



**PROPUESTA PARA INCORPORAR AL SISTEMA SCADA
DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA
EL ARRANQUE DE LAS BOMBAS DE LA ESTACIÓN DE
BOSCONIA.**

ENRY DWIT JOSÉ MANTILLA MÉNDEZ

NELSON IVÁN MANTILLA RODRÍGUEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERIAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
DE TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2007**



**PROPUESTA PARA INCORPORAR AL SISTEMA SCADA
DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA
EL ARRANQUE DE LAS BOMBAS DE LA ESTACIÓN DE
BOSCONIA.**

**ENRY DWIT JOSÉ MANTILLA MÉNDEZ
NELSON IVÁN MANTILLA RODRÍGUEZ**

Trabajo de Investigación presentado como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Electrónico.

Director
JOSÉ ALEJANDRO AMAYA PALACIO, MI (C).
Profesor Asistente

Codirector
JAIRO FABIÁN JAIMES ROJAS, MPE.
Profesor Asistente

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
DE TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2007**

DEDICATORIA

A DIOS por ser guía en mi vida y permitirme alcanzar esta meta.

A la memoria de José del Carmen, el hombre que me enseñó a valorar todo lo que me rodea, el hombre que aspiro durante toda mi vida emular: mi papá.

A Elsa María quien gracias a su entrega incondicional, dedicación, confianza, comprensión, apoyo, sacrificio y sobre todo amor, puedo hoy alcanzar este triunfo tan importante para mí, gracias, te amo mami.

A Norman José y Olga Karin quienes siempre han estado conmigo, apoyándome y comprendiéndome, los quiero mucho: mis hermanos.

A toda mi familia y amigos porque se que para ellos este triunfo es tan importante como lo es para mí.

Enry Dwit José Mantilla Méndez

DEDICATORIA

*La cima constituye sólo la mitad
del camino a recorrer*

*A mis Padres, por llenarme de su porque amor y confianza, y brindarme las
estructuras necesarias para permitirme desarrollarme como persona.*

A mis Hermanos, por su apoyo incondicional.

A mis Familiares por respaldar mis proyectos y acompañarme siempre.

*Y a mis Amigos, por oírme y por compartir con migo momentos especiales como
este.*

Nelson Iván Mantilla Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento a la Universidad Industrial de Santander, a la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, a nuestro director, MI (C). JOSÉ ALEJANDRO AMAYA PALACIO, a nuestro codirector MPE. JAIRO FABIÁN JAIMES ROJAS, por habernos facilitado los medios, guiado el proceso e impartido los conocimientos necesarios para el desarrollo del presente trabajo, al Ing. Fabio Chávez, al Ing. Oscar Serrano y demás colaboradores pertenecientes al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga **amb.sa. esp**

Los autores.

CONTENIDO

DEDICATORIA y AGRADECIMIENTOS.....	v'
LISTA DE TABLAS	x'
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv'
INTRODUCCIÓN	1
1. GENERALIDADES	4
1.1 EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA	4
1.2 SISTEMAS SCADA	9
1.2.1 Nivel de Instrumentación	11
1.2.2 Nivel de RTU	11
1.2.3 Nivel de Comunicaciones	12
1.2.4 Nivel de Centro de Control	13
1.2.5 Nivel de Aplicaciones Avanzadas.....	14
1.3 SISTEMA SCADA DEL AMB	14
2. ESTACIÓN DE BOMBEO.....	17
2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE BOMBEO	17
2.1.1 Unidad de Bombeo.....	17
2.1.2 Central de Lubricación.....	20
2.1.3 Sistema de Refrigeración	21
2.1.4 Unidad de llenado.....	26
2.1.5 Tuberías	27
2.1.5.1 Tubería de Succión	27
2.1.5.2 Tubería de Descarga.....	27
2.1.5.3 Tubería de Impulsión.....	28
2.1.6 Tanques de Succión y Descarga.....	28
2.1.7 Sistema de Protección Contra Golpe de Ariete	29
2.1.8 Tableros Eléctricos	31
2.1.8.1 Tableros de equipo de Maniobra (EM).	32
2.1.8.2 Tableros de mando local (TL).....	32
2.1.9 Subestación Eléctrica 115kv/4.16k.....	33
2.2 ARRANQUE DEL SISTEMA DE BOMBEO	34
2.2.1 Condiciones para el Arranque	34
2.2.1 Arranque De La Estación	37
2.3 EVALUACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN DISPONIBLE.....	37

3. SISTEMA DE COMUNICACIONES.....	45
3.1 CONSIDERACIONES GENERALES	45
3.2 SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN EL AMB.....	47
3.2.1 Equipos y elementos usados por el amb.....	49
3.2.2 La RTU MOSCAD de Motorola.....	51
3.2.3 Software de programación del MOSCAD: Toolbox	52
3.2.4 Protocolo MDLC	54
3.3 MEDIOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.....	55
3.3.1 Par Trenzado.....	56
3.3.2 Fibra Óptica.....	59
3.3.3 Resumen de medios guiados	62
3.3.4 Transmisión Radial.....	63
3.3.5 Servicios basados en Satélites.....	64
4. SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DEL SISTEMA DE BOMBEO.....	67
4.1 SISTEMA DE CONTROL VIGENTE	67
4.2 SISTEMA DE MONITOREO Y DE CONTROL PROPUESTO.....	74
4.2.1 Programación del PLC (Visilogic)	76
4.2.2 Factory Link.....	78
5. CONCLUSIONES	80
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Instrumentación Disponible en La Estación de Bombeo de Bosconia.</i>	24
Tabla 2. <i>Instrumentación dañada o descalibrada en la Unidad de Bombeo N° 1.</i>	38
Tabla 3. <i>Instrumentación dañada o descalibrada en la Unidad de Bombeo N° 2</i>	40
Tabla 4. <i>Instrumentación dañada o descalibrada en la Unidad de Bombeo N° 3.</i>	42
Tabla 5. <i>Instrumentación dañada o descalibrada en la Unidad de Bombeo N° 4.</i>	43
Tabla 6. <i>Equipos del Sistema de Comunicaciones de la estación Bosconia</i>	50
Tabla 7. <i>Equipos del Sistema de Comunicaciones de la sede principal del amb.</i>	50
Tabla 8. <i>Comparación de algunas características de los medios de transmisión guiados.</i>	62

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. <i>Unidad de bombeo. Estación Bosconia</i>	22
FIGURA 2. <i>Instrumentación por unidad de Bombeo de Bosconia.</i>	23
FIGURA 3. <i>Modelo de sistemas en una Empresa Industria</i>	46
FIGURA 4. <i>Enlaces de comunicaciones del amb.</i>	48
FIGURA 5. <i>Enlaces de comunicaciones del la estación Bosconia del amb</i>	48
FIGURA 6. <i>Distancia entre la estación Bosconia y la estación la Flora del amb</i>	49
FIGURA 7. <i>Unidad Terminar Remota RTU y sus componentes Hardware</i>	52
FIGURA 8. <i>Relación de protocolos usados en la comunicación del amb.</i>	55
FIGURA 9. <i>Cable UTP con 4 pares trenzados</i>	57
FIGURA 10. <i>Cable STP con 4 pares trenzados</i>	59
FIGURA 11. <i>Fibras ópticas</i>	60
FIGURA 12. <i>Trayectorias de luz en las fibras ópticas monomodo y multimodo</i>	61
FIGURA 13. <i>Antena transmisora de la estación Bosconia del amb</i>	63
FIGURA 14. <i>Esquema de comunicación satelital en un sistema SCADA</i>	66
FIGURA 15. <i>Lógica de las variables eléctricas adquiridas por el sistema de control del bombeo estación de Bosconia. (a) Variables medidas directamente sobre la unidad de bombeo, (b) Agrupación de Variables llamadas 'Mecánicos Generales', (c) Agrupación de Variables llamadas 'Eléctricos Generales', (d) Agrupación de Variables llamadas 'Lubricación' Generales, (e) Agrupación de Variables llamadas 'Válvulas', (f) Agrupación de Variables llamadas 'Otros'.</i>	70
FIGURA 16. <i>(a) Lógica del Bloqueo del Arranque (b) Lógica de Arranque.</i>	72
FIGURA 17. <i>Lógica de la Apertura y Clausura de la Motoválvula</i>	72
FIGURA 18. <i>Secuencia de energización del Motor 1</i>	73
FIGURA 19. <i>Propuesta para el monitoreo y control de las Unidades de Bombeo en Bosconia.</i>	74

FIGURA 20. <i>Listado en Visilogic de algunas Variables de entrada para el PLC Vision280™</i>	76
FIGURA 21. <i>Listado en Visilogic de algunas Variables de Salida por Unidad de Bombeo para el PLC Vision280™</i>	77
FIGURA 22. <i>Fragmento de la programación en lenguaje Ladder para Unidad de Bombeo montada en el PLC Vision280™</i>	78

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A.	DESCRIPCIÓN SISTEMA DE BOMBEO	86
ANEXO B.	FICHAS TECNICAS BOMBAS	161
ANEXO C.	FICHAS TECNICAS DEMÁS EQUIPOS DEL SISTEMA DE BOMBEO	166
ANEXO D.	MOSCAD-L SCADA Remote Terminal Unit	174
ANEXO E.	Vision280™ y Vision290™	176
ANEXO F.	TABLAS DE PROGRAMACION EN FACTORY LINK	192
ANEXO G.	RUTINA DE PROGRAMACION DEL PLC MEDIANTE VISILOGIC	197
ANEXO H.	COTIZACIÓN INSTRUMENTACIÓN NECESARIA	201

RESUMEN

TÍTULO: PROPUESTA PARA INCORPORAR AL SISTEMA SCADA DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA EL ARRANQUE DE LAS BOMBAS DE LA ESTACIÓN DE BOSCONIA.¹

AUTORES: MANTILLA M. Enry D.
MANTILLA R. Nelson I.²

PALABRAS CLAVE: Arranque del Sistema de Bombeo, Automatización, Comunicaciones, Instrumentación, Monitoreo y Control, SCADA.

DESCRIPCIÓN:

El presente trabajo de grado presenta el estudio de investigación llevado a cabo con la finalidad de realizar una propuesta para integrar el monitoreo, supervisión y control de las variables involucradas en el proceso de arranque del Sistema de Bombeo de la estación Bosconia al sistema SCADA del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga **amb. S.A E.S.P.**

Esta propuesta se fundamenta en la revisión de varios tópicos referentes a la Ingeniería Electrónica. Dentro de estos tópicos se tiene en cuenta la evaluación del correcto funcionamiento de la instrumentación disponible y necesaria para el adecuado proceso de Bombeo; además de la selección de la topología mas óptima para el sistema de comunicación que se pueda dar entre la estación Bosconia y la sede principal del **amb** ubicada en Morrórico, lugar donde se encuentra centralizado el sistema SCADA del acueducto.

Como complemento a lo anterior, se analiza el sistema usado en la actualidad para controlar el Arranque y el Bombeo y se propone por parte de los autores una alternativa que complemente al sistema actualmente implementado, esto con el fin de llevar a cabo el monitoreo y control de las unidades de Bombeo de la estación Bosconia remotamente desde la sede principal del **amb** donde se encuentra centralizado el sistema SCADA del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

¹ Trabajo de Grado.

² Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Ingeniería Electrónica. Director: José Alejandro Amaya Palacio, MI (C). Co-director: Jairo Fabián Jaimes Rojas, MPE

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL TO INCORPORATE TO THE METROPOLITAN AQUEDUCT OF BUCARAMANGA SCADA SYSTEM THE START UP OF THE PUMPS OF THE STATION OF BOSCONIA.³

AUTHORS: MANTILLA M. Enry D.
MANTILLA R. Nelson I.⁴

KEYWORDS: Automation, Communications, Instrumentation, SCADA.

DESCRIPTION:

This degree work shows the research carried out with the purpose of realizing an offer to the **amb**, which had the main goal of investigating the integration to the **amb** SCADA system, of the monitoring, supervision, and control of the variables implied in the start of the Bosconia station pumping system.

This proposal is based on the checking of many topics involved with Electronic Engineering. These topics include the ensuring of proper pumping process instrument performance and the optimization of communication systems between Bosconia and the main station in Morrорico, the SCADA system location center.

Additionally, to analyze the actual system in order to control the start process and the pumping process, the authors propose an alternative way to complement the actual system applied by the **amb** on its different stations. The goal is to control and monitor the Bosconia pumping station from the main SCADA system location.

³ Engineer's degree work.

⁴ Faculty of Physic-Mechanical Engineerings. Electrical, Electronic Engineerings and Telecommunication's School. Electronic Engineering. Director: José Alejandro Amaya Palacio, MI (C). Co-director: Jairo Fabián Jaimes Rojas, MPE

INTRODUCCIÓN

Con el fin de obtener un alto nivel de productividad, calidad y excelente rendimiento, las grandes empresas han establecidos la necesidad de tener un estricto control en sus procesos. El desarrollo tecnológico y los avances de la ciencia, cumple un papel muy importante para la implementación de sistemas de control ya que de acuerdo con sus avances es posible cubrir las áreas más importantes que se encuentran involucradas en la producción. Además, convierte el trabajo del hombre en algo más digno y calificado.

En empresas, en donde se manejan redes de transporte y distribución, es necesario contar con un sistema que permita un constante monitoreo, control y supervisión de las variables críticas del proceso, tales como presión, temperatura, consumo, etc. Para lograr dichos requerimientos se pueden contar con diversos métodos y sistemas, uno de los sistemas más importantes de este tipo, es el Sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), el cual permite el monitoreo y control de equipos remotos; y cumple básicamente dos funciones: seguridad y eficiencia en la producción.

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga **amb**, cuyo propósito es suministrar el servicio de agua potable a los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, cumpliendo con los estándares de calidad y utilizando como materia prima las fuentes naturales de los ríos Suratá, Frió y Tona, cuenta con una extensa red de distribución y transporte, la cual debe estar en un constante monitoreo y control.

Para esta labor de monitoreo, el **amb** cuenta con modernos equipos y sistemas dentro de sus instalaciones, entre ellos el Sistema SCADA el cual le permite controlar y monitorear a su red de distribución. El **amb** tiene como propósito, monitorear y controlar gran parte de su red de distribución desde su Sistema SCADA.

Actualmente, parte del agua proporcionada por el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga **amb** a Bucaramanga es bombeada desde la estación de Bosconia con previa indicación y orden del **amb**, desde sus instalaciones principales, lo cual le permite determinar e indicar la unidad

de bombeo a encender, pero estando atados a la información pertinente, proveniente de Bosconia y desconociendo, en algunos casos, el estado de la totalidad de las máquinas.

Con este proyecto de grado titulado 'PROPUESTA PARA INCORPORAR AL SISTEMA SCADA DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA EL ARRANQUE DE LAS BOMBAS DE LA ESTACIÓN DE BOSCONIA' se pretende presentar al **amb** una propuesta para incorporar al Sistema SCADA de dicha entidad la posibilidad de monitorear el arranque de las unidades de bombeo de la estación de Bosconia, utilizando el sistema ya existente, lo cual permitiría que esta entidad conozca de manera precisa y detallada el estado actual y el comportamiento de cada unidad de bombeo antes de iniciar el bombeo de agua hacia los tanques del Batallón y Morrobajo; además de esto, se tendría acceso a un historial en donde se registraría el comportamiento de cada unidad de bombeo para así, más adelante, poder caracterizar cada una de éstas y detectar posibles fallas.

En el primer capítulo llamado Generalidades se aborda cómo es el **amb**, su compromiso con la comunidad, descripción de los diferentes procesos del **amb** con respecto a captación de agua, las plantas de tratamiento (enfocado a la estación Bosconia), y a sus diferentes sistemas o procesos de distribución de ésta (bombeo, gravedad). Además se habla de los Sistemas SCADA en general para finalmente tocar el tema del sistema SCADA vigente del **amb**.

En el segundo capítulo llamado ARRANQUE DEL SISTEMA DE BOMBEO se describe el proceso de arranque y marcha del bombeo, la identificación de variables, de instrumentación y equipos involucrados en el proceso. Por último se realizará una evaluación y diagnóstico del estado de la instrumentación.

En el tercer capítulo llamado SISTEMA DE COMUNICACIONES se describen los elementos que hacen parte de la comunicación entre la planta de Bosconia y la sede principal del **amb**. Además se presenta un marco teórico de los sistemas de comunicaciones más usados en sistemas SCADA para entornos industriales. Esto con el fin de valorar si el actual sistema de comunicaciones en el **amb** es adecuado, o deberían tenerse en cuenta otras alternativas.

En el cuarto capítulo llamado SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DEL SISTEMA DE BOMBEO se describe cómo se controla el proceso de arranque del sistema de bombeo. Además se plantea una propuesta de cómo podría llevarse a cabo dicho control usando elementos como los PLCs y las RTUs y de cómo integrar este monitoreo al Sistema SCADA del **amb**, la identificación de variables, de instrumentación y equipos involucrados en el proceso.

En el quinto capítulo se muestran las conclusiones del proyecto, en donde se evalúan los objetivos propuestos en el plan de trabajo y se exponen los resultados que arrojó este trabajo.

Por otra parte se presentan los anexos, que contienen la ampliación de diversos procesos o descripciones citadas en el libro.

1. GENERALIDADES

En el presente capítulo se presenta una descripción general cómo es el **amb**, su compromiso con la comunidad, descripción de los diferentes procesos del **amb** con respecto a captación de agua, las plantas de tratamiento (enfocado especialmente a la estación Bosconia), y a sus diferentes sistemas o procesos de distribución de ésta (bombeo, gravedad). Además se habla de los Sistemas SCADA en general para finalmente tocar el tema del sistema SCADA vigente del **amb**.

1.1 EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, **amb**, como Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios ESP, y teniendo en cuenta su misión, tiene como objetivo satisfacer con gran responsabilidad social y empresarial las necesidades y derechos básicos (que garantizan un mínimo vital) de la comunidad de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, en lo que respecta a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y saneamiento básico; con el compromiso de un mejoramiento continuo en todas sus áreas, para innovar en el servicio, estar a la vanguardia y ser una empresa líder en el área de prestación de servicios públicos, ofreciendo productos y servicios de calidad mediante una efectiva gestión integral, comprometiéndose con el desarrollo socioeconómico de su entorno y el bienestar de la comunidad y cumpliendo a cabalidad con la legislación y la normatividad vigente.

Uno de los propósitos del **amb**, es la producción y distribución de aguas, con valor agregado con los más altos estándares de calidad exigidos, en forma complementaria; satisfaciendo así, la creciente demanda de dicho producto.

A su vez, para garantizar los niveles de eficiencia exigidos a las empresas de servicios públicos domiciliarios, el **amb** ve la necesidad de mantener, desarrollar, y perfeccionar sistemas y procedimientos de plantación, ejecución y evaluación de todos y cada una de sus actividades, para que de esta forma le sea posible conocer permanentemente los resultados de dicha gestión en todas sus áreas estratégicas. Para lograr esto el **amb** cuenta con un personal comprometido y capacitado, tecnología apropiada,

control efectivo en sus procesos, y el desarrollo de un sistema para gestión humana, técnica, administrativa, financiera y comercial, con la clara responsabilidad que le asiste a toda la organización sobre la creación de una mayor conciencia comunitaria para la protección de su materia prima: el agua.

El **amb** utiliza algunos de los muchos ríos que recorren las tierras santandereanas, extrayendo de éstos su materia prima, para así poder cubrir, abastecer y brindar el servicio de agua potable a toda la comunidad adscrita al acueducto; dichas fuentes o recursos naturales son el río Surata, el río Frío, y el río Tona. El Río Surata nace en el páramo de Monsalve y discurre por entre el cañón de las cuchillas de Magueyes y del Común, alimentándose de los ríos Vetas, Charta y Tona, teniendo una pendiente aproximada de 3.72 %, para después entregarle sus aguas al Río de Oro. El Río Tona nace en medio de los páramos de pescadero y San Turbán del Macizo de Santander, cuenta con grandes elevaciones de hasta 3850m, generando grandes pendientes; sus principales fuentes de alimentación son las quebradas La Armania, Las Golondrinas, El Roble, El Brasil, El Puerto, El Volante, Los Hoyos, Campo Hermoso y Las Ranas entre otras, para después, este mismo río, nutrir y conformar el Río Surata. El Río Frío nace al Oeste del Alto de Picacho, tiene un alto grado de meteorización de los suelos y rocas ígneo metamórficas, causando en él una gran capacidad de arrastre, para finalmente desembocar en el Río de Oro.

En materia hidrológica, el **amb** se ha propuesto el objetivo de planificar la cantidad y calidad del recurso hídrico de las cuencas que abastecen actualmente al acueducto. Para este proyecto gestionará la operación de la red de monitoreo hidrometeorológico, así como la realización de estudios, investigaciones y obras que permitan la caracterización de las cuencas, facilitando la medición de las variables hidrológicas que intervienen en el ciclo del agua. Actualmente el **amb** monitorea en sus estaciones de medición las variables de precipitación, lectura de nivel y toma de sedimentos sobre 30 estaciones.

El **amb** posee un conjunto de instalaciones aptas para que una vez su materia prima (el agua) sea sustraída de sus afluentes, ésta pueda ser dirigida a las diferentes plantas de tratamiento: La Planta de Bosconia, La Planta de Floridablanca y Las Plantas de Flora y Morrórico, las cuales funcionan en su mayoría por un sistema de gravedad, a excepción de la planta de tratamiento de Bosconia, que opera por un sistema de bombeo.

En estas plantas el agua recibe un estricto y excelente proceso de purificación, que consiste en una serie de procesos en donde el agua adquiere propiedades suficientes para el apto consumo humano. Dentro de dichos procesos se encuentran: *la desarenación*, en donde se eliminan las arenas que contiene el agua; *la aireación*, en donde se eliminan olores y sabores producto de los gases disueltos, que se realiza por medio de saltos de agua; *la presedimentación*, donde se eliminan las partículas sólidas y la turbidez del agua; *la dosificación de alumbre*, ya que se eliminan la mayor cantidad de partículas agregando al agua la cantidad necesaria de sulfato de aluminio y mezclándola rápidamente; *la floculación*, que sirve para aglutinar a partículas más pequeñas en grandes denominadas FLOC'S, se realiza por medio de la agitación lenta del agua; *la sedimentación* la cual separa el agua de los FLOC'S; *la filtración*, en donde se elimina por completo las partículas de turbidez; *la desinfección*, en donde se destruyen microorganismos adicionando cloro al agua; *el control de calidad*, que es realizado mediante ensayos en el laboratorio en los que se analiza el agua de los ríos y las plantas de tratamiento, evaluando su PH, color, turbiedad, el hierro total, dureza total., cloruros, sulfatos, nitritos, cloro residual, olor, sabor, sustancias flotantes e índice de coliformes totales y fecales; *el almacenamiento*, en donde después de pasar por todo este proceso el agua sale de las plantas de tratamiento a ser ubicada en grandes depósitos de agua (tanques), para después ser ubicados en otros tanques de distribución, que se encuentran situados estratégicamente por la ciudad; para que, de esta forma, pueda ser distribuida a los usuarios por medio de un completo sistema de redes; y así, poder abastecer las necesidades de los usuarios. Todo esto cumpliendo con el estricto control y la normatividad relacionada con la prestación de servicios públicos y agua potable. Este proceso es llevado a cabo en cada una de las Plantas de Tratamiento del **amb**.

La Planta de Tratamiento La Flora está destinada para tratar las aguas provenientes del Río Tona, debido a su ubicación en la parte alta Oriental de Bucaramanga en la zona de Morrорico. Esta planta se encarga de abastecer las redes de distribución ubicadas al Norte, Oriente y Sur del sistema de distribución de la ciudad y tiene una capacidad de captación de aproximadamente 1000 l/s.

La planta de Morrорico es una planta de tipo convencional, que está localizada al Oriente de la carrera 33, encargada de entregar el agua a un

tanque denominado Morro Alto, usando una conducción de agua, en donde se combinan la presión y el flujo libre, para que las aguas de la canaleta Parsall puedan ser transportadas.

Conjuntamente, en la zona sur occidental del Área Metropolitana de Bucaramanga, en la parte alta de los barrios Bucarica y Caracolí, del municipio de Floridablanca, se encuentra la Planta de Floridablanca a una altura media de 1042msnm. El objeto principal de esta planta es tratar todo el caudal generado por el Río Frío y abastecer parte de la zona sur del Área Metropolitana (Floridablanca).

La Planta de Bosconia realiza este mismo proceso con el caudal generado por el Río Suratá, e inicialmente fue creada debido a la necesidad de ampliar el suministro de agua potable del Área Metropolitana. Esta Planta se encuentra localizada en la vía que conduce de Bucaramanga al municipio de Matanza, en el norte de la ciudad a unos 685 o 675 msnm. En sus instalaciones, dicha planta cuenta con su respectivo canal de captación de agua del Río Surata; los tanques desarenadores; presedimentadores, en donde se realiza la mezcla rápida, la floculación mecánica, la sedimentación y la filtración; la planta de tratamiento; la estación de bombeo de agua a la ciudad para dar suministro a las redes del norte y el occidente de la ciudad; y una Estación Eléctrica. Esta planta tiene la capacidad de tratar aproximadamente 2100 l/s de agua, la cual, una vez tratada es bombeada hacia la ciudad por medio de un complejo sistema de bombeo y una línea de impulsión.

Esta planta funciona conjuntamente con las plantas de Morrórico, Floridablanca y la Flora, que constituyen, entre sí, el sistema de área del triangulo Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

La Planta de Bosconia suministra agua a la ciudad de Bucaramanga gracias a su Estación de Bombeo, que se encarga de impulsar el agua desde el tanque de almacenamiento de agua tratada, usado como pozo de succión hasta los tanques de distribución de Morrórico y Estadio, los cuales se encuentran a una altura aproximada de 380mts y 330mts, respectivamente, de esta estación. Este proceso es realizado por medio de una tubería de impulsión. La Estación de Bombeo está integrada por un conjunto de unidades que permiten el desplazamiento de gran una masa de agua hacia la ciudad.

La planta de Bosconia inicialmente fue creada para respaldar, cubrir y abastecer la creciente demanda que, hoy por hoy, exigen los habitantes de la ciudad y para poder brindar un servicio constante de agua potable. Al día de hoy esta planta suministra el agua al 20% de los abonados del **amb**.

Si se compara el sistema de gravedad, utilizado para realizar el suministro de los tanques con el sistema de bombeo, usado en la Planta de Bosconia para el mismo fin, podemos concluir que éste último genera costos más elevados para el **amb**, lo cual implica que la Planta de Bosconia tenga un mayor costo de producción de agua, situación ésta que conlleva a la realización de estudios de estadísticas, historiales y probabilidades de consumo, en donde se evalúan las horas y periodos críticos en los cuales los habitantes realizan un mayor consumo de agua. Basados en esto y en la capacidad de almacenamiento de sus tanques principales y secundarios, se realiza una serie de proyecciones y pronósticos de consumo y gasto de agua, que indican cuándo y por cuánto tiempo se debe realizar el bombeo de agua hacia la ciudad, para así suplir estas necesidades y mantener un servicio constante de agua en la ciudad. Estas medidas permiten un estricto control sobre el consumo energético de esta estación, que repercute directamente en la disminución del costo de producción de agua; y por ende, en la eficiencia de la planta. Todo este estudio es realizado desde la oficina central del **amb** y es aplicado directamente hacia la Estación de Bombeo de Bosconia. EL **amb** además de contar con eficientes plantas de tratamiento dentro de sus grandes instalaciones, cuenta con una compleja red de distribución y transporte de agua potable, que se encarga de suministrar este producto a todos sus usuarios (abonados). Dicha red consta de tanques de almacenamiento ubicados dentro de la ciudad, válvulas controladoras y reguladoras de flujo y de subredes de distribución. Este sistema de distribución y transporte se encuentra instalado dentro de toda la zona de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, en donde se hace necesario un estricto control y una constante supervisión y monitoreo de las partes más importantes de esta red para, de esta forma, garantizar un servicio constante y brindar a los usuarios un adecuado servicio.

