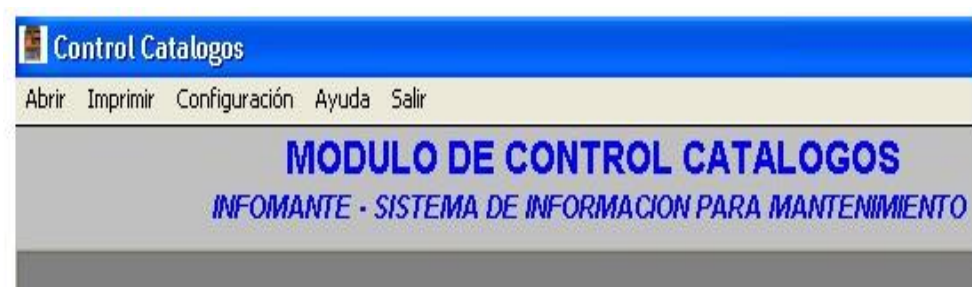
**Figura 101. Eliminación de información**



Fuente: Autores

**6.2.2.9 Modulo control catálogos.** En el Módulo de control catálogos se puede ingresar toda la información correspondiente al préstamo y devolución de los planos y/o catálogos que han sido definidos y estandarizados en el Módulo de Instalación, al igual este módulo brinda la opción de ingresar planos o catálogos al sistema de la misma manera como se registran en el módulo de instalación.

**Figura 102. Modulo control catálogos**



Fuente: Autores

## ➤ ABRIR

En esta opción del módulo, es donde se ingresan todos los datos necesarios para efectuar la creación, préstamo y devolución de los planos y catálogos que se tengan en cada compañía.

**Figura 103. Abrir**



Fuente: Autores

## PLANOS/CATÁLOGOS

En esta opción se realiza una clasificación para identificar con un código cada catálogo, esquema o Plano que la empresa maneje de sus equipos, repuestos y descripciones de ejecución de trabajos de mantenimiento.

Este trabajo facilitara la identificación técnica de los equipos y repuestos en su correspondiente ficha técnica y al tener la fecha de realización permite mantener actualizada la planoteca, ya que se manejan el préstamo y devolución de catálogos o planos respectivamente.

**Figura 104. Actualización planos/catálogos**

The screenshot shows a web-based application window titled 'Control Catalogos - [Actualización planos/catálogos]'. The interface includes a menu bar with 'Observaciones', 'Asocio Equipos', and 'Ayuda'. Below the menu is a header section with the title 'MODULO DE CONTROL CATALOGOS' and subtitle 'INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO'. A toolbar contains buttons for 'Primero', 'Anterior', 'Siguiente', 'Ultimo', 'Agregar', 'Borrar', 'Buscar', 'Aplicar', 'Editar', and 'Salir'. The main form area contains the following fields:

Código	<input type="text" value="MPBOMH-01"/>	(C)atalogo/(P)lano	<input type="text" value="C Catálogo"/>
Descripción	<input type="text" value="MANUAL PREVENTIVO BOMBA CENTRIFUGAS HORIZONTALES"/>		
Fecha Creacion	<input type="text" value="01/06/2013"/>	Ubicación	<input type="text" value="ND"/>
Escala	<input type="text" value="NO APLICA"/>	Formato	<input type="text" value="PDF"/>
Archivo	<input type="text" value="C:\Users\Clara\Documents\dropbox\proyecto plan mto\MANUALES DE M"/>		

At the bottom right of the form, there is a 'Copiar Archivo' button with a green arrow icon.

Fuente: Autores

## PRESTAMO DE CATALOGOS

En esta opción se ingresa la información que permita llevar el control sobre la cantidad y descripción del catálogo/plano que ha sido prestado para las diferentes áreas de mantenimiento, permitiendo la identificación, ubicación, existencias, fecha y hora del préstamo; en esta opción se ingresa datos de la empresa o empleado a quien se le hará préstamo.

Para utilizar la opción de préstamos de catálogos / planos, éstos debe estar registrados en el Módulo de Instalación, de igual manera se hace necesario que los empleados que solicitan el préstamo también se encuentren registrados en el Módulo de Instalación.

## DEVOLUCION CATALOGOS

En esta opción se ingresa la información que permita llevar el control sobre la cantidad y descripción del plano / catálogo que ha sido devuelto a la planoteca, permitiendo la identificación, ubicación, fecha de préstamo y devolución, la hora de la devolución y la cantidad devuelta.

La devolución de los planos / catálogos se realiza con base al consecutivo realizado asignado en el préstamo.

**6.2.2.10 Modulo seguridad** En el Módulo de Seguridad se crean las compañías, los permisos de los usuarios a cada módulo y se definen los atributos o niveles de autorización que van a manejar los funcionarios; también es posible crear, actualizar o eliminar la información de países.

A través de este módulo se maneja la seguridad del sistema, ya que a cada usuario se le dan los permisos para entrar solo a lo que a él le corresponde, de acuerdo al trabajo que realice y al rol establecido por cada sección o sucursal.

Los códigos aquí definidos dependen de las necesidades de la empresa y del personal autorizado a ingresar a **infom@nte**<sup>®</sup>

**Figura 105. Modulo seguridad**



Fuente: Autores

- **PERMISOS**

En esta opción se ingresan los códigos de los usuarios que van a tener acceso a **infom@nte**<sup>®</sup> con el permiso al módulo correspondiente; los permisos se asignan de acuerdo a la labor del usuario y su necesidad del sistema.

Un usuario puede tener acceso a todas las opciones de los módulos, pero para evitar que cualquiera pueda cambiar las bases de datos se deben crear usuarios responsables del ingreso de datos y dar a los demás usuarios permisos de consulta.

El tener acceso a Administrativo le permite al usuario ingresar libremente al Módulo de Seguridad y el tener accesos a Utilitarios le permite tener acceso a movimientos de equipos en el Módulo de Equipos.

**Figura 106. Actualización de usuarios y permisos**

Seguridad/Permisos - [Actualización de Usuarios y Permisos]

Abrir Consultas Imprimir Configuración Ayuda Salir

**MODULO DE SEGURIDAD**  
INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

**USUARIO**

Usuario: HZAMBRANO      HERMES ZAMBRANO  
 Clave Usuario: \*\*\*\*\*      Confirmación Clave: \*\*\*\*\*  
 Activo      Fecha Estado: 15/05/2013 12:00 AM  
 # Días Máximo Sin Ingreso:      Ultimo Ingreso:        
 # Días Cambio Clave: 0      Ultimo Cambio Clave: 15/05/2013

**PERMISOS**

Compañía:  AB      SUBGERENCIA OPERACIONES

ADMINISTRATIVOS	PLANEACION MANTENIMIENTO	COMPRAS / ALMACEN
<input checked="" type="checkbox"/> Módulo Permisos	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobación Ordenes de Trabajo	<input checked="" type="checkbox"/> Solicitud Compra
<input checked="" type="checkbox"/> Módulo Utilitarios	<input type="checkbox"/> Reprogramación Plan Mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/> Orden Compra
<input checked="" type="checkbox"/> Generación Interfases	<input checked="" type="checkbox"/> Generación Global O.T. Sistemáticas	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobación Orden Compra
<input checked="" type="checkbox"/> Estadísticas Indicadores	<input checked="" type="checkbox"/> Actualización Variable de Control	<input checked="" type="checkbox"/> Entradas
<input checked="" type="checkbox"/> Cambio Compañía	<input checked="" type="checkbox"/> Cierre Lista Orden Trabajo	<input checked="" type="checkbox"/> Salidas
<input checked="" type="checkbox"/> Auditoría	<input checked="" type="checkbox"/> Cierre Definitivo Orden Trabajo	<input checked="" type="checkbox"/> Vales Consumo (Salidas)
<input checked="" type="checkbox"/> Actualización Saldo Inicial	<input checked="" type="checkbox"/> Costos Tareas Mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/> Modificación Salidas
<input checked="" type="checkbox"/> Generación Plan Mnto.	<input checked="" type="checkbox"/> Cierre Definitivo OT Externa	<input checked="" type="checkbox"/> Procesos Especiales

**Generales por Modulo**

	NOMBRE	PERMISOS GENERALES A ASIGNADOS POR MODULO		
		ACTUALIZACION	CONSULTAS	REPORTES
<input type="button" value="Todos"/>	MODULO			
<input type="button" value="Ninguno"/>	Módulo Instalación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Módulo Repuestos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Módulo Equipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Módulo Costos Equipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Módulo Actividades	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Módulo Plan de Mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Módulo Planeación de O.T.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Autores

• **FUNCIONARIOS**

En esta opción se codifican las personas autorizadas para realizar los diferentes procesos de aprobación de solicitudes de trabajo, ordenes de trabajo y préstamos de herramientas.

**Figura 107. Actualización funcionarios autorizados**

Seguridad/Permisos - [Actualización funcionarios autorizados]

Abrir Consultas Imprimir Configuración Ayuda Salir

**MODULO DE SEGURIDAD**  
 INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

Primero Anterior Siguiente Ultimo Agregar Borrar Buscar Aplicar Cancelar Autoriza Aspcios Salir

Código  Nombre

NIVELES DE AUTORIZACION - MANTENIMIENTO			NIVELES DE AUTORIZACION - ALMACEN		
NOMBRE AUTORIZACION	S/N	MONTO MAXIMO	NOMBRE AUTORIZACION	S/N	MONTO MAXIMO
Aprobador Planes de Trabajo	<input type="checkbox"/>		Solicitante Solicitudes de Compra	<input type="checkbox"/>	
Solicitante Ordenes de Trabajo	<input type="checkbox"/>		Aprobador Solicitudes de Compra	<input type="checkbox"/>	
Planeador Ordenes de Trabajo	<input type="checkbox"/>		Solicitante Ordenes de Compra	<input type="checkbox"/>	
Responsable Ordenes de Trabajo	<input type="checkbox"/>		Aprobador Ordenes de Compra	<input type="checkbox"/>	
Aprobador Ordenes de Trabajo	<input type="checkbox"/>		Solicitante Entradas al Almacen	<input type="checkbox"/>	
Solicitante O.T. Externa	<input type="checkbox"/>		Aprobador Entradas al Almacen	<input type="checkbox"/>	
Aprobador O.T. Externa	<input type="checkbox"/>		Solicitante Salidas del Almacen	<input type="checkbox"/>	
Aprobador Contratos	<input type="checkbox"/>		Aprobador Salidas del Almacen	<input type="checkbox"/>	
Aprobador Valores de Tareas	<input type="checkbox"/>		Aprobador Entradas Dif. con OC	<input type="checkbox"/>	
Aprobador de Consumos Equipo	<input type="checkbox"/>				
Aprobador Prestamo Herramienta	<input type="checkbox"/>				
AUTORIZACIONES PERMISOS DE TRABAJO					
Revisar Permisos Trabajo	<input type="checkbox"/>		Solicitar Permisos Trabajo para O.T.	<input type="checkbox"/>	
Aprobar Permisos Trabajo	<input type="checkbox"/>		Aprobar Permisos Trabajo Para O.T.	<input type="checkbox"/>	
			Verificar Antes Ejecución Trabajo	<input type="checkbox"/>	
			Revisar Despues Ejecución Trabajo	<input type="checkbox"/>	

Fuente: Autores

- **ADMINISTRACION USUARIOS**

En esta opción se activan y/o desactivan los usuarios existentes en el sistema, adicionalmente puede imprimir un listado de los mismos.

- **ADMINISTRACION CONCURRENCIA**

En esta opción se da la posibilidad de consultar y desbloquear (o desconectar) las sesiones registradas de los usuarios que aparecen conectados.

- **PARAMETRIZACION MANEJO DE CLAVES**

Esta opción permite definir la complejidad y controles para las contraseñas de los usuarios.

**Figura 108. Parametrización de claves**

The screenshot shows a web application interface for security settings. At the top, there is a title bar with the text 'Seguridad/Permisos - [Parametros para manejo de contraseña de usuario]'. Below this is a menu bar with options: 'Abrir', 'Consultas', 'Imprimir', 'Configuración', 'Ayuda', and 'Salir'. The main header area contains the text 'MODULO DE SEGURIDAD' and 'INFOMANTE - SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO'. A toolbar below the header includes buttons for 'Agregar', 'Borrar', 'Editar', 'Aplicar', 'Cancelar', 'Reservy', and 'Salir'. The main content area is divided into two sections. The first section, titled 'PARAMETRIZACION DE CONTROL DE EXPIRACION CLAVE', has a 'Compañía' dropdown menu set to 'AB' and 'SUBGERENCIA OPERACIONES'. It contains five input fields: '# Dias de Validez de la Contraseña', '# Máximo de Intentos Fallidos', 'Longitud Minima de la Contraseña (Máx.12)', 'Contraseña Repetible en # Cambios', and '# Dias Aviso Cambio de Contraseña'. The second section, titled 'PARAMETRIZACION DE COMPLEJIDAD DE CLAVE', contains seven checkboxes: 'Debe incluir números', 'Diferenciar mayúsculas y minúsculas (Case Sensitive)', 'No permitir letras y/o números repetidos', 'No permitir letras y/o números consecutivos', 'Debe contener caracteres especiales', 'No debe ser igual al nombre de usuario o parte...', and 'Exigir cambio al primer ingreso y/o al reinicia la clave'.

Fuente: Autores

- **REGISTRO CAMBIOS PERMISOS**

En esta opción se da la posibilidad de consultar, exportar y mantener (borrar) los registros de cambios realizados a los permisos de los usuarios.

- **REGISTRO EVENTOS INFOM@NTE**

Esta opción permite consultar, exportar y mantener (borrar) los registros de eventos ocurridos relacionados con intentos fallidos de ingreso, intentos de ingreso a opciones no autorizadas, ingreso a algunas opciones especiales y errores de funcionalidad (SQL).

- **REGISTRO INGRESO INFOM@NTE**

En esta opción se da la posibilidad de consultar, exportar y mantener (borrar) los registros de ingreso con la información relacionada al acceso realizado.

## 7. CONCLUSIONES

- Se realizó un diagnóstico del área de mantenimiento de Aguas de Barrancabermeja con el propósito de determinar el estado de las actividades relacionadas con el mantenimiento y establecer las mejoras propuestas para la Empresa.
- Se actualizó el inventario de equipos y se formalizó las hojas de vida de las máquinas; de igual forma, se estudió el proceso de potabilización de la planta de tratamiento, con el fin de conocer la función de cada equipo dentro de la cadena productiva y aplicar un modelo de criticidad para jerarquizar los equipos y establecer las actividades de mantenimiento.
- Se implementó un sistema de codificación de equipos, logrando la identificación de las máquinas y subconjuntos, para facilitar la asignación de las tareas de mantenimiento y obtener un mayor reconocimiento por parte del personal técnico y administrativo involucrado en el área.
- Se estandarizó las labores y rutinas de mantenimiento proporcionándole a la Empresa la información técnica y los manuales de mantenimiento preventivo de los equipos críticos y medianamente críticos. Por otra parte, y acorde con los resultados del análisis de criticidad y toda la información recopilada, se diseñó la propuesta de gestión que contiene el plan de mantenimiento preventivo.
- Se implementó en la empresa Aguas de Barrancabermeja un sistema informático de apoyo a la gestión de mantenimiento que permite un control, manejo y acceso de la información concerniente a equipos, herramientas,

repuestos y talento humano propias de las labores, optimizando los recursos y permitiendo una planeación y registro de todas las actividades elaboradas; garantizando de esta manera un dinamismo en la ejecución de las ordenes de trabajo disminuyendo el tiempo de falla de los equipos.

- Después de consignar en su totalidad la información a la base de datos del sistema de información usado, se desarrolló un manual describiendo de manera detallada su funcionamiento, con el fin de capacitar al personal en el manejo de esta herramienta de gestión; garantizando el uso correcto en las labores de mantenimiento.
- Se realizaron las pruebas de funcionabilidad del software en los distintos puntos de acceso predeterminados en la Empresa, asistiendo al personal en la puesta en marcha del nuevo modelo de gestión del mantenimiento y del sistema de información, facilitando el control eficiente de la frecuencia de las actividades de mantenimiento de cada uno de los equipos de la planta de tratamiento.

## 8. RECOMENDACIONES

- Implementar un almacén de repuestos y herramientas que mantenga una comunicación con el área de mantenimiento ejerciendo un control de la obtención y entrega oportuna de los mismos en la Planta de tratamiento.
- Implementar una planoteca y/o biblioteca en donde se guarda toda la información recopilada en este proyecto de grado y asimismo asegurar la permanencia de los futuros manuales técnicos.
- Es indispensable llevar un correcto registro y organización de la información del mantenimiento acorde a lo propuesto en este proyecto de grado, para el posterior análisis y evaluación del programa de mantenimiento y la toma de medidas para un mejor funcionamiento del mismo.
- Adquirir herramientas que permitan implementar un mantenimiento predictivo que sirva como apoyo al plan de mantenimiento establecido.
- Enfocar las tareas del personal de mantenimiento técnico en labores puntuales del mantenimiento de los equipos que intervienen en el proceso de tratamiento, y asimismo contar con personal que se encargue del mantenimiento del área administrativa.
- Cumplir con las tareas y frecuencias de mantenimiento establecidas en la propuesta de este proyecto.
- Implementar los demás módulos del software Infom@nte para así obtener un sistema de información integral en la Empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

AVILA E., Rubén. Fundamentos de mantenimiento: guías económicas, técnicas y administrativas. México: Limusa Wiley, 1995. p. 45-46.

CONSUEGRA T, Juan pablo; SANTAMARÍA T, Javier Alexander. Diseño del sistema de información para la administración de mantenimiento en la empresa maquinados y montajes. Tesis de Grado, UIS Bucaramanga, 2009.

DUFFUAA, Salih; RAOUF, Abdul y CAMPBELL, John Dixon. Sistemas de mantenimiento: planeación y control. México: Limusa, 2000. p. 237-240.

GONZALEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes. Bucaramanga: UIS, 2001. 148 p.

GONZALEZ, Javier Mauricio y BARRIOS, Ricardo Andrés. Sistema de información para la administración del mantenimiento en la empresa Tanuzi S.A. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2009. 198 p

INFOMANTE. Sistema integral de gestión de activos. Página web. <http://www.rcm2-soporte.com/index.php/infomnte.html>


SENN, James A. Análisis y diseño de sistemas de información. México: McGraw-Hill, 2001. 942 p.