Se ha podido demostrar que en empresas como el **amb**, en donde se busca siempre obtener un alto nivel de eficiencia, productividad, calidad y excelente rendimiento en sus productos y procesos, se debe contar con un estricto control de calidad y excelente rendimiento de los mismos. Para llevar a cabo este control, la tecnología y su constante evolución juega un

papel importante en la ejecución e implantación de sistemas de control y monitoreo que permiten respaldar, con un alto nivel de confiabilidad, todos los procesos involucrados en la empresa.

Las innovaciones y el desarrollo tecnológico hacen posible la implementación de sistemas de control con mayor precisión y exactitud, que permiten cubrir las áreas involucradas en la producción, convirtiendo el trabajo del hombre en algo más digno y calificado y, a su vez, entregando mayores beneficios a éste y a la empresa, ya que permite acceder a lugares en los cuales la presencia del hombre sería perjudicial y casi imposible.

Existen empresas en donde se manejan redes de transporte y distribución (gas, petróleo, energía, agua u otros productos o servicios), y para ello es necesario contar con un sistema que permita un constante monitoreo, control y supervisión (desde un centro de control) de las variables críticas del proceso como la presión, temperatura, consumo, nivel, etc. Para lograr estos requerimientos, se pueden contar con diversos métodos y sistemas, uno de los cuales es el sistema SCADA (supervisión, control y agudización de datos), que permite el monitoreo y control de equipos remotos y cumple, básicamente, dos funciones: seguridad y eficiencia en la producción.

El **amb** cuenta con un sistema de distribución de agua que permite el suministro del servicio de agua potable en las ciudades de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, desde sus diferentes plantas de tratamiento y que, a su vez, consta de una red de distribución y de grandes depósitos de agua. Es necesario que dicho sistema sea monitoreado constantemente desde diferentes puntos de la ciudad para garantizar la óptima prestación del servicio prestado. Para esta labor, el **amb** cuenta con modernos equipos y con el sistema SCADA, que le permite controlar gran parte de su red de distribución.

1.2 SISTEMAS SCADA

SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). El Sistema SCADA se basa en una aplicación de software diseñada para funcionar sobre ordenadores centrales, que tienen el control del proceso de producción desde un nodo

central (Centro de Control) y que, a su vez, permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. Las aplicaciones de SCADA están diseñadas para dar al operador de la planta dichas posibilidades de control en tiempo real, aún cuando dichos procesos se encuentren retirados de la planta central, realizando el control de los equipos remotamente. Este sistema permite la comunicación entre los diferentes dispositivos de control de campo (controladores automáticos, autómatas programables, etc.), los cuales controlan el proceso y suministran información al ordenador central, que generalmente se encuentra ubicado en el centro de control de todo el proceso, acerca del comportamiento de los diferentes procesos de producción y de las variables involucradas en éste.

Por Medio del Sistema SCADA es posible el Modelamiento del Sistema de Producción sobre el ordenador central, que tiene la capacidad para supervisar y controlar el proceso mediante el control de las variables involucradas. Este sistema genera diversas aplicaciones como la visualización de alarmas que indican los diferentes tipos de errores en el proceso, la elaboración de análisis productivos en un proceso, análisis de inventarios, recopilación de información empleada por Sistemas de Información Gerencial MIS, para manejos administrativos de acuerdo a lo requerido en cada empresa (Control de Calidad, Supervisión, Mantenimiento, etc.)

SCADA es muy utilizado debido a su compatibilidad con diversos equipos y a la seguridad que imprime en los procesos. Es usado para aplicaciones pequeñas como controladores de temperatura en un espacio, presión, temperatura, flujo, potencia, intensidad de corriente, voltaje, ph, densidad, flujo de agua, aceite, gas, unidades eléctricas, hasta para aplicaciones muy grandes como el control de plantas nucleares.

Es importante mencionar que un sistema SCADA básico consta de varios niveles:

- Nivel de Instrumentación
- Nivel de RTU.
- Nivel de Comunicaciones
- Nivel de Centro de Control
- Nivel de Aplicaciones Avanzadas

1.2.1 Nivel de Instrumentación

Este nivel es el que toma la variable física (presión, flujo, etc) y la convierte en una señal que puede ser leída o interpretada (por ejemplo una carta gráfica, el desplazamiento de una aguja, un contador, etc). Para el caso específico de un sistema SCADA se maneja la instrumentación de tipo electrónico, allí la variable física se convierte a una señal eléctrica (usualmente de corriente de 4-20 mA o de voltaje de 1-5 voltios).

Para un acueducto, las señales básicas a transmitir son Nivel y Caudal, empleándose para ello dispositivos electrónicos de los cuales podemos mencionar los siguientes:

- Transmisores de Nivel
- Transmisores de Presión
- Transmisores de Temperatura
- Medidores electrónicos de caudal
- Medidores de Humedad, Viscosidad, turbidez, PH, etc.

1.2.2 Nivel de RTU

La Unidad Terminal Remota o RTU es un dispositivo inteligente que recoge, almacena y procesa la información que viene de la instrumentación de campo. La RTU usualmente consta de tres partes básicas: la de entrada y salidas, la CPU y la de Comunicaciones. La parte de entradas/salidas está compuesta por una serie de tarjetas de diversos tipos de acuerdo a la señal que va a recibir. De esta forma podemos catalogar el tipo de tarjeta así:

Entrada Análoga:	Señal de 4-20 mA, por ejemplo de un transmisor.
Entrada Digital:	Contacto seco, por ejemplo de una alarma
Salida Análoga:	Señal de 4-20 mA por ejemplo un comando para regulación de una válvula.
Salida Digital:	Contacto seco, por ejemplo, un comando de apertura o cierre de una válvula.
Entrada de Pulsos:	Señal de frecuencia: por ejemplo de un medidor de desplazamiento positivo.

La CPU es la parte inteligente de la RTU, allí existen también memorias RAM, PROM Y EPROM, que poseen varios módulos preprogramados que permiten hacer cálculos, controles, comandos etc, con los cuales se puede manejar los procesos en la forma que se desee, así como efectuar el almacenamiento de datos históricos.

Finalmente, existe la parte de puertos de comunicaciones, cuya función es tomar la información en forma digital y colocarla en un puerto (usualmente tipo RS232, similar a los de un computador), para ser posteriormente transmitida al centro de control vía nivel de comunicaciones.

1.2.3 Nivel de Comunicaciones

Es el nivel encargado de tomar la información de la RTU y transmitirla por el medio escogido hasta el centro de Control. Existe gran cantidad de medios de comunicación y la elección de cuál es él más apropiado depende de diferentes circunstancias dentro de las cuales se cuenta el costo, la disponibilidad del medio, la velocidad de transmisión, la confiabilidad requerida, etc.

A continuación indicamos los medios más usados:

- **Línea Telefónica:** Consiste en un par de hilos telefónicos que van desde la RTU hasta el computador del Centro de Control. Es fácil de instalar, relativamente económica pero tiene un nivel de confiabilidad inferior a la requerida, etc.
- **Radio de Comunicaciones:** Usualmente se emplean equipos de radio en la banda de UHF (Ultra-alta-frecuencia) ó VHF (muy-alta-frecuencia). Se requiere hacer estudio de propagación, disponer de estaciones repetidoras, es moderadamente costoso y brinda mayor confiabilidad que la línea telefónica.
- **Microondas:** Es también un sistema de radio pero en frecuencias del orden de los Gigahertz. Es más costoso que los anteriores pero más confiable, tiene el inconveniente que requiere línea de vista para su propagación lo que limita la distancia de cubrimiento.

- **Sistema Satelital:** Se basa en la transmisión y recepción mediante un satélite geoestacionario colocado aproximadamente a 36.000 Km de la tierra, de tal forma que no hay obstáculo y la comunicación es continua (salvo en los equinoccios donde hay interrupción de 5-8 minutos cuando ocurre). Su confiabilidad es alta, comparable con los microondas. Es muy usado para cubrir grandes distancias y en sitios de difícil cubrimiento.

1.2.4 Nivel de Centro de Control

Está compuesto por un conjunto de ordenadores, periféricos y programas de software que realiza el procesamiento de las señales. Usualmente existe también un equipo de interfase de comunicaciones (llamado Front-End) cuya función es recibir la información de los diferentes canales de comunicaciones, procesarla y agruparla para ser enviada a los computadores servidores mediante una red LAN. A esta red van conectados los diferentes dispositivos del Centro de Control, los cuales básicamente constan de las siguientes partes:

- **Computadores servidores:** Son las unidades principales usualmente de mayor capacidad y rapidez. Reciben la información de las innumerables señales desde los sitios y los manejan en una gran base de datos de tiempo real.

La configuración más utilizada es la de Hot-Stand by, donde se conectan dos computadores similares en paralelo (a través de la red) en tal forma que uno es el principal y el otro es el de respaldo.

El servidor principal está continuamente actualizando la base de datos del otro; éste, a su vez, está monitoreando constantemente al principal y en caso de falla de éste toma el comando. De esta forma se le brinda una confiabilidad muy alta al sistema.

- **Estaciones de Trabajo:** Son computadores dedicados para el manejo y operación del proceso. Allí se muestra en forma gráfica los diferentes procesos, en forma de despliegues y se pueden observar los valores de flujo, presión, temperatura y alarma; se pueden obtener tendencias, reportes, etc.

Las gráficas están compuestas de dos partes, el dibujo propiamente dicho denominado "Back Ground" el cual es fijo, y la información de las señales o valores de las variables, denominado "Foreground" el cual es dinámico y proviene de la base de datos en tiempo real manejada por los servidores.

- **Otros Computadores:** Dependiendo de las necesidades pueden existir otros computadores tales como el de ingeniería, el administrativo, de entrenamiento, etc; que realizan las respectivas funciones.

1.2.5 Nivel de Aplicaciones Avanzadas

Además de las aplicaciones típicas, pueden existir aplicaciones avanzadas que permiten optimizar el sistema SCADA brindando funciones tales como: Modelamiento en tiempo real, detección de fugas, etc. La información generada en el sistema SCADA puede ser utilizada por el MIS (Sistema de Información Gerencial) para manejos administrativos de acuerdo a lo requerido en cada empresa

1.3 SISTEMA SCADA DEL AMB

El **amb** cuenta con un sistema SCADA MOSCAD (*Motorola SCADA*) es el producto de Motorola específicamente diseñado para cubrir los requerimientos de los sistemas Fijos de Datos. El "núcleo" del MOSCAD es un CPU basado en el procesador 68000 de Motorola, complementándose con RAM, ROM, reloj en tiempo real, puertos RS-232 y RS-485, y un puerto de comunicaciones configurable. Los módulos "plug-in" de Entradas/Salidas proveen el enlace con datos digitales (binarios) y analógicos de sensores, y proveen relevadores (para controlar dispositivos) y salidas analógicas (para cambiar "setpoint" de procesos). La Modularidad le permite al MOSCAD ser configurado y optimizado para cumplir con los requerimientos específicos de cada sitio. También dispone de conectividad mediante sus puertos RS-232 y RS-485, para enlazarse a dispositivos con comunicación de datos serial.

El **MOSCAD-L** es un miembro más pequeño de la familia MOSCAD. El MOSCAD-L tiene las capacidades RS-232, RS-485, etc. del MOSCAD y provee las capacidades de E/S más utilizadas. Su tamaño más pequeño

limita la cantidad de módulos E/S, y está restringido a radios de baja potencia VHF, UHF, y 800 MHz.

MOSCAD provee las características de una Unidad Terminal Remota (RTU) y un Controlador Lógico Programable (PLC). Si el programa de aplicación cargado en el CPU es simple, entonces el MOSCAD funciona como una RTU; si el programa de aplicación tiene implementado código para toma de decisiones, el MOSCAD funciona como un PLC. Cualquiera de estos tipos de aplicaciones se crean mediante la herramienta de programación "Toolbox", se compila, y posteriormente se "baja" al módulo del CPU. La aplicación residente en cualquier MOSCAD local o remoto, puede ser monitoreada mediante "Toolbox". Cuando se monitorea un MOSCAD local, el "Toolbox" se conecta a un puerto RS-232 disponible en el módulo del CPU. Cuando se monitorea un MOSCAD remoto, "Toolbox" se conecta a un puerto RS-232 en cualquier MOSCAD local, y utiliza la red de comunicaciones para acceder el MOSCAD remoto deseado. Cuando se opera en una Red Ethernet (INTRANET), "Toolbox" puede conectarse directamente a la Red (LAN) y comunicarse con MOSCAD remoto a velocidades de datos 10BASET. Se pueden "bajar" códigos de nuevas aplicaciones al CPU del MOSCAD; se pueden leer datos en tiempo real o históricos del CPU; y se puede leer el contenido de la bitácora (armario) de errores del CPU.

Al **amb** le interesa a monitorear y controlar la mayor parte de su red y sus procesos desde su sistema SCADA, para así poder conocer el estado de ciertos equipos en tiempo real y llevar procesos con mayor eficacia en donde se disminuyan las posibilidades de error.

El monitoreo remoto de la estación de bombeo de la Planta Bosconia utilizando el Sistema SCADA del **amb**, permitiría a esta entidad obtener de manera constante, precisa y detallada el estado actual y el comportamiento de cada unidad de bombeo de la estación de Bosconia antes de iniciar el bombeo de agua hacia los tanques del Batallón y Morrobajo. Además de esto, se tendría acceso a un historial de tendencias del funcionamiento y estado de las máquinas, se registraría el comportamiento de cada unidad de bombeo en bases de datos en el sistema SCADA y sus dispositivos accesorios involucrados en su funcionamiento, se podrían definir alarmas y generar reportes; para así, más adelante, poder caracterizar cada una de éstas, detectar y prever posibles fallas en los equipos, con lo que se obtendría una protección de

los mismos, y también analizar el tiempo de vida de los instrumentos empleados.

Este sistema puede ser empleado, a su vez, para elaborar un análisis predictivo del consumo con relación al bombeo por parte de esta estación de bombeo, ya que estas dos variables (consumo y bombeo) son de gran importancia para el **amb**, dado que el bombeo de agua hacia la ciudad depende de las probabilidades de consumo de agua que el **amb** tenga proyectadas según sus estudios estadísticos.

Cabe mencionar que un Sistema SCADA está diseñado para reportar en tiempo real variables físicas de equipos remotos, facilitar el mantenimiento, brindar confiabilidad en las mediciones, otorgar eficiencia en las operaciones, almacenar datos históricos, planear las operaciones y garantizar seguridad en los procesos, incluyendo un análisis predictivo de instrumentos y del tiempo de supervivencia, entre otras; sin embargo, el Sistema SCADA del **amb** está siendo utilizado para cubrir las necesidades que dicha entidad demanda, pero no para la totalidad de funciones que éste puede ofrecerle.

Por ende, al incluir el monitoreo remoto de las bombas se estaría aprovechando un poco más dicho sistema, haciendo más eficiente el arranque de las bombas y el control de las mismas; y a su vez, otorgando protección a los equipo, confiabilidad en el arranque y lograr avances en el proceso de automatización de todas sus instalaciones.

2. ESTACIÓN DE BOMBEO.

La estación de bombeo es un departamento de la Planta de Tratamiento Bosconia del **amb**, que consta de un conjunto de equipos eléctricos, electrónicos y mecánicos (bombas y equipos accesorios) que impelen el agua tratada proveniente de la planta de tratamiento, desde el tanque de almacenamiento de esta estación, hasta los tanques de distribución de Morro Rico y Estadio que se encuentran a una altura aproximada de 380mts.

La estación de Bosconia tiene una capacidad máxima de 2000 [L/s], y está integrada por un conjunto de cuatro (4) unidades, compuestas de unidades principales de bombeo (motor- bomba), unidad de llenado, tuberías, tanques de succión y descarga, sistema de protección contra golpe de ariete, sistema de refrigeración, sistema de lubricación, tableros de control y subestación eléctrica

A continuación se describirán algunos detalles de los componentes de cada unidad y sistema.

2.1. DESCRIPCION DE LAS UNIDADES DE BOMBEO

2.1.1. Unidad de Bombeo.

Esta unidad de bombeo está compuesta por cuatro (4) bombas centrífugas multietapa principales, marca CCM SULZER, de eje horizontal, carcasa partida horizontalmente, doble succión, tres (3) etapas, modelo HPDM 350-555-3d, velocidad de operación nominal de 1790 [rpm], con una capacidad de 667 [L/s] y una altura manométrica de 397 metros, en este tipo de bombas el fluido ingresa a ésta, por medio del eje y es lanzado siguiendo una trayectoria radial, con una aceleración que lleva un aumento de energía de presión y energía cinética. En condiciones críticas pueden operar máximo tres (3) bombas en paralelo, entregando un caudal aproximado de 2000 [L/s] quedando una bomba de respaldo.

Cuenta con cuatro (4) Motores eléctricos marca TIBB BROWN BOVERI tipo QWG, 630 kb-4, de 5000 HP (3780 Kw.), 4160 V. a 60Hz, de eje horizontal, los cuales están acoplados directamente a cada una de las bombas por medio de un acoplamiento 'compelor' tipo AFLH160; el momento de inercia natural de cada conjunto motor-bomba es de 206 [kg-m²]

El conjunto de motores y bombas conforman las unidades principales de bombeo, pero además de esto, cada unidad principal está compuesta por:

- Válvula de operación manual, tipo mariposa, marca ERHARD de 900mm de diámetro, ubicada en la tubería de aspiración, está provista de indicadores de posición y pulsadores límites de carrera, los cuales envían una señal eléctrica a los tableros de supervisión y control TSC.
- Bomba centrífuga principal, marca CCM SULZER.
- Motor eléctrico, marca TIBB BROWN BOVERI, acoplado a la bomba.
- Válvula anular de retención, ubicada sobre la tubería de impulsión de diámetro nominal de 600 [mm]
- Válvula tipo bola, de operación automática y manual, consta de un motor eléctrico, y está instalada sobre la tubería de impulsión que se emplea para el control de cada bomba marca ERHARD. Su control puede realizarse localmente o desde los tableros de supervisión y control.
- Válvula de guarda, tipo compuerta, ubicada sobre la tubería de impulsión de 600[mm], con accionamiento manual con pulsadores límites de carrera, las cuales envían señales eléctricas a los Tableros de Supervisión y Control TSC.
- Dos (2) manómetros manuales, ubicados sobre la tubería de aspiración y sobre la tubería de impulsión.
- Un Captor de Vibración, en cada bomba y en cada motor.
- Un detector - indicador de flujo de aceite, para cada cojinete. (Lado libre y lado acoplado), estos caudalímetros se encuentran dañados.
- Dos (2) sensores de vibración (Motor Bomba)
- Tres (3) grifos de ventilación, en cada bomba.
- Tablero Local (TL), destinado a comandar manualmente la operación de cada bomba, el cual funciona a una tensión de 125 V dc.
- Tablero Local, localizado anexo a la válvula de control de bombeo, designado al control manual de la válvula, funciona a una tensión de 125 V dc.

- Un (1) intercambiador de calor.
- Una (1) junta de dilatación.
- Un indicador de temperatura del cojinete en la salida del lado libre de la bomba, tiene un rango de 0 °C a 100 °C.
- Dos indicadores de temperatura: uno en el lado libre del metal del cojinete, y otro en el cojinete de salida del lado acoplado de la bomba, éstos trabajan en un rango de 0 °C a 120 °C.
- Un caudalímetro indicador de flujo de aceite del cojinete axial en el lado libre de la bomba, el cual trabaja en un rango de 300 l/h a 2500 l/h.
- Un caudalímetro indicador de flujo de aceite del cojinete radial del lado libre de la bomba, el cual trabaja en un rango de 300 l/h a 2500 l/h.
- Dos (2) termoresistencias PT –100, en el cojinete radial bomba lado libre y en el cojinete axial bomba lado libre, funcionan a una tensión 125 V dc y envían una señal indicadora a la sala de control.
- Una termoresistencia PT –100, en lado metal bomba, funcionan a una tensión 125 V dc y envían una señal indicadora a la sala de control.
- Una Termoresistencia PT –100, en el cojinete de la bomba en el lado acoplado, la cual funciona a una tensión 125 V dc y envían una señal indicadora a la sala de control
- Un Manómetro que indica el nivel de presión del aceite en la entrada Bomba- Motor.
- Un caudalímetro que indica el flujo del cojinete del lado libre de la bomba.
- Dos Termoresistencias PT –100 en la salida del cojinete del motor, en el lado acoplado y en el lado libre, las cuales funcionan a una tensión de 125 V dc y envían una señal indicadora a la sala de control.
- Dos (2) Termoresistencias PT –100, en el cojinete del motor del lado acoplado, las cuales funcionan a una tensión 125 V dc y envían una señal indicadora a la sala de control.
- Dos (2) Termoresistencias PT –100, en el cojinete del motor del lado libre, que funcionan a una tensión de 125 V dc y envían una señal indicadora a la sala de control.
- Una Termoresistencia PT –100, del aire del motor, la cual funciona a una tensión 125 V dc y envía una señal indicadora a la sala de control.
- Dos Caudalímetros, que indican el flujo de aceite en la entrada del cojinete motor lado acople y en lado libre.

- Dos (2) indicadores de temperatura del cojinete del motor en el lado libre y en lado no acoplado, que tienen un rango de 0 °C a 100 °C.
- Un indicador de temperatura del aire del motor, que tiene un rango de 0 °C a 100 °C.
- Un indicador de temperatura de agua de la salida de refrigeración del intercambiador de calor, que tiene un rango de 0 °C a 160 °C.
- Un Caudalímetro indicando el flujo de agua a la salida del intercambiador.

2.1.2. Central de Lubricación.

El sistema de lubricación tiene como función evitar, en lo posible, el contacto directo entre dos piezas que se mueven una respecto a la otra, reducen la fricción, disipando el calor y reduciendo el desgaste entre las piezas. Esto se logra manteniendo y renovando, de forma continua, una fina película de lubricante. Los lubricantes comúnmente empleados son aceites que provienen del refinado del petróleo, cumpliendo una serie de requisitos, principalmente relativos a su viscosidad, de acuerdo con la severidad de las condiciones de operación del motor.

La fricción, junto con el calor producido por la misma, puede provocar el agarrotamiento de los componentes y un rápido desgaste de los mismos. La central de lubricación de la estación de Bosconia del **amb**, está destinada a suministrar el aceite para lubricar las unidades de bombeo; y para ésta labor se cuenta con tres (3) motores de 1.1 KW, alimentados a 440 V, 1800rpm. El sistema de lubricación cuenta con:

- Tres (3) válvulas de aislamiento en el circuito de succión de la bomba.
- Tres (3) motores acoplados, con sus respectivas bombas.
Nota: El motor de emergencia es alimentado con tensión de continua (125V).
- Un manómetro, ubicado sobre la tubería de alimentación de aceite.
- Un tablero eléctrico para el control y operación de las bombas de lubricación.
- Tres (3) manómetros que indican el nivel de presión de agua en la entrada del intercambiador de calor y, el nivel de presión

aceite a la salida del intercambiador de calor y la presión de aceite a la salida de la bomba de lubricación.

- Tres (3) indicadores de temperatura de aceite en la salida del intercambiador de calor y en depósito de aceite, los cuales tienen un rango de 0 °C a 100 °C.
- Un indicador de temperatura de agua en la salida del intercambiador.
- Un termo inversor.
- Una Termoresistencia PT –100, en aceite central de lubricación, que funciona a una tensión 125 V dc y envía una señal indicadora a la sala de control.

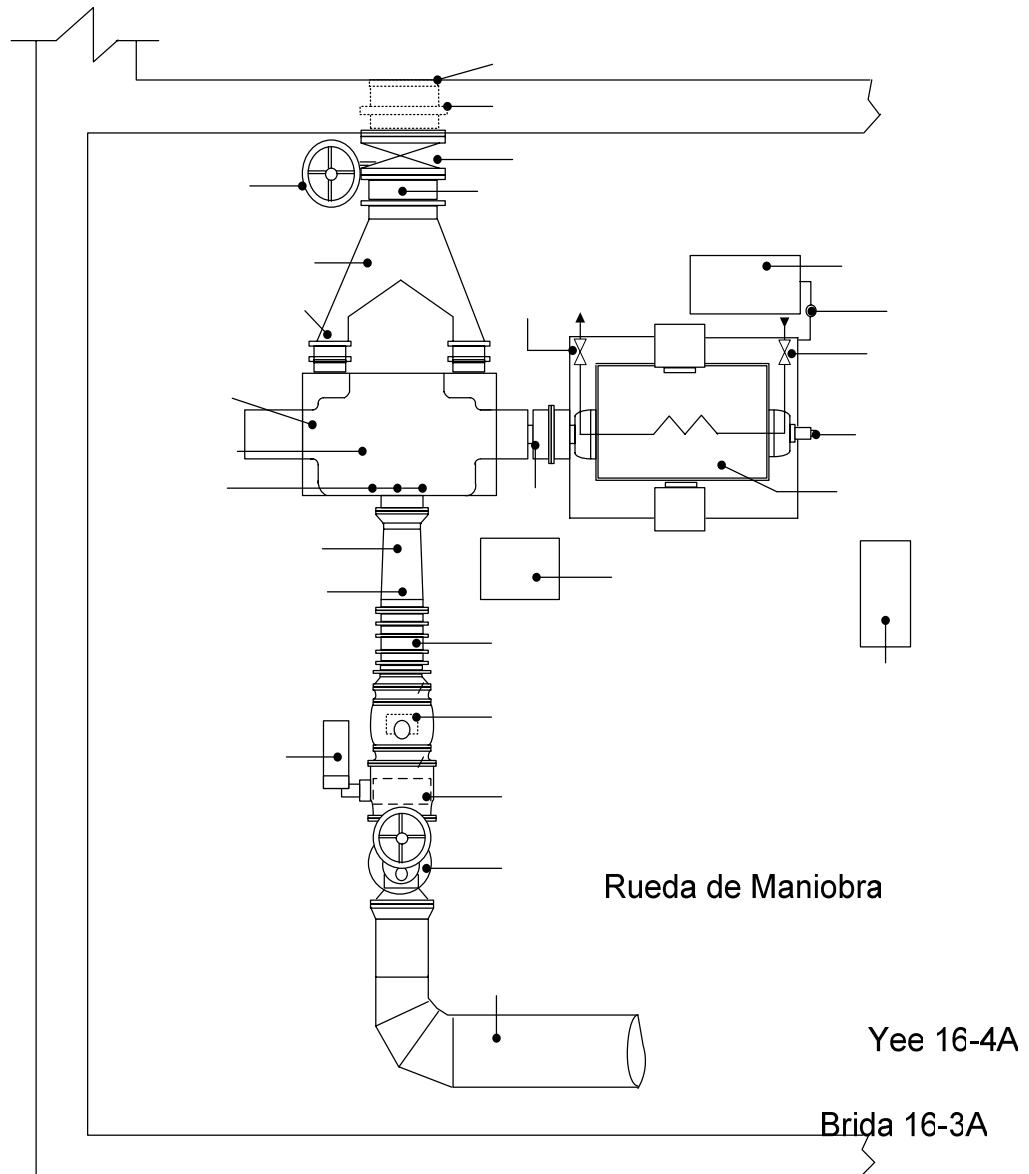
2.1.3. Sistema de Refrigeración.

Los sistemas de refrigeración se emplean para mejorar la disipación de calor, en diferentes dispositivos y/o procesos en los cuales se debe mantener una temperatura adecuada y constante, ya que esta se tiende a elevar, en su funcionamiento normal. Para mantener un ambiente constante, se aprovechan las diferencias de temperaturas para extraer energía térmica, es decir, transportar el calor de un lugar a otro. Existen diferentes métodos para lograr este fenómeno, en el **amb** para tal fin, es empleado un sistema de refrigeración por agua, que se utiliza para evitar el calentamiento excesivo de los motores acoplados a las bombas, y el cual consta de:

- Dos (2) motores de 22 [kW] con capacidad de elevación de 50 [m], alimentadas a 440 [V].
- Dos (2) válvulas manuales de 100 [mm] de diámetro, instaladas una en cada una de las tuberías de aspiración de cada bomba.
- Dos (2) válvulas de impulsión manuales, instaladas sobre las tuberías de impulsión de cada una de las bombas.
- Dos (2) manómetros, situados en la tubería de impulsión de cada una de las bombas.
- Dos (2) manómetros, colocados en la tubería de succión de cada una de las bombas.
- Un tablero local (TCRE), para el control y operación.
- Un caudalímetro indicador de flujo de agua en las bombas.

Nota: Puede Observarse toda la instrumentación anteriormente mencionada en la figura 2. Instrumentación Disponible en La Estación de Bombeo de Bosconia.

FIGURA 1. Unidad de bombeo. Estación Bosconia.



Rueda de Maniobra

Yee 16-4A

Brida 16-3A

1A Bomba

Sensor
Vibraciones

Grifos de desaire

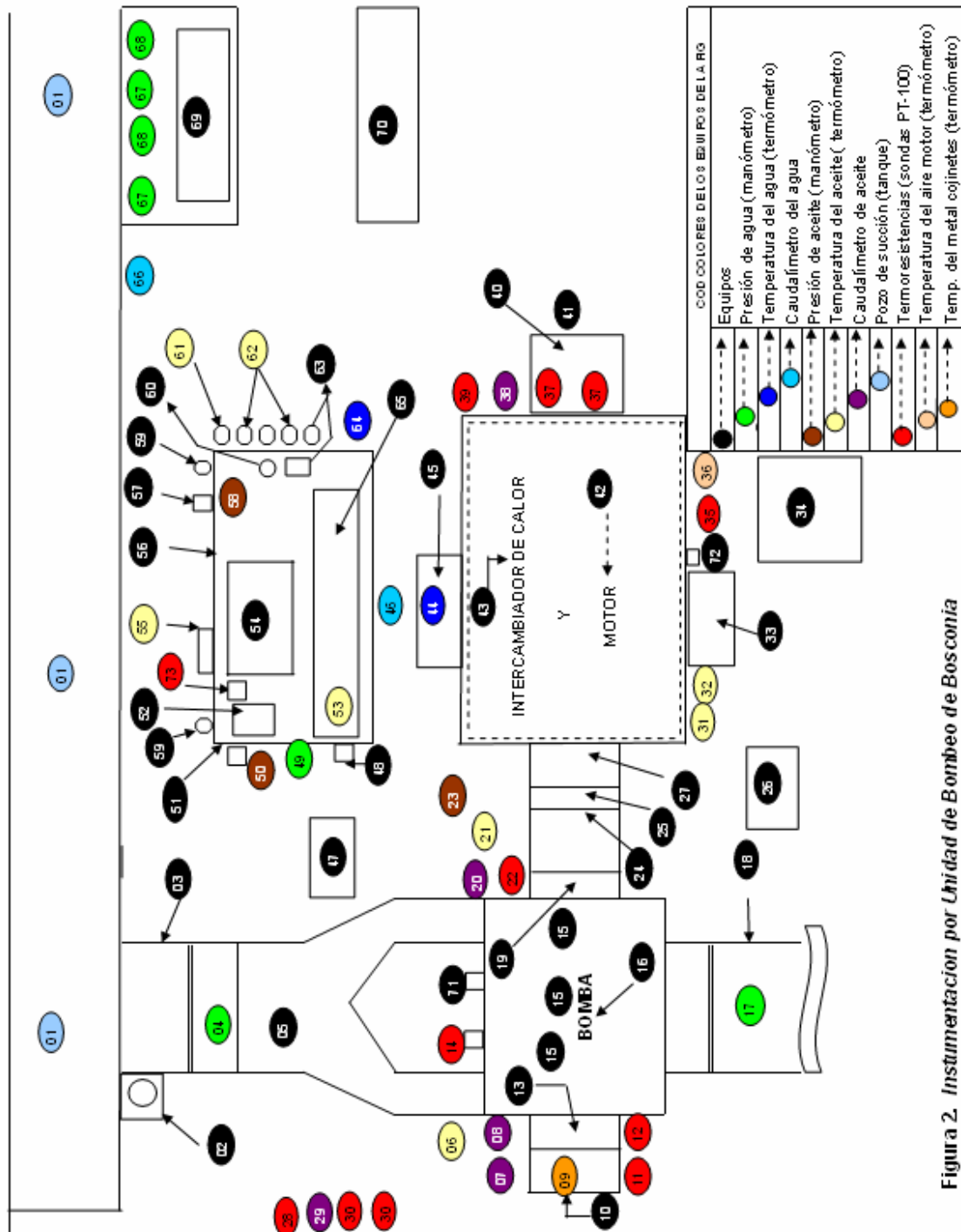


Figura 2. Instrumentación por Unidad de Bombeo de Bosconia

Tabla 1. Instrumentación por unidad de Bombeo de la Estación Bosconia

NUMERACION LAFISURA	DESCRIPCION	CARACTERISTICA DEL EQUIPO	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
			RANGO	UNIDAD	VOLTAJE	AMPERAJE	RPM
TANQUE DE ALMACENAMIENTO							
1	Pozo de succión de las bombas BOMBA PRINCIPAL	TANQUE					
2	Volante de la válvula de mariposa de succión	EQUIPO	0 -- 10	Bar			
3	Válvula de aspiración	EQUIPO					
4	Presión de agua en la succión	MANOMETRO	0 -- 100	°C			
5	Bifurcación y entrada principal	EQUIPO	300 -- 2500	L/h --- %			
6	Temperatura de aceite del cojinete salida lado libre de la bomba	TERMOMETRO	300 -- 2500	L/h --- %			
7	Caudal de aceite del cojinete axial lado libre de la bomba (%)	CALDALETERO	0 -- 120	°C			
8	Caudal de aceite del cojinete radial lado libre de la bomba (%)	CALDALETERO					
9	Temperatura Metal Cojinete Lado Libre	TERMOMETRO					
10	Cojinete Bomba Lado Libre	EQUIPO	0 -- 60	°C			
11	Termoresistencia Cojinete radial bomba lado libre (Indicador sala control)	SONDA PT-100	0 -- 60	°C			
12	Termoresistencia Cojinete axial bomba lado libre (Indicador sala control)	SONDA PT-100					
13	Prensa estopa Lado Libre	EQUIPO	0 -- 40	°C			
14	Termoresistencia metal bomba (Indicador Sala de Control)	SONDA PT-100	650 -- 750	L/s			3013
15	Tres válvulas de purga de la bomba	EQUIPO	0 -- 60	Kg/cm2			1789
16	Bomba Principal marca CCMSULZER	EQUIPO	0 -- 1000	psi			
17	Presión de salida de agua en la impulsión	MANOMETRO					
18	Reducción a la salida de la bomba	EQUIPO					
19	Prensa estopa Lado Acople	EQUIPO	150 -- 1000	L/h --- %			
20	Caudal de aceite del cojinete lado acople de la bomba (%)	CALDALETERO	0 -- 100	°C			
21	Temperatura de aceite del cojinete salida lado acople de la bomba	TERMOMETRO	0 -- 60	°C			
22	Termoresistencia Cojinete Bomba Lado Acoplado (Indicador sala de control)	SONDA PT-100	0 -- 4	Kg/cm2			
23	Presión Aceite Entrada Bomba y Motor	MANOMETRO					
24	Cojinete Bomba Lado Acople	EQUIPO					
25	ACOPLE MOTOR - BOMBA	EQUIPO					
MOTOR PRINCIPAL -- INTERCAMBIADOR DE CALOR							
26	Tablero Local eléctrico	EQUIPO	440				
27	Cojinete Motor Lado Acople	EQUIPO					
28	Termoresistencia salida del cojinete motor lado acoplado	SONDA PT-100					
29	Caudalímetro de aceite entrada cojinete motor lado acople	CALDALETERO					
30	Dos termoresistencias cojinete motor lado acoplado (Indicador Sala de Control)	SONDA PT-100	0 -- 70	°C			
31	Temperatura del cojinete motor lado acople	TERMOMETRO					
32	Temperatura del cojinete motor lado libre	TERMOMETRO					

NUMERO DE LA TABLA	DESCRIPCION	CARACTERISTICA DEL EQUIPO	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS					
			RANGO	UNIDAD	VOLTAJE	AMPERAJE	RPM	POTENCIA
33	MOTOR PRINCIPAL -- INTERCAMBIADOR DE CALOR	CABLES Y BORNES			4160			
34	Entrada eléctrica principal del motor (conexión de línea 4.16 kv)	EQUIPO	0 -- 70	°C				
35	Banco de condensadores de la unidad	SONDA PT-100	0 -- 120	°C				
36	Termoresistencia del aire motor (Indicador Sala de Control)	SONDA PT-100	0 -- 70	°C				
37	Temperatura del aire motor	CALDAUMETRO						
38	Dos termoresistencias del cojinete motor lado libre (Indicador Sala de Control)	SONDA PT- 100						
39	Caudalímetro de aceite entrada cojinete motor lado libre	EQUIPO						
40	Termoresistencia salida del cojinete motor lado libre	EQUIPO						
41	Cojinete Motor Lado Libre	EQUIPO			4160		1789	
42	Contador de vueltas del motor (rpm)	EQUIPO						1789
43	Motor principal tipo Q100G 630k 62	EQUIPO						
44	Intercambiador de calor	EQUIPO						
45	Temperatura de agua salida refrigeración del intercambiador de calor	TERMOESTATO	0 -- 160	°C				
46	Transformadores de corriente del Motor 600/5 A	EQUIPO						
47	Caudalímetro de agua a la salida del intercambiador de calor	CALDAUMETRO		%				
48	CENTRAL DE LUBRICACION							
49	Tablero Local eléctrico	EQUIPO						
50	Reostato de presión de agua	EQUIPO						
51	Presión de agua entrada intercambiador	MANOMETRO	0 -- 10	Bar				
52	Presión Aceite salida intercambiador	MANOMETRO	0 -- 10	Bar				
53	Reostato de presión de aceite	EQUIPO						
54	Filtros de aceite	EQUIPO						
55	Temperatura de aceite salida intercambiador	TERMOESTATO	0 -- 120	°C				
56	Conjunto Motor-Bomba (N° 1.- N° 2.- E)	EQUIPO						
57	Temperatura depósito de aceite	TERMOESTATO	0 -- 100	°C				
58	Depósito de aceite (tanque)	EQUIPO						
59	Nivel Aceite tanque	TUBO VIDRIO	0 -- 14	0 - Bar				
60	Presión Aceite salida bomba lubricación	MANOMETRO	200	PSI				
61	Válvula de paso directo o de descarga del depósito de aceite	EQUIPO						
62	Válvula de admisión de aire	EQUIPO						
63	Termo inmersor	SONDA						
64	Termóstato	EQUIPO						
65	Control Eléctrico de nivel	EQUIPO						
66	Temperatura de agua salida intercambiador	TERMOESTATO	0 -- 150	°C				
67	Intercambiador de calor	EQUIPO						
68	BOMBAS DE REFRIGERACION							
69	Caudalímetro de las bombas (%)	CALDAUMETRO	0 -- 16	L/h ---- %				
70	Presión de succión de la refrigeración (Dos manómetros de la P4 y P5)	MANOMETRO	0 -- 4	Kg/cm2				
71	Presión de impulsión de la refrigeración (Dos manómetros de la P4 y P5)	MANOMETRO	60	Kg/cm2				
72	Conjunto Motor -- Bombas (P4----P5)	EQUIPO						
73	Tablero Local eléctrico	EQUIPO						

2.1.4. Unidad de llenado

La unidad de llenado se emplea en casos en donde la Tubería de Impulsión se encuentre con un nivel de presión bajo y no apto para el arranque de las bombas, ya que se deben cumplir con unos niveles prefijados de presión, para el correcto funcionamiento de éstas; dicha presión se logra llenando esta tubería con suficiente cantidad de agua y para esto se emplea la unidad de llenado. Cuando la estación de Bosconia programa diferentes tipos de mantenimiento preventivo y/o correctivo, ya sea sobre la tubería de impulsión, los tanques hidroneumáticos, los tanques de succión o descarga, las válvulas ubicadas sobre dicha línea de impulsión, etc, se hace necesario evacuar la totalidad del agua de la tubería de impulsión. El llenado de la tubería tiene un tiempo de duración de siete (7) horas hasta una altura de 300 [mca] y el llenado de los tanques hidroneumáticos con aire de presión dura aproximadamente 10 horas.

Esta Unidad de Llenado consta de:

- Una (1) válvula tipo compuerta de aislamiento, marca ERHARD, de accionamiento manual, de 250 [mm] de diámetro, ubicado sobre la tubería de aspiración, los pulsadores límites de carrera envían señales eléctricas a los tableros de Supervisión y Control TSC.
- Una (1) bomba marca CCM SULZER de tipo HZZ 102-361, de 408 Kw. con una capacidad de 252 m³/hora o 70 l/s y de 380mts de altura manométrica. Esta Bomba es la encargada de impulsar el agua destinada al llenado de la tubería de impulsión.
- Un motor eléctrico de eje horizontal BROW-BOVERI tipo QUNG 500 Kb2, de 470Kw, a 4160 V, 60Hz, que se encuentra acoplado directamente a la bomba por medio de un acoplamiento ARDEX NAN 215/250.
- Una (1) válvula anular de retención; una (1) válvula de control manual, con indicador de posición; una (1) válvula compuerta de control manual, con pulsadores límites de carrera para enviar señales eléctricas a los tableros de supervisión y control; todas éstas con un diámetro de 250mm, situadas sobre la tubería de impulsión.
- Una (1) válvula de control manual con pulsadores límites de carrera y señales eléctricas; una (1) válvula de control manual de émbolo, marca ERHARD, con indicadores de posición; estas dos,

instaladas sobre el By-Pass de la Bomba de Llenado y con un diámetro de 250 mm.

- Dos (2) grifos de ventilación, situados a lado y lado de la bomba de llenado sobre las tuberías de succión y de impulsión, respectivamente.
- Un Tablero Local (TLL), para el control y operación manual del grupo de llenado.

2.1.5. Tuberías

Para transportar el agua bombeada desde la estación de Bosconia hasta los tanques de distribución Morrórico y/o Estadio, se cuenta con la tubería de succión, descarga e impulsión. Cada una de ellas será descrita brevemente a continuación.

2.1.5.1. Tubería de Succión.

La tubería de succión de cada bomba está conformada por una tubería corta de acero de diámetro 900 [mm], en la cual se encuentra instalada una válvula de guarda del tipo mariposa de diámetro 900 [mm]. Esta válvula permanece abierta durante la operación normal de la bomba y sólo se cierra para operaciones especiales de mantenimiento.

2.1.5.2. Tubería de Descarga.

Cada bomba descarga su caudal a una tubería de 600 [mm] de diámetro (en acero al carbón), que está provista de las siguientes válvulas:

- Válvula de retención del tipo tubería de diámetro 600 [mm], cuya finalidad es permitir el paso del agua en un solo sentido. Esta válvula es parte del sistema de control contra el golpe de ariete y tan pronto se apaga la bomba, impide que el agua retorne hacia la bomba y el motor gire en sentido contrario.

- Válvula de tipo esférica controlada por un sistema servomotor y contrapeso, cuya finalidad es atender las paradas y arranques normales de la bomba.
- Válvula tipo compuerta (11A) (Figura 1), cuya función es aislar cada ramal de descarga del resto del colector.

2.1.5.3. Tubería de Impulsión.

Es la encargada de recibir el agua de un colector construido en acero, de diámetros de 600[mm]/ 800[mm]/ 1000[mm], que recibe todo el flujo de las cuatro (4) bombas de la estación; para luego dirigir el agua hasta los tanques de Morro Rico y/o Estadio. Esta tubería de impulsión recorre una distancia de 3306 [m], distribuidos en dos (2) tramos:

- a) Tramo inicial que corresponde al tramo de alta presión con longitud de 1614 [m], 1000 [mm] de diámetro, en acero al carbón y espesor de lámina que va desde 16 [mm] hasta 8 [mm]. Al final de este primer tramo, se conecta la almenara que tiene diámetro interior de 1500[mm] y una altura respecto al piso de 64[m].
- b) Tramo final conformado por una tubería tipo CCP (American Pipe), el cual corresponde al tramo de baja presión y se encuentra en el sector de la meseta de Bucaramanga, comprendido entre la almenara (predios del Batallón Caldas) y el tanque de Morrórico. Tiene una longitud de 1692 [m] y un diámetro interior de 1067 [mm].

Esta tubería de impulsión consta de:

- Un medidor ultrasónico de caudal instalado poco antes de la salida del tubo de impulsión, en la Casa de Bombas.
- Una válvula de control manual de 1000mm de diámetro, marca ERHARD.
- Una válvula de accionamiento manual. Una válvula de control de entrada, de accionamiento automático. Estas válvulas de 900 mm de diámetro están instaladas en la entrada del tanque Estadio.
- Un presóstato y un manómetro, instalados sobre la tubería para indicar la presión en la línea de impulsión.

2.1.6. Tanques de Succión y Descarga.

Los Tanques de Succión y Descarga están destinados a recibir y almacenar el agua próxima a bombear y el agua bombeada por la

estación Bosconia, regular el suministro de agua hacia la ciudad de Bucaramanga y servir como medio de control del funcionamiento de las bombas. El tanque de succión se encuentra en la estación de Bosconia y es el tanque de almacenamiento de agua; los tanques de descarga son los de Morrórico y Estadio.

El tanque de almacenamiento de la estación de Bosconia tiene una capacidad de 9000 [m³] y sirve de succión al bombeo. La cámara de succión se encuentra construida dentro del tanque de almacenamiento de la estación de bombeo, con 5 [m] de profundidad, con niveles de operación mínimos de 680[msnm] y máximos de 684[mns]. El nivel del tanque Bosconia se mide con una sonda hidrostática y es monitoreado desde el centro de control SCADA, ubicado en la plata de tratamiento de Morrórico.

Como ya se había mencionado, la función de los tanques de Estadio y Morrórico, es la de ser tanques de descarga y distribución del agua proveniente de la estación Bosconia, dichos tanques tienen una capacidad de 8400 [m³] y 4200 [m³], un nivel de operación mínimo de 1022.5 [msnm] y 1052,69 [msnm]; un máximo de 1027 [msnm] y 1054.89 [msnm], respectivamente.

Para su control, cada tanque cuenta con cinco (5) detectores de nivel y un trasmisor de nivel.

2.1.7. Sistema de Protección Contra Golpe de Ariete.

Al producirse un cambio drástico en la conducción de flujo de agua dentro de un conducto, como por ejemplo el hecho de cerrar de forma abrupta una válvula instalada en una tubería de cierta longitud, se genera una consecuencia sobre la misma, que se denomina golpe de ariete; ya que las partículas de agua que se han detenido son empujadas por las que vienen justo detrás de ellas y que aún conservan su movimiento, originando una sobrepresión que se ira desplazando por toda la tubería, logrando comprimir el agua y expandir levemente la tubería. Una vez el movimiento del agua haya cesado, dicha tubería tiende a retomar su dimensión normal, provocando con esto una depresión con respecto a la presión normal de la tubería y logrando que el agua pase de un estado líquido a un estado gaseoso, formando una burbuja mientras el agua se contrae. Si estas fuerzas no

son disipadas, pueden tener efectos muy drásticos en la tubería, ya sea reventándola o averiando sus accesorios.

El **amb**, en la estación de Bosconia cuenta con una protección contra golpe de ariete, que consta de un sistema de tanques hidroneumáticos y una almenara. El sistema cuenta con dos (2) válvulas de retención instaladas en cada ramal de descarga de las bombas, del tipo tobera de cierre rápido y 600 [mm] de diámetro. Dos (2) tanques hidroneumáticos con capacidad de 19.8 [m³], construidos en lámina de acero de 40 [mm], con diámetro interior de 1620 [mm]; que tienen tapas abombadas en sus extremos y altura en la parte cilíndrica de aproximadamente 9 [m] y altura total entre sus extremos abombados de 10 [m].

Cada tanque se conecta con la tubería de impulsión del bombeo, a través de un ramal de 600 [mm] de diámetro, el cual contiene un sistema que facilita el flujo de agua desde el tanque hidroneumático hacia la tubería de impulsión y lo restringe en sentido contrario. Esto se logra mediante una válvula de retención del tipo tobera de 600 [mm] de diámetro, que permite el paso de agua desde el tanque hidroneumático hacia la tubería de impulsión y un “by- pass” de 200 [mm] de diámetro para controlar el flujo inverso desde la tubería hacia el tanque. Cada ramal cuenta con una válvula de corte de tipo compuerta (38C1, 38C2) que permite aislar al tanque en caso de realizar algún tipo de mantenimiento.

Los tanques se llenan de aire a presión mediante tres (3) compresores, marca ERVOR modelo G 110/50, con desplazamiento positivo enfriados por aire. Su capacidad de entrega es de 78 [m³/h] y de 74 [m³/h] dependiendo de la presión de entrega la cual puede estar entre los 30 y 40 Bares, respectivamente. Estos compresores se accionan desde un tablero de control de mando local (TC) que permite su operación manual o automática con unos niveles de operación establecidos. Adicionalmente el sistema tiene:

- Un (1) detector de nivel con seis (6) finales de carrera para los tanques hidroneumáticos.
- Dos (2) manómetros, colocados en cada uno de los tanques hidroneumáticos.
- Una regleta con mira tipo magnética (marca WEKA) de altura 4.0 [m] para visualizar el nivel de los tanques ubicada en medio de ellos.
- Una almenara o chimenea de equilibrio de doble vía, con 61 [m] de altura, diámetro 1500 [mm] y se conecta a la tubería de

impulsión en la abscisa km 1519,63 [m]. Su objetivo es recibir la sobrepresión causada por el encendido y apagado de las unidades de bombeo. La onda de sobrepresión penetra en ella elevando el nivel de agua hasta una sobre-elevación por encima del nivel estático.

- Cada tanque hidroneumático tiene una válvula de seguridad de alivio marca MUNZING, de diámetro $\frac{1}{2}$ ", localizada en la parte más alta de la tapa superior y diseñada para una presión de apertura de 54 Bares.
- La tubería de inyección de aire a presión para cada tanque es de acero al carbón calibre 80 y diámetro 1". La tubería entra en cada tanque a una altura de 4.85 [m] por encima del fondo del tanque; esto es, cuando el nivel del agua sobrepasa dicho nivel, la tubería se llena de agua, lo cual es recomendable.

2.1.8. Tableros Eléctricos

Cada equipo eléctrico cuenta con un tablero de control que permite efectuar local o remotamente las operaciones de arranque o parada normales, con señalización y dispositivos necesarios para su operación. Consta de tableros de supervisión y control, maniobra y mando local

Tableros de supervisión y control (TS)

Estos tableros están destinados a la supervisión y control, de los equipos e instrumentos de las unidades de bombeo. Están situados en el cuarto de control y divididos en diferentes paneles y sus principales funciones son:

- Un pánel para controlar y comandar el funcionamiento de los grupos de las motobombas.
- Un pánel que contiene el sistema de transmisión de datos Bosconia-tableros de los tanques Estadio y Morrórico. (Actualmente se encuentra fuera de servicio.)
- Un pánel para el control y comando de funcionamiento de la unidad de llenado.
- Un pánel que contiene las alarmas visuales y acústicas de la estación de bombeo.
- Dos tableros, utilizados para el control y la conexión de los transformadores de los servicios auxiliares.

- Dos tableros sirven que para el control y el comando del interruptor de las líneas de llegada de energía a las acometidas.
- Un tablero de monitoreo de subestación.

2.1.8.1. Tableros de equipo de Maniobra (EM).

Estos tableros se emplean para la operación y maniobra de los interruptores de media tensión, las celdas de maniobra están compuestas por 19 celdas, con las siguientes características:

- Ocho (8) tableros, dos (2) por bomba, que constituyen el conjunto de alimentación de potencia del motor de la unidad de bombeo. En donde podemos visualizar en ellos e acople entre el carro B, carro A, carro C, del autotransformador.
- Un (1) tablero, que se utiliza para el comando del motor de la bomba de llenado.
- Dos tableros, usados para la alimentación del transformador de servicios auxiliares.
- Dos tableros, que se utilizan para la alimentación de las líneas de energía a 4.16kV N° 1 y N° 2 respectivamente (Acometidas 1/2).
- Dos tableros, que contienen los tres (3) transformadores de tensión T1A – T1B – T1C.
- Un tablero, utilizado para ejecutar el acoplamiento entre las semibarras 1 y 2 alimentadas respectivamente por las líneas de llegada 1 y 2.

2.1.8.2. Tableros de mando local (TL).

Los Tableros de mando local (TL) se utilizan para la manipulación local de las unidades de bombeo, válvulas de control central de refrigeración y central de lubricación.

2.1.9. Subestación Eléctrica 115kv/4.16k

La subestación de Bosconia tiene como finalidad realizar el proceso de distribución y transformación de tensión de 115 kv a 4.16 kv. tiene una capacidad de corto circuito de 4300 [mva] y corriente de corto circuito de 27.11 [ka] (en el lado de 115kv).

La subestación se alimenta a través de la línea de 115 kv (Palos – Bosconia) proveniente de la subestación palos (essa s.a.). tiene la posibilidad en caso de contingencia de ser alimentada desde la subestación florida.

Cuenta con dos (2) transformadores conectados en dy5 (onan/onaf) y potencia de 12/16 mva. Cuenta con transformadores de potencial para medida de tensión a $115/\sqrt{3}$ kv y dos (2) juegos de transformadores de corriente para cada uno de los transformadores con relación de transformación 300/5a.

2.2. ARRANQUE DEL SISTEMA DE BOMBEO

Para llevar a cabo un correcto arranque de las unidades de bombeo ubicadas en la estación Bosconia del **amb**, los operarios cuentan con un **Instructivo Para El Arranque De Las Unidades De Bombeo De Bosconia**, que podemos verlo anexo a este libro. Dicho instructivo comprende la revisión de algunas variables físicas medidas con unos equipos e instrumentos analógicos o digitales. Una cantidad considerable de dichas variables se tienen disponibles en tableros eléctricos ubicados en el Cuarto de Control del Bombeo. En el presente capítulo se abordan la descripción del arranque del sistema de bombeo de las unidades de la Estación Bosconia basada en el instructivo realizado por el **amb** y de la evaluación de los equipos de medición de las variables primordiales del sistema de bombeo.

2.2.1. Condiciones para el Arranque

Para poder arrancar alguna Unidad de Bombeo, de la estación Bosconia, los diferentes sistemas que la conforman deben cumplir con cierto número de condiciones específicas, las cuales se definirán a continuación:

El **Centro de control y la Planta de tratamiento de Bosconia** deben garantizar el nivel del tanque de succión y las condiciones fisicoquímicas necesarias del agua.

En el **Sistema de Compresores** se debe verificar que el mando de los compresores esté encendido, con una tensión de 440 V +/-1%), se encuentre en modo automático, y se encuentre funcionando correctamente sin ningún disparo de alarmas por algún tipo de falla.

En las **Bombas de Refrigeración** debe estar encendida alguna de las dos unidades disponibles, cumpliendo con una presión de impulsión mínimo de 3 [Kg/m²] y un caudal de agua mínimo de 30% [L/min]

La **Central de Lubricación** debe tener encendida alguna de las dos (2) bombas disponibles, que no debe presentar ningún daño. Las siguientes son las condiciones necesarias que se deben mantener:

- La temperatura del depósito del aceite debe ser máximo 40°C).
- El nivel de aceite 50% mínimo.
- La presión de aceite de la salida de la bomba mínimo 2.5 bar.
- La presión de aceite de la salida del intercambiador mínimo 1.5 bar.
- La presión de aceite a la entrada de la Bomba – Motor mínimo 2.0 Kg/cm².
- La presión de agua a la entrada del Intercambiador mínimo 1.5 bar.
- Temperatura (T°) de aceite a la salida del intercambiador debe estar entre los 15 °C y 45 °C.