SENN, James A. Análisis y diseño de sistemas de información. México: McGraw-Hill, 2001

TORRES, Bernardo. Análisis y Desarrollo de la Aplicación Informática para el Mantenimiento Preventivo. Valencia. 2000. p.35-38

# **ANEXOS**


## Anexo A. Listado de equipos por sección del proceso

 <small>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</small>	<b>DIRECCION TECNICA</b>	LE
		V0
	<b>LISTADO DE EQUIPOS POR SECCION Y PROCESO</b>	abr-13
<b>AREA OPERATIVA</b>	ENTRADA	
<b>SISTEMA</b>	CAPTACIÓN-CONDUCCIÓN	
<b>CODIGO</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>
BOM001	BOMBA No. 01	1.1.1.1
BOM002	BOMBA No. 02	1.1.1.2
BOM003	BOMBA No. 03	1.1.1.3
BOM004	BOMBA No. 04	1.1.1.4
BOM005	BOMBA No. 05	1.1.1.5


 <small>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</small>	<b>DIRECCION TECNICA</b>	LE
		V0
	<b>LISTADO DE EQUIPOS POR SECCION Y PROCESO</b>	abr-13
<b>AREA OPERATIVA</b>	ENTRADA	
<b>SECCION</b>	AIREACION-MEZCLA	
<b>CODIGO</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>
AIR001	TORRE AIREACION VIEJA	1.2.1.1
AIR002	TORRE AIREACION NUEVA	1.2.1.2
CAN001	CANAL DE UNIFICACION	1.2.1.3


 <small>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</small>	<b>DIRECCION TECNICA</b>	LE
		V0
	<b>LISTADO DE EQUIPOS POR SECCION Y PROCESO</b>	abr-13
<b>AREA OPERATIVA</b>	TRATAMIENTO	
<b>SISTEMA</b>	DOSIFICACION-DESINFECCION	
<b>CODIGO</b>	<b>LISTADO DE EQUIPOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
BAN001	BANDA TRANSPORTADORA	1.2.2.1
DOS001	DOSIFICADOR DE ALUMINIO RA2	1.2.2.2
DOS002	DOSIFICADOR DE ALUMINIO RA3	1.2.2.3
AGI001	DOSIFICADOR DE CAL RC1	1.2.2.4
AGI002	DOSIFICADR DE CAL RC2	1.2.2.5


	<b>DIRECCION TECNICA</b>	LE
		V0
	<b>LISTADO DE EQUIPOS POR SECCION Y PROCESO</b>	abr-13
<b>AREA OPERATIVA</b>	TRATAMIENTO	
<b>SISTEMA</b>	DOSIFICACION-DESINFECCION	
<b>CODIGO</b>	<b>LISTADO DE EQUIPOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
AGI003	PREPARACION DE PEROXIDO No.1	1.2.2.6
AGI004	PREPARACION DE PEROXIDO No.2	1.2.2.7
AGI005	PREPARACION DE PEROXIDO No.3	1.2.2.8
AGI006	PREPARACION DE POLIMERO No.1	1.2.2.9
AGI007	PREPARACION DE POLIMERO No.2	1.2.2.10
AGI008	PREPARACION DE POLIMERO No.3	1.2.2.11
AGI009	PREPARACION DE SULFATO	1.2.2.12
AGI010	PREPARACION DE SULFATO	1.2.2.13
AGI011	PREPARACION DE SULFATO	1.2.2.14
AGI012	PREPARACION DE SULFATO	1.2.2.15
AGI013	PREPARACION DE SULFATO	1.2.2.16
AGI014	PREPARACION DE SULFATO	1.2.2.17
BOM011	BOMBAS PCP DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.18
BOM012	BOMBAS PCP DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.19
BOM013	BOMBAS PCP DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.20
BOM014	BOMBAS PCP DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.21
BOM015	BOMBAS PCP DISTRIBUIDOR DE POLIMERO	1.2.2.22
BOM016	BOMBAS PCP DISTRIBUIDOR DE POLIMERO	1.2.2.23
BOM017	BOMBAS PCP DISTRIBUIDOR DE PEROXIDO	1.2.2.24
BOM018	BOMBAS PCP DISTRIBUIDOR DE PEROXIDO	1.2.2.25
CAR001	CARRETILLA ELECTRICA	1.2.2.26
REA001	REACTOR PARA CONTROL DE FUGAS DE CLORO	1.2.2.27
DIF001	DIFERENCIAL ELECTRICO	1.2.2.28


 AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. <small>NIT. 900.045.408-1</small>	<b>DIRECCION TECNICA</b>		LE
			V0
	<b>LISTADO DE EQUIPOS POR SECCION Y PROCESO</b>		abr-13
<b>AREA OPERATIVA</b>	TRATAMIENTO		
<b>SISTEMA</b>	FLOCULACION		
<b>CODIGO</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	
FLO001	FLOCULADOR 1	1.2.3.1	
FLO002	FLOCULADOR 2	1.2.3.2	
FLO003	FLOCULADOR 3	1.2.3.3	
FLO004	FLOCULADOR 4	1.2.3.4	

 AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. <small>NIT. 900.045.408-1</small>	<b>DIRECCION TECNICA</b>		LE
			V0
	<b>LISTADO DE EQUIPOS POR SECCION Y PROCESO</b>		abr-13
<b>AREA OPERATIVA</b>	TRATAMIENTO		
<b>PROCESO</b>	SEDIMENTACION		
<b>CODIGO</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	
BOM020	BOMBA LAVADO DE SEDIMEN.	1.2.4.1	
SED001	SEDIMENTADOR 1	1.2.4.2	
SED002	SEDIMENTADOR 2	1.2.4.3	
SED003	SEDIMENTADOR 3	1.2.4.4	
SED004	SEDIMENTADOR 4	1.2.4.5	

 AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. <small>NIT. 900.045.408-1</small>	<b>DIRECCION TECNICA</b>		LE
			V0
	<b>LISTADO DE EQUIPOS POR SECCION Y PROCESO</b>		abr-13
<b>SECCION</b>	TRATAMIENTO		
<b>PROCESO</b>	FILTRACION		
<b>CODIGO</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	
ACT001	ACTUADORES FILTRO 1	1.2.5.1	
ACT002	ACTUADORES FILTRO 2	1.2.5.2	
ACT003	ACTUADORES FILTRO 3	1.2.5.3	
ACT004	ACTUADORES FILTRO 4	1.2.5.4	
ACT005	ACTUADORES FILTRO 5	1.2.5.5	
ACT006	ACTUADORES FILTRO 6	1.2.5.6	
ACT007	ACTUADORES FILTRO 7	1.2.5.7	
ACT008	ACTUADORES FILTRO 8	1.2.5.8	
ACT009	ACTUADOR GENERAL ENTRADA AGUA DE LAVADO	1.2.5.9	

 AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. Nit. 900.045.408-1	<b>DIRECCION TECNICA</b>		LE
	<b>LISTADO DE EQUIPOS POR SECCION Y PROCESO</b>		V0
			abr-13
<b>SECCION</b>	TRATAMIENTO		
<b>PROCESO</b>	FILTRACION		
<b>CODIGO</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	
ACT010	ACTUADOR BOMBA AURORA	1.2.5.10	
ACT011	ACTUADOR VALVULA DE VENDEO	1.2.5.11	
BOM019	BOMBA AURORA	1.2.5.12	
FIL001	FILTRO No.1	1.2.5.13	
FIL002	FILTRO No.2	1.2.5.14	
FIL003	FILTRO No.3	1.2.5.15	
FIL004	FILTRO No.4	1.2.5.16	
FIL005	FILTRO No.5	1.2.5.17	
FIL006	FILTRO No.6	1.2.5.18	
FIL007	FILTRO No.7	1.2.5.19	
FIL008	FILTRO No.8	1.2.5.20	



 AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. Nit. 900.045.408-1	<b>DIRECCION TECNICA</b>		LE
	<b>LISTADO DE EQUIPOS POR SECCION Y PROCESO</b>		V0
			abr-13
<b>SECCION</b>	SALIDA		
<b>PROCESO</b>	ALMACENAMIENTO-DISTRIBUCION		
<b>CODIGO</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	
BOM006	BOMBA No. 6	1.3.1.1	
BOM007	BOMBA No. 7	1.3.1.2	
BOM008	BOMBA No. 8	1.3.1.3	
BOM009	BOMBA No.9	1.3.1.4	
BOM010	BOMBA No. 10	1.3.1.5	
TAN001	TANQUE ENTERRADO No.1	1.3.1.6	
TAN002	TANQUE ENTERRADO No.2	1.3.1.7	
TAN003	TANQUE ELEVADO	1.3.1.8	

 <b>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b> <small>NIT. 900.043-408-1</small>	<b>DIRECCION TECNICA</b>		LE
			V0
	<b>LISTADO DE EQUIPOS POR SECCION Y PROCESO</b>		abr-13
<b>SECCION</b>	SERVICIOS INDUSTRIALES		
<b>SISTEMA</b>	AIRE		
<b>CODIGO</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	
SOP001	SOPLADOR DE AIRE	1.4.1.1	
SOP002	SOPLADOR DE AIRE	1.4.1.2	
SOP003	SOPLADOR DE AIRE	1.4.1.3	
SOP004	SOPLADOR DE AIRE	1.4.1.4	
COM001	COMPRESOR Z3	1.4.1.5	
COM002	COMPRESOR Z4	1.4.1.6	

## Anexo B. Ficha técnica

 AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. <small>NIT 900 045 408-1</small>	<b>DIRECCION TECNICA</b>					SS-DIST-25
						V0
	<b>REGISTRO DE EQUIPOS</b>					abr-13
<b>NOMBRE</b>	BOMBA VERTICAL No.6					<b>BOM006</b>
<b>AREA OPERATIVA</b>	SALIDA					
<b>SISTEMA</b>	ALMACENAMIENTO-DISTRIBUCION					
<b>UBICACIÓN</b>	1.3.1.22. CASA BOMBA BOCATOMA					
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>					<b>REGISTROS FOTOGRAFICOS</b>	
<b>SUBCONJUNTO</b>		<b>MOTOR</b>		<b>CODIGO</b>		<b>MOTV006</b>
<b>MODELO</b>	7228 - BCB	<b>CODIGO</b>	G	<b>MAX AMB</b>	40° C	
<b>CATALOGO</b>	6215 JC3	<b>PF</b>	86.4	<b>DUTY</b>	CONT	
<b>TIPO</b>	N.U	<b>ENCL</b>	WP-I	<b>BAL</b>	0.08 IPS	
<b>NUMERO ID</b>	K06 20048864 - 100R - 02	<b>HP</b>	440	<b>EFICIENCIA NOMINAL</b>	94.5	
<b>MARCA</b>	US MOTOR	<b>AMP</b>	459	<b>GARANTIA DE</b>	93.6	
<b>FACTOR DE SERV</b>	1.15	<b>VOLTAJE</b>	460	<b>LOWER END BRG</b>	GRASA	
<b>CLASE</b>	TITAN	<b>R.P.M</b>	1180	<b>UPPER EN BRG</b>	30	
<b>CLASE INSUL</b>	F	<b>HZ</b>	60			
<b>SUBCONJUNTO</b>		<b>BOMBA</b>		<b>CODIGO</b>		<b>BOMV006</b>
<b>MODELO</b>	VIT-CT	<b>SERIAL</b>	757275 - 1	<b>SIZE</b>	12 X 20 HHC-3	
<b>MARCA</b>	ITT INDUSTRIES	<b>CLASE</b>	GOULDS PUMPS	<b>R.P.M</b>	1180	
<b>HECHO EN</b>	USA	<b>G.P.M</b>	4500 G.P.M = 283,9 LIT/SEG	<b>HEAD</b>	223 FT	
<b>ACCESORIOS ELECTRICOS</b>						
<b>CONTACTOR DEL ARRANQUE SUAVE CASILLA ELÉCTRICA</b>						
<b>MARCA</b>	GOLD STAR					
<b>REFERENCIA</b>	CH 150 NS					
<b>REFERENCIA en</b>	M2A					
<b>AMPERAJE Max</b>	660					
<b>HECHO EN</b>	FRANCIA					
<b>UBICACIÓN</b>	(CCM) CASILLA ELÉCTRICA 6 BOMBA 8					
<b>BLOQUE CONTACTO AUXILIAR</b>						
<b>MARCA</b>	TELEMECANIQUE					
<b>REFERENCIA</b>	LADN11 LA1 DN11					
<b>HECHO</b>	FRANCIA					
<b>VOLTAJE</b>	690 VOLTIOS					
<b>AMPERAJE</b>	10 AMP					
<b>CONTACTOS</b>	(1) NC y (1) NO					
<b>UBICACIÓN</b>	(CCM) CASILLA ELÉCTRICA 7 BOMBA 6					



	<b>RELE TERMICO DE SOBRECARGA</b>	
MARCA	TELEMECANIQUE	
REFERENCIA	LR9F 7379	
CLASE	10	
GRADUACION	300 A 500 AMP	
HECHO	FRANCIA	
VOLTAJE	600 VAC	
CONTACTOS	(1) NC y (1) NO	
AMPERAJE	5 AMP	
UBICACIÓN	(CCM) CASILLA ELÉCTRICA 7 BOMBA 6	
	<b>CONTACTOR DE EQUIPO EN FUNCIONAMIENTO</b>	
MARCA	GOLD STAR	
REFERENCIA	CH 150 NS	
REFERENCIA en el Plano Eléctrico	M2A	
AMPERAJE M <sub>ax</sub>	660	
HECHO EN	FRANCIA	
UBICACIÓN	(CCM) CASILLA ELÉCTRICA 6 BOMBA 8	
	<b>1° BLOQUE DE CONTACTOS AUXILIARES</b>	
MARCA	TELEMECANIQUE	
REFERENCIA	LADNDA LA 1 DND4	
HECHO	FRANCIA	
VOLTAJE	690 VOLTIOS	
AMPERAJE	10 AMP	
CONTACTOS	(4) NC	
UBICACIÓN	(CCM) CASILLA ELÉCTRICA 7 BOMBA 6	
	<b>2° BLOQUE DE CONTACTOS AUXILIARES</b>	
MARCA	TELEMECANIQUE	
REFERENCIA	LADN40 LA 1 DN40	
HECHO	FRANCIA	
VOLTAJE	690 VOLTIOS	
AMPERAJE	10 AMP	
CONTACTOS	(4) NO	
UBICACIÓN	(CCM) CASILLA ELÉCTRICA 7 BOMBA 6	
	<b>BREKER TOTALIZADOR DE EQUIPO EN FUNCIONAMIENTO</b>	
MARCA	MERLIN GERIN	
REFERENCIA	NS 630N	
VOLTAJE	750 VOLTIOS	
VOLTAJE DE INTERRUPCION	8 KV	
FRECUENCIA	50-60 HZ	

 AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. <small>NIT. 900.945.408-7</small>	<b>DIRECCION TECNICA</b>	SE-CAPT-11	
		V0	
	<b>REGISTRO DE EQUIPOS</b>	abr-13	
<b>NOMBRE</b>	TRANSFORMADOR 1	<b>CODIGO: TRANSFORMADOR 1</b>	
<b>AREA OPERATIVA</b>	SERVICIOS INDUSTRIALES		
<b>SISTEMA</b>	ENERGIA ELECTRICA		
<b>UBICACIÓN</b>	1.4.2.4 CASA BOMBA BOCATOMA		
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>		<b>REGISTROS FOTOGRAFICOS</b>	
MARCA	SIEMENS		
IDENTIFICACION	16369		
POTENCIA	1000 KVA		
VOLTAJE PRIMARIO	34500 VOLTIOS		
VOLTAJE SECUNDARIO	460 VOLTIOS		
HECHO	VIENE DE EDA SABA		
			
			

 AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. Nit. 900.045.409-1	<b>DIRECCION TECNICA</b>			ST-DOSC-4
				V0
	<b>REGISTRO DE EQUIPOS</b>			abr-13
<b>NOMBRE</b>	DOSIFICADOR DE CAL RC1			<b>AGI001</b>
<b>AREA OPERATIVA</b>	TRATAMIENTO			
<b>SISTEMA</b>	DOSIFICACION-DESINFECCION			
<b>UBICACIÓN</b>	1.2.2.4. AREA DE ALMACENAMIENTO			
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>				<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b>
<b>SUBCONJUNTO</b>	<b>REDUCTOR</b>	<b>CODIGO</b>	REDA001	
<b>MARCA</b>	FORTIS			
<b># NUMERO</b>	3978			
<b>MODELO</b>	262632			
<b>TIPO</b>	CENTRIFUGO			
<b>CLASE</b>	MOTOR AGITADOR			
<b>TIPO</b>	3-A			
<b>RPM</b>	170			
<b>SUBCONJUNTO</b>	<b>MOTOR</b>	<b>CODIGO</b>	MOTA001	
<b>MARCA</b>	SIEMENS			
<b>SERIE</b>	3312-1			
<b>HP</b>	1.2			
<b>VOLTAJE</b>	220/460 VOLTIOS			
<b>MODELO</b>	P 9357			
<b>RPM</b>	1680			
<b>AMPERAJE</b>	1.2			
<b>ACCESORIOS ELECTRICOS</b>				
<b>CASILLA ELECTRICA RC1</b>				
<b>BRAKER TOTALIZADOR DE ARRANQUE</b>				
<b>MARCA</b>	SQUARE D			
<b>REFERENCIA</b>	FAL 340 15			
<b>CONTACTOR</b>				
<b>MARCA</b>	TELEMECANIQUE			
<b>AMPERAJE</b>	0 A 6 AMP			
<b>AMPERIMETRO</b>				
<b>MARCA</b>	ZVRC			
2 PULSADORES DE APAGAR Y PRENDER				
<b>BREAKER TOTALIZADOR DE EQUIPO EN SERVICIO PARA DOSIFICADORES RC1 Y RC2</b>				
<b>MARCA</b>	MERLIN GERIN			
<b>AMPERAJE</b>	60			
<b>REFERENCIA</b>	EZC 100N			
<b>VOLTAJE</b>	690 VOLTIOS			

 AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1	<b>DIRECCION TECNICA</b>			SS-DIST-4
				V0
	<b>REGISTRO DE EQUIPOS</b>			abr-13
<b>NOMBRE</b>	COMPRESOR			<b>COM 001</b>
<b>AREA OPERATIVA</b>	SERVICIOS INDUSTRIALES			
<b>SISTEMA</b>	AIRE			
<b>UBICACIÓN</b>	14.15. CASA BOMBA PLANTA			
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>				<b>REGISTROS FOTOGRAFICOS</b>
<b>MOTOR</b>				 
<b>MODELO</b>	1UT01C4NXH01004E	<b>Manufacturado por</b>	WEG	
<b>TIPO</b>	DT	<b>HP</b>	10.0 / 7.5	
<b>IR PART #</b>	32036006	<b>AMP</b>	25/12.5 23.0/11.5	
<b>FRAME</b>	213/5T	<b>VOLTAJE</b>	230/460	
<b>MARCA</b>	INGERSOLL RAND	<b>R.P.M</b>	1755/1470	
<b>HECHO EN</b>	BRAZIL	<b>ENCL</b>	DP	
<b>PH</b>	3	<b>CODIGO</b>	H	
<b>PF</b>	0.84/ 0.82	<b>DES</b>	B	
<b>IP</b>	21	<b>AMB</b>	40° C	
<b>SF</b>	1.15	<b>NEMA NOM EFF 96</b>	89.5/88.5	
<b>INS.F</b>	T 80 K	<b>ALT</b>	1000 M.	
<b>HZ</b>	60/50	<b>3/4 LOAD EFF 96</b>	88.4/88.0	
<b>CABEZOTE</b>				
<b>MODELO</b>	2545	<b>SERIAL</b>	6035342	
<b>TANQUE</b>				
<b>MODELO</b>	2545 E10	<b>MARCA</b>	Manchester Tank	
<b>SERIAL</b>	0606050334	<b>R.P.M</b>	1050	
<b>NUMERO</b>	584375	Norma de seguridad de California	462 (L) (2)	
<b>Calibre lamina</b>	10	Fusibles de tiempo diferido	Ref: D	
<b>CAPACIDAD</b>	120 GLS	<b>PRESIÓN</b>	175 PSIG	
<b>FILTRO</b>				
<b>NUMERO</b>	32230542	<b>MARCA</b>	INGERSOLL RAND	
<b>ACCESORIOS ELECTRICOS</b>				
<b>(1) MINIBREAKER PARA RIEL OMEGA</b>				
<b>MARCA</b>	VCP			
<b>TIPO</b>	BIPOLAR			
<b>REFERENCIA</b>	Q12			
<b>VOLTAJE</b>	415 VOLTIOS			
<b>(1) GUARDA MOTOR PARA RIEL OMEGA</b>				
<b>MARCA</b>	TELEMECANIQUE			
<b>REFERENCIA</b>	6V2ME16			
<b>VOLTAJE</b>	440			
<b>AMPERAJE</b>	9 a 14			
				