En el conjunto **Bomba /Motor** se debe cumplir con lo siguiente:

- Presión de agua en la succión mínimo 0.3 Kg/cm² mínimo.
- Presión de agua en la impulsión mínimo 30 Kg/cm²).
- Caudal de aceite de la bomba lado acoplado mínimo 30 % [L/min]
- Caudal de aceite de la bomba lado libre mínimo 30 % [L/min]
- Caudal de aceite de la bomba lado axial mínimo 30 % [L/min]
- Temperatura de aceite del cojinete lado libre de la bomba máximo 50 °C.
- Temperatura de aceite del cojinete lado acoplado de la bomba máximo 55 °C
- Temperatura del metal de la bomba máximo 40 °C
- Temperatura de aire motor, en cualquiera de los dos puntos existentes, en el motor o en el tablero de control máximo 55 °C)
- Temperatura de agua salida del intercambiador del motor máximo 30 °C
- Temperatura de aceite del cojinete del motor lado acople máximo 55 °C
- Temperatura de aceite del cojinete del motor lado libre máximo 50 °C máximo.

En Los **Tableros Ubicados En La Sala De Control:**

El Tablero De La Subestación, supervisa la tensión de entrada de línea VRS (tensión fase R-S), VST (tensión fase S-T), VTR (tensión fase T-R). En donde el rango de tensión debe estar en 115kv +/-1%.

En El Tablero De La Acometida que este trabajando, debe tener de entrada del motor y el factor de potencia (mínimo 4.16kv +/- 1%).

En El Tablero De La Unidad que se va a encender, los requisitos son::

- La Temperatura máxima de arrollamientos de fase del motor (fase A, fase B, fase C) es de 125 °C.
- La Temperatura del metal del cojinete del motor lado acople máximo de 75 °C.
- Temperatura del metal del cojinete del motor lado libre máximo de 60 °C
- Temperatura del metal del cojinete de la bomba lado acople máximo de 60 °C
- Temperatura del metal del cojinete de la bomba lado libre máximo de 55 °C
- Temperatura del metal del cojinete de la bomba lado axial máximo de 50 °C

2.2.2. Arranque de la Estación

Después de que se verifique que todas estas variables se cumplen se procede a:

- Desairar la bomba principal y la parte superior de la válvula hidráulica cada vez que se prenda alguna unidad de bombeo después de un mantenimiento o un largo receso de esta.
- Verificar que la válvula hidráulica esté cerrada y que el fin de carrera se encuentre cerrado. El mando debe estar en posición automática y el nivel del aceite hidráulico debe estar dentro de los límites establecidos.
- Realizar el enclavamiento mecánico y eléctrico, accionando los relés de desbloqueo respectivos.

- En el tablero acople, verificar que el pulsador de “restauro” ha sido accionado.
- Dar arranque a la bomba, girando en sentido horario la perilla de arranque o parada.

Una vez se proceda a dar inicio con el **Arranque de la Bomba**, la secuencia de entrada y salida de los carros, debe ser realizada de la siguiente manera:

- Se energizan los interruptores de media tensión C y A y en un tiempo máximo de 12s.
- El interruptor C debe estar por fuera de servicio e inmediatamente el interruptor B entra en operación.
- Si el paso anterior no se cumple, el operador de bombeo inmediatamente debe pulsar el botón de PARADA DE EMERGENCIA y reportar la falla.

2.3 EVALUACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN DISPONIBLE

Para llevar a cabo esta etapa se inicia presentando una evaluación de la instrumentación ubicada en cada unidad de bombeo como se presentó en la Figura 2. Esta evaluación se realizó junto con la colaboración de los operarios encargados del arranque y del monitoreo local de las unidades de bombeo. Con la experiencia de los operarios de dichas unidades de bombeo y con la adecuada utilización de instrumentación calibrada, se realizó una revisión instrumento por instrumento obteniéndose mediciones no adecuadas en los siguientes instrumentos:

Tabla 2. Instrumentación dañada o descalibrada en la Unidad de Bombeo N° 1

Unidad de Bombeo N° 1			
UBICACIÓN EN LA FIGURA	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA DEL EQUIPO	ESTADO DEL EQUIPO
64	Temperatura de agua salida intercambiador de la central de lubricación	TERMÓMETRO	Descalibrado
49	Presión de agua salida intercambiador de la central de lubricación	MANÓMETRO	Descalibrado
04	Presión de agua de la succión de la bomba	MANÓMETRO	Dañado
21	Temperatura de aceite del cojinete salida lado acople de la bomba	TERMÓMETRO	Descalibrado.
06	Temperatura de aceite del cojinete salida lado libre de la bomba	TERMÓMETRO	Descalibrado
09	Temperatura metal bomba	TERMÓMETRO	Dañado.
44	Temperatura de agua	TERMÓMETRO	Descalibrado.

	salida refrigeración del intercambiador de calor del motor		
36	Temperatura del aire motor	TERMÓMETRO	Descalibrado.
31	Termómetro del cojinete motor lado acoplado	TERMÓMETRO	Dañado.
7	Caudal de Aceite del cojinete axial lado libre de la bomba	CAUDALÍMETRO	Descalibrado.
8	Caudal de Aceite del cojinete radial lado libre de la bomba	CAUDALÍMETRO	Dañado.
20	Caudal de Aceite del cojinete lado acople de la bomba	CAUDALÍMETRO	Dañado.
29	Caudal de Aceite entrada cojinete motor lado acople	CAUDALÍMETRO	Descalibrado.
38	Caudal de Aceite entrada cojinete motor lado libre	CAUDALÍMETRO	Dañado.
46	Caudal de Agua a la salida del intercambiador de calor	CAUDALÍMETRO	Descalibrado.

Tabla 3. Instrumentación dañada o descalibrada en la Unidad de Bombeo N° 2

Unidad de Bombeo N° 2			
UBICACIÓN EN LA FIGURA	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA DEL EQUIPO	ESTADO DEL EQUIPO
64	Temperatura de agua salida intercambiador de la central de lubricación	TERMÓMETRO	Descalibrado
04	Presión de agua de la succión de la bomba	MANÓMETRO	Dañado
06	Temperatura de aceite del cojinete salida lado libre de la bomba	TERMÓMETRO	Descalibrado
09	Temperatura metal bomba	TERMÓMETRO	Dañado.
44	Temperatura de agua salida refrigeración del intercambiador de calor del motor	TERMÓMETRO	Descalibrado.
36	Temperatura del aire motor	TERMÓMETRO	Descalibrado.

7	Caudal de Aceite del cojinete axial lado libre de la bomba	CAUDALÍMETRO	Descalibrado.
8	Caudal de Aceite del cojinete radial lado libre de la bomba	CAUDALÍMETRO	Dañado.
20	Caudal de Aceite del cojinete lado acople de la bomba	CAUDALÍMETRO	Dañado.
29	Caudal de Aceite entrada cojinete motor lado acople	CAUDALÍMETRO	Descalibrado.
38	Caudal de Aceite entrada cojinete motor lado libre	CAUDALÍMETRO	Dañado.
46	Caudal de Agua a la salida del intercambiador de calor	CAUDALÍMETRO	Descalibrado.

Tabla 4. Instrumentación dañada o descalibrada en la Unidad de Bombeo N° 3

Unidad de Bombeo N° 3			
UBICACIÓN EN LA FIGURA	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA DEL EQUIPO	ESTADO DEL EQUIPO
64	Temperatura de agua salida intercambiador de la central de lubricación	TERMÓMETRO	Dañado.
44	Temperatura de agua salida refrigeración del intercambiador de calor del motor	TERMÓMETRO	Dañado
36	Temperatura del aire motor	TERMÓMETRO	Descalibrado
31	Termómetro del cojinete motor lado acoplado	TERMÓMETRO	Dañado
32	Termómetro del cojinete motor lado libre	TERMÓMETRO	Dañado.
7	Caudal de Aceite del cojinete axial lado libre de la bomba	CAUDALÍMETRO	Descalibrado.
8	Caudal de Aceite del cojinete radial lado libre de la bomba	CAUDALÍMETRO	Dañado.

20	Caudal de Aceite del cojinete lado acople de la bomba	CAUDALÍMETRO	Dañado.
29	Caudal de Aceite entrada cojinete motor lado acople	CAUDALÍMETRO	Descalibrado.
38	Caudal de Aceite entrada cojinete motor lado libre	CAUDALÍMETRO	Dañado.
46	Caudal de Agua a la salida del intercambiador de calor	CAUDALÍMETRO	Descalibrado.

Tabla 5. Instrumentación dañada o descalibrada en la Unidad de Bombeo N° 4

Unidad de Bombeo N° 4			
UBICACIÓN EN LA FIGURA	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA DEL EQUIPO	ESTADO DEL EQUIPO
64	Temperatura de agua salida intercambiador de la central de lubricación	TERMÓMETRO	Descalibrado.
44	Temperatura de agua salida refrigeración del intercambiador de calor del motor	TERMÓMETRO	Dañado.
36	Temperatura del aire motor	TERMÓMETRO	Dañado.

31	Termómetro del cojinete motor lado acoplado	TERMÓMETRO	Descalibrado.
32	Termómetro del cojinete motor lado libre	TERMÓMETRO	Descalibrado.
7	Caudal de Aceite del cojinete axial lado libre de la bomba	CAUDALÍMETRO	Descalibrado.
8	Caudal de Aceite del cojinete radial lado libre de la bomba	CAUDALÍMETRO	Dañado.
20	Caudal de Aceite del cojinete lado acople de la bomba	CAUDALÍMETRO	Dañado.
29	Caudal de Aceite entrada cojinete motor lado acople	CAUDALÍMETRO	Descalibrado.
38	Caudal de Aceite entrada cojinete motor lado libre	CAUDALÍMETRO	Dañado.
46	Caudal de Agua a la salida del intercambiador de calor	CAUDALÍMETRO	Descalibrado.

3. SISTEMA DE COMUNICACIONES.

En el presente capítulo se efectúa una presentación de fundamentos y características de algunos tipos de sistemas de comunicaciones usados en aplicaciones industriales. Dicha presentación servirá para realizar una evaluación del Sistema de Comunicaciones implementado actualmente por en el **amb** versus otras posibilidades latentes.

3.1 *CONSIDERACIONES GENERALES*

Los sistemas de comunicaciones desempeñan una función de primordial importancia en la implementación de los sistemas de Automatización Industrial. Esta función es vital para las empresas, como es el caso del **amb**, cuyas operaciones se encuentran dispersas geográficamente sobre la meseta de Bucaramanga.

Se espera que una red de comunicaciones destinada a cubrir con las necesidades de manejo de sistemas de Automatización Industrial, deba tener por lo menos como objetivos a cumplir los siguientes:

- Proveer los recursos para aumentar la confiabilidad y seguridad en los procesos de producción mediante detección temprana de condiciones de alarma, supervisión y control continuo de procesos de alto riesgo.
- La recolección de datos, en forma instantánea desde las localidades remotas y la transmisión de los datos hasta los Centros de Control de Operaciones, en donde se realizará el procesamiento de la Información recogida.
- La verificación del estado de las instalaciones y seguimiento de las condiciones de operación de estaciones remotas.

Para cumplir con estos objetivos la red integrada de comunicaciones debe estructurarse con base en una arquitectura bien definida y bajo las premisas de racionalización, conectividad, calidad y confiabilidad.

En la mayoría de las grandes empresas industriales el modelo de Sistemas tiene una estructura piramidal de la forma mostrada en la Figura. 3.



Figura 3. Modelo de sistemas en una Empresa Industrial.

En el Nivel Operacional es donde se llevan a cabo todas las actividades y procesos básicos que constituyen el objetivo de la empresa, por ejemplo, la producción de crudo en la industria petrolera o la manufactura de un producto. En el caso del **amb** sería: el suministro del servicio de agua potable a las ciudades de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, cumpliendo con los estándares de calidad. La velocidad de la transferencia de información a este nivel es variable, pudiendo extenderse desde 300 bps hasta 20 Mbps.

En el Nivel Táctico es donde se llevan cabo actividades que tienen que ver directamente con las actividades del Nivel Operacional. Estas actividades pueden incluir la planificación de operaciones y mantenimiento, las labores de ingeniería, el control de inventarios, el manejo de materiales, etc. En este nivel la velocidad de transferencia de la información es alta, sobre los 20 Mbps.

En el Nivel Estratégico se manejan todas las directrices de producción y mercadeo, las políticas de la empresa, la fijación de las metas del Nivel Táctico y, en general, la gestión y administración global de la empresa. En este nivel la velocidad de transferencia de información es generalmente muy alta, del orden de los 100 Mbps.

Para lograr una integración completa de los Niveles Operacionales, Tácticos y Estratégicos se requiere:

- Una infraestructura sólida de comunicaciones que comprenda:

- Redes orientadas al control y supervisión tanto local como remoto.
 - Redes orientadas al soporte de la planificación, ingeniería, gerencia y administración
 - Interconexión con Redes Externas a la Empresa.
- Mantener una visión integrada de los sistemas, tanto desde el punto de vista del modelo del flujo de datos como desde el punto de vista de la integración de los procesos.

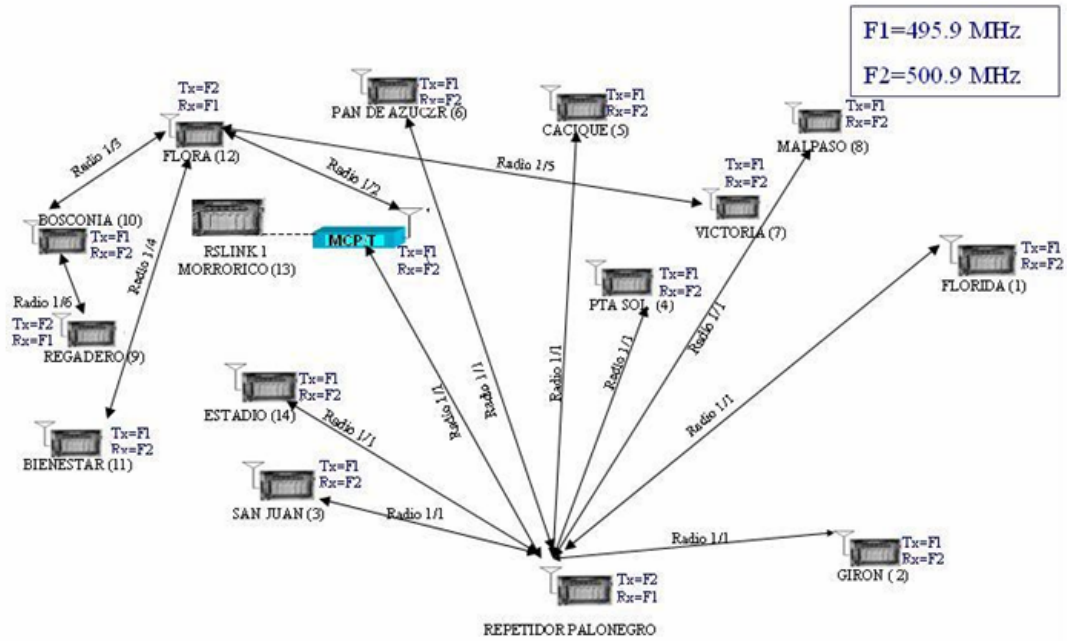
Como consecuencia a todo lo nombrado anteriormente, para efectos empresariales, como lo es el caso del sistema de comunicaciones del **amb**, se requiere el diseño, construcción y mantenimiento de un sistema integrado de comunicaciones que permita:

- La conectividad e interoperabilidad de todos los sistemas de información y control distribuidos en las distintas plantas que tiene el **amb** distribuidas en el área metropolitana de Bucaramanga.
- Facilitar el acceso a cualquier subsistema (o subred), con un manejo integrado, flexible, de gran calidad y confiabilidad, del flujo de información entre los niveles Operacionales, Tácticos y Estratégicos.

3.2 SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN EL AMB

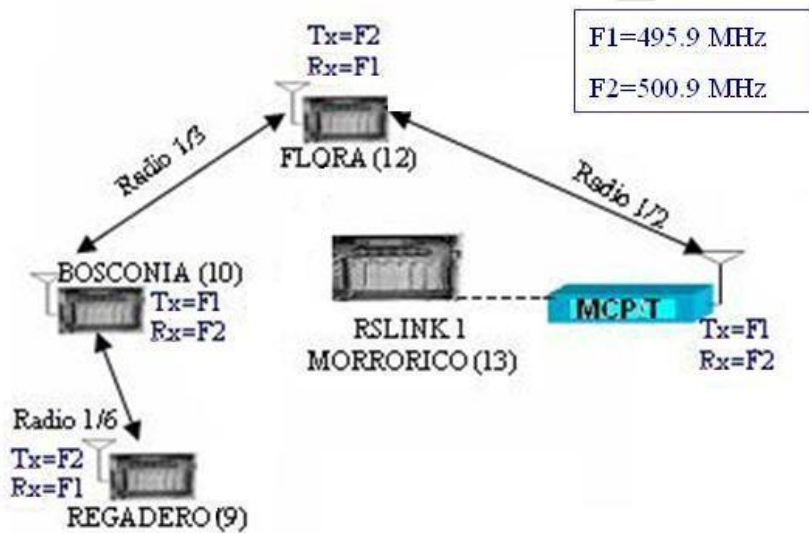
Actualmente para efectuar la comunicación entre las distintas locaciones dentro de la meseta de Bucaramanga, el **amb** utiliza una comunicación radial entre RTUs Motorola® y un computador central MCP-T usando dos (2) frecuencias en UHF (ultra high frequency), otorgadas por el Ministerio de Comunicaciones. Estas frecuencias que se usan para transmitir y recibir información entre las distintas locaciones son 495.9 y 500.9 MHz. Una distribución de las locaciones que posee el **amb** y las frecuencias a las que se transmite (Tx) y recibe (Rx) se presenta en la figura 4.

Figura 4. Enlaces de comunicaciones del amb



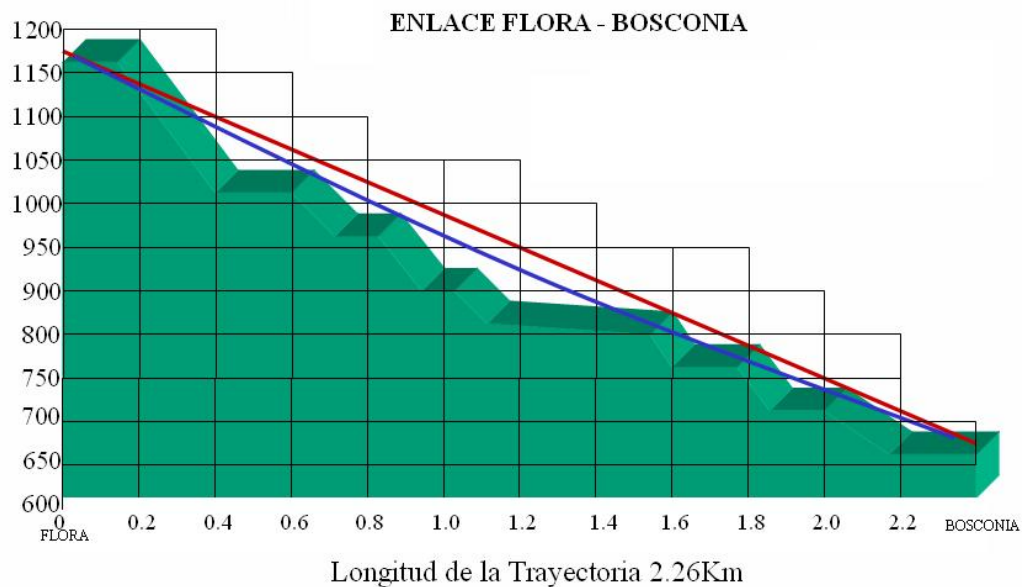
Efectuando una ampliación en la figura 4. en la ubicación del sitio Bosconia, se tiene que la interacción que se tiene entre esa estación y la sede del SCADA en Morrórico se presenta en la figura 5..

Figura 5. Enlaces de comunicaciones de la estación Bosconia del amb



Observando la figura 5. se puede visualizar que la comunicación entre la Estación Bosconia y la ubicación principal del SCADA en Morrórico se efectúa, debido al factor línea de vista, primero entre la estación Bosconia y la estación La Flora, y después entre la estación la Flora y la sede principal del **amb** en Morrórico. Una visualización geográficamente distribuida de esta interacción de ambas estaciones se presenta en la Figura 6.

Figura 6 Distancia entre la estación Bosconia y la estación la Flora del amb



Debido a las condiciones geográficas del área comprendida entre la Estación Bosconia y la sede principal del **amb**, se hace necesario seleccionar el medio de transmisión de datos más óptimo y confiable para poder alcanzar el objetivo concerniente a la comunicación presentado en este proyecto de grado.

3.2.1 Equipos y elementos usados por el amb

Para la transmisión remota de información desde la Estación Bosconia hasta la sede principal del SCADA del **amb** ubicado en la zona Morrórico, se tienen identificados los equipos utilizados en el sistema de

comunicación de la planta Bosconia y del Centro de Control Morrónico. Esos equipos en el orden enunciado anteriormente se presentan en las tablas 6. y 7. respectivamente. Estos datos fueron tomados del Formato de Inventario de Equipos del Mantenimiento del Sistema SCADA, que se adjunta como Anexo.

Tabla 6 Equipos del Sistema de Comunicaciones de la estación Bosconia

Descripción del Equipo	Marca Proveedor	Modelo y/o Referencia
Radio de UHF para estación remota	Microwave Data Systems	MDS 4710
Antena Omnidireccional de ocho (8) dipolos	SURSUM	S008E
Herraje antena	ESMERON	
Conectores para Heliac	ANDREW	
Conectores para RG8	ANDREW	
Protección de RF	POLYPHASER	IS-850-LN-C1
Torre quince (15) metros venteadada	ESMERON	Triangular
Línea Heliac ½	ANDREW	
Línea RG8	ANDREW	Rígida
Angie Adaptor Kit	ANDREW	TYPE 31766A
Grounding Kit	ANDREW	TYPE 204989-1
Pasamuros	ANDREW	
Adaptador de Módem	Motorola®	FLN6458

Tabla 7 Equipos del Sistema de Comunicaciones de la sede principal del amb

Descripción del Equipo	Marca Proveedor	Modelo y/o Referencia
Radio de UHF	Microwave Data Systems	MDS 4790
Antena Omnidireccional de Vela	CELWAVE	PD1151-7
Herraje Antena	ESMERON	
Conectores para Heliac	ANDREW	N-MACHO
Conectores para RG8	ANDREW	N-MACHO
Protección de RF	POLYPHASER	IS-850-LN-C1

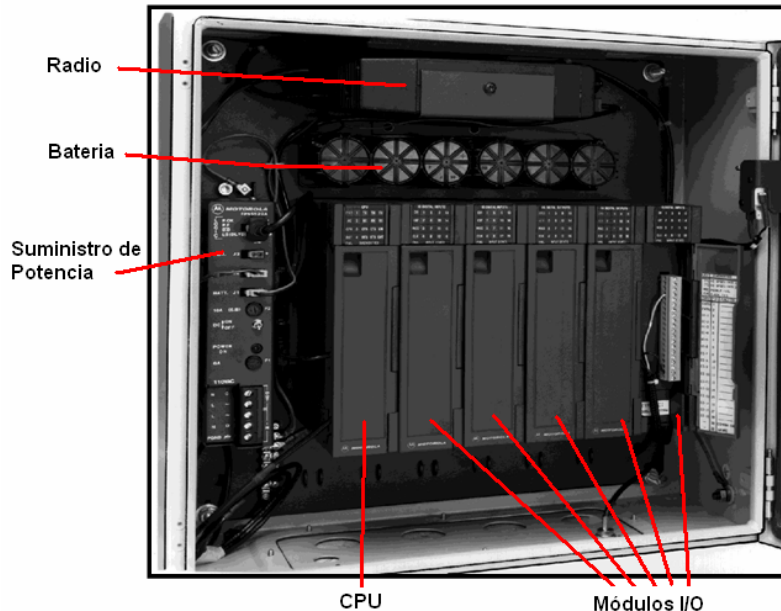
Torre quince (15) metros venteadada	ESMERON	Triangular
Línea Heliac ½	ANDREW	
Línea RG8	ANDREW	Rígida
Angie Adaptor Kit	ANDREW	TYPE 31768A
Grounding Kit	ANDREW	TYPE 204989-1
Pasamuros	ANDREW	
Bandeja portacables y accesorios de instalación	MECANO	
Adaptador de Módem	Motorola®	FLN6458
Amplificadores de Potencia UHF	TPL COMMUNICATIONS	PAG-1AB
Duplexer	MDS	495.9 – 500.9 MHZ
Cables Coleman	Microwave Data Systems	RG8
Fuente de Alimentación	ASTROM CORPORATION	SL-15R

3.2.2 La RTU MOSCAD de Motorola

La RTU MOSCAD es una unidad modular inteligente diseñada para operar como un controlador stand-alone (autosuficiente) o como parte de un sistema que tiene cualquier número de RTUs, el centro de control y sub-centros se conectan a través de una red de comunicación con cualquier número de links y nodos. La RTU MOSCAD debe configurarse y cargarse con la aplicación apropiada usando el programa Toolbox.

La RTU MOSCAD es una unidad base-microprocesadora que consiste básicamente en un módulo de CPU, varios módulos I/O (entrada / salida) y módulos de comunicación. Una gama amplia de I/O y módulos de comunicación que hacen de MOSCAD un sistema flexible para satisfacer la mayoría de los requerimientos de la aplicación. En la figura 7. se presenta la imagen de una RTU y sus componentes Hardware

Figura 7 Unidad Terminar Remota RTU y sus componentes Hardware



El **amb** posee RTUs Motorola las cuales utilizan el software Toolbox 8.5 para su funcionamiento, con el cual se definen las bases de datos, programación de los procesos por escalones, enlaces de entrada y salida externos, compilar y descargar los programas en las RTUs.

3.2.3 Software de programación del MOSCAD: Toolbox

El software Toolbox le permite al encargado de manejarlo definir y mantener el sistema MOSCAD según las necesidades y los requerimientos. Entre otras cosas, el Toolbox, es el software básico para programación de RTUs en sitios remotos. Con este, se puede designar a las diferentes RTUs tareas para que realicen un control específico, almacenar bases de datos útiles en el sistema, crear la configuración para la red de comunicaciones y sus diferentes enlaces, además de cargar o descargar los programas de aplicación a las RTUs y desarrollar el respectivo monitoreo del sistema.

Las siguientes funciones principales pueden realizarse por medio del Toolbox:

- Edición del programa de usuario de la RTU, la cual incluye lo siguiente:
 - Lugar de configuración de acuerdo a la configuración de hardware y puerto de configuración.
 - Configuración de Red de acuerdo a la configuración local.
 - Base de datos de la Aplicación.
 - Proceso de la Aplicación.
- Preparación de la documentación del proyecto para el usuario.
- Creación automática de un “archivo central” para ser usado durante la creación de la base de datos de la RTU en el centro de control SCADA.
- Descargar la configuración de la RTU MOSCAD vía puerto RS232 de la unidad.
- Realizar las funciones siguientes a cualquier MOSCAD, por la vía de conexión local o por la vía RED (Network):
 - Actualización del sitio de configuración y datos relacionados.
 - Descarga del programa de aplicación y configuración de la Red.
 - Real – Time simbólico (grafico), monitoreo y depuración de los posibles errores de la aplicación (base de datos y proceso).
 - Pone al día la hora y la fecha de los sitios de RTU.
 - Prueba todos los módulos del hardware, incluso la calibración del software de entradas analógicas y rendimientos.
 - Recupera eventos time – tagged (bajo la resolución de 1ms) registrado en la RTU.
 - Sincroniza el reloj RTU en Real – Time.
 - Recupera errores guardados en las RTUs (hardware o funciones erradas del software).
 - Captura los paquetes de los datos en los links de comunicación y analiza el protocolo de los siete niveles.
 - Diagnostica el software en el sistema mediante los nombres que identifiquen el objeto.

La definición del programa de la aplicación para la RTU permite al ingeniero construir la base de datos de las RTUs en una forma tabular, como un juego de tablas. Las mismas tablas se usan para la definición de

la base de datos RTU, estas son la base para el proceso de la programación, I/O definición link, base de datos automática central, monitoreo en Real – Time que supervisa el funcionamiento de la RTU, entre otras.

Una vez la base de datos se construye, la programación de los diferentes procesos es llevada a cabo usando el programa Motorola Advanced Ladder Diagram Language.

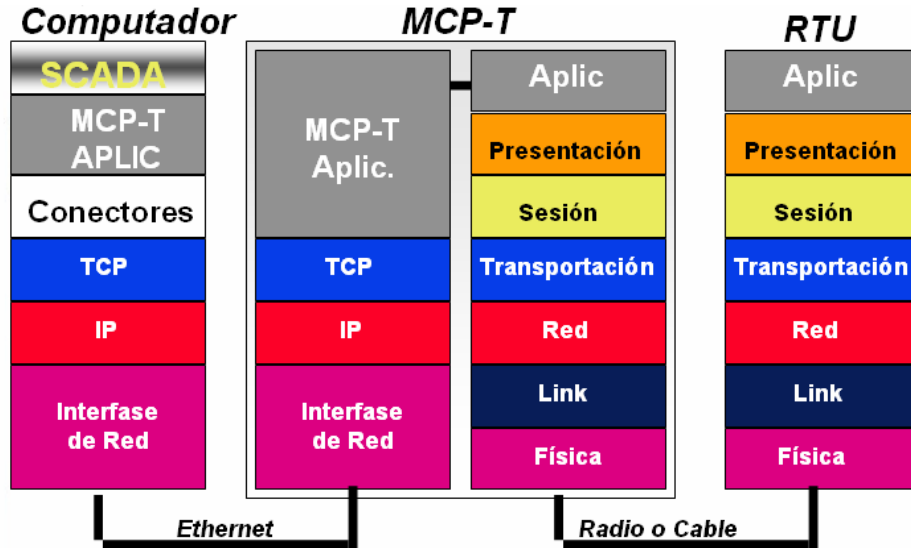
El **amb** para recibir los datos desde la instrumentación de campo que se va a transmitir al centro de control, utiliza unidades de instrumentación MOSCAD, que se relacionan con las unidades típicas de adquisición, de la siguiente manera: 4mA equivale a 400 unidades MOSCAD y 20mA equivalen a 4000 unidades MOSCAD.

3.2.4 Protocolo MDLC

El protocolo de comunicaciones entre las RTU y el MCP-T que utiliza el **amb** es el protocolo MDLC (MOSCAD Data Link Communications).

El protocolo MDLC utilizado por MOSCAD está basado en la recomendación de siete (7) capas de la ISO (International Standards Organización). Estas capas definen respectivamente la aplicación, presentación, sesión, transporte, red, enlace y medios físicos requeridos por el protocolo.

Figura 8 Relación de protocolos usados en la comunicación del amb



Este protocolo comprende los niveles recomendados, adaptados para el sistema SCADA, en el cual cada RTU es simultáneamente distribuida en una unidad de control y un nodo de comunicación, y también a otras unidades. El protocolo MDLC es eficiente para transferir pequeñas cantidades de información tales como medidas y estados discretos, también para transferir grandes cantidades de información, descarga de las aplicaciones del software, incluyendo la base de datos y el proceso.

Una característica importante del protocolo MDLC, es que sólo permite que en la capa de Aplicación se realizan tareas específicas del SCADA tales como:

- Centro de Control: Polling a RTUs, envió de control RTUs
- RTU: Reporte de estado, análogo, contadores
- ToolBox: Diagnóstico Remoto, carga/descarga de programas y parámetros

3.3 MEDIOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS

Un factor de vital importancia a tener en cuenta en el análisis de la transmisión de datos y de información es la característica y la calidad de la

transmisión de los datos, estas características están determinadas por la naturaleza de la señal y la naturaleza del medio.

El **amb** cuenta con una infraestructura de comunicaciones muy flexible, debido a que las Unidades Terminales Remotas de Motorola funcionan con todo tipo de redes de transmisión, incluyendo radio enlaces en VHF/UHF, microondas, redes conmutadas y fibra óptica, lo que brinda una gran adaptabilidad a cualquier configuración necesaria.

Con lo expresado anteriormente se puede efectuar una presentación y posterior comparación de los principales medios de transmisión usados en entornos industriales, en este caso en los sistemas SCADA. Los medios de transmisión de datos más comunes usados en los Sistemas SCADA son de dos clases:

- Los medios Guiados: Éstos son comúnmente usados, pero una gran cantidad de sistemas SCADA implican el uso de la radio para sustituir los medios guiados ante una falla. Dentro de los medios guiados más comunes en entornos industriales se encuentran el cable de Par Trenzado y la Fibra Óptica.
- Los medios no Guiados: Éstos son ampliamente usados debido a la robustez y relativa economía en cuestión de materiales y de mantenimiento en comparación con los medios guiados. Lo anterior se observa especialmente en zonas geográficas de difícil acceso y en locaciones separadas por distancias muy grandes. Dentro de los medios no guiados más comunes en entornos industriales se encuentran la transmisión radial y los sistemas satelitales.

3.3.1 Par Trenzado

El par trenzado es el tipo de cable de más común utilización y se originó como solución para conectar teléfonos, terminales y equipos de cómputo sobre un mismo cableado. Cada cable de este tipo está compuesto por una serie de pares de cables trenzados. Los pares se trenzan para reducir la interferencia entre pares adyacentes. Normalmente una serie de pares se agrupan en una única funda de color codificado para reducir el número de cables físicos que se introducen en un conducto. A continuación se presentan algunas características de los siguientes tipos de cable

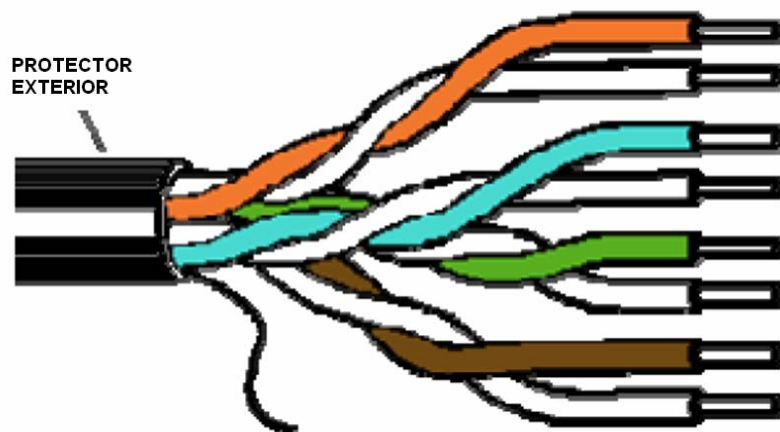
trenzado: El cable trenzado no apantallado (UTP), el cable trenzado apantallado (STP) y el cable trenzado uniforme (FTP)

- *NO APANTALLADO (UTP):*

Es el cable de par trenzado normal y se le referencia por sus siglas en inglés UTP (Unshield Twisted Pair / Par Trenzado no Apantallado). Las mayores ventajas de este tipo de cable son su bajo costo y su facilidad de manejo. Sus mayores desventajas son su mayor tasa de error respecto a otros tipos de cable, así como sus limitaciones para trabajar a distancias elevadas sin regeneración.

Para las distintas tecnologías de red local, el cable de pares de cobre no apantallado se ha convertido en el sistema de cableado más ampliamente utilizado. En la figura 9. se presenta un cable UTP con 4 pares trenzados.

Figura 9 Cable UTP con 4 pares trenzados



El estándar EIA-568 en el adendum TSB-36 diferencia tres categorías distintas para este tipo de cables:

- Categoría 3: Admiten frecuencias de hasta 16 MHz y se suelen usar en redes IEEE 802.3 10BASE-T y 802.5 a 4 Mbps.
- Categoría 4: Admiten frecuencias de hasta 20 MHz y se usan en redes IEEE 802.5 Token Ring y Ethernet 10BASE-T para largas distancias.
- Categoría 5: Admiten frecuencias de hasta 100 MHz y se usan para aplicaciones como TPDDI y FDDI entre otras.

Los cables de categoría 1 y 2 se utilizan para voz y transmisión de datos de baja capacidad (hasta 4Mbps). Este tipo de cable es el idóneo para las comunicaciones telefónicas, pero las velocidades requeridas hoy en día por las redes necesitan mejor calidad.

Las características generales del cable UTP son:

Tamaño: El menor diámetro de los cables de par trenzado no apantallado permite aprovechar más eficientemente las canalizaciones y los armarios de distribución. El diámetro típico de estos cables es de 0'52 mm.

Peso: El poco peso de este tipo de cable con respecto a los otros tipos de cable facilita el tendido.

Flexibilidad: La facilidad para curvar y doblar este tipo de cables permite un tendido más rápido así como el conexionado de las rosetas y las regletas.

Instalación: Debido a la amplia difusión de este tipo de cables, existen una gran variedad de suministradores, instaladores y herramientas que abaratan la instalación y puesta en marcha.

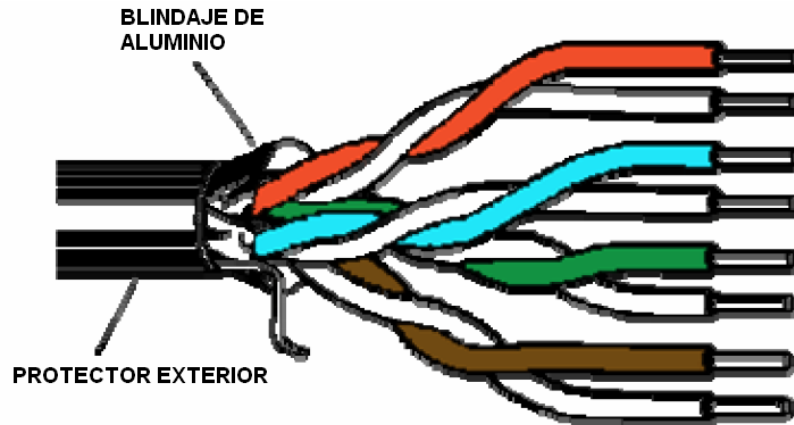
Integración: Los servicios soportados por este tipo de cable incluyen:

- Red de Área Local ISO 8802.3 (Ethernet) y ISO 8802.5 (Token Ring)
- Telefonía analógica y digital
- Terminales síncronos y asíncronos
- Líneas de control y alarmas

- *APANTALLADO (STP):*

Cada par se cubre con una malla metálica (generalmente aluminio), de la misma forma que los cables coaxiales, y el conjunto de pares se recubre con una lámina apantallante. Se referencia con sus siglas en inglés STP (Shield Twisted Pair / Par Trenzado Apantallado). El blindaje está diseñado para minimizar la radiación electromagnética (EMI, Electromagnetic Interference) y la diafonía. La lámina apantallante reduce la tasa de error, pero incrementa el costo al requerirse un proceso de fabricación más costoso. En la figura 10. se presenta un cable STP con 4 pares trenzados.

Figura 10 Cable STP con 4 pares trenzados



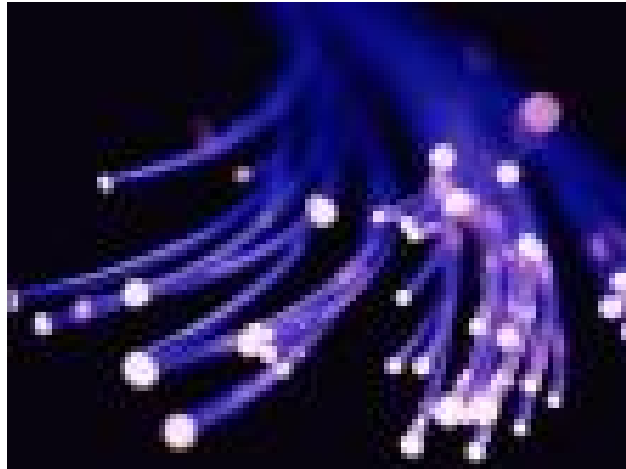
- *UNIFORME (FTP)*:

Cada uno de los pares es trenzado uniformemente durante su creación. Esto elimina la mayoría de las interferencias entre cables y además protege al conjunto de los cables de interferencias exteriores. Se realiza un apantallamiento global de todos los pares mediante una lámina externa apantallante. Esta técnica permite tener características similares al cable apantallado con unos costes por metro ligeramente inferior. Éste es usado dentro de la categoría 5 (Hasta 100 MHz).

3.3.2 Fibra Óptica

La capacidad de la fibra óptica multiplica la del simple cable de cobre, por ejemplo, para una llamada telefónica se necesitan dos cables de cobre, pero un par de fibras ópticas pueden realizar casi 2 mil llamadas simultáneamente. Su alta capacidad de conducción no se pierde por curvas o torsiones, por lo que se utiliza para tender desde redes interurbanas hasta transoceánicas.

Figura 11 *Fibras ópticas*



Las pérdidas en la fibra resultan en una reducción de la potencia de la luz, por lo tanto, reducen el ancho de banda del sistema, la velocidad de transmisión de información, eficiencia, y capacidad total del sistema. Al igual que las líneas telefónicas la infraestructura para llevar fibra óptica hasta cada sitio remoto es muy costosa, aunque las velocidades de transmisión a través de ella permitirían tener polling más seguidos teniendo mayor confiabilidad del sistema en aquellos sistemas que poseen muchos sitios remotos.

Este cable está constituido por uno o más hilos de fibra de vidrio, cada fibra de vidrio consta de:

- Un núcleo central de fibra con un alto índice de refracción.
- Una cubierta que rodea al núcleo, de material similar, con un índice de refracción ligeramente menor.
- Una envoltura que aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias entre fibras adyacentes, a la vez que proporciona protección al núcleo. Cada una de ellas está rodeada por un revestimiento y reforzada para proteger a la fibra.

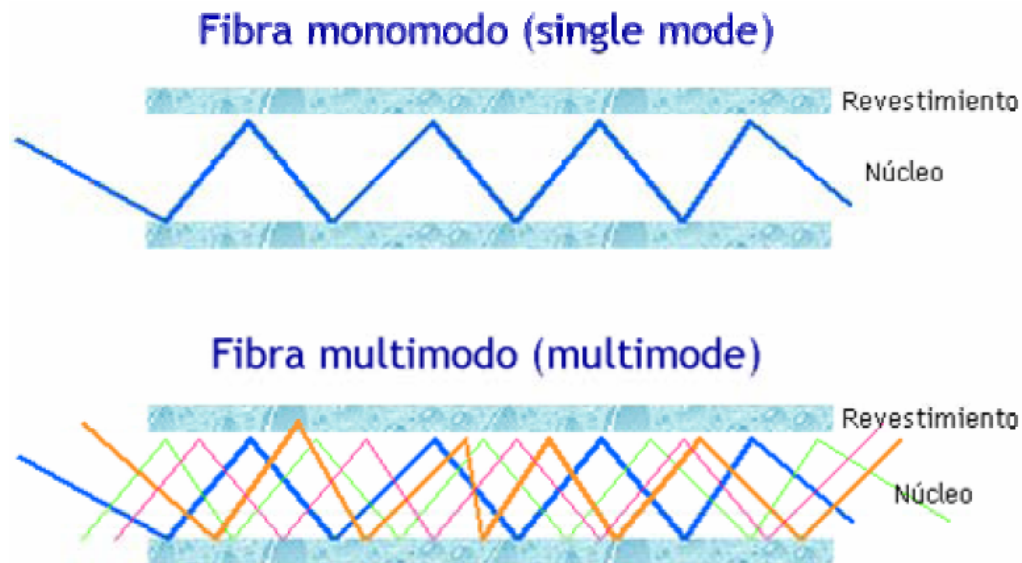
La luz producida por diodos o por láser, viajan a través del núcleo debido a la reflexión que se produce en la cubierta, y es convertida en señal eléctrica en el extremo receptor.

Como característica a tener en cuenta, la fibra óptica es un medio excelente para la transmisión de información porque tiene gran ancho de banda, baja atenuación de la señal, integridad, inmunidad a interferencias

electromagnéticas, alta seguridad y larga duración. Su mayor desventaja es su costo de producción superior al resto de los tipos de cable, debido a necesitarse el empleo de vidrio de alta calidad y la fragilidad de su manejo en producción. La terminación de los cables de fibra óptica requiere un tratamiento especial que ocasiona un aumento de los costos de instalación.

Uno de los parámetros más característicos de las fibras es su relación entre los índices de refracción del núcleo y de la cubierta que depende también del radio del núcleo y que se denomina frecuencia fundamental o normalizada; también se conoce como apertura numérica y es adimensional. Según el valor de este parámetro se pueden clasificar los cables de fibra óptica en dos clases, el monomodo y el multimodo. La visualización de las trayectorias de luz en los dos tipos de fibra óptica se muestra en la figura 12.

Figura 12 Trayectorias de luz en las fibras ópticas monomodo y multimodo



- *Monomodo:*

Cuando el valor de la apertura numérica es inferior a 2,405, un único modo electromagnético viaja a través de la línea y por tanto ésta se denomina monomodo. Sólo se propagan los rayos paralelos al eje de la fibra óptica, consiguiendo el rendimiento máximo. A la fibra óptica monomodo la

caracteriza que maneja ancho de banda hasta 50 GHz, velocidades de hasta 622mbps y alcance de transmisión de 100km.

Este tipo de fibras necesitan el empleo de emisores láser para la inyección de la luz, lo que proporciona un gran ancho de banda y una baja atenuación con la distancia, por lo que son utilizadas en redes metropolitanas y redes de área extensa. Por contra, resultan más caras de producir y el equipamiento es más sofisticado.

- *Multimodo:*

Cuando el valor de la apertura numérica es superior a 2,405, se transmiten varios modos electromagnéticos por la fibra, denominándose por este motivo fibra multimodo. Las fibras multimodo son las más utilizadas en las redes locales por su bajo costo.

3.3.3 Resumen de medios guiados

En la tabla 8. se presentan una comparación de algunas características de los medios de transmisión guiados presentados anteriormente.

Tabla 8. Comparación de algunas características de los medios de transmisión guiados

Característica:	UTP	STP	Fibra Óptica
Amplio ancho de banda	Si	Si	Si
Hasta 1 MHz	Medio	Medio	Muy Alto
Hasta 10 MHz	Si	Si	Si
Hasta 20 MHz	Si	Si	Si
Hasta 100 MHz	Si	Si	Si
Canal Full Duplex	No	No	Si
Distancias medias	Si	Si	Si
Inmunidad Electromagnética	100 m 65 MHz	100 m 67 MHz	2 Km. (Multimodo) 100 Km. (Monomodo)
Seguridad	Limitada	Media	Alta
Costo	Bajo	Bajo	Alto

3.3.4 Transmisión Radial

Los sistemas SCADA basados en transmisión radial son probablemente los más comunes y robustos. Éstos han ido evolucionando con el tiempo, y lo más básico es el uso de FSK (Frequency Shift Keying – Codificación por Conmutación de Frecuencia) sobre canales de radio analógicos.

Las ondas de radio son propagadas cuando la energía eléctrica producida por el transmisor es convertida en energía magnética por la antena. La antena de recepción después intercepta una cantidad muy pequeña de esta energía magnética y la convierte nuevamente en energía eléctrica que es amplificada por el receptor de radio.

Figura 13. Antena transmisora de la estación Bosconia del amb



El factor más importante para lograr una buena comunicación entre dos sitios a través de un sistema vía radio es usar una configuración de línea de vista y además la distancia máxima de una transmisión en línea de vista está determinada por la altura de la antena.

Otro factor importante para establecer un enlace vía radio es la potencia, en la práctica, la potencia disminuye rápidamente debido a la atenuación causada por obstrucciones, árboles, y otros factores.

Los sistemas de radio de la telemetría están normalmente configurados como estaciones fijas que obtienen la información de otras estaciones fijas de un sitio lejano. El Ministerio de Comunicaciones reglamentó el uso del espectro radioeléctrico y asigna las frecuencias que se pueden utilizar libremente, algunas de estas bandas de frecuencia son:

- *Banda de 150-174 MHz:*
Pertenece a VHF. Esta banda baja presenta un fenómeno llamado efecto Ducting, el cual aprovecha la capa de la troposfera para conducir las señales de radio como si se tratara de un túnel alcanzando mayores distancias sin importar que la curvatura de la tierra obstruya la línea de vista.
- *Banda de 450-512 MHz:*
Pertenece a UHF. En esta banda la propagación no es tan buena como en el VHF, pero está libre de la mayoría del ruido, de la interferencia del salto y de los efectos artificiales del Ducting. La absorción por los árboles y el follaje causa una mayor pérdida de la señal transmitida, pero la penetración en edificios es mejor.
- *Banda de 900 MHz:*
Pertenece también a UHF. La interferencia y el Ducting en esta banda son insignificantes. Sin embargo, la absorción del follaje por la corta longitud de onda disminuye su penetración y alcance. Adicionalmente, los objetos móviles en el camino de la transmisión pueden causar el efecto Fading o desvanecimiento en la señal y la recepción multidireccional que ocurre cuando una onda directa y una onda reflejada llegan a la antena en diferentes ángulos de fase. Esta diferencia de fase ocurre porque la onda reflejada tiene que viajar más lejos que la onda directa causando una cancelación en la señal recibida.

3.3.5 Servicios basados en Satélites

Las comunicaciones vía satélite han sido una tecnología muy utilizada para proveer comunicaciones a áreas alejadas y de difícil acceso. Ante la

escasa y en muchos casos nula infraestructura terrestre de comunicaciones en las zonas remotas, las comunicaciones vía satélite abren una ventana hacia al resto del mundo. Las comunicaciones satelitales permiten transmitir múltiples servicios de voz, datos y video a velocidades en el orden de Megabits por segundo. Las terminales satelitales hacen posible las comunicaciones donde otros medios no pueden penetrar por su alto costo.

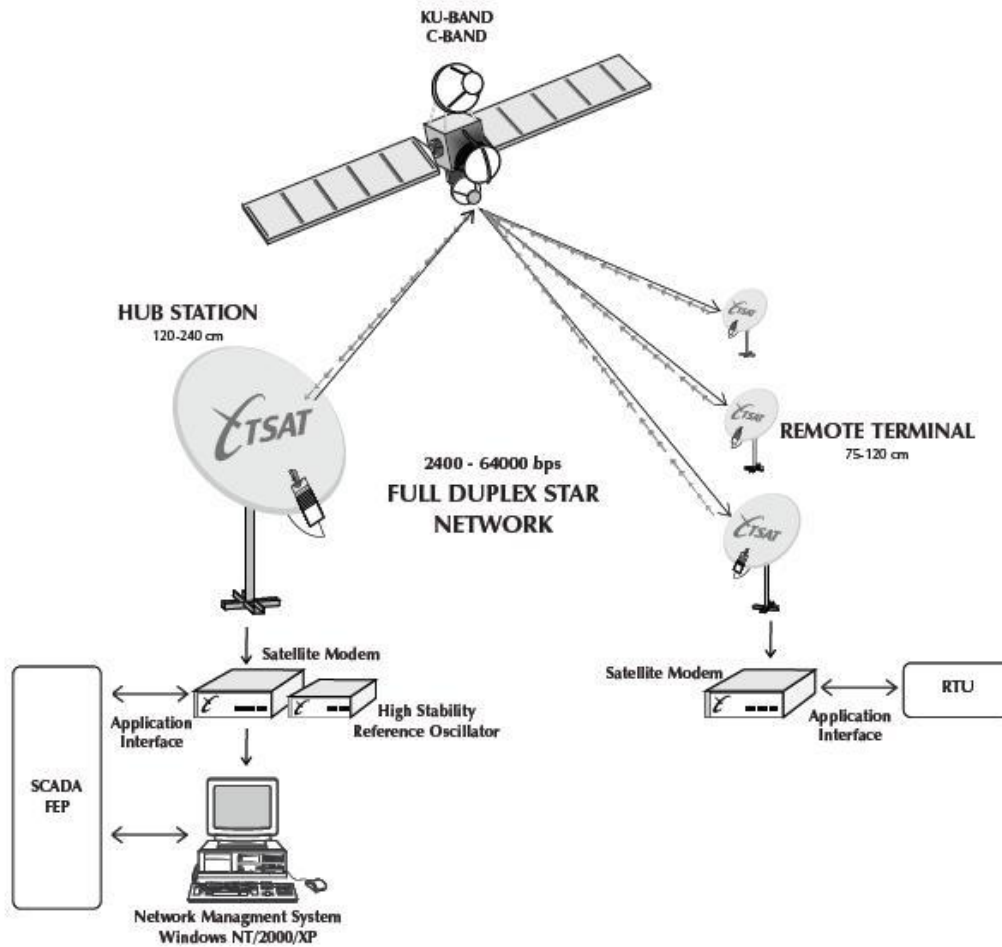
La introducción de pequeñas terminales conocidas como VSAT (Very Small Aperture Terminal) ha permitido que el costo de las comunicaciones vía satélite haya bajado drásticamente. VSAT es una tecnología de comunicaciones vía satélite que mediante el uso de antenas de satélite con diámetros pequeños, permiten comunicaciones altamente seguras entre una estación maestra y nodos dispersos geográficamente. Entre las aplicaciones típicas de este tipo de terminales se encuentra la telefonía rural, educación a distancia, redes privadas y acceso a Internet, entre otras.

Hay muchos servicios basados en satélites, pero la mayoría son muy costosos. No obstante, existe un servicio basado en satélites que es económico: los sistemas VSAT: Very Small Aperture Terminal. Con VSAT, se puede alquilar un segmento del espacio (64k o más), y los datos se envían de un sitio remoto a un hub vía satélite. Hay dos tipos de hubs. El primero es un sistema proporcionado típicamente por un proveedor de servicios de VSAT. La ventaja es un costo fijo para los datos aunque su implementación puede costar muy cara. La otra consideración para éstos es la necesidad de un backlink del hub al centro de SCADA. Esto puede ser de un costo considerable. El otro tipo de sistema utiliza un hub pequeño (los clásicos de LAN estructuradas) que se puede instalar con el Master. Ese sistema es más barato, pero la administración del hub es responsabilidad exclusiva del propietario de SCADA. La interfaz a cualquier tipo de sistema de VSAT implica el uso de protocolos utilizados por el sistema de VSAT, generalmente el protocolo TCP/IP.

Existen satélites de todo tipo, los hay geoestacionarios (GEO, Geostacionary Earth Orbit), aquellos que giran a una órbita natural a 36,000 Km. de la superficie de la tierra. Este tipo de satélites proveen comunicaciones fijas para aplicaciones de voz, datos y video en las bandas C y Ku principalmente. Existen satélites en órbitas bajas (LEO, Low Earth Orbit) y medias (MEO, Medium Earth Orbit) que dan varias vueltas a la tierra y que para cubrir casi toda la superficie están agrupados

en constelaciones de satélites. Muchos de estos satélites proveen aplicaciones móviles de voz, sensado remoto (SCADA), meteorología, determinación de la posición (GPS), etc. En la figura 3.10 se presenta un esquema de comunicación satelital para sistemas SCADA:

Figura 14 Esquema de comunicación satelital en un sistema SCADA



4. SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DEL SISTEMA DE BOMBEO.

En el presente capítulo se describe cómo se controla el proceso de arranque del sistema de bombeo. Además, se plantea una propuesta de cómo podría llevarse a cabo dicho control usando elementos como los PLCs y las RTUs y de cómo integrar este monitoreo y control al Sistema SCADA del **amb**, la identificación de variables, de instrumentación y equipos involucrados en el proceso.

4.1 SISTEMA DE CONTROL VIGENTE

La lógica de arranque y de control del bombeo realizado desde la estación Bosconia del **amb** comprende la lectura de algunas variables físicas (temperaturas, presiones, caudales, tensiones y corrientes eléctricas) obtenidas por distintos tipos de instrumentación ubicados en las partes principales de las unidades de bombeo.

Dichas variables son tan importantes para el sistema de bombeo, que en el caso de alguna medición errónea, podrían presentarse fallas que no sólo atentarían contra el adecuado funcionamiento del sistema de bombeo, sino que también podrían generar costos considerables para el **amb**.