	<b>DIRECCION TECNICA</b>		ST-AIRE-1
			V0
	<b>REGISTRO DE EQUIPOS</b>		abr-13
<b>NOMBRE</b>	SOPLADOR DE AIRE		<b>SOP001</b>
<b>AREA OPERATIVA</b>	SERVICIOS INDUSTRIALES		
<b>SISTEMA</b>	AIRE		
<b>UBICACIÓN</b>	1.4.1.1.TORRE DE AIREACION 2		
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>			<b>REGISTROS FOTOGRAFICOS</b>
<b>SOPLADOR DE AIRE # 3</b>			
MARCA	KAESER		
No maquina	4240639		
SERIAL	1162		
REFERENCIA	EB 291 C		
POTENCIA	40 HP		
CAUDAL	669 cfm		
<b>GABINETE DE CONTROL SOPLADOR # 3</b>			
MARCA	KAESER		
TIPO ARRANCA.	ESTRELLA TRIANGULO 37/45 KW		
VOLTAJE	460		
FRECUENCIA	60 HZ		
AMPERAJE MAX	75/ 86 AMP		
N°	1007		
			
			

### Anexo C. Codificación de equipos y subconjuntos

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ubicación</b>
1.1.1	CAPTACION-CONDUCCION	1.1.1
1.3.1	ALMACENAMIENTO-DISTRIBUCION	1.3.1
2.5.1	SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA	2.4.1
2.5.3	MEDICION Y CONTROL DEL PROCESO	2.5 PLANTA DE TRATAMIENTO
AGI001	DOSIFICADOR DE CAL RC1	1.2.2.4 AREA ALMACENAMIENTO
AGI002	DOSIFICADOR DE CAL RC2	1.2.2.5 AREA ALMACENAMIENTO
AGI003	PREPARACION DE PEROXIDO NO.1	1.2.2.6 AREA ALMACENAMIENTO
AGI004	PREPARACION DE PEROXIDO NO.2	1.2.2.7 AREA ALMACENAMIENTO
AGI005	PREPARACION DE PEROXIDO NO.3	1.2.2.8 AREA ALMACENAMIENTO
AGI006	PREPARACION DE POLIMERO NO.1	1.2.2.9 AREA ALMACENAMIENTO
AGI007	PREPARACION DE POLIMERO NO.2	1.2.2.10 AREA ALMACENAMIENTO
AGI008	PREPARACION DE POLIMERO NO.3	1.2.2.11 AREA ALMACENAMIENTO
AGI009	PREPARACION DE SULFATO NO.1	1.2.2.12 AREA ALMACENAMIENTO
AGI010	PREPARACION DE SULFATO NO.2	1.2.2.13 AREA ALMACENAMIENTO
AGI011	PREPARACION DE SULFATO NO.3	1.2.2.14 AREA ALMACENAMIENTO
AGI012	PREPARACION DE SULFATO NO.4	1.2.2.15 AREA ALMACENAMIENTO
AGI013	DOSIFICADOR SULFATO NO.1	1.2.2.16 AREA ALMACENAMIENTO
AGI014	DOSIFICADOR SULFATO NO.2	1.2.2.17 AREA ALMACENAMIENTO
AIR001	TORRE DE AIREACION	1.2.1.1 PLANTA DE TRATAMIENTO
AIR002	TORRE DE AIREACION	1.2.1.2 PLANTA DE TRATAMIENTO
BAN001	BANDA TRANSPORTADORA	1.2.2.1 AREA

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ubicación</b>
		ALMACENAMIENTO
BOM001	BOMBA VERTICAL	1.1.1.1 CASA BOMBA BOCATOMA
BOM002	BOMBA VERTICAL	1.1.1.2 CASA BOMBA BOCATOMA
BOM003	BOMBA VERTICAL	1.1.1.3 CASA BOMBA BOCATOMA
BOM004	BOMBA VERTICAL	1.1.1.4 CASA BOMBA BOCATOMA
BOM005	BOMBA VERTICAL	1.1.1.5 CASA BOMBA BOCATOMA
BOM006	BOMBA VERTICAL	1.3.1.22. CASA BOMBA PLANTA
BOM007	BOMBA VERTICAL	1.3.1.23. CASA BOMBA BOCATOMA
BOM008	BOMBA VERTICAL	1.3.1.24. CASA BOMBA BOCATOMA
BOM009	BOMBA VERTICAL	1.3.1.25. CASA BOMBA BOCATOMA
BOM010	BOMBA VERTICAL	1.3.1.26. CASA BOMBA BOCATOMA
BOM011	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.18 AREA DE QUIMICOS
BOM012	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.19 AREA DE QUIMICOS
BOM013	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.20 AREA DE QUIMICOS
BOM014	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.21 AREA DE QUIMICOS
BOM015	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR DE POLIMERO	1.2.2.22 AREA DE QUIMICOS
BOM016	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR DE POLIMERO	1.2.2.23 AREA DE QUIMICOS
BOM017	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR DE PEROXIDO	1.2.2.24 AREA DE QUIMICOS
BOM018	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR DE PEROXIDO	1.2.2.25 AREA DE QUIMICOS
BOM019	BOMBA AURORA	1.2.5.20 GALERIA DE FILTROS
BOM020	BOMBA CENTRIFUGA HORIZOTAL PARA LAVADO DE SEDIMENTADORES	1.2.4.1 SOTANO DE AREA DE QUIMICOS
BOMH001	BOMBA HORIZONTAL	1.2.5.20 GALERIA DE

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ubicación</b>
	CENTRIFUGA	FILTROS
BOMH002	BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL	1.2.4.1 SOTANO DE AREA DE QUIMICOS
BOMP001	BOMBA DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.18 AREA DE ALMACENAMIENTO
BOMP002	BOMBA DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.19 AREA DE ALMACENAMIENTO
BOMP003	BOMBA DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.20 AREA DE ALMACENAMIENTO
BOMP004	BOMBA DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.21 AREA DE ALMACENAMIENTO
BOMP005	BOMBA DISTRIBUIDOR DE POLIMERO	1.2.2.22 AREA DE QUIMICOS
BOMP006	BOMBA DISTRIBUIDOR DE POLIMERO	1.2.2.23 AREA DE QUIMICOS
BOMP007	BOMBA DISTRIBUIDOR DE PEROXIDO	1.2.2.24 AREA DE QUIMICOS
BOMP008	BOMBA DISTRIBUIDOR DE PEROXIDO	1.2.2.25 AREA DE QUIMICOS
BOMV001	BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL 375 L/S	1.1.1.1 CASA BOMBA BOCATOMA
BOMV002	BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL 375 L/S	1.1.1.2 CASA BOMBA BOCATOMA
BOMV003	BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL 375 L/S	1.1.1.3 CASA BOMBA BOCATOMA
BOMV004	BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL 375 L/S	1.1.1.4 CASA BOMBA BOCATOMA
BOMV005	BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL 375 L/S	1.1.1.5 CASA BOMBA BOCATOMA
BOMV006	BOMBA VERTICAL CENTRIFUGA 238.9 L/S	1.3.1.22. CASA BOMBA PLANTA
BOMV007	BOMBA VERTICAL CENTRIFUGA 238.9 L/S	1.3.1.23. CASA BOMBA PLANTA
BOMV008	BOMBA VERTICAL CENTRIFUGA 238.9 L/S	1.3.1.24. CASA BOMBA PLANTA
BOMV009	BOMBA VERTICAL CENTRIFUGA 238.9 L/S	1.3.1.25. CASA BOMBA PLANTA
BOMV010	BOMBA VERTICAL CENTRIFUGA 238.9 L/S	1.3.1.26. CASA BOMBA PLANTA
CAN001	CANALETA DE UNIFICACION DE CAUDALES	1.2.1.3 PLANTA DE TRATAMIENTO
COM001	COMPRESOR	1.4.1.5 CASA BOMBA PLANTA

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ubicación</b>
COM002	COMPRESOR	1.4.1.6 CASA BOMBA PLANTA
DIF001	DIFERENCIAL ELECTRICO	1.2.2.40 CUARTO DE CLORACION
DOS001	DOSIFICADOR DE SULFATO DE ALUMINIO RA2	1.2.2.2 AREA DE ALMACENAMIENTO
DOS002	DOSIFICADOR DE SULFATO DE ALUMINIO RA2	1.2.2.3 AREA DE ALMACENAMIENTO
FIL001	FILTROS DE AGUA	1.2.5.25 FILTRACION
FIL002	FILTROS DE AGUA	1.2.5.26 FILTRACION
FIL003	FILTROS DE AGUA	1.2.5.27 FILTRACION
FIL004	FILTROS DE AGUA	1.2.5.28 FILTRACION
FIL005	FILTROS DE AGUA	1.2.5.29 FILTRACION
FIL006	FILTROS DE AGUA	1.2.5.30 FILTRACION
FIL007	FILTROS DE AGUA	1.2.5.31 FILTRACION
FIL008	FILTROS DE AGUA	1.2.5.32 FILTRACION
FLO001	FLOCULADOR	1.2.3.1 CAMARA SECA N°1
FLO002	FLOCULADOR	1.2.3.2 CAMARA SECA N°1
FLO003	FLOCULADOR	1.2.3.3 CAMARA SECA N°2
FLO004	FLOCULADOR	1.2.3.4 CAMARA SECA N°2
MOTA001	MOTOR DOSIFICADOR DE CAL RC1	1.2.2.4 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTA002	MOTOR DOSIFICADOR DE CAL RC2	1.2.2.5 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTA003	MOTOR PREPARACION DE PEROXIDO NO.1	1.2.2.6 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTA004	MOTOR PREPARACION DE PEROXIDO NO.2	1.2.2.7 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTA005	MOTOR PREPARACION DE PEROXIDO NO.2	1.2.2.8 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTA006	MOTOR PREPARACION DE PEROXIDO NO.2	1.2.2.9 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTA007	MOTOR PREPARACION DE POLIMERO NO.2	1.2.2.10 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTA008	MOTOR PREPARACION DE POLIMERO NO.3	1.2.2.11 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTA009	MOTOR PREPARACION DE SULFATO NO.1	1.2.2.12 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTA010	MOTOR PREPARACION DE SULFATO NO.2	1.2.2.13 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTA011	MOTOR PREPARACION DE SULFATO NO.3	1.2.2.14 AREA DE ALMACENAMIENTO

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ubicación</b>
MOTA012	MOTOR PREPARACION DE SULFATO NO.4	1.2.2.15 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTA013	MOTOR DOSIFICADOR DE ALUMINO NO.1	1.2.2.16 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTA014	MOTOR DOSIFICADOR DE ALUMINO NO.2	1.2.2.17 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTB001	MOTOR BANDA TRANSPORTADORA	1.2.2.1 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTF001	MOTOR DE 4.8 HP	1.2.3.1 CAMARA SECA N°1
MOTF002	MOTOR DE 3.6 HP	1.2.3.1 CAMARA SECA N°1
MOTF003	MOTOR DE 3.6 HP	1.2.3.1 CAMARA SECA N°1
MOTF004	MOTOR DE 3.6 HP	1.2.3.2 CAMARA SECA N°1
MOTF005	MOTOR DE 3.6 HP	1.2.3.2 CAMARA SECA N°1
MOTF006	MOTOR DE 3.6 HP	1.2.3.2 CAMARA SECA N°1
MOTF007	MOTOR DE 3.6 HP	1.2.3.3 CAMARA SECA N°2
MOTF008	MOTOR DE 3.6 HP	1.2.3.3 CAMARA SECA N°2
MOTF009	MOTOR DE 3.6 HP	1.2.3.3 CAMARA SECA N°2
MOTF010	MOTOR DE 3.6 HP	1.2.3.4 CAMARA SECA N°2
MOTF011	MOTOR DE 3.6 HP	1.2.3.4 CAMARA SECA N°2
MOTF012	MOTOR DE 3.6 HP	1.2.3.4 CAMARA SECA N°2
MOTH001	MOTOR ELETRICO DE LA BOMBA HORIZONTAL	1.2.5 GALERIA DE FILTROS
MOTH002	MOTOR ELECTRICO DE 46HP Y 3540 RPM	1.2.4.1 SOTANO DE AREA DE QUIMICOS
MOTP001	MOTOR DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.18 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTP002	MOTOR DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.19 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTP003	MOTOR DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.20 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTP004	MOTOR DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.21 AREA DE ALMACENAMIENTO
MOTP005	MOTOR DISTRIBUIDOR DE POLIMERO	1.2.2.22 AREA DE QUIMICOS
MOTP006	MOTOR DISTRIBUIDOR DE POLIMERO	1.2.2.23 AREA DE QUIMICOS
MOTP007	MOTOR DISTRIBUIDOR DE PEROXIDO	1.2.2.24 AREA DE QUIMICOS
MOTP008	MOTOR DISTRIBUIDOR DE PEROXIDO	1.2.2.25 AREA DE QUIMICOS
MOTR001	MOTOR REACTOR DE CLORO 5 HP	1.2.2.27 AREA DE QUIMICIOS

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ubicación</b>
MOTR002	MOTOR EXTRACTOR DE CLORO	1.2.2.27 AREA DE QUIMICOS
MOTV001	MOTOR ELECTRICO 300 HP 1180 RPM	1.1.1.1 CASA BOMBA BOCATOMA
MOTV002	MOTOR ELECTRICO 300 HP 1180 RPM	1.1.1.2 CASA BOMBA BOCATOMA
MOTV003	MOTOR ELECTRICO 300 HP 1180RPM	1.1.1.3 CASA BOMBA BOCATOMA
MOTV004	MOTOR ELECTRICO 300 HP 1180 RPM	1.1.1.4 CASA BOMBA BOCATOMA
MOTV005	MOTOR ELECTRICO 300 HP 1180 RPM	1.1.1.5 CASA BOMBA BOCATOMA
MOTV006	MOTOR ELECTRICO 440 HP Y 1180RPM	1.3.1.22 CASA BOMBA PLANTA
MOTV007	MOTOR ELECTRICO 440 HP Y 1180RPM	1.3.1.23 CASA BOMBA PLANTA
MOTV008	MOTOR ELECTRICO 440 HP Y 1180RPM	1.3.1.24 CASA BOMBA PLANTA
MOTV009	MOTOR ELECTRICO 440 HP Y 1180RPM	1.3.1.25 CASA BOMBA PLANTA
MOTV010	MOTOR ELECTRICO 440 HP Y 1180RPM	1.3.1.26 CASA BOMBA PLANTA
REA001	REACTOR PARA CONTROL DE FUGAS DE CLORO	1.2.2.27 AREA DE QUIMICOS
REAR001	REACTOR CONTROL FUGAS DE CLORO	1.2.2.27 AREA QUIMICOS
REDA001	REDUCTOR DOSIFICADOR CAL RC1	1.2.2.4 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDA002	REDUCTOR DOSIFICADOR CAL RC2	1.2.2.5 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDA003	REDUCTOR PREPARACION DE PEROXIDO NO.1	1.2.2.6 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDA004	REDUCTOR PREPARACION DE PEROXIDO NO.2	1.2.2.7 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDA005	REDUCTOR PREPARACION DE PEROXIDO NO.3	1.2.2.8 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDA006	REDUCTOR PREPARACION DE POLIMERO NO.1	1.2.2.9 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDA007	REDUCTOR PREPARACION DE POLIMERO NO.2	1.2.2.10 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDA008	REDUCTOR PREPARACION DE POLIMERO NO.3	1.2.2.10 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDA009	REDUCTOR PREPARACION DE SULFATO NO.1	1.2.2.12 AREA DE ALMACENAMIENTO


<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ubicación</b>
REDA010	REDUCTOR PREPARACION DE SULFATO NO.2	1.2.2.13 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDA011	REDUCTOR PREPARACION DE SULFATO NO.3	1.2.2.14 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDA012	REDUCTOR PREPARACION DE SULFATO NO.4	1.2.2.15 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDA013	REDUCTOR DOSIFICACION DE SULFATO NO.1	1.2.2.16 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDA014	REDUCTOR DOSIFICACION DE SULFATO NO.2	1.2.2.17 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDB001	REDUCTOR BANDA TRANSPORTADORA	1.2.2.1 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDF001	REDUCTOR DE VELOCIDAD DEL FLOCULADOR	1.2.3.1 CAMARA SECA N°1
REDF002	REDUCTOR DE VELOCIDAD DEL FLOCULADOR	1.2.3.1 CAMARA SECA N°1
REDF003	REDUCTOR DE VELOCIDAD DEL FLOCULADOR	1.2.3.1 CAMARA SECA N°1
REDF004	REDUCTOR DE VELOCIDAD	1.2.3.2 CAMARA SECA N°1
REDF005	REDUCTOR DE VELOCIDAD	1.2.3.2 CAMARA SECA N°1
REDF006	REDUCTOR DE VELOCIDAD	1.2.3.2 CAMARA SECA N°1
REDF007	REDUCTOR DE VELOCIDAD	1.2.3.3 CAMARA SECA N°2
REDF008	REDUCTOR DE VELOCIDAD	1.2.3.3 CAMARA SECA N°2
REDF009	REDUCTOR DE VELOCIDAD	1.2.3.3 CAMARA SECA N°2
REDF010	REDUCTOR DE VELOCIDAD	1.2.3.4 CAMARA SECA N°4
REDF011	REDUCTOR DE VELOCIDAD	1.2.3.4 CAMARA SECA N°4
REDF012	REDUCTOR DE VELOCIDAD	1.2.3.4 CAMARA SECA N°4
REDP001	REDUCTOR DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.18 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDP002	REDUCTOR DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.19 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDP003	REDUCTOR DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.20 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDP004	REDUCTOR DISTRIBUIDOR DE SULFATO	1.2.2.21 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDP005	REDUCTOR DISTRIBUIDOR DE POLIMERO	1.2.2.22 AREA DE ALMACENAMIENTO
REDP006	REDUCTOR DISTRIBUIDOR DE POLIMERO	1.2.2.23 AREA DE ALMACENAMIENTO

#### Anexo D. Jerarquización de equipos por su nivel de criticidad

CÓDIGO	EQUIPO	CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
TRA003	TRANSFORMADOR TR3	31	Crítico
TRA004	TRANSFORMADOR TR4	31	Crítico
AGI001	DOSIFICADOR DE CAL RC1	28	Crítico
AGI002	DOSIFICADOR DE CAL RC2	28	Crítico
TRA001	TRANSFORMADOR 1	27	Crítico
TRA002	TRANSFORMADOR 2	27	Crítico
FLO001	FLOCULADOR 1	27	Crítico
FLO002	FLOCULADOR 2	27	Crítico
FLO003	FLOCULADOR 3	27	Crítico
FLO004	FLOCULADOR 4	27	Crítico
COM001	COMPRESOR Z3	24	Crítico
COM002	COMPRESOR Z4	24	Crítico
BOM001	BOMBA VERTICAL 1	22	Crítico
BOM002	BOMBA VERTICAL 2	22	Crítico
BOM003	BOMBA VERTICAL 3	22	Crítico
BOM004	BOMBA VERTICAL 4	22	Crítico
BOM005	BOMBA VERTICAL 5	22	Crítico
BOM006	BOMBA VERTICAL 6	22	Crítico
BOM007	BOMBA VERTICAL 7	22	Crítico
BOM008	BOMBA VERTICAL 8	22	Crítico
BOM009	BOMBA VERTICAL 9	22	Crítico
BOM010	BOMBA VERTICAL 10	22	Crítico
SOP003	SOPLADOR DE AIRE No. 3	22	Crítico
SOP004	SOPLADOR DE AIRE No. 4	22	Crítico
BOM011	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR SULFATO 1	20	Media Criticidad
BOM012	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR SULFATO 2	20	Media Criticidad
BOM013	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR SULFATO 3	20	Media Criticidad
BOM014	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR SULFATO 4	20	Media Criticidad
AGI009	MEZCLADOR PREPARACION DE SULFATO 1	20	Media Criticidad
AGI010	MEZCLADOR PREPARACION DE	20	Media Criticidad

<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>CRITICIDAD</b>	<b>NIVEL DE CRITICIDAD</b>
	SULFATO 2		
AGI011	MEZCLADOR PREPARACION DE SULFATO 3	20	Media Criticidad
AGI012	MEZCLADOR PREPARACION DE SULFATO	20	Media Criticidad
AGI013	MEZCLADOR DOSIFICACION DE SULFATO 2	20	Media Criticidad
AGI014	MEZCLADOR DOSIFICACION DE SULFATO 3	20	Media Criticidad
BOM017	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR PEROXIDO 1	17	Media Criticidad
BOM018	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR PEROXIDO 2	17	Media Criticidad
BOM015	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR POLIMERO 1	17	Media Criticidad
BOM016	BOMBA PCP DISTRIBUIDOR POLIMERO 2	17	Media Criticidad
SOP001	SOPLADOR DE AIRE No. 1	15	Media Criticidad
SOP002	SOPLADOR DE AIRE No. 2	15	Media Criticidad
BOM019	BOMBA AURORA	15	Media Criticidad
BAN001	BANDA TRANSPORTADORA	14	Media Criticidad
BOM020	BOMBA LAVADO SEDIMENTADOR	13	Media Criticidad
AGI003	PREPARACION DE PEROXIDO No. 1	12	Media Criticidad
AGI004	PREPARACION DE PEROXIDO No. 2	12	Media Criticidad
AGI005	PREPARACION DE PEROXIDO No. 3	12	Media Criticidad
AGI006	PREPARACION DE POLIMERO No. 1	12	Media Criticidad
AGI007	PREPARACION DE POLIMERO No. 2	12	Media Criticidad
AGI008	PREPARACION DE POLIMERO No. 3	12	Media Criticidad
DIF001	DIFERENCIAL ELECTRICO	9	No Crítico
DOS001	DOSIFICADOR ALUMINIO RA1 STAND-BY	0	No Crítico
DOS002	DOSIFICADOR ALUMINIO RA2 STAND-BY	0	No Crítico

## Anexo E. Manual de procedimientos para el mantenimiento preventivo de sopladores de aire

	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SOPLADORES DE AIRE	MPSOPL-01
		V0
		Mayo-13

### 1. OBJETIVO

Conocer las tareas y procedimientos para el mantenimiento preventivo de sopladores de aire

### 2. ALCANCE

Deberá ser aplicado en las labores de mantenimiento y en la planta de tratamiento, además de convertirse en una herramienta para los operadores y auxiliares encargados de los equipos de la Planta.

### 3. RESPONSABILIDADES

La ejecución del manual estará a cargo de los operadores electromecánicos y deberá ser supervisada por la coordinación de mantenimiento.

### 4. DESCRIPCIÓN

El procedimiento presenta las intervenciones de mantenimiento preventivo que se deben aplicar a los sopladores de aire, separadas por frecuencias.

#### 4.1. Mantenimiento de Frecuencia Mensual o 500 Horas de Funcionamiento

1. Controlar el nivel de aceite lubricante.
2. Controlar la tensión de las correas trapezoidales.
3. Controlar el filtro de aire.

### **Procedimiento para controlar el nivel de aceite lubricante**

1. Controlar el nivel de aceite lubricante sólo con la máquina parada, ya que el nivel del aceite lubricante varía constantemente en el visor de aceite durante el funcionamiento de la máquina.
2. Controlar el nivel de aceite lubricante en el visor de aceite por el lado de control y por el lado de accionamiento.

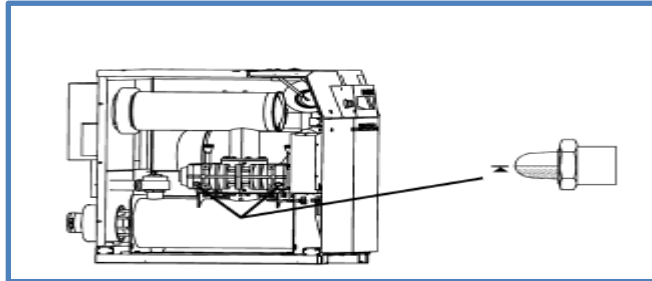


Figura 1.

3. Rellenar de aceite lubricante si el nivel ha descendido 3 mm por debajo del centro del visor de aceite.

### **Procedimiento para rellenar aceite lubricante**

#### **Precauciones:**

- Desconectar la máquina.
- No mezcle nunca aceites lubricantes de tipos distintos.
- Rellene solamente con aceite lubricante del mismo tipo que el que se encuentra ya en la máquina (leer pegatina en el bloque del soplador).
- No rellenar de aceite lubricante por encima del centro de visor de aceite, ya que el aceite puede penetrar en la cámara del soplador.

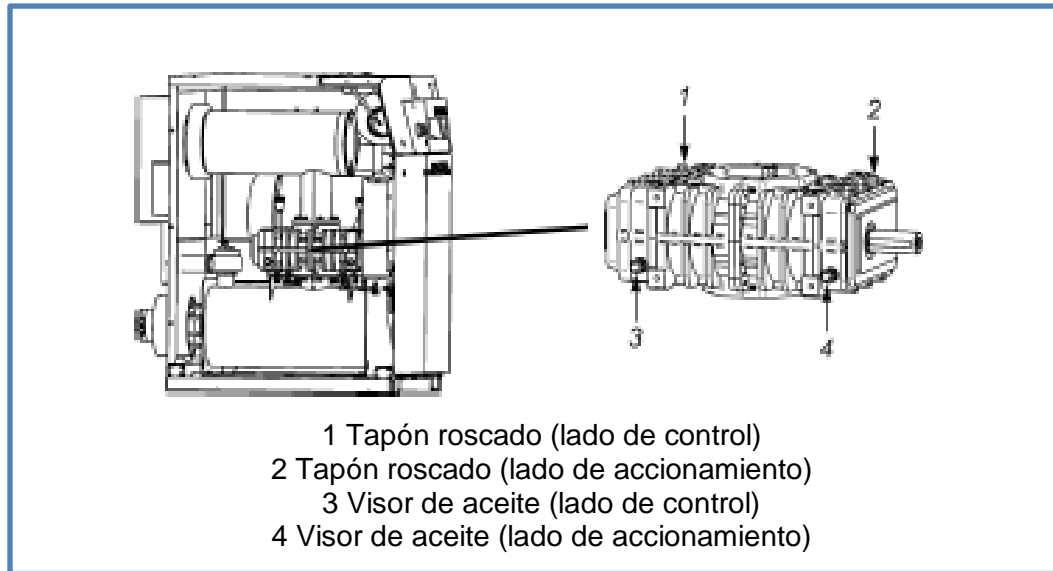


Figura 2.

1. Abrir lentamente el tapón roscado (1) y/o (2) del lado de control y de accionamiento.
2. Rellenar de aceite lubricante.
3. Enroscar los tapones roscados.
4. Efectuar una verificación visual de estanqueidad.

### **Procedimiento para controlar la tensión de las correas trapezoidales**

El mecanismo tensor de correas reajusta el tensado de la correa automáticamente a través de un resorte de presión dentro de unos límites determinados.

Si las correas se han alargado tanto que el perno de marcación (1) se sitúa en el extremo superior del agujero ovalado del mecanismo tensor será necesario un reajuste.

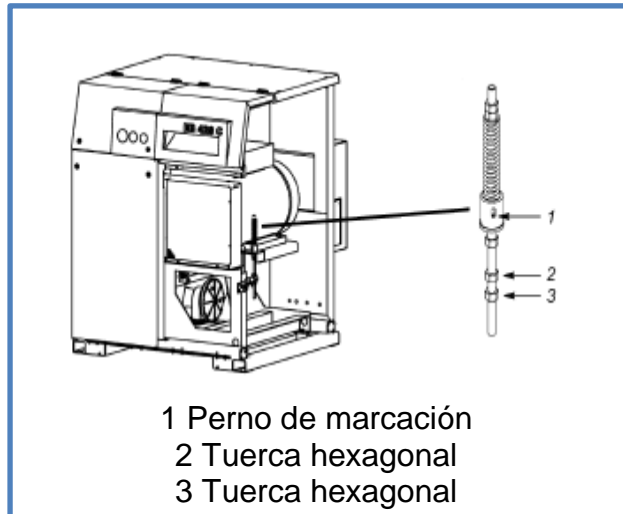


Figura 3.

### **Procedimiento para retensar las correas trapezoidales**

1. Soltar la tuerca hexagonal (2).
2. Retensar la correa con la tuerca hexagonal (3) hasta que el perno de marcación (1) haya alcanzado nuevamente el extremo inferior del agujero ovalado.
3. Volver a apretar la tuerca hexagonal (2).

### **Control Visual de daños:**

1. Girar con la mano la correa de accionamiento en la polea y comprobar posibles daños.
2. En caso de daños: Cambiar la correa de accionamiento inmediatamente.

NOTA: En caso de un fallo de algunas correas en transmisiones de múltiples poleas se deberán cambiar todas las correas.

## Procedimiento para controlar el filtro de aire

El indicador de mantenimiento informa sobre el mantenimiento necesario del filtro de aire. La señal se activa en caso de una resistencia de paso en el filtro provocada por el aumento de la suciedad del cartucho.

### Precauciones

- Máquina desconectada.
- Asegurado el interruptor central para que no pueda volverse a conectar.
- Máquina fría.

### Máquina con capota insonorizante

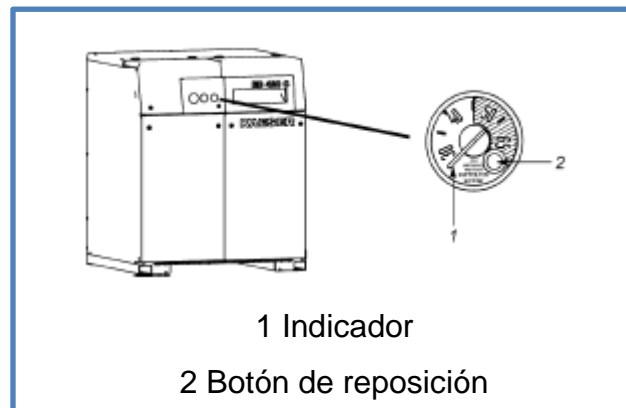


Figura 4.

1. Cambiar el filtro de aire cuando el indicador (1) muestra la zona roja.
2. Una vez cambiado el filtro de aire (1) volver a poner el indicador presionando el botón de reposición (2).

## Máquina sin capota insonorizante

El indicador de mantenimiento se encuentra en el silenciador de aspiración.

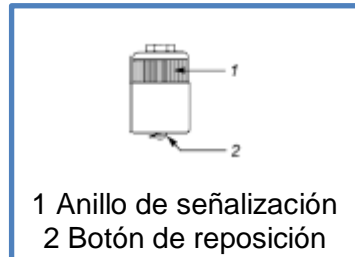


Figura 5.

1. Cambiar el filtro de aire cuando el anillo de señalización (1) se ha enclavado pasando a "rojo".
2. Después del cambio del filtro de aire se desenclava el anillo de señalización rojo presionando el botón de reposición (2).

### 4.2. Mantenimiento de Frecuencia hasta 2000 horas de funcionamiento

1. Engrasar los cojinetes del motor

#### Procedimiento para engrasar los cojinetes del motor

##### Precauciones:

- Utilice exclusivamente la grasa para temperaturas elevadas ESSO UNIREX N3 para la lubricación de los cojinetes del motor.
- En la placa de identificación del motor/placa de mantenimiento está indicada la cantidad de grasa necesaria.
- El motor debe estar en marcha.

## Máquina con capota insonorizante

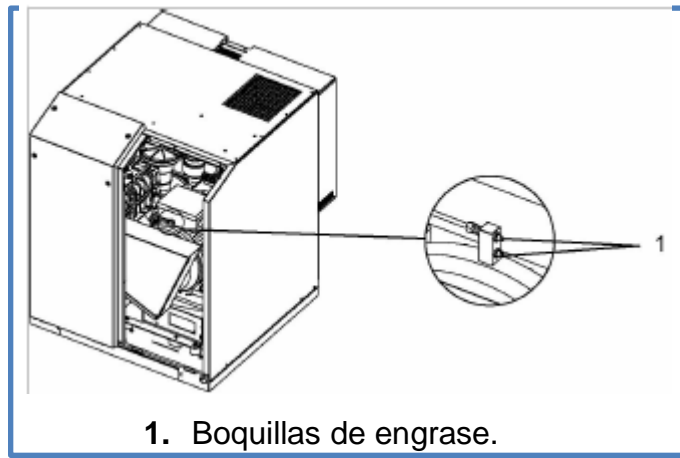


Figura 6.

1. Retirar el panel desmontable derecho.
2. Limpiar las boquillas de engrase (1) con un paño para limpieza.
3. Engrasar ambos cojinetes con un inyector de grasa.
4. Volver a insertar el panel desmontable.

## Máquina sin capota insonorizante

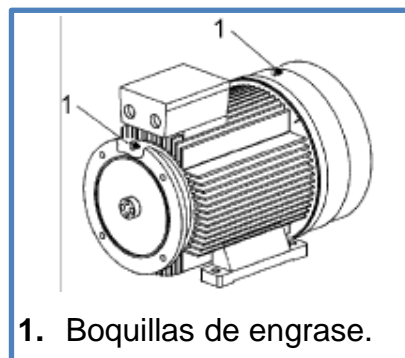


Figura 7.

1. Limpiar las boquillas de engrase (1) con un paño para limpieza.
2. Engrasar ambos cojinetes con un inyector de grasa.

### 4.3. Mantenimiento de Frecuencia hasta 3000 horas de funcionamiento

1. Cambiar el filtro del aire.

#### Procedimiento para cambiar el filtro de aire

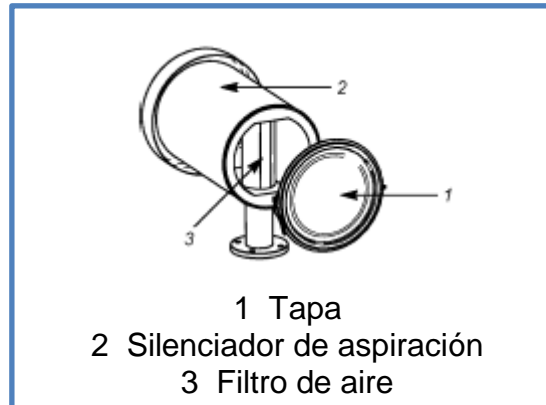


Figura 8.

1. Desmontar la tapa (1) en el silenciador de aspiración (2).
2. Soltar la cinta con cierre VELCRO en el filtro de aire sucio (3) y quitar el filtro de aire.
3. Poner el filtro de aire alrededor del tubo de aspiración perforado en el silenciador de aspiración y cerrar con cinta VELCRO.
4. Montar la tapa del silenciador de aspiración.

### 5.3 Mantenimiento de Frecuencia hasta 6000 horas de funcionamiento

1. Cambiar el aceite lubricante

#### Procedimiento para cambiar el aceite lubricante

##### Precauciones:

- Es necesario separar la máquina completamente de la red de aire comprimido y despresurizarla.

- Realizar el cambio del aceite lubricante a una temperatura de bloque de unos 55 °C para garantizar una fluidez suficiente.
- Como norma general, purgar todo el aceite lubricante del bloque soplante del lado control y del lado de accionamiento.

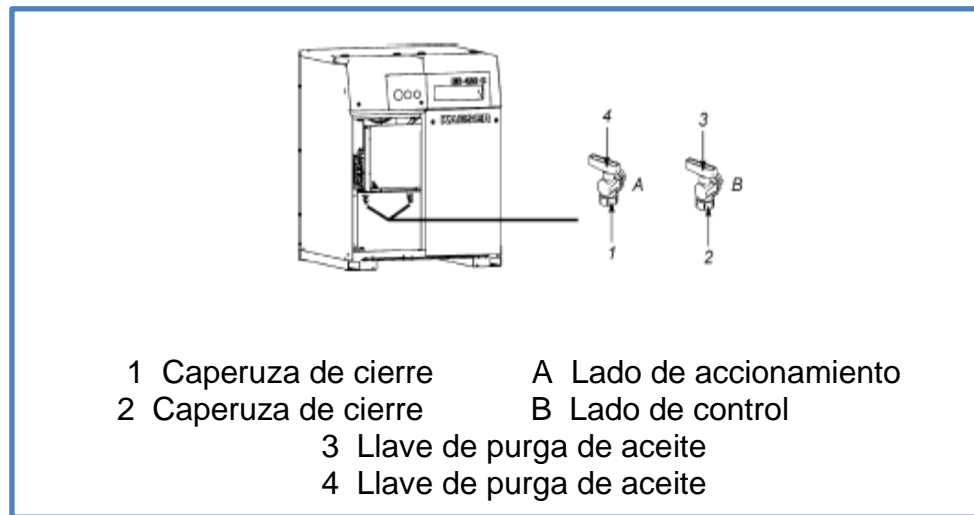


Figura 9.

### Evacuar el aceite lubricante

1. Preparar recipiente colector de aceite lubricante.
2. Desatornillar los tapones roscados en el bloque de la soplante (1 y 2; figura 2).
3. Desatornillar las caperuzas de cierre (1 y 2) y abrir las llaves de purga de aceite (3 y 4).
4. Evacuar el aceite lubricante.

### Rellenar de aceite lubricante

1. Rellenar de aceite lubricante.
2. Mantener abiertas las llaves de purga de aceite (3 y 4) hasta que salga el aceite lubricante (despresurización de los tubos de evacuación de aceite).
3. Controlar el nivel de aceite lubricante en los visores de aceite (Figura 2) del lado de control y del lado de accionamiento, rellenar de aceite lubricante en caso necesario.