Las variables que actualmente se tienen en cuenta antes y durante el proceso de bombeo, y que constituyen la base para una lógica cableada son las siguientes:

LUBRICACIÓN

1. Temperatura aceite central de lubricación.
2. Defectos generales
3. Daños central de lubricación

MECÁNICAS BOMBA

4. Indicador temperatura aceite lado acople
5. Temperatura metal cojinete axial
6. Temperatura metal cojinete lado no acople
7. Temperatura metal cojinete lado acople
8. Temperatura metal bomba
9. Caudalímetro cojinete axial
10. Caudalímetro aceite lado no acople
11. Caudalímetro aceite lado acople
12. Detector de Vibración

MECÁNICAS MOTOR

13. Temperatura cojinete - metal lado acople
14. Indicador de temperatura de aceite lado acople
15. Caudalímetro Aceite lado acople
16. Temperatura cojinete – metal lado no acople
17. Indicador de temperatura aceite lado no acople
18. Caudalímetro aceite lado no acople
19. Caudalímetro agua del intercambiador de calor
20. Temperatura agua intercambiador de calor
21. Temperatura aire de enfriamiento
22. Indicador de temperatura aire de enfriamiento
23. Detector de Vibración
24. Temperatura Fase A
25. Temperatura Fase A
26. Temperatura Fase B
27. Temperatura Fase B
28. Temperatura Fase C
29. Temperatura Fase C

ELÉCTRICAS AUTOTRANSFORMADOR

30. Termómetro
31. Termómetro
32. Indicador de nivel

ELÉCTRICAS PROTECCIÓN DE LINEA

33. Protección sobrecorriente

- 34. Protección secuencia negativa
- 35. Protección sobrecarga
- 36. Protección sobrecorriente de tierra
- 37. Subtensión Sobrevoltaje, arranque largo, mínima corriente.

ELÉCTRICAS PROTECCIÓN DIFERENCIAL

- 38. Protección Diferencial.

OTRAS VARIABLES

- 39. Válvula de Succión
- 40. Válvula de Descarga
- 41. Motoválvula
- 42. Bloqueo 30 minutos

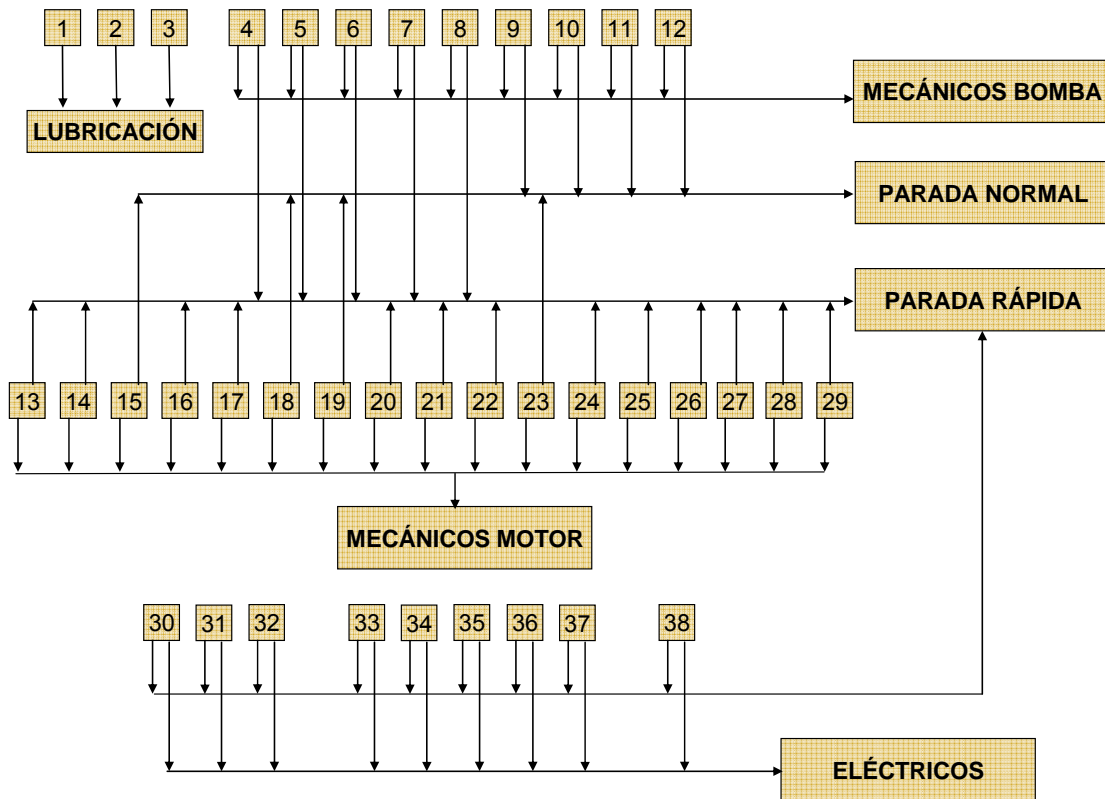
- 43. Nivel Tanque Bosconia
- 44. Presión Conducto principal
- 45. Válvula compuerta hidroneumática
- 46. Niveles y daños en compresores
- 47. Caudalímetro de agua de enfriamiento

- 48. Motoválvula cerrada.
- 49. Mando manual.

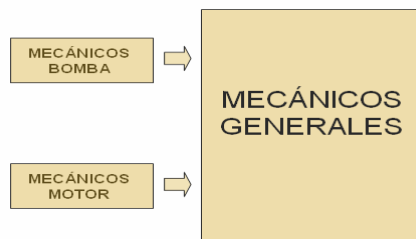
En las siguientes figuras se presenta la forma en que se desarrolla la lógica de relés y de contactos por cada unidad de bombeo. Esto, teniendo como base las anteriores variables nombradas (Nótese que hay casos en que la numeración y denominación de las variables en el segundo Capítulo es distinta a la usada en el cuarto Capítulo, y que en el segundo Capítulo se hacía énfasis más en la instrumentación que en las variables en sí).

La información tenida en cuenta hasta el momento fue recopilada por medio de la revisión y análisis de la lógica cableada encontrada en los planos eléctricos de los tableros de control ubicados en el cuarto de maquinas de la estación de bombeo de Bosconia.

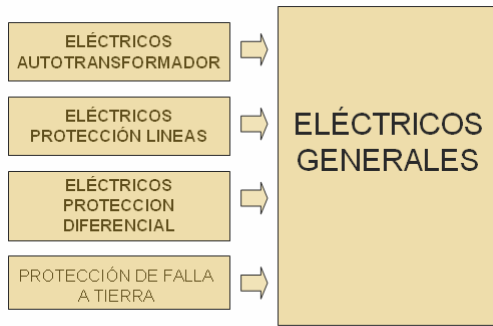
Figura 15 Lógica de las variables eléctricas adquiridas por el sistema de control del bombeo estación de Bosconia. (a) Variables medidas directamente sobre la unidad de bombeo, (b) Agrupación de Variables llamadas 'Mecánicos Generales', (c) Agrupación de Variables llamadas 'Eléctricos Generales', (d) Agrupación de Variables llamadas 'Lubricación Generales', (e) Agrupación de Variables llamadas 'Válvulas', (f) Agrupación de Variables llamadas 'Otros'.



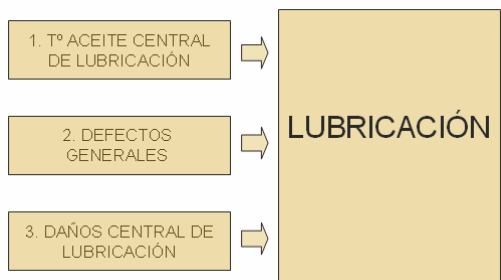
(a)



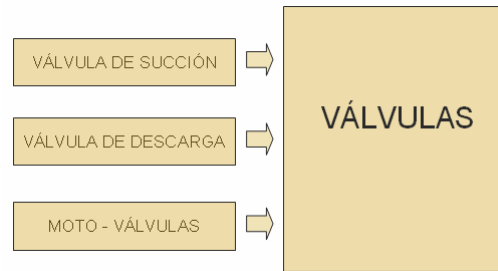
(b)



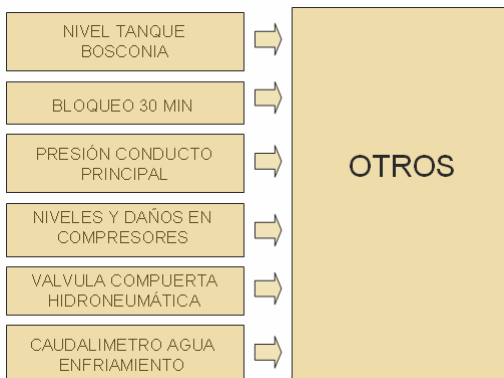
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 16. (a) Lógica del Bloqueo del Arranque (b) Lógica de Arranque.

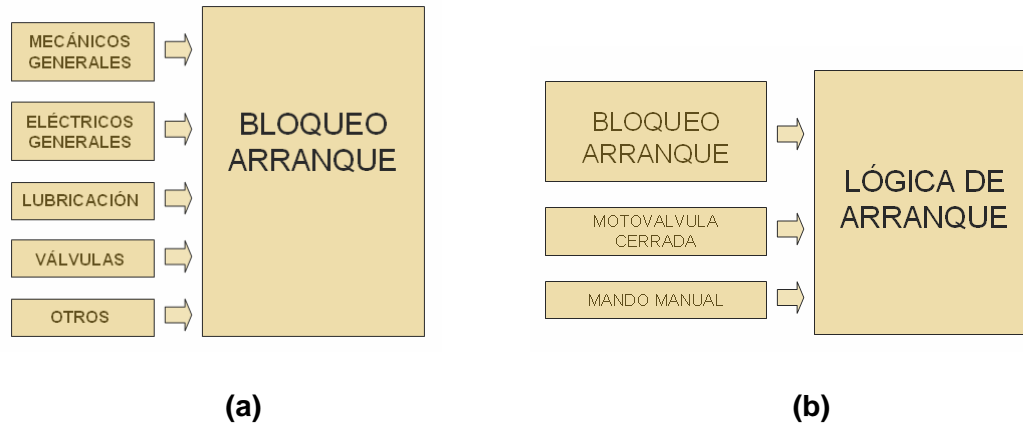


Figura 17. Lógica de la Apertura y Clausura de la Motoválvula.

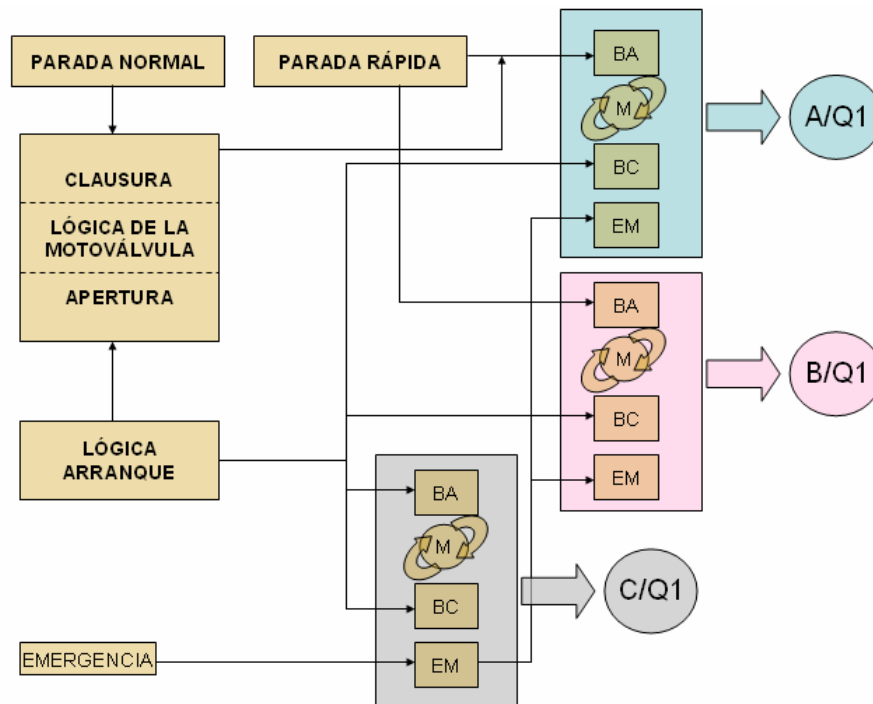
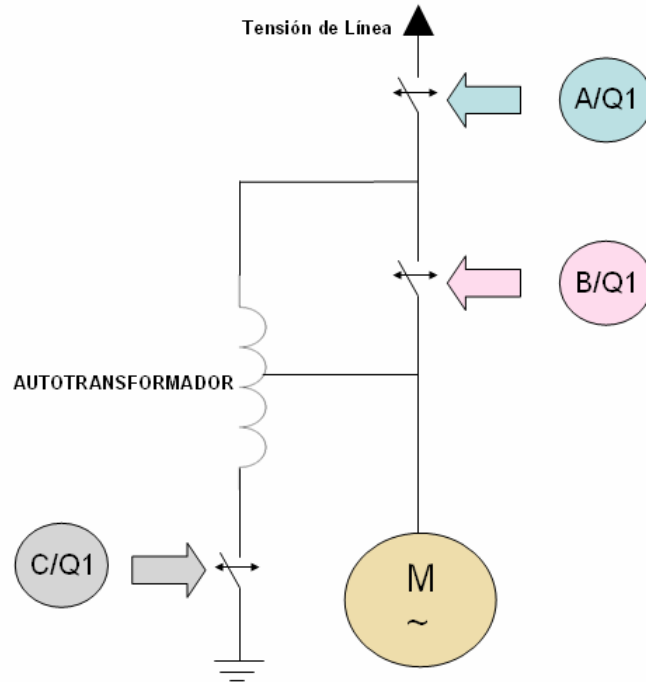


Figura 18. Secuencia de energización del Motor.



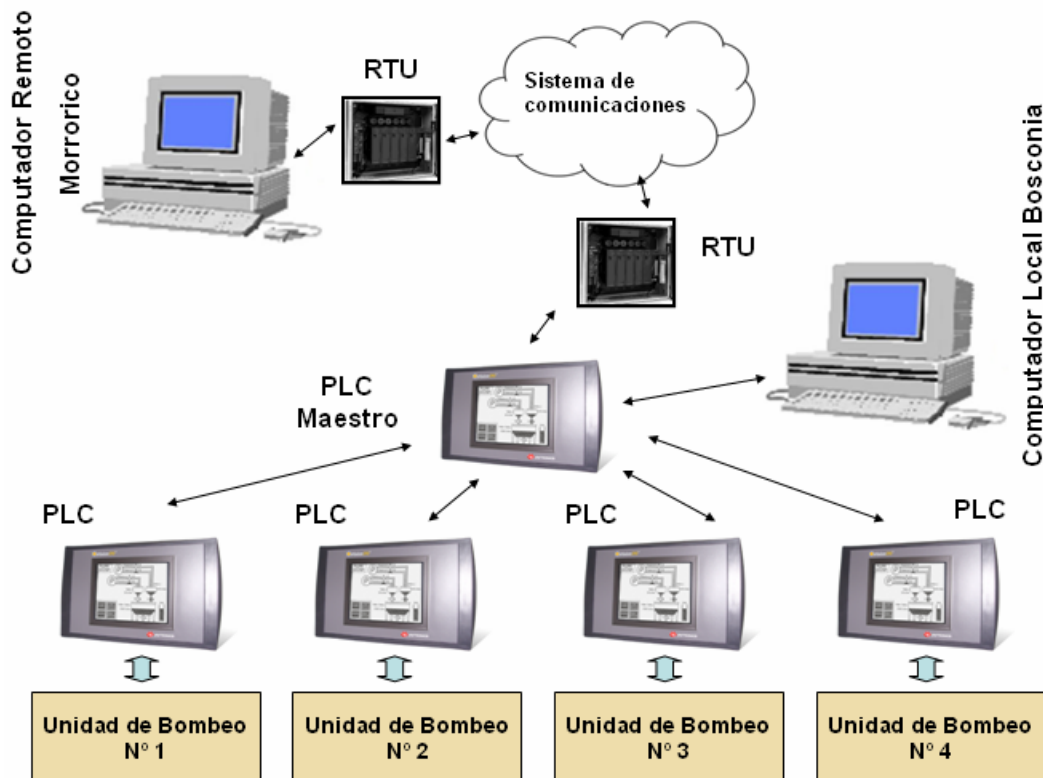
Las variables se agruparon de la anterior forma para facilitar la organización de la información. Lo que se expresa en las figuras del cuarto capítulo mostradas hasta el momento es que, por ejemplo, si llega a fallar la medición de 'Temperatura cojinete – metal lado no acople (Variable N° 16)' en el Motor, se activa la variable de falla 'Mecánicos Motor' y a su vez la variable 'Parada Rápida'. En este punto cabe decir que las fallas 'Parada Rápida' y 'Parada Normal' se dan una vez el bombeo esté en marcha. Por esta razón estas variables afectan directamente la energización de la bobina de apertura del carro A, el cual hace referencia a la energización con tensión de línea y dichas variables también hacen referencia a la lógica de clausura de la motoválvula. Retomando el análisis que se llevaba anteriormente, la falla de 'Mecánicos Motor' acarrea la falla de 'Mecánicos Generales' y ésta a su vez, la variable 'Bloqueo del Arranque', la cual impide realizar la 'Lógica de Arranque' de la unidad de bombeo.

4.2 SISTEMA DE MONITOREO Y DE CONTROL PROPUESTO

Con la revisión realizada en el anterior subcapítulo acerca del sistema de control actual ha de plantearse por parte de los autores del proyecto una propuesta para mejorar la lógica de control, que por el momento es lógica cableada, por una opción de control más acorde con la tecnología actual y que sirviese además para cumplir con la posibilidad de realizar un monitoreo y control del arranque de las unidades de bombeo de Bosconia desde la sede principal del **amb**, ubicada en la zona Morrórico.

Luego de analizar varias opciones para realizar el monitoreo y control, se llegó a una propuesta que se muestra en la Figura 19

Figura 19. *Propuesta para el monitoreo y control de las Unidades de Bombeo en Bosconia.*



Según la Figura 19., es necesaria la implementación de un PLC por bomba, que recopile en forma directa la información de la instrumentación ubicada en cada unidad de bombeo. Además es necesario contar con un PLC que actúe como maestro encargado de manejar las variables que se visualizarán en el Computador Local y la información que será conducida por medio de la RTUs hacia la computadora central en la sede principal del SCADA del **amb**.

Para lo descrito anteriormente se hace necesaria la adquisición de instrumentación electrónica que maneje rangos admisibles y detectables por el PLC, además de un PLC adecuado para dicho fin.

La oferta de PLCs en el mercado es grande y variada, podemos encontrar de diversas marcas y con sus respectivos soportes y características muy particulares. Sin embargo como principales criterios para la selección del PLC adecuado se tuvieron en cuenta los siguientes:

- El PLC, para esta aplicación, debe ser de una marca reconocida, con soporte técnico continuo y con un software de programación amigable con el programador.
- El PLC debe tener interfaces amables con el operario y posibilidad de procesamiento de la información recopilada en diferentes softwares.

Teniendo en cuenta estos aspectos, se propone un PLC de la marca Unitronics, llamado **Vision290™: PLC with Touchscreen Graphic HMI & Snap-in I/O Modules**, que cuenta con características que se adaptan perfectamente a los requisitos de la Propuesta. En el Anexo III se presentan las características de este PLC y demás información de interés.

Este PLC además cuenta con la posibilidad de programación en lenguaje Ladder o en HMI (Human-Machine Interface), en un software de manejo amable llamado Visilogic, que permite una fácil interacción con el mismo y un resultado más eficaz.

Con respecto al sistema de comunicación puede mantenerse el usado actualmente por el **amb**, ya que la inversión en un sistema de comunicación distinto no es adecuada, y mucho menos cuando el actual sistema de comunicación es tan robusto. Lo anterior significa que la información que se envía al actual sistema SCADA del **amb** desde la RTU

ubicada en Bosconia aumentaría significativamente, pero los cambios realizados en el nivel superior serían casi nulos. Por lo tanto el análisis se condensará en la información recopilada por el PLC maestro (Programación del PLC) y en la información que llega al Computador que soporta el SCADA del **amb** (Programación en Factory Link).

4.2.1 Programación del PLC (Visilogic)

Para la programación del PLC se usó la herramienta computacional que soporta a los PLCs de marca Unitronics con referencias **Vision280™** y **Vision290™**. Para lograr dicha programación inicialmente hay que configurar el número y tipo de las entradas y de las salidas.

Figura 20. Listado en Visilogic de algunas Variables de Entrada por Unidad de Bombeo para el PLC Vision280™

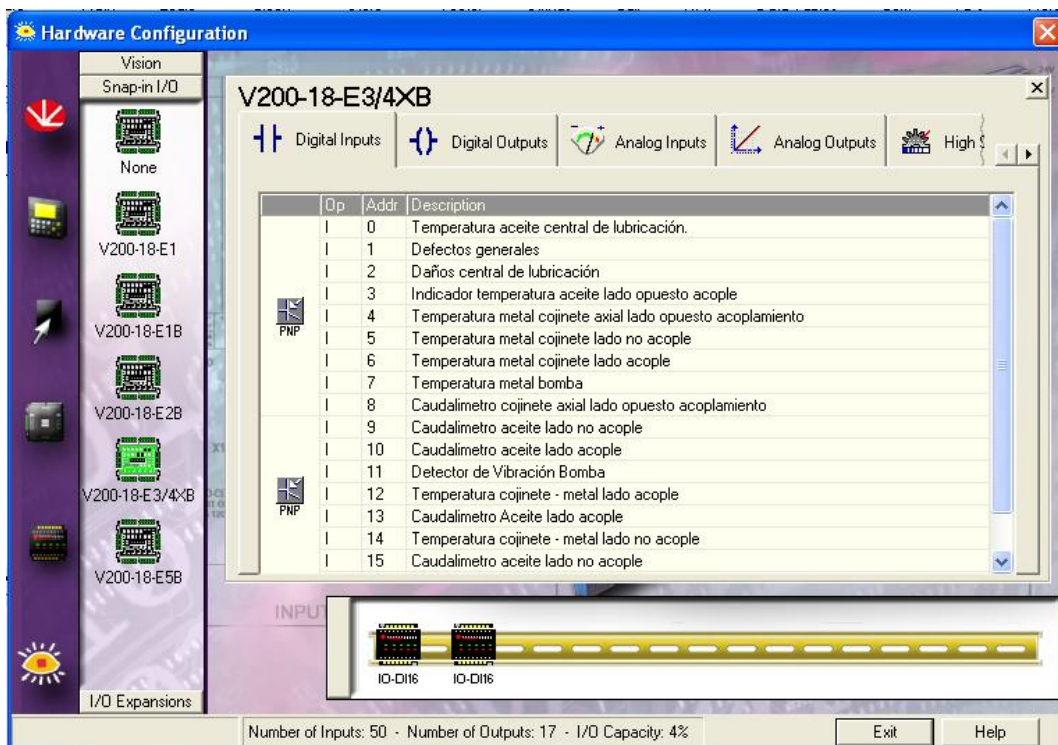


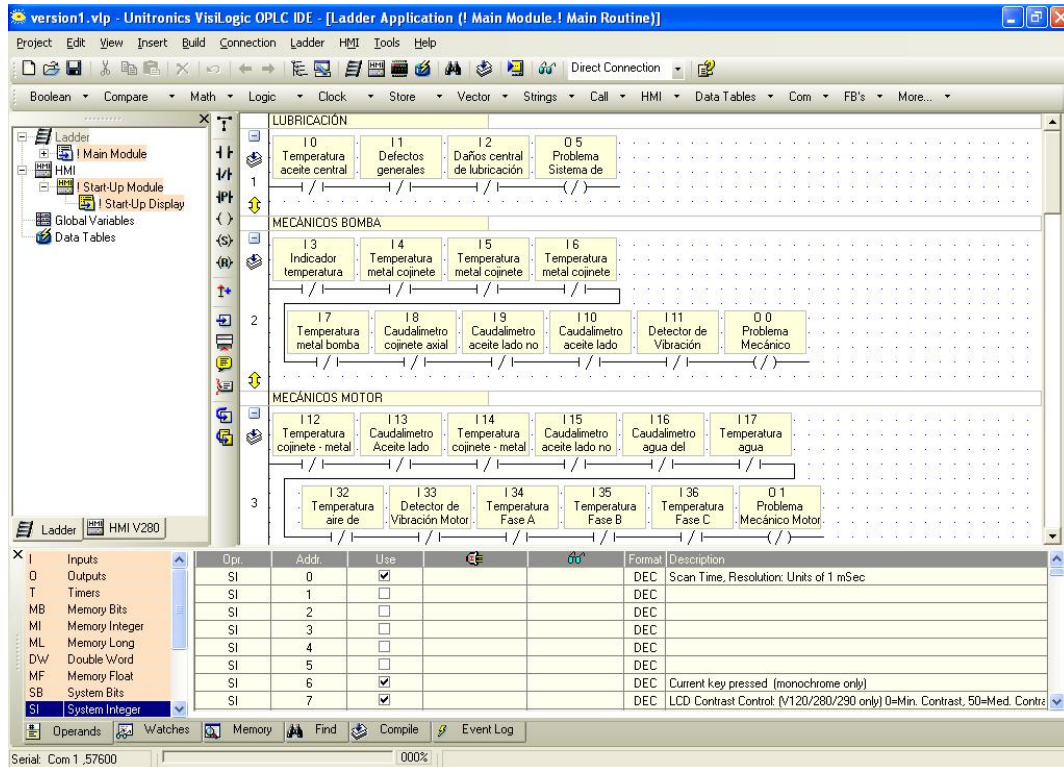
Figura 21. Listado en Visilogic de algunas Variables de Salida por Unidad de Bombeo para el PLC Vision280™



Inicialmente se realizaron simulaciones del PLC sobre una Unidad de bombeo. La figura 22 representa una parte de la programación realizada en Lenguaje Ladder para el control de una unidad de bombeo además de la comunicación entre el PLC maestro y los PLCs de cada unidad de bombeo.

En el anexo G se presenta la programación efectuada en el software Visilogic para el PLC Unitronics Visual 280™.

Figura 22. Fragmento de la programación en lenguaje Ladder para Unidad de Bombeo montada en el PLC Vision280™



4.2.2 Factory Link

Debido a que el SCADA del **amb** está soportado en Factory Link 7.0 se procedió a realizar la programación de las variables que han de ser visualizadas en el computador de la central del SCADA, ubicado en Morrórico.

El software Factory Link 7.0 es empleado en la etapa final, en la que se trabaja en la capa de aplicación, donde se pueden controlar manualmente las diferentes variables del sistema. Pasando por cada etapa del sistema SCADA, este software de aplicación cuenta con:

- Graficas Interfaz Hombre Maquina (HMI):
Se encuentra con las diferentes herramientas de dibujo, para llevar a cabo todas las descripciones del proceso a manipular, con ayuda de

mímicos, señales de alarma, etc.; para, de esta forma, visualizar los cambios en la operación.

- Bases de datos SCADA:

En donde se definen por medio de tablas, todas las variables involucradas en el proceso, entradas, salidas, alarmas, variables de proceso, definición de nombres, valores de ingeniería, descripción de cada variable como rango, alimentación, se presentan los links de animación para la interfaz hombre maquina (HMI), etc. Se adjuntan las tablas de las variables requeridas.

- Bases de datos con tags

- Graficas de tendencias

- Manejo de alarmas, generación de reportes, procesos históricos

- Entrada de usuarios en las ventanas, teclado y sentencias.

Para proporcionar la conectividad entre el computador a la RTU MOSCAD se hace necesario usar el Front- End Processor (FEP). La comunicación entre RTUs y/o FEPs emplea el protocolo MDLC (Motorola Data Link Communication). En el centro de Control, una vez recibidas las señales del PLC, el cual se encarga de recoger las variables, éstas son convertidas de protocolo por medio de un MCP-T Motorola y luego enviadas por red a los computadores de control, los cuales a su vez imprimen reportes y generan las diferentes alarmas.

En el Anexo F se presenta una tabla donde se presenta la base de datos de las entradas, salidas y alarmas que son la base de la programación en Factory Link.