4. Cerrar las llaves de purga de aceite (3 y 4) enroscar las caperuzas de cierre (1 y 2).
5. Atornillar los tapones roscados en el bloque de la soplante (1 y 2, Figura 2).

#### 5.4 Mantenimiento de Frecuencia Anual

1. Comprobar el buen ajuste de todos los tornillos de la unión eléctrica y volver a apretarlos si hiciera falta.
2. Controlar la tensión de las correas trapezoidales.
3. Controlar válvula de escape.

#### Procedimiento para controlar la válvula de escape

El control de la movilidad de la vara sometida a tracción de la válvula de escape se efectúa levantándola con la mano o un dispositivo de tracción.

#### Precauciones:

- La máquina debe estar desconectada
- La máquina no lleva presión

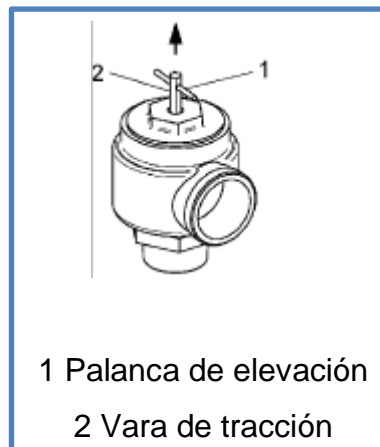


Figura 10.

1. Comprobar la movilidad de la vara de tracción (2) tirando por la palanca de elevación verticalmente levantándola con la mano (1).

Si se supera la presión de servicio máxima admitida, la válvula de escape se abre.

2. Accionar la máquina exclusivamente con una válvula de escape en perfecto estado.
3. No cambiar el ajuste de la válvula de escape.
4. Sustituir la válvula de escape averiada.

### 5.5 Mantenimiento de Frecuencia hasta 12 000 horas de funcionamiento

1. Cambiar las correas de accionamiento.
2. Cambio de cojinetes recomendado para motores con lubricación permanente / a largo plazo

#### Procedimiento para cambiar las correas de accionamiento

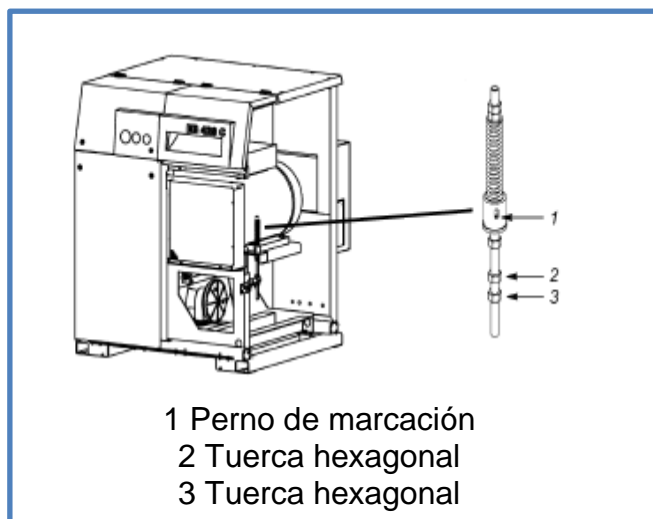


Figura 11.

1. Desenroscar la protección de correas.
2. Girar hacia abajo la tuerca hexagonal (3) del mecanismo tensor de correas.
3. Girar la tuerca hexagonal (2) hacia abajo hasta que las correas se hayan destensado.


4. Quitar las correas.
5. Colocar las nuevas correas, sin tensión, sobre la polea del motor y la de la soplante.
6. Ajustar el tensado de las correas trapezoidales.
7. Montar la protección de correas.
8. Comprobar de nuevo el tensado de las correas tras las primeras 2 horas, así como tras otras 24 horas de funcionamiento, ya que en este periodo se produce el mayor estiramiento de las correas.

#### **5.6 Mantenimiento de Frecuencia hasta 36 000 horas de Funcionamiento**

1. Cambio de cojinetes recomendado para motores con cojinetes lubricables.

#### **5.7 Mantenimiento de Frecuencia Bianual**

Comprobar la estanqueidad de las ranuras existentes de silicona en el exterior de la capota insonorizante, en caso necesario reparar o renovarlas.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DE BOMBAS CENTRIFUGAS DE EJE HORIZONTAL</b>	MPBOMH-01
		V0
		Mayo-13

## 1. OBJETIVO

Estandarizar los procedimientos o rutinas de mantenimiento aplicado a la bomba aurora con el fin de brindar una herramienta que facilite el trabajo de los técnicos encargados de las labores de mantenimiento en la Planta.

## 2. RESPONSABILIDADES

La responsabilidad en la ejecución de las recomendaciones escritas en este manual es de los técnicos electromecánicos y es supervisada por la coordinación de mantenimiento.

## 3. DESCRIPCIÓN

El manual presenta una descripción detallada de las intervenciones o servicios de mantenimiento que se deben aplicar a las bombas centrifugas, y la frecuencia de ejecución de las mismas.

### 3.1 Mantenimiento de Frecuencia Semestral

#### 1. Limpieza del equipo para alargar la vida útil de los rodamientos

Teniendo en cuenta que cualquier mantenimiento del equipo implica un desmonte del mismo se propone:

### 3.2 Mantenimiento Correctivo Anual o Bianual

#### 1. Desmonte y desarme de la bomba

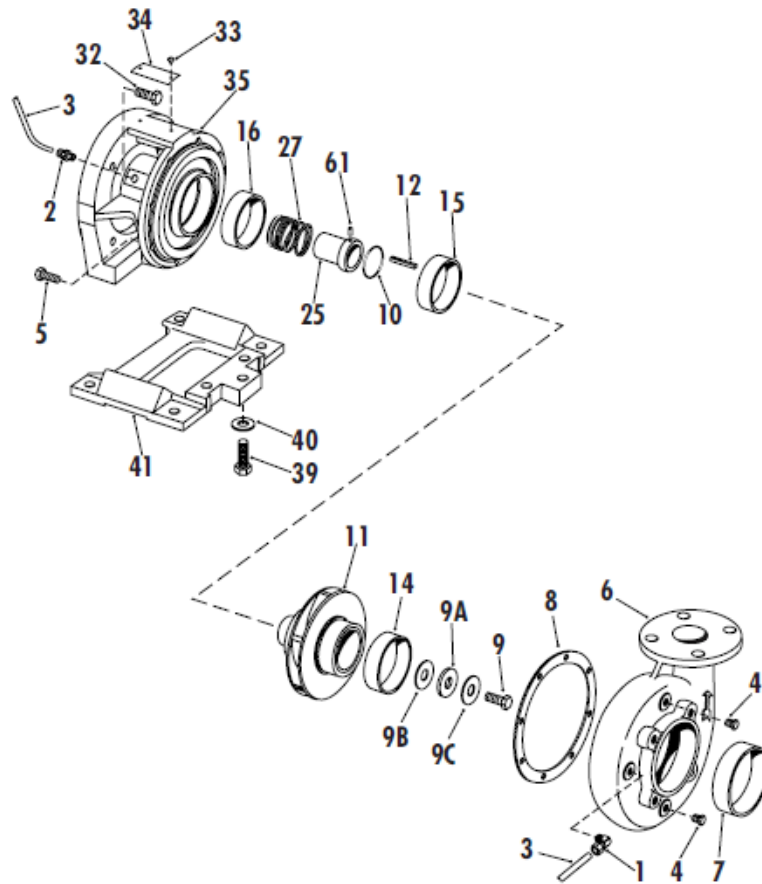
2. Inspección de impulsor, carcasa y ejes, verificar que no tenga grietas, desgaste o corrosión

3. Revisión rodamientos, empaquetaduras y sellos

4. Engrase de rodamientos
5. Montaje de la bomba

### Listado de partes

1. Codo	9A. Arandela	25. manga
2. Conector	9B. Empaque	27. Sello
3. Tubería	9C. sello tornillo de cabeza	32. Tornillo de cabeza
4. Tapón	10. empaque	33. tornillo
5. Tornillo de cabeza	11. impulsor o rodete	35. Soporte
6. Carcaza	12. chaveta	39. Tornillo de cabeza
7. Anillo de desgaste	13. Anillo de desgaste	40. Arandela
8. Junta	14. Anillo de desgaste	41. soporte
9. Tornillo del impulsor	15. Anillo de desgaste	61. pin



 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<p><b>MANUAL DE MANTENIMIENTO BOMBAS DE CAVIDADES PROGRESIVAS (PCP)</b></p>	MPBOMP-01
		V0
		Mayo-13

## 1. OBJETIVO

Estandarizar los procedimientos o rutinas de mantenimiento aplicado a la bomba PCP con el fin de brindar una herramienta que facilite el trabajo de los técnicos encargados de las labores de mantenimiento en la Planta

## 2. RESPONSABILIDADES

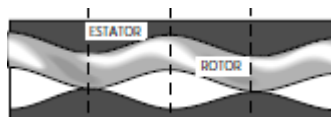
La responsabilidad en la ejecución de las recomendaciones escritas en este manual es de los técnicos electromecánicos y es supervisada por la coordinación de mantenimiento.

## 3. DESCRIPCIÓN

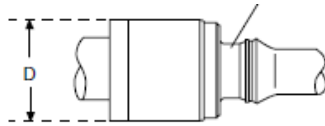
El manual presenta una descripción detallada de las intervenciones o servicios de mantenimiento que se deben aplicar a las bombas PCP, y la frecuencia de ejecución de las mismas.

### 3.1 Mantenimiento de Frecuencia Anual

1. Desmontar el accionamiento
2. Extraer las partes e inspeccionar:
  - Desgaste del estator, cuando llegue al desgaste máximo permitido debe ser remplazado



- Revisar el cierre y la lubricación de las articulaciones, si es necesario se procederá a su reemplazo una rotura súbita de las juntas / manguito de las articulaciones puede ocasionar que hasta 450 ml de aceite lubricante junto con limaduras metálicas puedan mezclarse con el producto bombeado. Por tanto, es de esencial importancia chequear regularmente el estado de las juntas  
Procedimiento de desmonte.



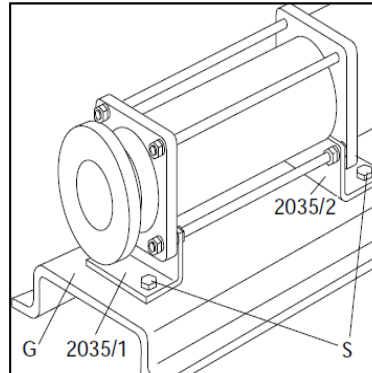
- Inspeccionar el estado de los rodamientos, si es necesario, deberán ser cambiados.
- Si se montan empaquetaduras debe tenerse en cuenta que la temperatura de trabajo no exceda la categoría de temperatura.

Recomendación: Apriete con par no muy alto (aprox. 5 N-m) las tuercas del Prensaestopas.

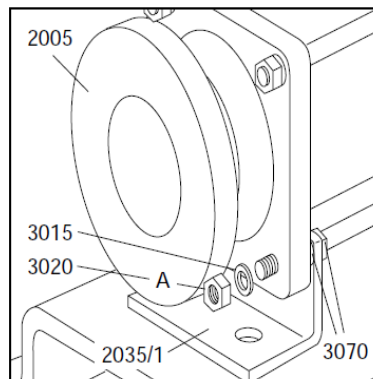
3. Limpiar todas las partes y piezas
4. Cambiar el aceite la cantidad de aceite a cada articulación 15 cm<sup>3</sup>.

## Procedimiento de desmonte

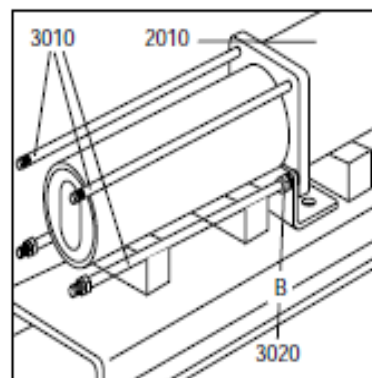
1. Quitar los tornillos (S) que fijan los pies de la bomba (2035) a la bancada (G).



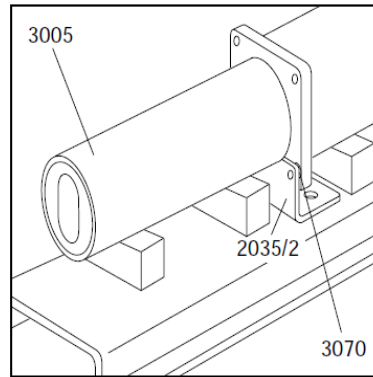
2. Quitar las tuercas hexagonales A (3020) y las arandelas (3015) y después sacar la brida de impulsión (2005) y el primer pie soporte (2035/1) con las arandelas (3070).



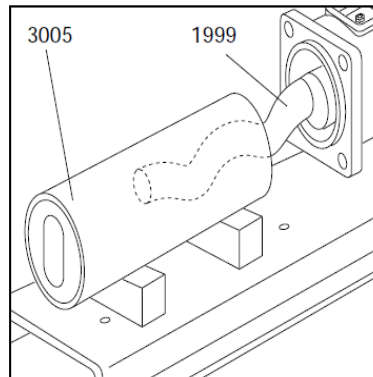
3. Apoyar el cuerpo de bomba (2010) y el estator (3005) con tacos de madera. Soltar las tuercas hexagonales B (3020) si las hubiera y desatornillar los prisioneros (3010).



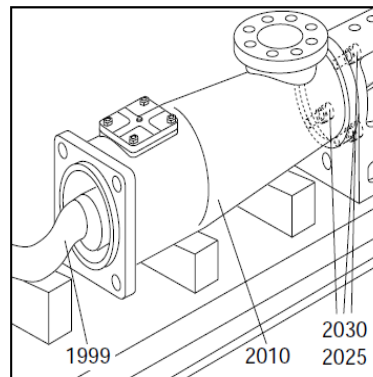
4. Si los hubiera quitar el segundo pie soporte (2035/2) y las arandelas (3070).



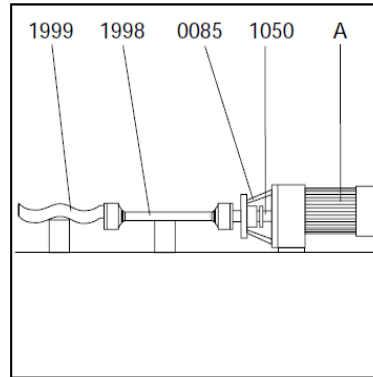
5. Sacar el estator (3005) hacia delante. Existe un dispositivo de desmontaje como accesorio especial.



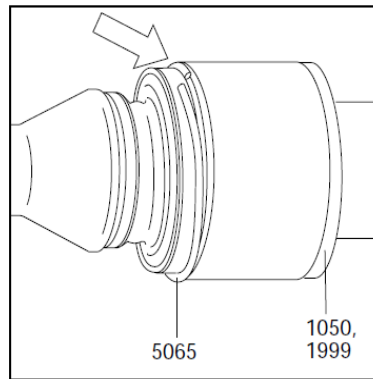
6. Quitar las tuercas hexagonales (2030) y las arandelas (2025). Sacar el cuerpo de la bomba (2010) por completo hacia delante.



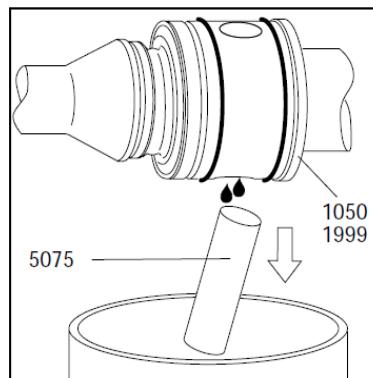
7. Cuando se quiera desmontar el rotor (1999) y la barra de acoplamiento (1998), las articulaciones de bulón. Colocar sobre el banco de trabajo la unidad desmontada, compuesta por la caja de rodamientos (0005) con eje (1005) (o soporte del accionamiento (0085) con motor (A) y eje de conexión (1050)), barra de acoplamiento (1998) y rotor (1999). Apoyar el rotor (1999) sobre un taco de madera.



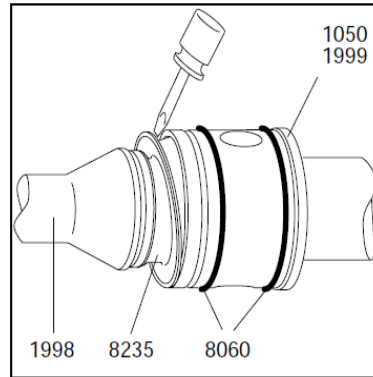
8. Extraer el muelle de sujeción (5065) de la ranura del cabezal del rotor (1999) o del eje de conexión (1050).



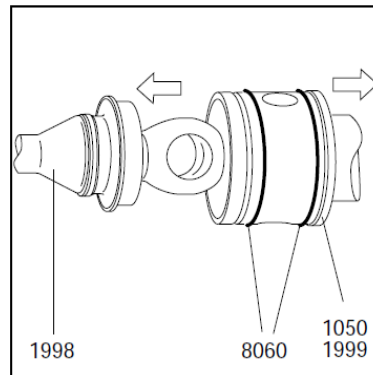
9. Sacar presionando el bulón (5075) del taladro de la cabeza del rotor (1999) o del eje de conexión (1050) y vaciar el aceite en una cubeta. En caso necesario, utilizar un martillo y una clavija cilíndrica delgada o un punzón (DIN 6450 C). Evacuar el aceite de la forma prescrita.



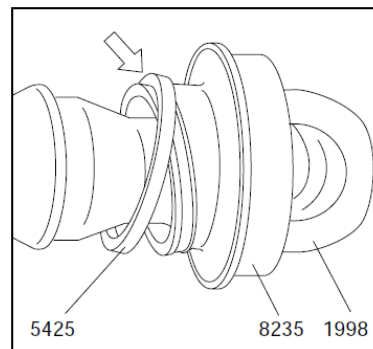
10. Hacer palanca con un destornillador para soltar el manguito SM (8235) de la cabeza del rotor (1999) o del eje de conexión (1050). ¡Procurar no dañar el manguito SM (8235) en esta operación!




11. Desmontar el rotor (1999), la barra de acoplamiento (1998) y el eje de conexión (1050). Sacar las juntas tóricas (8060).



12. Empujar el manguito SM (8235) hacia el extremo de la barra de acoplamiento (1998), hasta que el anillo de cierre (5425) del manguito SM (8235) se pueda soltar de la ranura del mismo en la parte más estrecha de la barra de acoplamiento (1998). Sacar el manguito SM (8235) y el anillo de cierre (5425) por la cabeza de la barra de acoplamiento (1998).



 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.409-1</p>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DE BOMBAS TIPO TURBINAS VERTICALES</b>	MPBOMV-01
		V0
		Mayo-13

## 5. OBJETIVO

Conocer las tareas y procedimientos para el mantenimiento de bombas tipo turbinas verticales ubicadas en Bocatoma y en Casa Bomba

## 6. ALCANCE

Deberá ser aplicado en las labores de mantenimiento y en la planta de tratamiento, además de convertirse en una herramienta para los operadores y auxiliares encargados de los equipos de la Planta.

## 7. RESPONSABILIDADES

La ejecución del manual estará a cargo de los operadores electromecánicos y deberá ser supervisada por la coordinación de mantenimiento.

## 8. DESCRIPCIÓN

El procedimiento presenta las intervenciones de mantenimiento que se deben aplicar a las bombas tipo turbinas verticales instalados en Bocatoma y Casa Bomba, separadas por frecuencias.

### 8.1. Mantenimiento de Frecuencia Semanal

1. Revisar que las fugas, la vibración y la temperatura de los cojinetes estén dentro de los rangos normales de operación.
2. Compruébese que no haya fluido anormal ni tampoco fugas de lubricante y que los sistemas de obturación, si los hay, estén llenos y operen normalmente.
3. Verifíquese que las fugas por la empaquetadura no superen las dos gotas por segundo.

4. Ajuste la empaquetadura si es necesario.
5. Chequéese el nivel y estado del aceite lubricante.

### **Procedimiento para el ajuste de la empaquetadura**

Realice este procedimiento si las fugas exceden las dos gotas por segundo.

1. Con la bomba funcionando, ajuste las tuercas del casquillo en un cuarto de giro.
2. Antes de realizar cualquier otro ajuste, verifique si la empaquetadura se ha igualado a la presión en aumento al asegurarse de que la fuga haya disminuido a un estado estable.

Si la fuga disminuye a dos gotas por segundo, finaliza el procedimiento. Si la fuga continúa siendo mayor que dos gotas por segundo, deberá cambiarse la empaquetadura.

### **8.2. Mantenimiento de Frecuencia Mensual**

1. Inspeccione la empaquetadura.
2. Lubrique la empaquetadura

### **8.3. Mantenimiento de Frecuencia Trimestral**

1. Controle que las bases y los pernos de sujeción estén ajustados
2. Cambie la empaquetadura.

### **Procedimiento para el cambio de la empaquetadura**

1. Apague la bomba.

2. Permita que la empaquetadura se comprima lo suficiente, de manera que el casquillo roce la cara superior de la caja de empaque.
3. Extraiga el casquillo de división, agregue un anillo de empaque adicional y vuelva a ajustar.
4. Si esto no logra reducir la fuga a dos gotas por segundo, extraiga todos los anillos de empaque y reemplácelos con anillos nuevos.
  - a) Extraiga la empaquetadura con la ayuda de un gancho de empaque.
  - b) Si se proporciona un anillo de linterna, extráigalo al insertar un gancho de cable en la ranuras del anillo y tire desde la caja de empaque.
  - c) Limpie completamente la caja de empaque de todos los objetos extraños.
5. Si la empaquetadura de reemplazo está en la forma de bobina continua o sogá, córtela en anillos antes de instalarla:
  - a) Envuelva con firmeza un extremo del material de empaque alrededor del eje superior como un resorte espiral.
  - b) Corte la bobina con un cuchillo afilado.

#### **8.4. Mantenimiento Especial**

Si el rendimiento de la bomba no satisface los requisitos del proceso y los requisitos del proceso no cambiaron, realice lo siguiente:

1. Desmonte la bomba.
2. Inspecciónela.
3. Reemplace las piezas desgastadas.
4. Reensamble

#### 4.4.1 Desmonte de la bomba

##### Precauciones

- Asegúrese de que la bomba esté aislada del sistema y de que la presión se alivie antes de desarmar la bomba, quite los pernos, abra las válvulas de ventilación o de drenaje o desconecte la tubería.
- SIEMPRE desconecte la alimentación eléctrica del impulsor antes de realizar cualquier tarea de instalación o mantenimiento. Si no lo hace, pueden producirse lesiones físicas graves.
- Es posible que la bomba y los componentes sean pesados. Asegúrese de utilizar los métodos de elevación adecuados y utilice calzado con puntas de acero en todo momento. Si no hace esto, puede sufrir lesiones o se pueden producir daños en el equipo.
- La bomba puede utilizar fluidos peligrosos y tóxicos. Identifique el contenido de la bomba y siga los procedimientos de descontaminación adecuados para eliminar la posible exposición a fluidos peligrosos o tóxicos. Debe utilizarse equipo de protección personal adecuado. Entre los riesgos posibles se incluyen, entre otros, riesgos de alta temperatura, inflamables, ácidos, cáusticos, explosivos, etc. El fluido bombeado debe manipularse y eliminarse en cumplimiento con las regulaciones ambientales aplicables.

**NOTA:** Asegúrese de que todas las piezas de recambio estén disponibles antes de desarmar la bomba para su revisión.

#### **4.4.1.1 Desmontaje del cabezal y la columna**

##### **ADVERTENCIA:**

Nunca intente elevar todo el ensamble de la bomba mediante las orejetas para izar o pernos de ojo destinados sólo para el elemento motriz. Eleve siempre la bomba con grilletes a través de las orejetas para izar o con pernos de ojo insertados a través de las bridas.

1. Si está equipado con sellos mecánicos, afloje los tornillos de fijación que ajustan el sello al eje de la bomba, de manera que el eje de la bomba pueda deslizarse hacia arriba o hacia abajo dentro del sello.
2. Extraiga las conexiones eléctricas en la caja de empalmes y etiquete los cables eléctricos para poder volver a armarlos correctamente.
3. Desacople el elemento conductor, o caja de engranajes, del eje de la bomba y las bridas de montaje y luego, levántelo mediante las orejetas o los pernos de izaje como un equipo.
4. Desconecte el cabezal de descarga de la tubería de descarga.
5. Extraiga todos los pernos de sujeción y la tubería integral.
6. Extraiga el acoplamiento, la caja de empaquetadura o el sello mecánico.
7. Continúe con el desmontaje hasta los tazones, como se describe en la sección siguiente.

#### **4.4.1.2 Desmontaje del tazón**

El ensamble del tazón se compone de las siguientes partes:

- Campana de succión
- Tazones intermedios
- Tazón superior
- Impulsores y hardware de seguridad
- Rodamientos

- Eje de la bomba

Los impulsores de la caja de la turbina están asegurados al eje por un manguito cónico o por una chaveta y un anillo de empuje dividido. Siga sólo los procedimientos que se aplican a su construcción en particular. Estos tipos de uniones de impulsores pueden aplicarse a cualquier bomba vertical de menos de 18 pulgadas (46 cm) de diámetro.

#### **Desmontaje del tazón del manguito cónico\***

1. Extraiga los tornillos de cabeza que aseguran el tazón superior con el tazón intermedio.
2. Deslice el tazón superior sobre el eje de la bomba.
3. Tire del eje lo máximo posible y golpee el núcleo del impulsor usando un elemento conductor cónico o similar, al deslizar sobre el eje de la bomba para extraer el impulsor del manguito cónico.
4. Después de liberar el impulsor, inserte un destornillador en la ranura del manguito cónico, extiéndalo y extraiga el manguito cónico.
5. Deslice el impulsor sobre el eje de la bomba.
6. Repita estos pasos hasta que el ensamble del tazón esté completamente desmontado.

#### **Desmontaje del tazón con chavetas\***

1. Extraiga los tornillos de cabeza que aseguran el tazón superior con el tazón intermedio.
2. Deslice el tazón superior sobre el eje de la bomba.
3. Extraiga los tornillos de cabeza y el anillo de empuje de división del eje de la bomba.
4. Deslice el impulsor por el eje de la bomba y extraiga la chaveta.

**NOTA:** Si el impulsor está unido al eje, golpee el impulsor con una masa de fibra y quite el impulsor del eje de la bomba.

1. Repita estos pasos hasta que el ensamble del tazón esté completamente desmontado.

#### **4.4.1.3 Extracción de la caja de la turbina y los anillos de desgaste del impulsor**

1. Extraiga los tornillos de sujeción o pula la soldadura por puntos si los anillos están unidos con esos métodos de bloqueo.
2. Utilice un cincel de punta de diamante para cortar dos ranuras en forma de V en el tazón o el anillo de desgaste a aproximadamente 180°. Tenga mucho cuidado de no dañar el asiento del anillo de desgaste.
3. Con un cincel o perforadora, golpee el extremo de una de las mitades del anillo y extraiga el anillo.
4. En materiales de alta aleación como el acero cromado, coloque el tazón o el impulsor en un torno y torne el anillo de desgaste con mucho cuidado para no torrear o dañar el asiento del anillo.

#### **4.4.1.4 Extracción de los rodamientos del tazón, la campana de succión y el eje de línea**

**NOTA:** Los rodamientos del embudo se ajustan a presión. No extraiga los rodamientos del embudo a menos que sea necesario reemplazarlos.

1. Usando una prensa de husillo y un trozo de tubería o manguito con un diámetro exterior ligeramente menor que el diámetro del tazón o del orificio del alojamiento del rodamiento del eje de línea, preñe hacia afuera el rodamiento.
2. Extraiga el rodamiento de la campana de succión colocando la campana de succión en un torno y torneando el rodamiento hacia afuera.

**NOTA:** El rodamiento de la campana de succión también puede extraerse utilizando extractores de rodamientos para tirar hacia afuera de los rodamientos.

#### 4.4.2 Inspecciones anterior al ensamblaje

Antes de montar las piezas de la bomba, asegúrese de seguir estas pautas:

1. Inspeccione las piezas de la bomba, de acuerdo con la información proporcionada en estos temas anteriores al ensamblaje, antes de volver a armar la bomba. Reemplace las piezas que no cumplan con los criterios exigidos.
2. Asegúrese de que las piezas estén limpias, limpie las piezas de la bomba con solvente para eliminar el aceite, la grasa y la suciedad.

#### 4.4.3 Reemplace las piezas desgastadas

##### Control y reemplazo de la carcasa

1. Inspeccione la carcasa para detectar grietas, desgaste o picaduras excesivos.
2. Limpie las superficies de las juntas en su totalidad y alinee los ajustes para eliminar el óxido y los residuos.

##### Reemplazo del impulsor

Esta tabla muestra los criterios para el reemplazo de las piezas del impulsor.

<b>Piezas del Impulsor</b>	<b>Cuándo se deben reemplazar</b>
Paletas del impulsor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cuando presentan surcos con una profundidad superior a 1/16 in (1,6 mm) o</li><li>• Cuando tienen un desgaste de más de 1/32 in (0,8 mm)</li></ul>
Bordes de las paletas	Cuando se ven daños por grietas, picaduras o Corrosión
Canal chavetero y orificios	Cuando vea daños

### **Reemplazo de juntas, juntas tóricas, separadores y asientos**

1. Reemplace todas las juntas, las juntas tóricas y los separadores en cada revisión y desmontaje.
2. Inspeccione los asientos. Deben ser suaves y no deben tener defectos físicos. Para reparar los asientos desgastados, córtelos en la superficie con un torno manteniendo las relaciones de dimensión con otras superficies.
3. Reemplace las piezas si los asientos están defectuosos.

### **Comprobación del retenedor de los rodamientos**

1. Verifique el retenedor de los rodamientos en busca de deformaciones y desgaste.

### **Comprobaciones de los ejes**

1. Verifique los ejes para ver la rectitud y el desgaste excesivo en las superficies de los rodamientos.
2. Compruebe la deformación de los ejes. La desviación promedio total no debe exceder las 0,010 pulg. (0,25 mm) TIR por cada 10 pies (3 m) de la longitud del eje.

### **Comprobaciones del sello mecánico**

1. Verifique que el eje o el manguito estén libres de picaduras, rebabas o bordes afilados para evitar cortes o sellado incorrecto de las juntas tóricas del sello.
2. Extraiga las rebabas y los bordes afilados al pulir con un paño de tela esmerilada.

### **Comprobaciones del impulsor y del tazón**

1. Compruebe visualmente los impulsores y los tazones en busca de grietas y picaduras.
2. Verifique todos los rodamientos de los tazones en busca de desgaste excesivo y corrosión.

#### **4.4.4 Reensamble**

##### **Instale el tazón de la turbina y el anillo de desgaste del impulsor**

1. Coloque la cara biselada del tazón o anillo de desgaste del impulsor en el asiento del anillo y presione el anillo en el asiento.
2. Utilice una prensa de husillo o su equivalente y asegúrese de que el anillo esté nivelado con el asiento del anillo de desgaste.

##### **Instalación de los rodamientos del tazón, la campana de succión y el eje de línea**

Asegúrese de contar con una prensa de ejes o similar para prensar los rodamientos.

1. Prese el rodamiento en el retenedor.
2. Prese el rodamiento en la campana de succión.

La parte superior del rodamiento debe sobresalir por arriba del cubo de succión en una longitud igual a la profundidad del orificio escariado del collar de arena.

3. Prese los rodamientos en los tazones intermedio y superior.
4. Coloque el tazón con la brida hacia abajo y prese el rodamiento a través del lado biselado del cubo del tazón hasta que el rodamiento esté nivelado con el cubo.

##### **Instalación del ensamble del tazón de la boquilla cónica**

1. Aplique una película delgada de aceite de turbina a todas las piezas acopladas y roscadas.
2. Si la bomba está equipada con un collar de arena, realice los siguientes pasos:\*
  - a) Si el collar de arena no está montado al eje, caliente el collar de arena hasta que resbale sobre el eje y posicónelo rápidamente de manera que la parte superior del collar de arena quede uniforme con la ranura de ubicación antes que se enfríe.

El collar de arena se une al eje con un accesorio de reducción. El eje se torneá con una ranura de 0,01 pulg. (0,25 mm) para ubicar el collar de arena. El diámetro grande del orificio escariado del collar de arena se coloca sobre el rodamiento de la campana de succión.

b) Deslice el extremo del eje de la bomba con el collar de arena en el rodamiento de la campana de succión hasta que el collar de arena descansa contra la campana de succión.

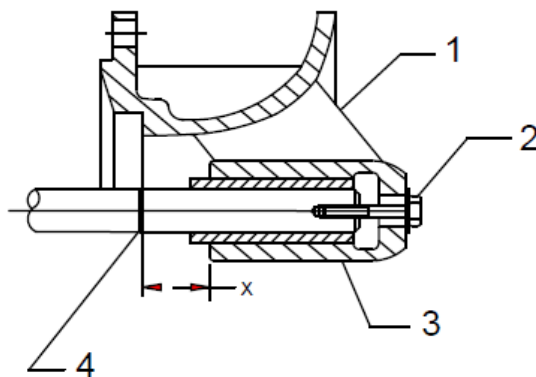
c) Saltee el siguiente paso y continúe con la instalación de los impulsores.

**3.** Si la bomba no está equipada con un collar de arena, ubique el eje de la bomba con respecto a la campana de succión:\*

a) Inserte el eje de la bomba en el rodamiento de la campana de succión hasta que haga tope.

b) Tire del eje hacia afuera hasta que la distancia entre la ranura del eje y la parte superior del núcleo de la campana de succión, y no la parte superior del rodamiento, sea la correcta para la bomba en particular.

Utilice la dimensión X de la tabla de dimensiones del eje de la bomba.



1. Campana de succión
2. Tornillo de cabeza colocado en el orificio roscado en el eje con arandelas, según sea necesario
3. Cubo de la campana de succión
4. Ranura de 0,01 pulg. (0,25 mm)

c) Sostenga el eje en esta posición insertando un tornillo de cabeza con una arandela en el orificio en el extremo de la campana de succión y luego, dentro del orificio roscado en el extremo del eje.

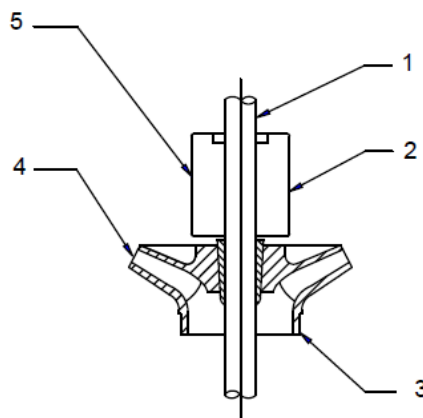
**4. Instale el impulsor.**

a) Deslice el primer impulsor sobre el eje hasta que se asiente en la campana de succión.

b) Inserte un destornillador en la ranura en la boquilla cónica, agrande la ranura y deslice la boquilla sobre el eje de la bomba.

c) Sostenga el impulsor contra el tazón y deslice la boquilla dentro del cubo del impulsor.

**5. Sostenga el eje con un tornillo de cabeza y una arandela contra la campana de succión y coloque la boquilla cónica en posición con un elemento conductor de la boquilla.**



1. Eje
2. Boquilla
3. Impulsor
4. Ubicación para sostener el impulsor contra el tazón y la boquilla en el cubo del impulsor
5. Posición de ensamble del elemento conductor de la boquilla

6. Luego de que la boquilla esté en su lugar, vuelva a verificar la dimensión X.

7. Deslice el tazón intermedio en el eje y asegúrelo con los tornillos de cabeza proporcionados.

8. Repita el procedimiento anterior para la cantidad de etapas requeridas.

9. Extraiga el tornillo de cabeza y la arandela, y asegúrese de lo siguiente:

- El eje gira libremente sin doblarse ni trabarse.

- Existe un juego en el extremo lateral adecuado.

### **Instalación del ensamble del tazón con chaveta**


1. Instale la chaveta en el canal chavetero del eje de la bomba, deslice el impulsor sobre el eje y posicione el impulsor sobre la chaveta.
2. Instale un anillo de empuje de división en la ranura del eje de la bomba y asegúrelo al impulsor con tornillos de cabeza.
3. Deslice un tazón intermedio sobre el eje de la bomba y asegúrelo a la campana de succión con tornillos de cabeza.
4. Repita estos pasos para la cantidad de etapas requeridas.

### **Dimensiones de configuración de la bomba**

El tamaño de la bomba se establece en la placa de identificación y en el Dibujo de salida de la bomba certificado.

Tamaño de la bomba	Dimensión X (pulgadas)	Dimensión X (milímetros)
4D	1,31	33,27
6A	1,37	34,80
6D	1,37	34,80
6J	1,37	34,80
7A	1,37	34,80
8A	1,37	34,80
8D	1,37	34,80
8J	1,37	34,80
9A	1,37	34,80
10A	1,75	44,45

Tamaño de la bomba	Dimensión X (pulgadas)	Dimensión X (milímetros)
10D	1,75	44,45
10J	1,75	44,45
10L	2,12	53,85
11A	2,12	53,85
12D	2,25	57,15
12J	2,12	53,85
14D	2,75	69,85
14H	2,75	69,85
14J	2,75	69,85
16D - Campana	1,75	44,45
16D - Tazón	2,75	69,85
18H	2,75	69,85
20H	0,87	22,10
28T	4,50	114,30
36T	6,25	158,75

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DE COMPRESORES DE AIRE</b>	MPCOMP-01
		V0
		Mayo-13

## 1. OBJETIVO

Estandarizar los procedimientos o rutinas de mantenimiento aplicado a los compresores de aire con el fin de brindar una herramienta que facilite el trabajo de los técnicos encargados de las labores de mantenimiento en la Planta.

## 2. RESPONSABILIDADES

La responsabilidad en la ejecución de las recomendaciones escritas en este manual es de los técnicos electromecánicos y es supervisada por la coordinación de mantenimiento.

## 3. DESCRIPCIÓN

El manual presenta una descripción detallada de las intervenciones o servicios de mantenimiento que se deben aplicar a los compresores de aire, y la frecuencia de ejecución de las mismas.