5. CONCLUSIONES

Al realizar la revisión y posterior evaluación a la instrumentación disponible en las unidades de bombeo de la planta de Bosconia del **amb**, encontramos que existen algunos equipos de medición completamente dañados, algunos otros descalibrados e incluso en determinadas ubicaciones en las unidades de bombeo se hacen necesarios equipos de medición. Como comentario adicional cabe recalcar que, para efectos de modernización y para complementar la propuesta, debe darse el salto de instrumentación análoga a instrumentación digital e incluso contemplar otras variables no tenidas en cuenta hasta el momento por el **amb**, variables que si bien no son tan fundamentales para los correctos procesos de arranque y de bombeo de las unidades en la planta de Bosconia, si permiten un monitoreo más exacto y completo de lo que sucede realmente durante los procesos citados anteriormente.

Con el análisis y revisión teórica realizada en el capítulo de Sistemas de Comunicaciones y teniendo en cuenta la distancia, geografía e incluso factores socioeconómicos de la zona comprendida entre la Planta Bosconia y la sede principal del **amb** en Morrónico, se concluye que, el sistema implementado actualmente en el **amb** consistente en la transmisión radial de datos mediante el uso de RTUs es el sistema más robusto e indicado para realizar dicha labor. Se llega a esta conclusión pensando además en que un cambio de sistema de comunicación o incluso de tecnología manteniendo el mismo sistema para la Planta Bosconia acarrea costos muy grandes para el **amb**. Además, no es realmente práctico realizar este cambio para un solo sitio remoto de monitoreo del **amb** sabiendo que el resto de sitios mantienen su configuración actual.

Se propone para un adecuado control y monitoreo del bombeo efectuado desde la planta de Bosconia la utilización del PLC Visual 280TM. Si bien este controlador lógico programable posee un entorno agradable para el programador más otras características muy considerables, inicialmente con la propuesta presentada en este proyecto de grado, se estaría desaprovechando muchas de las aplicaciones que el mismo posee. Por esta razón, se recomienda en trabajos posteriores a esta propuesta integrar

mas funciones para aprovechar la amplia gama de aplicaciones implementables en este PLC.

Se sugiere que, para una automatización del arranque de las Unidades de Bombeo de la Estación de Bosconia, el control, la supervisión y monitoreo de las variables sea realizado por el PLC Visual 280TM mencionado anteriormente; en donde éste se encargue de recolectar las señales necesarias, procesarlas y controlarlas para proceder al arranque desde el sistema SCADA. Quedando el sistema actual como un respaldo manual en caso de emergencia. Para proceder a emplear el control por medio de este PLC, primero que todo las variables necesarias deben tener la instrumentación adecuada.

Basados en el Sistema de Control propuesto en el capítulo cuarto (4), se establece que la instrumentación que el **amb** debe adquirir, como mínimo, para proceder a desarrollar esta idea, es la siguiente:

- Dos (2) Termo resistencias Sonda PT – 100, en un rango de temperatura [0- 200° C], con alimentación de 115 V.
- Diecisiete (17) Caudalímetros: cuatro (4) para cada bomba y una para el sistema de refrigeración, los cuales deben estar entre los el rango de [150 -2500 L/h]
- Dos (2) Manómetros en el rango de [0 -10 bar.] o [0 – 1000 psi]
- No es necesario realizar la compra del indicador de nivel de agua del tanque de Bosconia, ya que el centro de control del Sistema SCADA cuenta con el indicador de nivel de tanque, gracias a esto se podrá tener este nivel en el cuarto de máquinas, para seguir adelante con el proceso de arranque.

Detalladamente se describe la instrumentación necesaria por Unidad de Bombeo:

Bomba

- Termómetro del aceite lado opuesto al acople. Rango [0- 100° C]
- Flujo de aceite cojinete lado acoplado. Rango [150 – 1000 L/h]
- Flujo de aceite cojinete lado no acoplado. Rango [300 – 2500 L/h]
- Flujo de aceite cojinete lado axial lado opuesto acople. [300 -2500 L/h]
- Presión de agua en la Succión. Rango [0 -10 bar.]
- Presión de agua en la Impulsión Rango [0 -1000 psi]

Motor

- Temperatura del Intercambiador de Calor Rango [0 -160°C]
- Flujo de aceite cojinete lado acoplado. Rango [150 – 1000 L/h]
- Flujo de aceite cojinete lado no acoplado. Rango [300 – 2500 L/h]
- Flujo de agua del intercambiador de calor. Rango []

En el Anexo H podemos encontrar una cotización de la instrumentación anteriormente mencionada, en donde se describe detalladamente la actual y se sugiere una para reemplazar, describiendo el producto y su valor comercial.

La simulación del sistema de control para el arranque de las unidades de bombeo de la estación Bosconia requiere, para su realización, del control físico de cada variable, que es realizado por el PLC y que fue descrito en el capítulo anterior y de la interfaz hombre-máquina, realizada por medio del software Factory-Link. En este caso particular, y por políticas del **amb**, la interacción con este software requiere de la formación técnica especializada, con la que sólo cuenta el personal encargado del control y manejo del sistema SCADA.

Es así como se sugiere a los profesionales encargados del sistema SCADA del **amb** una forma para la realización del monitoreo y control del bombeo.

El presente proyecto de grado permitió realizar un análisis en varias áreas de desempeño (instrumentación electrónica, comunicaciones, programación de autómatas, sistemas SCADA y propuesta económica de los mismos), constituyéndose en una propuesta amplia y enriquecedora para los autores del mismo. Por esta razón, la presente propuesta sirve como plataforma para la realización de futuros estudios más especializados.

BIBLIOGRAFÍA

Acueducto Metropolitano de Bucaramanga **amb** S.A E.S.P. Manual Operativo del Bombeo de Bosconia Volumen I: Descripción General. Coordinación de Mantenimiento Eléctrico. Año 2007.

Acueducto Metropolitano de Bucaramanga **amb** S.A E.S.P. Manual Operativo del Bombeo de Bosconia Volumen II: Operación. Coordinación de Mantenimiento Eléctrico. Año 2007.

BRICEÑO M., JOSÉ E. Transmisión de datos. Tercera Edición. Edición Digital. Mérida, Venezuela. Abril 2005.

MOTOROLA INC., MOSCAD™ MDLC Gateway para TCP/IP. Manual de Propietario 68P02943C55-A.

MOTOROLA INC., Toolbox para MODCAD™ RTUs - Programación de Toolbox Versión 8.50

MOTOROLA INC., MOSCAD™ Remote Terminal Unit Owners Manual. 68P02994G10-C.1994.

RONCANCIO R., RAFAEL. Seminario sobre sistema SCADA. Tecnología de punta de transmisión de datos y control supervisorio. Compañía de acueducto metropolitano de Bucaramanga **amb** S.A ESP. Enero de 2001.

UNITRONICS. Visilogic™ Software Manual. Getting Started with Visilogic. V230-21-G23 Rev 12/2004.

UNITRONICS. Visilogic™ Software Manual. Ladder. V230-21-G23 Rev 12/2004.

Referencias Web:

http://www.amb.com.co/procesos/pc_fuentes.asp

http://www.amb.com.co/procesos/pc_plantas.asp

<http://www.automatas.org/redes/scadas.htm>

http://www.automatas.org/schneider/flink_7.htm

http://www.ugs.com/products/tecnomatix/production_execution/factorylink/

<http://www.unitronics.com/Series.aspx?Page=vision280&ModelId=502>

<http://www.unitronics.com/Series.aspx?page=290>

http://www.unitronics.com/Content.aspx?page=Technical_Library

<http://www.moscad.com/documentation.html>

<http://www.monografias.com/trabajos22/redes-transmision/redes-transmision.shtml>

http://html.rincondelvago.com/transmision-de-datos_3.html

ANEXOS

Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P

Coordinación de Mantenimiento Eléctrico



Volumen I

Descripción General

Tabla de Contenido

1. GENERALIDADES	6
2. UNIDADES PRINCIPALES DE BOMBEO	6
3. UNIDAD DE LLENADO	10
4. TUBERÍAS	13
4.1 Tubería de Succión.....	13
4.2 Tubería de descarga.....	13
4.3 Tubería de Impulsión.....	14
5. TANQUES DE SUCCIÓN Y DESCARGA.	14
6. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA GOLPE DE ARIETE.	15
7. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	19
8. CENTRAL DE LUBRICACIÓN.	21
9. TABLEROS ELÉCTRICOS.	24
9.1 Tableros de supervisión y control (TSC).....	24
9.2 Tableros de equipo de Maniobra (EM).....	34
9.3 Tableros de mando local (TL).....	41
10. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 115KV/4.16KV	42
10.1 Equipos de patio.....	50
10.1.1 Pararrayos de línea a 115kV	51
10.1.2 Transformadores de potencia	52
10.1.2.1 Tipos de fallas en transformadores.....	54
10.1.2.2 Protecciones en los transformadores	55

Descripción Sistema de Bombeo Bosconia

10.1.3	Transformadores de corriente.....	60
10.1.4	Transformadores de potencial (o de tensión).....	62
10.1.5	Seccionador de línea.....	64
10.1.6	Disyuntores de potencia.....	66
10.1.7	Autotransformadores.....	68
10.2	Sistema de puesta a tierra.....	69
11.	SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES.....	71
11.1	Corriente Alterna.....	71
11.2	Corriente Continua.....	73

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. VISTA GENERAL DE LA UNIDAD DE BOMBEO	7
FIGURA 2. ESQUEMA GENERAL DE LAS UNIDADES DE BOMBEO	9
FIGURA 3. VISTA GENERAL UNIDAD DE LLENADO.....	11
FIGURA 4. UBICACIÓN DE EQUIPOS DE LA UNIDAD DE LLENADO	12
FIGURA 5. TUBERÍA DE CONDUCCIÓN SISTEMA BOMBEO DE BOSCONIA.....	16
FIGURA 6. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA GOLPE DE ARIETE	18
FIGURA 7. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.....	20
FIGURA 8. DIAGRAMA DE LA CENTRAL DE LUBRICACIÓN.....	22
FIGURA 9. CENTRAL DE LUBRICACIÓN.....	23
FIGURA 10. TABLERO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LAS UNIDADES DE BOMBEO	25
FIGURA 11. TABLERO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA UNIDAD DE LLENADO	27
FIGURA 12. TABLERO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LAS ALARMAS.....	28
FIGURA 13. DETALLE ALARMAS B.....	29
FIGURA 14. DETALLE ALARMAS A.....	29
FIGURA 15. TABLERO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LOS TRANSFORMADORES AUXILIARES.....	30
FIGURA 16. TABLERO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE ALIMENTACIÓN, BANCO DE CONDENSADORES.....	31
FIGURA 17. TABLERO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LAS ACOMETIDAS.....	32
FIGURA 18. TABLERO DE MONITORES DE LOS TRANSFORMADORES.....	33
FIGURA 19. TABLERO DE EQUIPO DE MANIOBRA DE LA UNIDAD 3.....	34
FIGURA 20. TABLERO DE EQUIPO DE MANIOBRA DE LA UNIDAD 2.....	35
FIGURA 21. TABLERO DE EQUIPO DE MANIOBRA DE LA UNIDAD 1.....	36
FIGURA 22. TABLERO DE EQUIPO DE MANIOBRA DE LA UNIDAD 4.....	37
FIGURA 23. TABLERO DE EQUIPO DE MANIOBRA	38
FIGURA 24. TABLERO DE EQUIPO DE MANIOBRA DE LOS SERVICIOS AUXILIARES.....	38
FIGURA 25. TABLERO DE EQUIPO DE MANIOBRA DE LOS CAPACITORES Y ALIMENTACIÓN.....	39
FIGURA 26. TABLERO DE EQUIPO DE MANIOBRA DE LAS ACOMETIDAS	40
FIGURA 27. TABLERO DE EQUIPO DE MANIOBRA ACOPLE.....	40
FIGURA 28. TABLERO LOCAL DE LAS UNIDADES DE BOMBEO	41
FIGURA 29. TABLERO LOCAL DE LA CENTRAL DE REFRIGERACIÓN.....	41
FIGURA 30. TABLERO LOCAL DE LA CENTRAL DE LUBRICACIÓN	42
FIGURA 31. VISTA SUPERIOR DE LA SUBESTACIÓN DE BOSCONIA.....	43
FIGURA 32. VISTA DE PERFIL DE LA SUBESTACIÓN BOSCONIA.....	44
FIGURA 33. DIAGRAMA UNIFILAR SUBESTACIÓN DE BOMBEO DE BOSCONIA	46

Descripción Sistema de Bombeo Bosconia

FIGURA 34. DIAGRAMA UNIFILAR BOMBEO BOSCONIA. REACTANCIAS EQUIVALENTES	46
FIGURA 35. DETALLE CENTRO DE CONTROL MOTORES UNIDADES DE BOMBEO.....	47
FIGURA 36. ESQUEMA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA BOMBA SULZER	48
FIGURA 37. DETALLE DEL DIAGRAMA UNIFILAR	49
FIGURA 38. PARARRAYOS DE LÍNEA	51
FIGURA 39. TRANSFORMADOR DE POTENCIA SUBESTACIÓN BOSCONIA	53
FIGURA 40. BUSHING DEL TRANSFORMADOR	53
FIGURA 41. TERMÓMETROS DE LOS TRANSFORMADORES	56
FIGURA 42. TABLERO LOCAL DE LOS VENTILADORES	57
FIGURA 43. PROTECCIONES DIFERENCIALES Y DE SOBRECORRIENTE.....	58
FIGURA 44. CAMBIA TAPS. TRANSFORMADORES DE POTENCIA.....	59
FIGURA 45. CONEXIÓN DY5 Y CAMBIA TAPS.....	60
FIGURA 46. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.....	61
FIGURA 47. TRANSFORMADOR DE POTENCIAL	62
FIGURA 48. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL SECUNDARIO DE LOS PT'S.....	63
FIGURA 49. SECCIONADORES DE LÍNEA	64
FIGURA 50. TABLERO DE CONTROL LOCAL SECCIONADOR DE LÍNEA 115KV	66
FIGURA 51. DISYUNTOR DE POTENCIA	67
FIGURA 52. TABLERO DE CONTROL LOCAL DISYUNTOR DE POTENCIA.....	67
FIGURA 53. AUTOTRANSFORMADORES.....	69
FIGURA 54. MALLA PUESTA A TIERRA	70
FIGURA 55. TRANSFORMADORES SECOS SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES ALTERNA	71
FIGURA 56. UNIFILAR SISTEMA DE CORRIENTE ALTERNA.....	72
FIGURA 57. PLANTA ELÉCTRICA.....	73
FIGURA 58. BANCO DE BATERÍAS.....	74
FIGURA 59. TABLERO DE MANDO CARGADOR DE BATERÍAS.....	74

Lista de figuras

TABLA 1. TANQUES DE SUCCIÓN Y DESCARGA	15
TABLA 2. NIVELES DE OPERACIÓN DE COMPRESOR Y BOMBAS DEL SISTEMA HIDRONEUMÁTICO.....	17
TABLA 3. ELEMENTOS DE MONITOREO Y CONTROL DE LAS UNIDADES DE BOMBEO.....	26
TABLA 4. ELEMENTOS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL TABLERO TS11	28
TABLA 5. ELEMENTOS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL TABLERO TS12.....	28
TABLA 6. ELEMENTOS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL TABLERO TS3 – TS9.....	30
TABLA 7. ELEMENTOS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL TABLERO TS4 – TS8.....	31
TABLA 8. ELEMENTOS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL TABLERO TS5 – TS7.....	32
TABLA 9. ELEMENTOS DE TABLERO DEL MONITOREO DE LOS TRANSFORMADORES.....	33
TABLA 10. ELEMENTOS DE MANIOBRA TABLERO EM-02, EM-03, EM-04	34
TABLA 11. ELEMENTOS DE MANIOBRA TABLERO EM-14, EM-15, EM-16	35
TABLA 12. ELEMENTOS DE MANIOBRA TABLERO EM-17, EM-18, EM-19	36
TABLA 13. ELEMENTOS DE MANIOBRA TABLERO EM-02, EM-03, EM-04	37
TABLA 14. ELEMENTOS DE MANIOBRA TABLERO EM-01	38
TABLA 15. ELEMENTOS DE MANIOBRA TABLEROS EM-5 Y EM-13	38
TABLA 16. ELEMENTOS DE MANIOBRA TABLERO EM-6 Y EM-12.....	39
TABLA 17. ELEMENTOS DE MANIOBRA TABLERO EM-7 Y EM-11.....	40
TABLA 18. ELEMENTOS DE MANIOBRA TABLERO EM-9.....	40
TABLA 19. ELEMENTOS DE MANDO LOCAL TABLERO TL 1	41
TABLA 20. ELEMENTOS DE MANDO LOCAL TABLERO CENTRAL DE REFRIGERACIÓN	41
TABLA 21. ELEMENTOS DE MANDO LOCAL TABLERO CENTRAL DE LUBRICACIÓN.....	42
TABLA 22. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS PARARRAYOS DE LÍNEA 115KV.....	52
TABLA 23. TIPOS DE FALLAS MÁS COMUNES EN LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA.....	54
TABLA 24. POSICIÓN DEL TAP.	60
TABLA 25. CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	61
TABLA 26. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIAL.....	63
TABLA 27. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SECCIONADOR DE LÍNEA	66
TABLA 28. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS DISYUNTORES DE POTENCIA	68
TABLA 29. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AUTOTRANSFORMADOR.....	69
TABLA 30. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA PLANTA ELÉCTRICA.....	73

GENERALIDADES

El conjunto de equipos electromecánicos que constituyen la estación de bombeo, impulsan el agua tratada del tanque de almacenamiento en la planta de Bosconia, a los tanques de distribución Morrórico ó Estadio.

La estación tiene una capacidad máxima de 2000 [L/s] y se integra por un conjunto de cuatro (4) unidades. Los componentes del sistema son las unidades principales de bombeo (motor-bomba), unidad de llenado, tuberías, tanques de succión y descarga, sistema de control de golpe de ariete, sistema de refrigeración, sistema de lubricación, tableros de control y subestación eléctrica de transformación de energía.

A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los componentes del sistema.

1. UNIDADES PRINCIPALES DE BOMBEO

La estación de bombeo Bosconia cuenta con cuatro (4) bombas marca SULZER de eje horizontal, carcasa partida horizontalmente, doble succión, tres (3) etapas modelo HPDM 350-555-3d y velocidad de operación nominal de 1790 r.p.m. (Ver figura N° 1).

En condiciones críticas pueden operan máximo tres (3) bombas en paralelo, entregando un caudal aproximado de 2000 [L/s] con una altura dinámica total de 396 [m] respecto al tanque de Morrórico. Una cuarta bomba permanece como reserva.

Cada bomba está acoplada a un motor eléctrico, marca TIBB de 3780 [kW], 60 [Hz], 4160 [V] y el momento de inercia natural de cada conjunto motor-bomba es de 206 [kg-m²].



Figura 1. Vista general de la unidad de bombeo

Adicionalmente cada unidad consta de (Figura N° 2):

- Una válvula (5A) de mariposa marca ERHARD de operación manual y 900 [mm] de diámetro, ubicada en la tubería de aspiración. Están provistas de indicadores de posición y finales de carrera, los cuales envían señales eléctricas (análogas) a los tableros de supervisión y control.
- Bomba centrífuga multietapa (1A) marca SULZER, con 667 [L/s] de capacidad y altura manométrica de 397 [m].
- Motor eléctrico marca TIBB BROWNN BOVERI tipo QWS, 630Kb4 de eje horizontal (2A), acoplado directamente a la bomba por medio del acoplamiento tipo AFLH 160.
- Válvula anular de retención (7A), situada en la tubería de descarga y diámetro nominal 600 [mm].
- Válvula tipo bola (9A) marca ERHARD de operación automática ó manual; su control puede realizarse localmente o desde los tableros de supervisión y control.
- Válvula de guarda (11A), tipo compuerta ubicada sobre la tubería de impulsión de 600[mm] de diámetro, con accionamiento manual y pulsadores límites de carrera, los cuales envían señales eléctricas a los tableros de supervisión y control.
- Dos (2) manómetros, situados uno en la tubería de aspiración (PI-23) y otro en la tubería de impulsión (PI-24).
- Un (1) detector-indicador de flujo de aceite, para cada cojinete. (Lado libre y lado acoplado).
- Un (1) sensor de vibración.
- Tres (3) grifos de ventilación.
- Tablero local (TL1), para la operación manual del conjunto motor-bomba

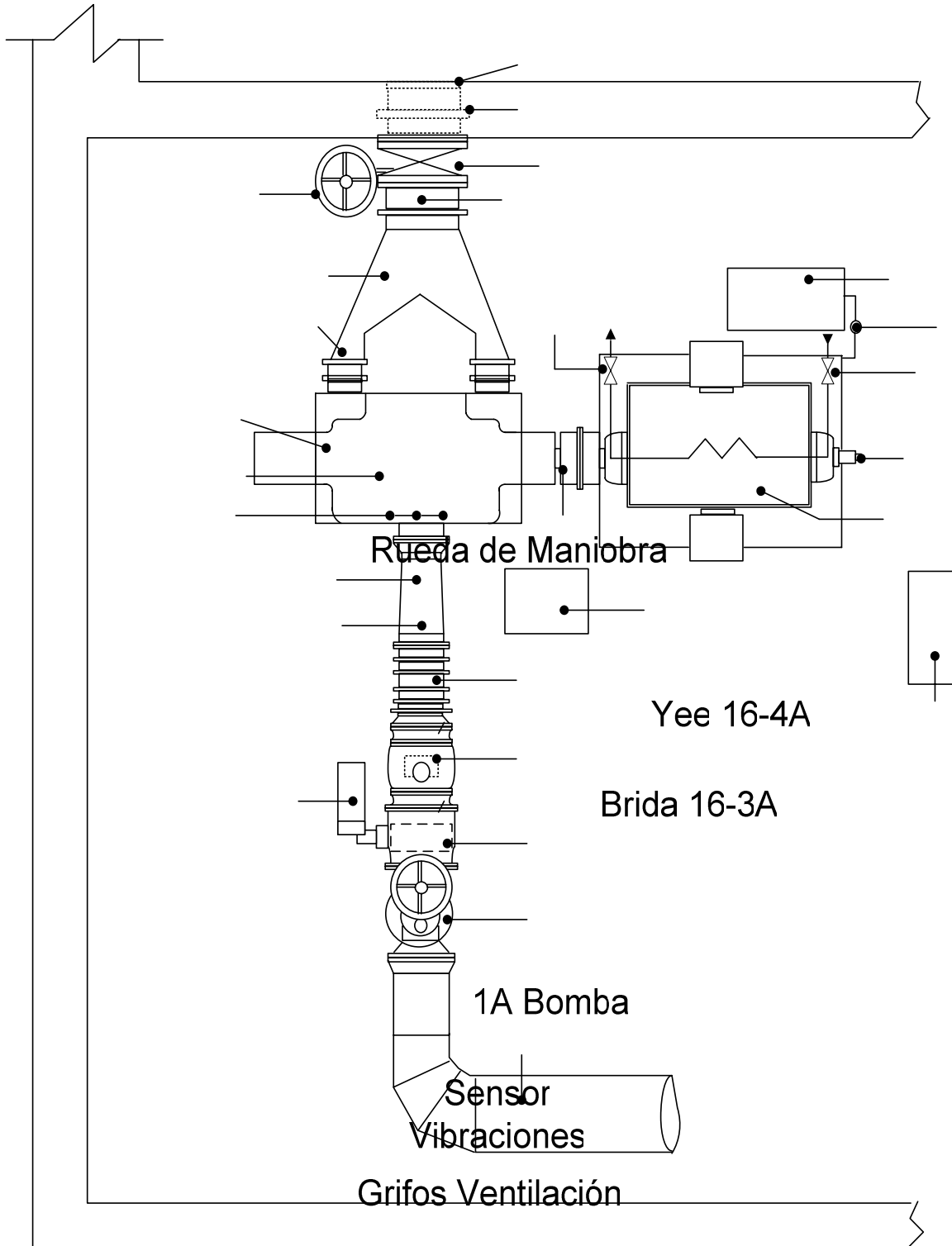


Figura 2. Esquema general de las unidades de bombeo

Reducción 18-1A

2. UNIDAD DE LLENADO

Durante algunas operaciones especiales de mantenimiento del bombeo o de los tanques de succión y descarga es desocupar la tubería de impulsión. Una vez terminado el mantenimiento se procede a llenar nuevamente la tubería por medio de una unidad de llenado, que para tal fin se tiene en la estación de bombeo. El llenado de la tubería tiene un tiempo de duración de siete (7) horas hasta una altura de 300 [mca] y el llenado de los tanques hidroneumáticos con aire de presión dura de diez a once (10-11) horas.

La unidad de llenado consta de (ver figura N° 3):

- Una válvula tipo compuerta marca ERHARD de aislamiento (N° 6) de accionamiento manual, diámetro 250 [mm] ubicado sobre la tubería de aspiración. Sus finales de carrera, envían una señal eléctrica a los tableros de supervisión y control.
- Una bomba marca SULZER (N° 3), de 252 [m³/h] de capacidad y 380 [m] de altura manométrica.
- Un motor eléctrico de eje horizontal BROWN-BOVERI tipo QUNG 500Kb2, señalado en la figura N° 3 con el N° 4. Tiene un acoplamiento ARDEX NAN 215/250, con la bomba de llenado.
- Una válvula anular de retención (N° 8), de 250 [mm] de diámetro, situada sobre la tubería de impulsión.
- Una válvula de compuerta (N° 12-1) de control manual, 250 [mm] de diámetro, instalada sobre la tubería de impulsión, con finales de carrera los cuales envían señales eléctricas a los tableros de supervisión y control.
- Una válvula de control manual (N° 12-2) de diámetro 250 [mm], instalada sobre el by-pass de la bomba de llenado.



Figura 3. Vista General Unidad de Llenado

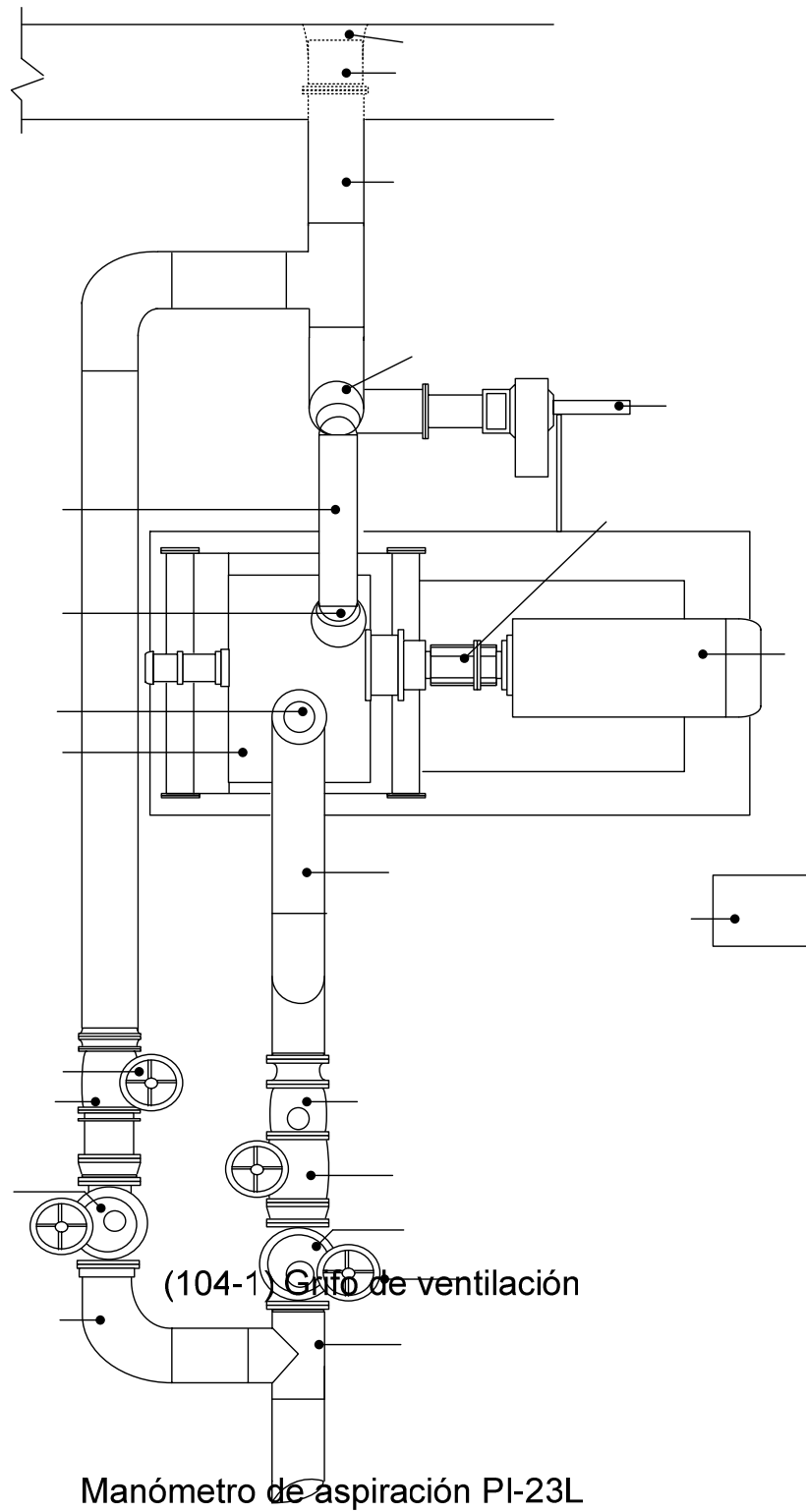


Figura 4. Ubicación de equipos de la unidad de llenado

- Una válvula de control manual (N° 10-2) con émbolo de diámetro 250 [mm] marca ERHARD, instalada sobre el by-Pass de la bomba de llenado.
- Dos (2) grifos de ventilación (N° 104-1 y 104-5), situados a cada lado de la bomba de llenado sobre las tuberías de succión e impulsión.
- Un tablero local (TLL) para el control y operación manual a la unidad de llenado.