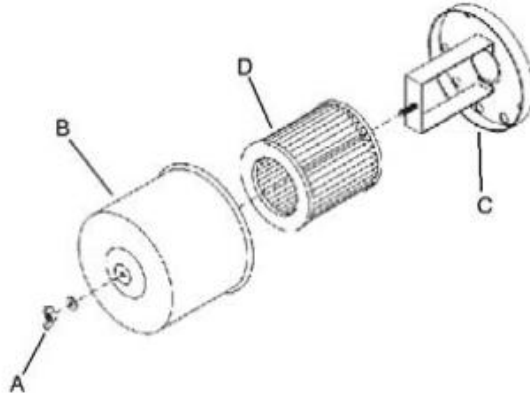
### 3.1 Mantenimiento de Frecuencia Semanal

1. Revise el nivel de aceite
2. Verifique si hay escapes de aceite
3. Vacíe el condensado del tanque receptor (abra la válvula de drenaje manual)
4. Inspeccione los elementos del filtro de aire y limpie si es necesario

### Procedimiento para la inspección y limpieza del filtro

1. Desatornille y saque la tuerca mariposa (A) que fija la caja del filtro (B) a su base (C).

2. Saque la caja del filtro y retire el elemento de filtro antiguo (D). Limpie el elemento con un chorro de aire o un aspirador.
3. Reinstale el elemento de filtro y la caja apretando la tuerca mariposa.



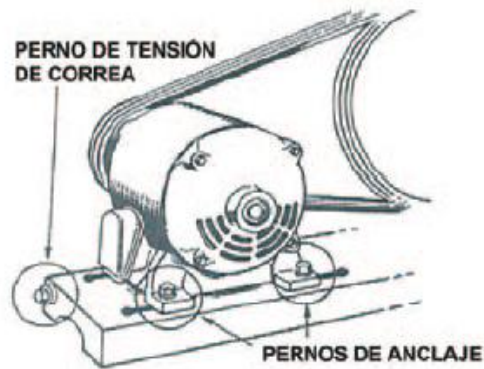
### **3.2 Mantenimiento de Frecuencia Mensual**

1. Verifique si hay fugas de aire: ponga agua jabonosa alrededor de las juntas mientras el compresor esté funcionando y observe si se producen burbujas
2. Limpie el exterior
3. Revisar el apriete de tornillos y pernos: apriete de ser necesario
4. Revisar ajuste de conexiones eléctricas
5. Revise la tensión de la correa de transmisión y ajuste si es necesario

#### **Procedimiento para el ajuste de la correa**

Compruebe tensión de la correa, especialmente si sospecha aflojamiento. Las correas nuevas también se deben tensar adecuadamente en el momento de su instalación.

Tensado de correas. Se puede lograr el tensado de la correa aflojando los tornillos de anclaje del motor, alejando el motor de la bomba y volviendo a apretar los tornillos de anclaje del motor.



Antes de volver a poner en marcha el compresor, compruebe que la polea y la roldana estén adecuadamente alineadas y que los tornillos de anclaje del motor se vuelvan a apretar adecuadamente.

### **3.3 Mantenimiento de Frecuencia Anual o 2000 Horas De Operación**

1. Vacíe el aceite del compresor y limpie el visor del aceite
2. Cambie el lubricante mientras el catéter este tibio
3. Remplace el elemento del filtro

#### **Observación:**

- si el equipo usa un lubricante a base de petróleo el cambio de aceite se debe realizar cada tres meses o 500 horas de operación lo que ocurra primero.
- Si el equipo suda un lubricante sintético el cambio de aceite se debe realizar anual o cuando cumpla las 2000 horas de operación

#### **Procedimiento cambio de aceite**

1. Destornille y saque el tapón de llenado de aceite (A).
2. Llene el cárter con lubricante.
3. Vuelva a poner el tapón del aceite y APRIETE ÚNICAMENTE A MANO.



## PRECAUCIÓN

- No retire el tapón de llenado de aceite mientras el compresor esté funcionando.
- Si se utiliza un lubricante a base de petróleo y se decide cambiar a uno sintético antes de la conversión se debe descarbonizar y lavar la bomba

## RECOMENDACIÓN TIPO DE LUBRICANTES

### Lubricante a base de petróleo viscosidad recomendada

Temperatura alrededor del compresor		Viscosidad a 100°F (37,8°C)		Grado de viscosidad	
°F	°C	SUS	Centistokes	ISO	SAE
< 40	< 4,4	150	32	32	10
40-80	4,4-26,7	500	110	100	30
80-125	26,7-51,0	750	165	150	40

### Lubricante sintéticos

#### ADECUADOS

Viton®, Teflon®, epoxia (relleno con vidrio), alquido resistente al aceite, fluorosilicona, fluorocarbono, polisulfuro, uretano de dos componentes, nilón, Delrin®, Celcon®, goma con alto contenido de nitrilo (Buna N. NBR con más de un 36% de acrilonitrilo), poliuretano, polietileno, epiclorhidrina, poliacrilato, melamina, polipropileno, fenólicos secados, epoxias, alquidos modificados

(® indica una marca registrada de DuPont Corporation)

#### NO RECOMENDADOS

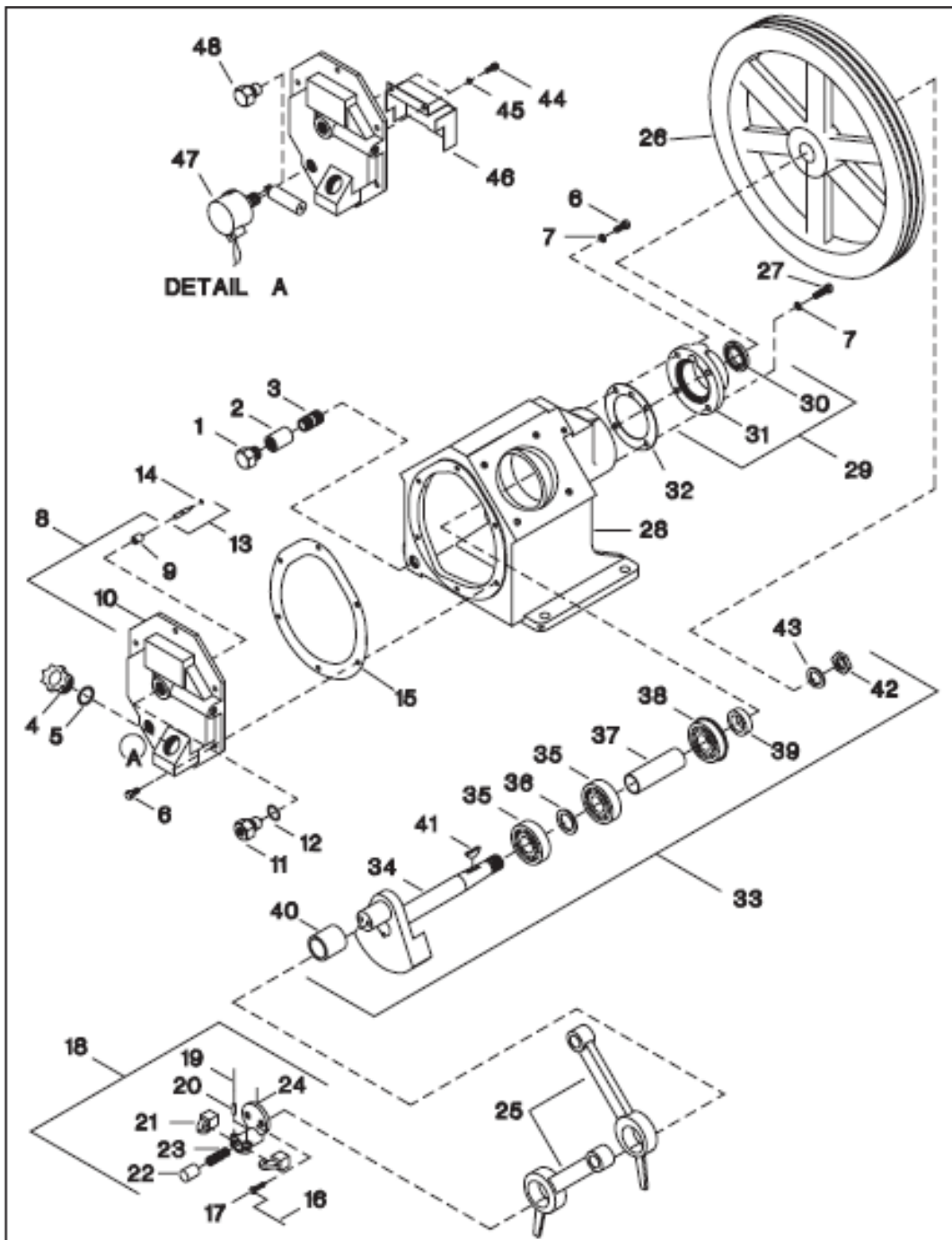
Neoprén, goma natural, goma SBR, pintura acrílica, laca, barniz, poliestireno, PVC, ABS, policarbonatos, acetato de celulosa, goma con bajo contenido de nitrilo (BUNA N. NBR con menos de un 36% de acrilonitrilo), EPDM, acetato de vinilo etileno, látex, EPR, acrílicos, fenoxi, polisulfones, acrilonitrilo estireno (San), butilo

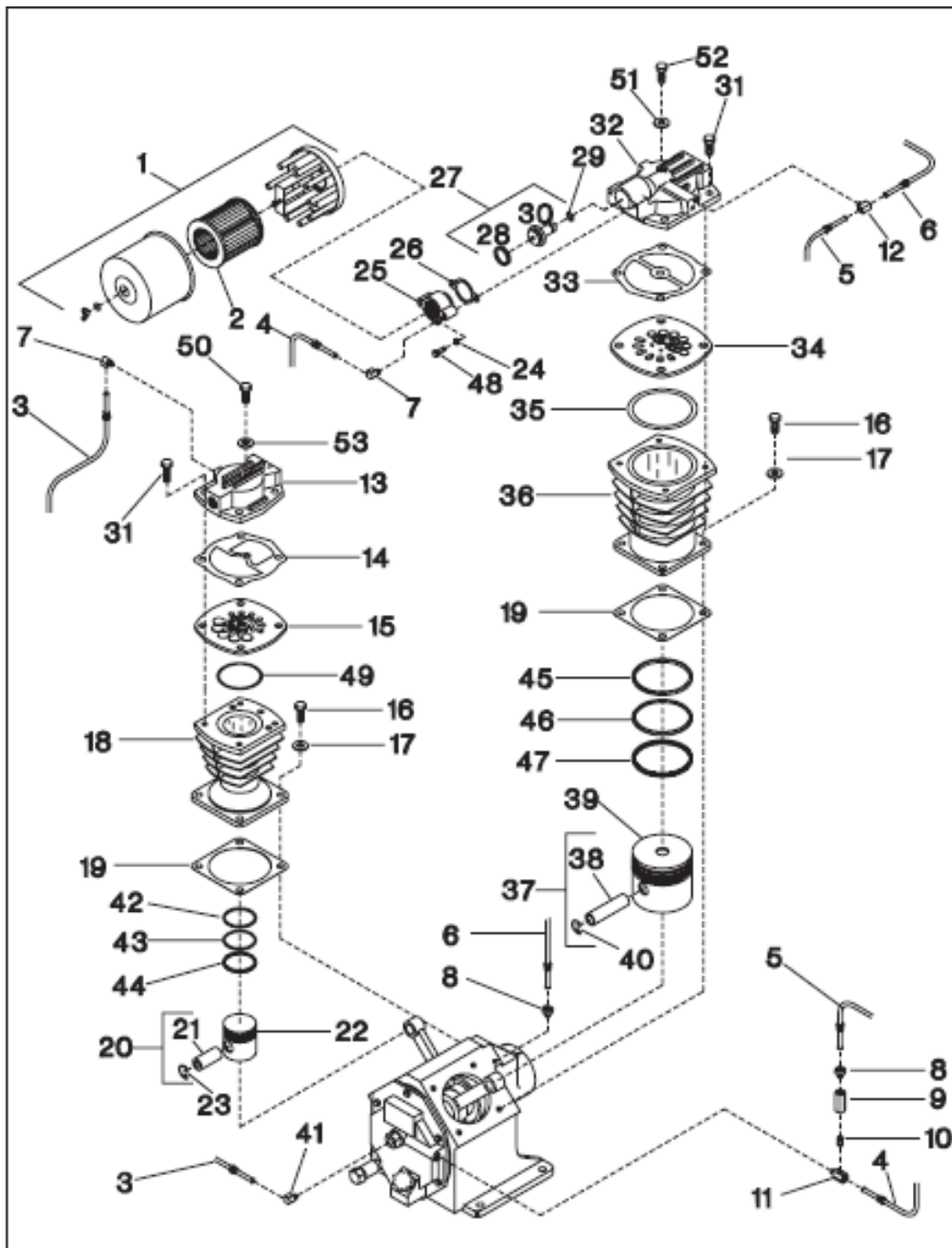
### 3.4 Desmontaje del Equipo Para Mantenimiento Correctivo Programado


#### 3.4.1 Listado de partes

1	Tapón, cabeza hexagonal 1/2"
2	Unión , tubería 1/2"
3	Niple
4	Tapón, llenado de aceite
5	O-ring, tapón de llenado de aceite
6	Tornillo de cabeza, hex -5/16 -18X1"
7	Arandela de cobre
8	Montaje tapa del extremo del bastidor
9	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cojinete válvula piloto</li></ul>
10	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cubierta extremo del bastidor</li></ul>
11	Válvula piloto
12	Arandela de cobre -7/8"
13	Montaje pasador de avance
14	<ul style="list-style-type: none"><li>• O-ring pasador de avance</li></ul>
15	Empaque del extremo del bastidor
16	Alambre de seguridad, 12 gauge-5"
17	Anillo de cabeza, bloqueo -3/8-16X7/8"
18	Montaje tapa de botón de manivela
19	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alambre de seguridad, 12 gauge-4"</li></ul>
20	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pasador peso centrifugo de descarga</li></ul>
21	<ul style="list-style-type: none"><li>• Peso centrifugo de descarga</li></ul>
22	<ul style="list-style-type: none"><li>• Embolo centrifugo de descarga</li></ul>
23	<ul style="list-style-type: none"><li>• Resorte centrifugo de descarga</li></ul>
24	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cuerpo, tapa de botón de manivela</li></ul>
25	Barra conectora

<b>26</b>	Rueda de la correa
<b>27</b>	Tornillo de cabeza, hex -5/16 -18X1-1/4"
<b>28</b>	Bastidor del compresor
<b>29</b>	Montaje de tapa del extremo del eje
<b>30</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre, eje</li> </ul>
<b>31</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tapa extremo del eje</li> </ul>
<b>32</b>	Empaquetadura, tapa extremo del eje
<b>33</b>	Montaje cigüeñal
<b>34</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje de disco y eje</li> </ul>
<b>35</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodamiento de bola</li> </ul>
<b>36</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separador interno del rodamiento</li> </ul>
<b>37</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separador externo del rodamiento</li> </ul>
<b>38</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodamiento, bola con anillo elástico</li> </ul>
<b>39</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anillo, retenedor del rodamiento</li> </ul>
<b>40</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cojinete</li> </ul>
<b>41</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chaveta</li> </ul>
<b>42</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuerca de rueda de correa -7/8-14</li> </ul>
<b>43</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arandela de seguridad , resorte 7/8"</li> </ul>
	Detalle A
<b>44</b>	Tornillo de cabeza, hex -1/4 -20X1/2"
<b>45</b>	Arandela de seguridad , resorte 1/4"
<b>46</b>	Bafle de interruptor de bajo nivel de aceite
<b>47</b>	Interruptor de bajo nivel de aceite
<b>48</b>	Mirilla de aceite (si el interruptor de bajo nivel de aceite no se usa)





 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.409-1</p>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DE MOTORES ELECTRICOS DE EJE HORIZONTAL</b>	MPMOTH-01
		V0
		Mayo-13

## 1. OBJETIVO

Conocer las tareas y procedimientos para el mantenimiento de motores electricos de eje horizontal.

## 2. ALCANCE

Deberá ser aplicado en las labores de mantenimiento y en la Planta de tratamiento, además de convertirse en una herramienta para los operadores y auxiliares encargados de los equipos de la Planta.

## 3. RESPONSABILIDADES

La ejecución del manual estará a cargo de los operadores electromecánicos y deberá ser supervisada por la coordinación de mantenimiento.

## 4. DESCRIPCIÓN

El procedimiento presenta las intervenciones de mantenimiento que se deben aplicar a los motores de eje horizontal, separadas por frecuencias.

### 4.1. Mantenimiento de Frecuencia Semanal

1. Mantener el motor limpio de tierra, polvo y cualquier materia extraña.
2. Corregir factores que producen humedad (fugas, depósitos de humedad).
3. Mantener el espacio de operación libre de objetos que puedan obstruir la circulación de aire.
4. Observar fugas de aceite de los rodamientos.
5. Reportar al Profesional de Mantenimiento, cualquiera de las siguientes anomalías:
  - Ruidos extraños durante la operación.

- Fallas en el arranque, velocidad inestable y marcha perezosa.
  - Olor o sensación de sobrecalentamiento, motor y/o rodamientos.
  - Chispas continuas o excesivas en colector o escobillas.
  - Ennegrecimiento del colector.
  - Chispas intermitentes en las escobillas.
  - Polvo fino bajo el acople flexible (amortiguadores de caucho y pasadores).
  - Humo, aislamiento carbonizado, o marcas ( Solder Whiskers) sobre la carcasa.
  - Golpeteo suave continuo
  - Golpeteo suave discontinuo
  - Traqueteo de las escobillas.
  - Vibraciones anómalas.
6. Verificar voltajes, amperajes y velocidad, tanto en el equipo como en el tablero o tableros de control, en vacío y a plena carga.
  7. Comprobar visualmente el nivel de lubricación, adicionando lo faltan. El espacio que queda libre entre el rodamiento y el alojamiento deberá permanecer con lubricante solamente del 30% al 50%.
  8. Verificar que la temperatura de trabajo no sobrepase la especificada en la placa o en las normas de operación. Si la temperatura (medida con termómetro del tipo resistencia de níquel para superficie) excede en más de 3°C a la de régimen indicado en la placa, deberá suspenderse la operación y dar aviso inmediato al Profesional de Mantenimiento.
  9. Comprobar las temperaturas, los caudales y las presiones de lubricación de los motores lubricados por aceite.

#### **4.2. Mantenimiento de Frecuencia Trimestral**

1. Observar estado de las bases y de los pernos de anclaje, corregir las fallas presentadas.
2. Limpiar los filtros de aire en los motores donde esta instalados.

#### **4.3. Mantenimiento de Frecuencia Semestral**

1. Cambiar totalmente la grasa de balineras y rodamientos (no sellados) si esa es su lubricación.
2. Revisar bornes terminales y conductores y cambiar los defectuosos (oxido, etc)).
3. Realizar pruebas básicas de aislamiento
4. Realizar prueba de funcionamiento.

#### **Procedimiento para realizar Prueba de Funcionamiento**

1. Comprobar giro libre del eje del motor por accionamiento manual.
2. Comprobar sentido de giro, si se han desconectado los bornes, o si el equipo ha estado sin operar.
3. Verificar condiciones de funcionamiento del motor, antes de acoplarlo y a plena carga.
4. Iniciar rutina de operación para puesta en marcha
5. Operar el equipo durante 30 minutos en las condiciones de régimen,
6. Corregir anomalías que puedan presentarse.

#### **4.4 Mantenimiento de Frecuencia Anual**

1. Aplicar el Mantenimiento Preventivo Semestral, excepto lubricación.
2. Desmontar completamente el motor, clasificando sus piezas y dándole una limpieza inicial superficial.
3. En motores que no son de jaula de ardilla examinar escobillar y portaescobillas (posición, presión, desgaste) y cambiar las que presenten desgaste superior al 25%. Asimismo, deberán sustituirse los portaescobillas que presenten fisuras o resquebrajamientos; los demás deberán limpiarse y quitar cualquier rugosidad interna, para facilitar las oscilaciones de las escobillas.

4. Limpiar las bobinas con aire comprimido y lavarlas con tetracionuro de carbono (puede usarse mezclado con bencina).
5. Limpiar el colector, frotándolo con un limpiador constituido por varias capas de un tejido trenzado de algodón remachadas en un mango de madera.
6. Detectar torcedura de los ejes y cambiarlos.
7. Secar todos los elementos
8. Comprobar continuidad de bobinas y recubrirlas con barniz dieléctrico.
9. Detectar desgastes anormales (“cinturas”) en los ejes y cambiarlos.
10. Realizar el montaje completo del motor, verificando holguras permitidas y ausencia absoluta de elementos abrasivos, o residuos de limpieza.
11. Lubricar apropiadamente todas las partes que corresponda, el espacio que queda libre entre el rodamiento y el alojamiento deberá llenarse solo parcialmente ( del 30% al 50%).
12. Pintar exteriormente las partes del equipo que requieran pintura,
13. Corregir estado de las bases, corregir si existen fallas.
14. Realizar pruebas de funcionamiento.

### **Procedimiento para realizar Prueba de Funcionamiento**

Igual a la establecida para el Mantenimiento de Frecuencia Trimestral.

### **4.5 Mantenimiento Especial de Relubricación de Rodamientos**

1. Cambiar totalmente la grasa de rodamientos, si esa es su lubricación, expulsando toda la grasa antigua. El espacio que queda libre entre el rodamiento y el alojamiento deberá llenarse solo con grasa (del 30% al 50%).
2. Cambiar el aceite de rodamiento, para lo cual se drenara totalmente el aceite antiguo, se hará lavado con kerosene y una vez este se evapore, se llenara el deposito con aceite nuevo hasta el nivel de marca estipulado por el fabricante
3. Comprobar giro libre y remover burbujas de aire.

NOTA: El periodo de relubricación de balineras depende del tipo de rodamiento, tamaño, velocidad de giro, temperatura de funcionamiento y lubricante usado.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<p>MANUAL DE MANTENIMIENTO DE MOTORES ELECTRICOS DE EJE VERTICAL</p>	MPMOTV-01
		V0
		Mayo-13

## 1. OBJETIVO

Conocer las tareas y procedimientos para el mantenimiento de motores electricos de eje horizontal.

## 2. ALCANCE

Deberá ser aplicado en las labores de mantenimiento y en la planta de tratamiento, además de convertirse en una herramienta para los operadores y auxiliares encargados de los equipos de la Planta.

## 3. RESPONSABILIDADES

La ejecución del manual estará a cargo de los operadores electromecánicos y deberá ser supervisada por la coordinación de mantenimiento.

## 4. DESCRIPCION

El procedimiento presenta las intervenciones de mantenimiento que se deben aplicar a los motores de eje horizontal, separadas por frecuencias.

### 4.1. Mantenimiento de Frecuencia Semanal

1. Mantener el motor limpio de tierra, polvo y cualquier materia extraña.
2. Corregir factores que producen humedad (fugas, depósitos de humedad).
3. Mantener el espacio de operación libre de objetos que puedan obstruir la circulación de aire.
4. Observar fugas de aceite de los rodamientos.

5. Reportar al Profesional de Mantenimiento, cualquiera de las siguientes anomalías:
  - Ruidos extraños durante la operación.
  - Fallas en el arranque, velocidad inestable y marcha perezosa.
  - Olor o sensación de sobrecalentamiento, motor y/o rodamientos.
  - Chispas continuas o excesivas en colector o escobillas.
  - Ennegrecimiento del colector.
  - Chispas intermitentes en las escobillas.
  - Polvo fino bajo el acople flexible (amortiguadores de caucho y pasadores).
  - Humo, aislamiento carbonizado, o marcas ( Solder Whiskers) sobre la carcasa.
  - Golpeteo suave continuo
  - Golpeteo suave discontinuo
  - Traqueteo de las escobillas.
  - Vibraciones anómalas.
6. Verificar voltajes, amperajes y velocidad, tanto en el equipo como en el tablero o tableros de control, en vacío y a plena carga.
7. Comprobar visualmente el nivel de lubricación, adicionando lo faltan. El espacio que queda libre entre el rodamiento y el alojamiento deberá permanecer con lubricante solamente del 30% al 50%.
8. Verificar que la temperatura de trabajo no sobrepase la especificada en la placa o en las normas de operación. Si la temperatura (medida con termómetro del tipo resistencia de níquel para superficie) excede en más de 3°C a la de régimen indicado en la placa, deberá suspenderse la operación y dar aviso inmediato al Profesional de Mantenimiento.
9. Comprobar las temperaturas, los caudales y las presiones de lubricación de los motores lubricados por aceite.

#### **4.2. Manteamiento de Frecuencia Mensual**

1. Lubrique los rodamientos

#### **4.3 Mantenimiento de Frecuencia Trimestral**

1. Observar estado de las bases y de los pernos de anclaje, corregir las fallas presentadas.
2. Limpiar los filtros de aire en los motores donde esta instalados.

#### **4.4 Mantenimiento de Frecuencia Semestral**

1. Cambiar el aceite de los rodamientos.
2. Lavar el depósito de aceite con cada cambio de aceite.
3. Cambiar totalmente la grasa de balineras y rodamientos (no sellados) si esa es su lubricación.
4. Revisar bornes terminales y conductores y cambiar los defectuosos (oxido, etc).
5. Realizar pruebas básicas de aislamiento
6. Realizar prueba de funcionamiento.

#### **Procedimiento para el lavado del depósito de aceite**

1. Lave el depósito de aceite para extraer todas las partículas de polvo del sumidero del depósito de aceite.
2. Utilice el mismo tipo de aceite para lavar el depósito que el que se especifica para la lubricación.
3. Mantenga siempre un suministro de aceite para turbina a la mano.

#### **Procedimiento para realizar Prueba de Funcionamiento**

1. Comprobar giro libre del eje del motor por accionamiento manual.
2. Comprobar sentido de giro, si se han desconectado los bornes, o si el equipo ha estado sin operar.
3. Verificar condiciones de funcionamiento del motor, antes de acoplarlo y a plena carga.

4. Iniciar rutina de operación para puesta en marcha
5. Operar el equipo durante 30 minutos en las condiciones de régimen,
6. Corregir anomalías que puedan presentarse.

**a. Mantenimiento de Frecuencia Anual**

1. Aplicar el Mantenimiento Preventivo Semestral, excepto lubricación.
2. Desmontar completamente el motor, clasificando sus piezas y dándole una limpieza inicial superficial.
3. En motores que no son de jaula de ardilla examinar escobillar y portaescobillas (posición, presión, desgaste) y cambiar las que presenten desgaste superior al 25%. Asimismo, deberán sustituirse los portaescobillas que presenten fisuras o resquebrajamientos; los demás deberán limpiarse y quitar cualquier rugosidad interna, para facilitar las oscilaciones de las escobillas.
4. Limpiar las bobinas con aire comprimido y lavarlas con tetracionuro de carbono (puede usarse mezclado con bencina).
5. Limpiar el colector, frotándolo con un limpiador constituido por varias capas de un tejido trenzado de algodón remachadas en un mango de madera.
6. Detectar torcedura de los ejes y cambiarlos.
7. Secar todos los elementos
8. Comprobar continuidad de bobinas y recubrirlas con barniz dieléctrico.
9. Detectar desgastes anormales (“cinturas”) en los ejes y cambiarlos.
10. Realizar el montaje completo del motor, verificando holguras permitidas y ausencia absoluta de elementos abrasivos, o residuos de limpieza.
11. Lubricar apropiadamente todas las partes que corresponda, el espacio que queda libre entre el rodamiento y el alojamiento deberá llenarse solo parcialmente ( del 30% al 50%).
12. Pintar exteriormente las partes del equipo que requieran pintura,
13. Corregir estado de las bases, corregir si existen fallas.
14. Realizar pruebas de funcionamiento.


## **Procedimiento para realizar Prueba de Funcionamiento**

Igual a la establecida para el Mantenimiento de Frecuencia Trimestral.

### **b. Mantenimiento Especial de Relubricación de Rodamientos**

1. Cambiar totalmente la grasa de rodamientos, si esa es su lubricación, expulsando toda la grasa antigua. El espacio que queda libre entre el rodamiento y el alojamiento deberá llenarse solo con grasa (del 30% al 50%).
2. Cambiar el aceite de rodamiento, para lo cual se drenara totalmente el aceite antiguo, se hará lavado con kerosene y una vez este se evapore, se llenara el deposito con aceite nuevo hasta el nivel de marca estipulado por el fabricante
3. Comprobar giro libre y remover burbujas de aire.

NOTA: El periodo de relubricación de balineras depende del tipo de rodamiento, tamaño, velocidad de giro, temperatura de funcionamiento y lubricante usado.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DE REDUCTORES DE VELOCIDAD</b>	MPREDU-01
		V0
		Mayo-13

## 1. OBJETIVO

Conocer las tareas y procedimientos para el mantenimiento de reductores de velocidad.

## 2. ALCANCE

Deberá ser aplicado en las labores de mantenimiento y en la Planta de tratamiento, además de convertirse en una herramienta para los operadores y auxiliares encargados de los equipos de la Planta.

## 3. RESPONSABILIDADES

La ejecución del manual estará a cargo de los operadores electromecánicos y deberá ser supervisada por la coordinación de mantenimiento.

## 4. DESCRIPCION

El procedimiento presenta las intervenciones de mantenimiento que se deben aplicar a los reductores de velocidad, separadas por frecuencias.

### 4.1. Mantenimiento de Frecuencia 1000 horas de funcionamiento o después de 6 meses.

1. Verificación del nivel de aceite en retenes externos y juntas, sustituir si es necesario,
2. Control para detectar posibles fugas en retenes externos y fugas, sustituir si es necesario
3. Controlar la temperatura superficial en la zona de acoplamiento reductor/motor.

4. Controlar que no se produzcan temperaturas anormales en la proximidad de los rodamientos del reductor.
5. Verificar que no se observen rastros de pérdidas de lubricante en las proximidades del reductor.


#### **4.2. Mantenimiento de Frecuencia Anual.**

1. Sustituir los retenes accesibles desde el exterior a menos que esto no se considerara necesario antes a causa de una anomalía de funcionamiento sucedida anteriormente.
2. Realizar los cambios del aceite y de la grasa de los rodamientos en el caso de que el reductor no incorpore la lubricación permanente.
3. Revisión general del reductor, a menos que ésta no sea necesaria anticiparla a causa de una anomalía advertida anteriormente.

#### **PROCEDIMIENTO PARA LA SUSTITUCION DE ACEITE**

1. Colocar un recipiente con la capacidad adecuada debajo del tapón de vaciado.
2. Sacar el tapón de vaciado y dejar fluir el aceite.
3. Esperar unos minutos a fin de que se vacíe todo el aceite, posteriormente roscar el tapón de vaciado, después de sustituir la correspondiente junta.
4. Introducir el aceite nuevo, solamente después de haber instalado el reductor en su posición definitiva, hasta que se alcance la mitad del tapón de nivel.
5. Atornillar el tapón de carga después de haber sustituido su junta.

**NOTA:** Para agilizar la operación de vaciado es mejor hacerlo con el aceite caliente.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.409-1</p>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO TRANSFORMADORES DE POTENCIA</b>	MPTRANS-01
		V0
		Mayo-13

## 1. OBJETIVO

Estandarizar los procedimientos o rutinas de mantenimiento aplicado a los transformadores de potencia con el fin de brindar una herramienta que facilite el trabajo de los técnicos encargados de las labores de mantenimiento en la Planta

## 2. RESPONSABILIDADES

La responsabilidad en la ejecución de las recomendaciones escritas en este manual es de los técnicos electromecánicos y es supervisada por la coordinación de mantenimiento.

## 3. DESCRIPCIÓN

El manual presenta una descripción detallada de las intervenciones o servicios de mantenimiento que se deben aplicar a los transformadores y la frecuencia de ejecución de las mismas.

### 3.1 Mantenimiento de Frecuencia Semestral

1. Realice una inspección visual de los pasatapas/aisladores y pararrayos en busca de rajaduras, grado de limpieza, contaminación o existencia de fogoneo.
2. Revisar apriete de toda la tornillería de los terminales.
3. Revise el sistema de puesta a tierra en busca de malos contactos, conexiones rotas o corroídas
4. Revisión de las posibles fugas de aceite presencia de humedad.
5. Revisión de los respiradores de sílica gel, si el color de la sílica ha cambiado a un rosa pálido retira para su cambio o secado.
6. Medir continuidad en las fases.

7. Medir con megger el aislamiento entre el devanado y entre los devanados y tierra.

### **Procedimiento para regenerar la silica**

1. Coloque la gelatina de silicio en una cubeta limpia
2. Agítela mientras la calienta a una temperatura de 100 a 140 °C;
3. Continúe el calentamiento hasta que el color cambie de rosa a azul
4. Extienda la gelatina de silicio mojada en un receptáculo, como una caja de filtro por 4 ó 5 horas, manteniendo la temperatura del secado entre 100 y 140 °C.

### **3.2 Mantenimiento de Frecuencia Anual**

1. Extracción de muestra de aceite dieléctrico del transformador.
2. Enviar a laboratorio para pruebas físicoquímicas y de cromatografía para evaluar el estado, si es necesario de debe programar un mantenimiento correctivo para evitar daños más costoso en el equipo
3. Chequear presencia de corrosión, removerla y pintar si es necesario.

### **Recomendación**

Teniendo en cuenta los análisis físicoquímicos y cromatográficos, se evalúa el estado del aceite, si este no cumple con la indicaciones mínimas de aislamiento se deberá programar un mantenimiento correctivo en donde personal especializado desmonte e intervenga el equipo.

### Anexo F. Codificación de tareas de mantenimiento

<b>CÓDIGO ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIPO O/R/C</b>	<b>TIPO TRABAJO</b>
BOM-IMP-02	CAMBIAR ACEITE BOMBA GOULDS VIT	O	PREVENTIVO
BOMH-A-01	MANTENIMIENTO BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL	O	CORRECTIVO
BOMP-A-01	MANTENIMIENTO BOMBA DE CAVIDADES PROGRESIVAS (PCP)	O	CORRECTIVO
BOMV-3M-02	MANTENIMIENTO TRIMESTRAL BOMBAS VIT	O	PREVENTIVO
BOMV-M-01	MANTENIMIENTO FRECUENCIA MENSUAL BOMBAS VERTICALES	R	PREVENTIVO
BOMV-S-01	INSPECCIÓN SEMANAL GRUPO 5 BOMBAS VIT	R	PREVENTIVO
COM-A-01	MANTENIMIENTO ANUAL PREVENTIVO COMPRESORES	O	PREVENTIVO
COM-M-01	INSPECCIÓN	R	PREVENTIVO
COM-M-02	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL	R	PREVENTIVO
COM-S-01	MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL COMPRESORES	R	PREVENTIVO
FIL-001	LAVADO DE FILTROS CON HIDRO-JET	R	PREVENTIVO
MOTH-3M-01	MANTENIMIENTO FRECUENCIA TRIMESTRAL	R	PREVENTIVO
MOTH-6M-01	MANTENIMIENTO DE FRECUENCIA SEMESTRAL	R	PREVENTIVO
MOTH-6M-02	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	R	PREVENTIVO
MOTH-A-01	MANTENIMIENTO FRECUENCIA ANUAL	R	PREVENTIVO
MOTH-A-02	DESMONTAJE MOTORES ELÉCTRICOS	R	CORRECTIVO

<b>CÓDIGO ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIPO O/R/C</b>	<b>TIPO TRABAJO</b>
MOTH-E-01	MANTENIMIENTO ESPECIAL RE LUBRICACIÓN RODAMIENTOS	R	CORRECTIVO
MOTH-S-01	MANTENIMIENTO DE FRECUENCIA SEMANAL	R	PREVENTIVO
MOTV-3M-01	MANTENIMIENTO FRECUENCIA TRIMESTRAL	R	PREVENTIVO
MOTV-6M-01	MANTENIMIENTO DE FRECUENCIA SEMESTRAL	R	PREVENTIVO
MOTV-6M-02	CAMBIO DE ACEITE RODAMIENTOS	R	PREVENTIVO
MOTV-6M-03	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	R	PREVENTIVO
MOTV-A-01	MANTENIMIENTO FRECUENCIA ANUAL	R	PREVENTIVO
MOTV-A-02	DESMONTAJE MOTORES ELECTRICOS	R	CORRECTIVO
MOTV-E-01	MANTENIMIENTO ESPECIAL RELUBRICACION RODAMIENTOS	R	CORRECTIVO
MOTV-M-01	LUBRICACION DE RODAMIENTOS	R	PREVENTIVO
MOTV-S-01	MANTENIMIENTO DE FRECUENCIA SEMANAL	R	PREVENTIVO
RED-6M-01	MANTENIMIENTO SEMESTRAS REDUCTORES DE VELOCIDAD	R	PREVENTIVO
RED-A-01	MANTENIMIENTO FRECUENCIA ANUAL	O	CORRECTIVO
SED-001	LAVADO SEDIMENTADOR	R	PREVENTIVO
SOP-12K-01	MANTENIMIENTO DE FRECUENCIA 12000 HORAS	O	CORRECTIVO
SOP-2A-01	MANTENIMIENTO DE FRECUENCIA BIANUAL	R	PREVENTIVO
SOP-2K-01	MANTENIMIENTO FRECUENCIA 2000 HORAS	O	PREVENTIVO
SOP-36K-01	MANTENIMIENTO DE FRECUENCIA 36000 HORAS	R	CORRECTIVO
SOP-3K-01	MANTENIMIENTO FRECUENCIA 3000	O	CORRECTIVO

<b>CÓDIGO ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIPO O/R/C</b>	<b>TIPO TRABAJO</b>
	HORAS		
SOP-6K-01	MANTENIMIENTO FRECUENCIA 6000 HORAS	O	CORRECTIVO
SOP-A-01	MANTENIMIENTO FRECUENCIA ANUAL	R	PREVENTIVO
SOP-M-01	MANTENIMIENTO DE FRECUENCIA MENSUAL O 500 HORAS	R	PREVENTIVO
SOP001	INSPECCION MENSUAL SOPLADORES KAISER EB291	R	PREVENTIVO
SOP002	MANTENIMIENTO 3000 HR SOPLADOR KAISER EB291	O	PREVENTIVO
TOR-001	LAVADO DE TORRE DE AIREACION	R	PREVENTIVO
TRA-6M-01	MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL	R	PREVENTIVO
TRA-A-01	MANTENIMIENTO ANUAL TRANSFORMADORES	O	PREVENTIVO