3. TUBERÍAS

El bombeo de Bosconia cuenta con tuberías de succión, descarga e impulsión. A continuación se presenta brevemente la descripción de cada una de ellas

4.1 Tubería de Succión

La tubería de succión de cada bomba está conformada por una tubería corta de acero de diámetro 900 [mm], en la cual se encuentra instalada una válvula de guarda del tipo mariposa de diámetro 900 [mm]. Esta válvula permanece abierta durante la operación normal de la bomba y sólo se cierra para operaciones especiales de mantenimiento

4.2 Tubería de descarga

Cada bomba descarga su caudal a una tubería de 600 [mm] de diámetro (en acero al carbón) y está provista de las siguientes válvulas:

- Válvula de retención (7A) (Figura N° 2) del tipo tubería de diámetro 600 [mm], cuya finalidad es permitir el paso del agua en un sólo sentido. Esta válvula es parte del sistema de control contra golpe de ariete y tan pronto se apaga la bomba, impide que el agua retorne hacia la bomba y el motor gire en sentido contrario.

- Válvula de tipo esférica (9A) (Figura N° 2) controlada por un sistema servomotor y contrapeso, cuya finalidad es atender las paradas y arranques normales de la bomba. No interviene durante los cortes súbitos del fluido eléctrico.
- Válvula tipo compuerta (11A) (Figura N° 2) cuya función es aislar cada ramal de descarga del resto del colector.

4.3 Tubería de Impulsión

Las cuatro (4) bombas de la estación descargan a un colector construido en acero y con diámetros de 600 [mm]/ 800 [mm]/ 1000 [mm]. Este colector entrega a la tubería de impulsión, la cual tiene una longitud aproximada de 3306m, distribuidos en dos (2) tramos como puede observarse en la figura N° 5.

- a) Tramo inicial que corresponde al tramo de alta presión con longitud de 1614 [m], 1000 [mm] de diámetro, en acero al carbón y espesor de lámina que va desde 16 [mm] hasta 8 [mm]. A final de este primer tramo, se conecta la almenara que tiene diámetro interior de 1500[mm] y una altura respecto al piso de 64[m].
- b) Tramo final conformado por una tubería tipo CCP (American Pipe), el cual corresponde al tramo de baja presión y se encuentra en el sector de la meseta de Bucaramanga, comprendido entre la almenara (predios del Batallón Caldas) y el tanque de Morrórico. Tiene una longitud de 1692 [m] y un diámetro interior de 1067 [mm].

4. TANQUES DE SUCCIÓN Y DESCARGA.

Los tanques de succión y descarga están destinados a regular el suministro de agua a la ciudad y sirven como medio de control en el funcionamiento de las bombas. En la Tabla N° 1 se presentan los tanques que intervienen en el sistema de bombeo Bosconia.

TANQUE	FUNCIÓN	NIVELES DE OPERACIÓN [m]		CAPACIDAD (m ³)
		MÍNIMO	MÁXIMO	
BOSCONIA	SUCCIÓN	680	684	9000
ESTADIO	DESCARGA	1022,5	1027	8400
MORRO-ALTO	DESCARGA	1052,69	1054.89	4200

Tabla 1. Tanques de succión y descarga

El tanque de almacenamiento de la planta de Bosconia tiene una capacidad de 9000 [m³] y sirve de succión al bombeo. La cámara de succión está construida dentro del tanque de almacenamiento, con 5 [m] de profundidad y su nivel de operación mínimo es de 680 y máximo de 684. El nivel del tanque Bosconia se mide con una sonda hidrostática y se monitorea desde el centro de control SCADA ubicado en la planta de tratamiento de Morrórico.

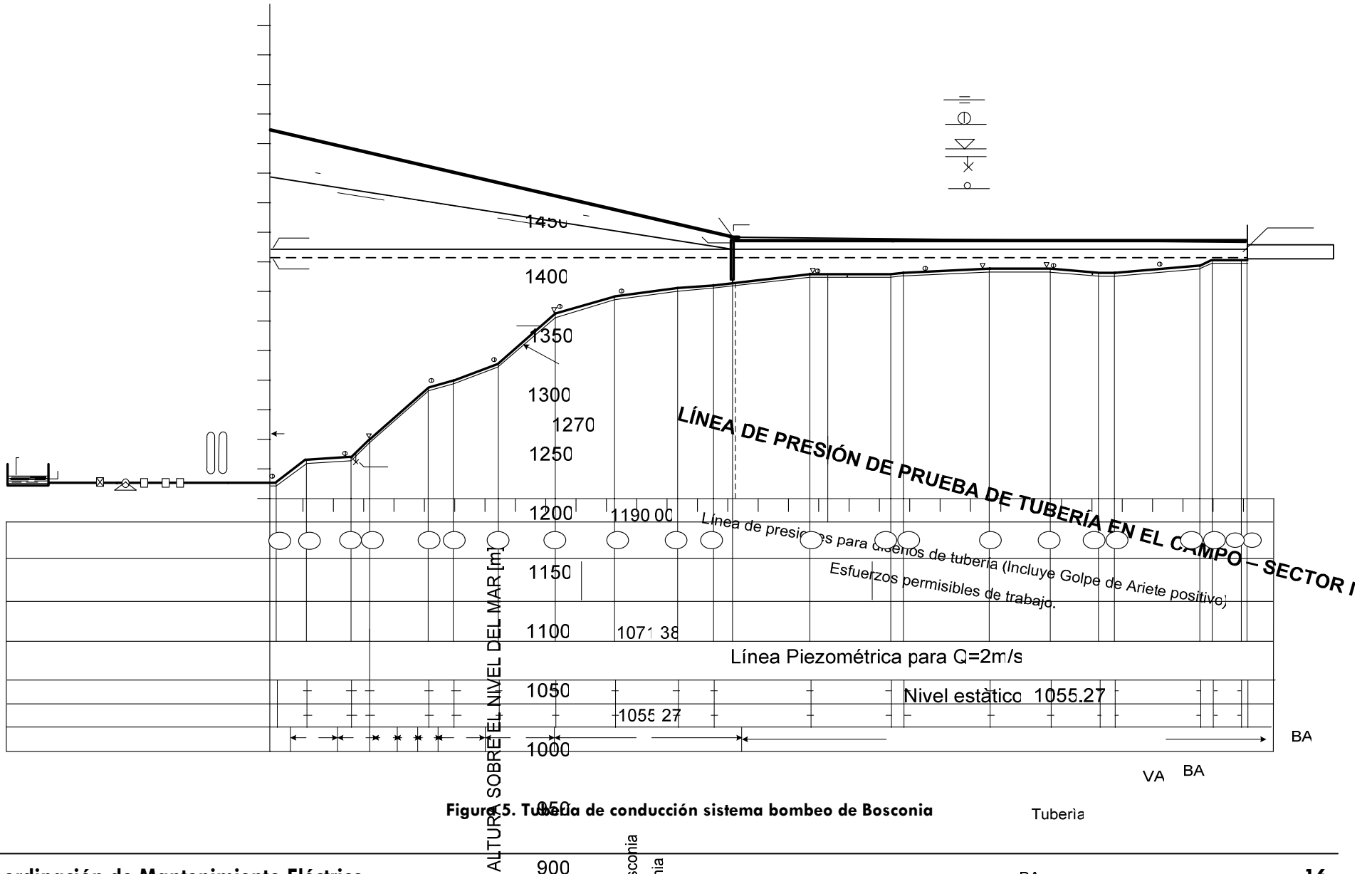
Para su control se cuenta con:

- Cinco (5) detectores de nivel y un transmisor en el tanque de Estadio.
- Cinco (5) detectores de nivel y un transmisor de nivel en el tanque de Morrórico.

5. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA GOLPE DE ARIETE.

La protección contra golpe de ariete consiste esencialmente en un sistema de tanques hidroneumáticos y una almenara, tal como se muestra en la figura N° 5.

El sistema cuenta con dos (2) válvulas de retención (42-1, 42-2) instaladas en cada ramal de descarga de las bombas, del tipo tobera de cierre rápido y 600 [mm] de diámetro, y dos (2) tanques hidroneumáticos (38A1, y 38A2) con capacidad 19.8 [m³], contruidos en lámina de acero de 40 [mm], con diámetro interior de 1620 [mm]. Tienen tapas abombadas en sus extremos y altura en la parte cilíndrica de aproximadamente 9 [m] y altura total entres sus extremos abombados de 10 [m].



Coordinación de Mantenimiento Eléctrico

TANQUE

la
so
ción
pl
la

TANQUES

al para planta Bosconia
para planta Bosconia

era Matanza

BA

SECTOR I

Tubería

BA

Línea de presión
negativa para diseño

Cada tanque se conecta con la tubería de impulsión del bombeo a través de un ramal de 600 [mm] de diámetro, el cual contiene un sistema que facilita el flujo de agua desde el tanque hidroneumático hacia la tubería de impulsión y lo restringe en sentido contrario. Esto se logra mediante una válvula de retención del tipo tobera de 600 [mm] de diámetro que permite el paso de agua desde el tanque hidroneumático hacia la tubería de impulsión y un by-pass de 200 [mm] de diámetro para controlar el flujo inverso desde la tubería hacia el tanque. Cada ramal cuenta con una válvula de corte de tipo compuerta (38C1, 38C2) que permite aislar al tanque para propósito de mantenimiento.

Los dos tanques se llenan de aire a presión mediante tres (3) compresores (38D1, 38D2 y 38D3), de marca ERVOR, modelo G 110/50, de desplazamiento positivo enfriados por aire. Su capacidad de entrega es de 78 [m³/h] (a 720 r.p.m) cuando descargan contra una presión de entrega de 30 Bares, y de 74 [m³/h] cuando la presión es de 40 Bares. Estos compresores se accionan desde un tablero de control de mando local (TC) que permite su operación manual o automática y sus niveles de operación se muestran en la tabla N° 2.

IDENTIFICACIÓN DEL NIVEL	FUNCIÓN	ALTURA DEL TANQUE RESPECTO AL FONDO [m]	VOLUMEN DEL AGUA EN EL TANQUE [m³]	VOLUMEN DE AIRE EN EL TANQUE [m³]
LSHHH	Parada escalonada de las bombas que estén en operación	3.49	6.79	13.01
LSHH	Arranque de compresor y de alarma sonora	3.19	6.17	13.63
LSH	Arranque de compresor de servicio	2.89	5.56	14.24
LSL	Parada de compresores	2.49	4.73	15.07
LSLL	Alarma	1.57	2.84	16.96
LSLLL	Parada escalonada de las bombas que estén en operación	1.32	2.32	17.48

Tabla 2. Niveles de operación de compresor y bombas del sistema hidroneumático

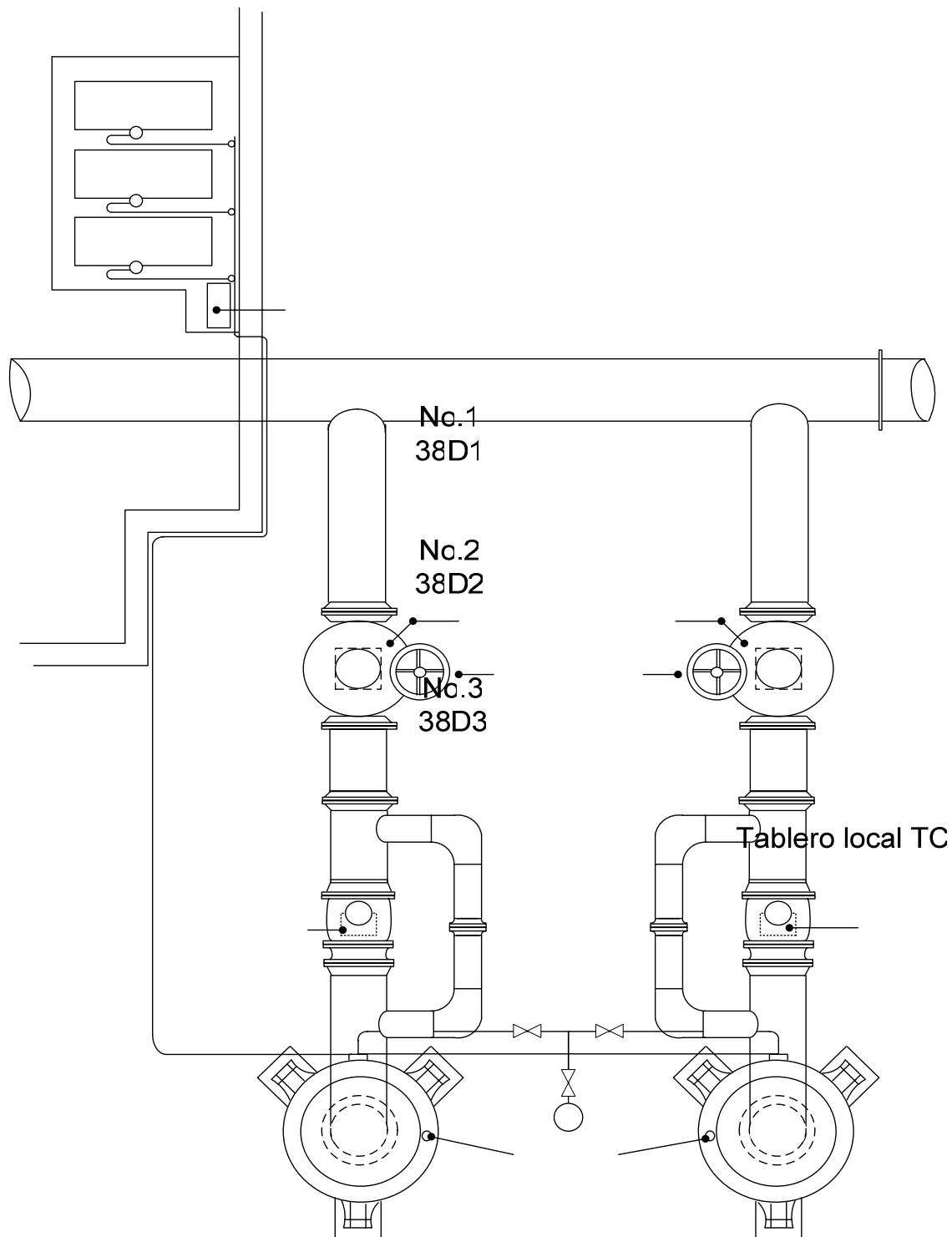


Figura 6. Sistema de Protección contra Golpe de Ariete

Adicionalmente el sistema tiene:

- Un (1) detector de nivel con seis (6) finales de carrera para los tanques hidroneumáticos.
- Dos (2) manómetros (PI-26-1 y PI-26-2) colocados en cada uno de los tanques hidroneumáticos.
- Una regleta (LG 105) con mira tipo magnética marca WEKA de altura 4.0 [m] para visualizar el nivel de los tanques, ubicada en medio de ellos. (Esta mirilla permite medir solamente 3.85 [m] de nivel de agua desde la parte inferior del tanque).
- Una almenara o chimenea de equilibrio de doble vía de 61 [m] de altura, de diámetro 1500 [mm] y que se conecta a la tubería de impulsión en la abscisa kilómetro 1519,63 [m]. Su objetivo es recibir la sobrepresión causada por el encendido y apagado de las unidades de bombeo. La onda de sobrepresión penetra en ella elevando el nivel de agua hasta una sobre-elevación por encima del nivel estático.
- Cada tanque hidroneumático tiene una válvula de seguridad de alivio marca MUNZING, de diámetro 1/2", localizada en la parte más alta de la tapa superior y diseñada para una presión de apertura de 54 Bares
- La tubería de inyección de aire a presión para cada tanque es de acero al carbón calibre 80 y diámetro 1". La tubería entra en cada tanque a una altura de 4.85 [m] por encima del fondo del tanque; lo anterior quiere decir que cuando el nivel del agua sube por encima de dicho nivel, la tubería se llena de agua, lo que es recomendable.

6. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

La función de este sistema es evitar el calentamiento excesivo de los motores acoplados a las bombas utilizando para tal fin el agua. En la figura N° 7, se presenta el sistema de refrigeración el cual consta de:

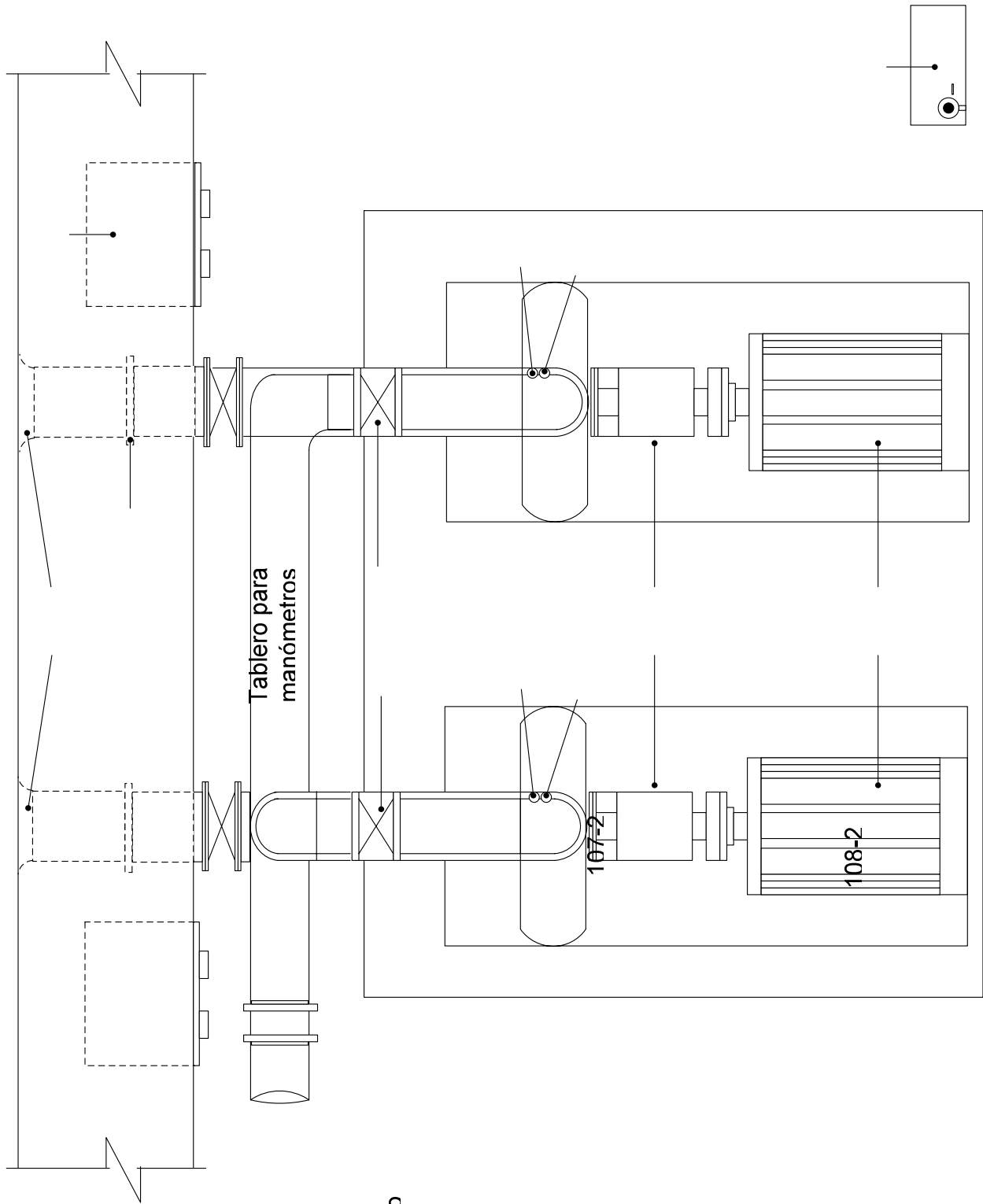


Figura 7. Sistema de Refrigeración

- Dos (2) motores (M4 y M-5) y dos (2) bombas (P4 – P5) de 22 [kW] con capacidad de elevación de 50 [m] alimentadas a 220 [V].
- Dos (2) válvulas manuales de 100 [mm] de diámetro, instaladas una en cada una de las tuberías de aspiración de cada bomba, señaladas en la figura 7 con los No.107-1 y 107-2.
- Dos (2) válvulas de impulsión manuales (108-1 y 108-2) instaladas sobre las tuberías de impulsión de cada una de las bombas.
- Dos (2) manómetros situados en la tubería de impulsión de cada una de las bombas.
- Dos (2) manómetros colocados en la tubería de succión de cada una de las bombas.
- Un tablero local (TR), para el control y operación.

7. CENTRAL DE LUBRICACIÓN.

Para lubricar las unidades de bombeo se cuenta con tres (3) motores de 1.1kW (actualmente se utilizan dos (2) motores y el tercero de alimentación de corriente continua es utilizado como respaldo) alimentados a 440V. El sistema de lubricación cuenta con: (Ver figura N° 8).

- Tres (3) válvulas de aislamiento en el circuito de succión de la bomba.
- Tres (3) motores (M1, M2, M3) acoplados con sus respectivas bombas (P1, P2, P3).

Nota: El motor de emergencia (M3) es alimentado con tensión de continua.

- Un manómetro ubicado sobre la tubería de alimentación de aceite, destinados a indicar la presión del aceite.
- Accesorios tales como: válvulas, manómetros, presóstatos, detectores de temperatura, flujos de aceite y agua.
- Un tablero eléctrico para el control y operación de las bombas.

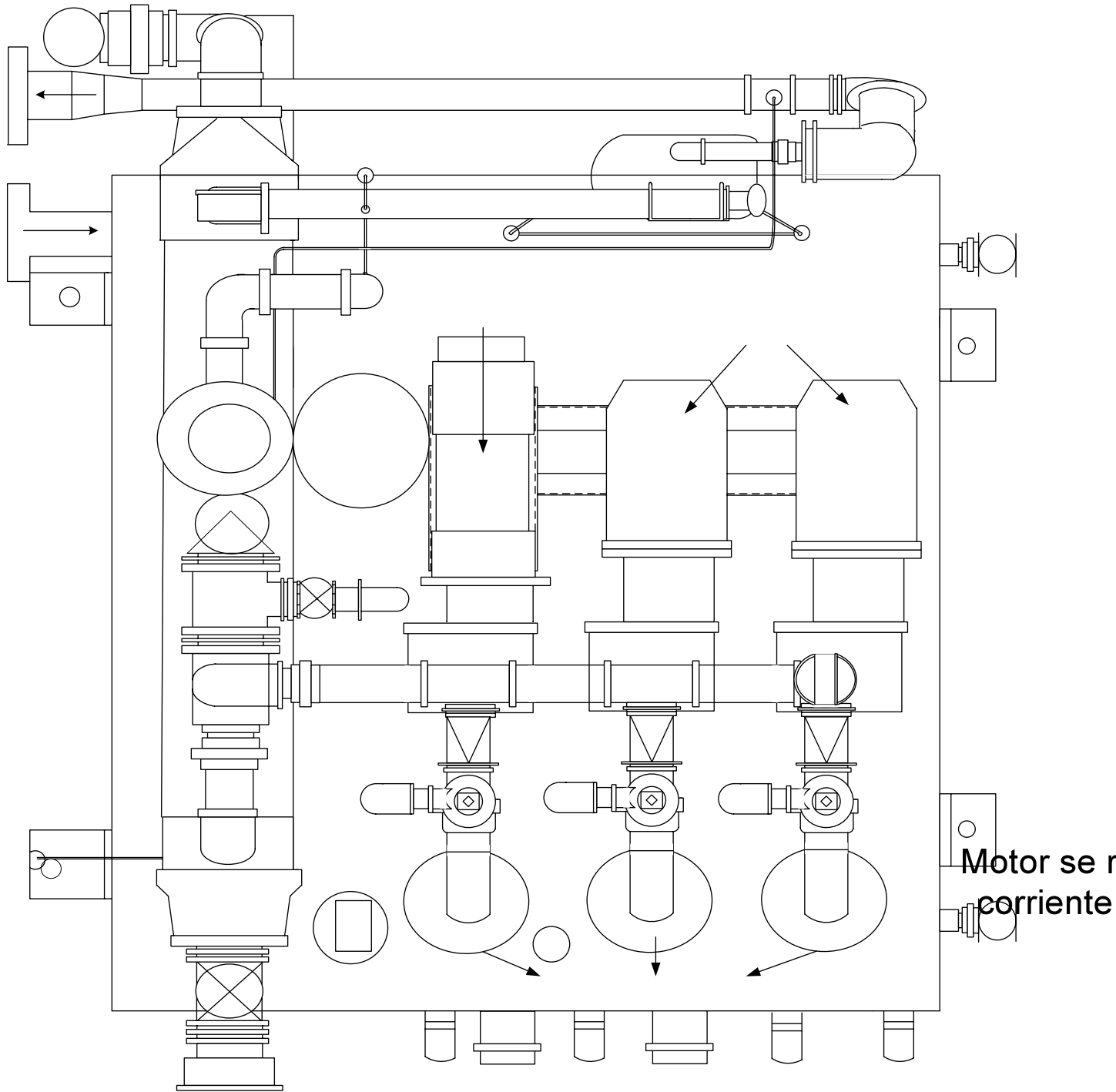


Figura 8. Diagrama de la Central de Lubricación



Figura 9. Central de Lubricación

8. TABLEROS ELÉCTRICOS.

Cada equipo eléctrico cuenta con un tablero de control que permite efectuar local o remotamente las operaciones de arranque o parada normales, con señalización y dispositivos necesarios para su operación. Se dividen en tableros de supervisión y control, maniobra y mando local

9.1 Tableros de supervisión y control (TSC)

Estos tableros están destinados a la supervisión y control, de los equipos e instrumentos de las unidades de bombeo. El grupo está compuesto por 13 paneles (Identificados con las siglas TS1, TS2,..., TS13). Están situados en el cuarto de control y sus principales funciones son:

- El tablero TS13 contienen la unidad central de la lógica programable, los rack que contienen las fichas de entrada de las señales, las fichas a relé de salida dan los comandos de marcha-parada de las bombas y a través del sistema Indactic, el comando de cierre y apertura de la válvula motorizada del tanque Estadio.
- Los tableros **TS1, TS10, TS14, TS2**, sirven para controlar y comandar el funcionamiento de los grupos de las motobombas 1A, 1B, 1C y 1D respectivamente.

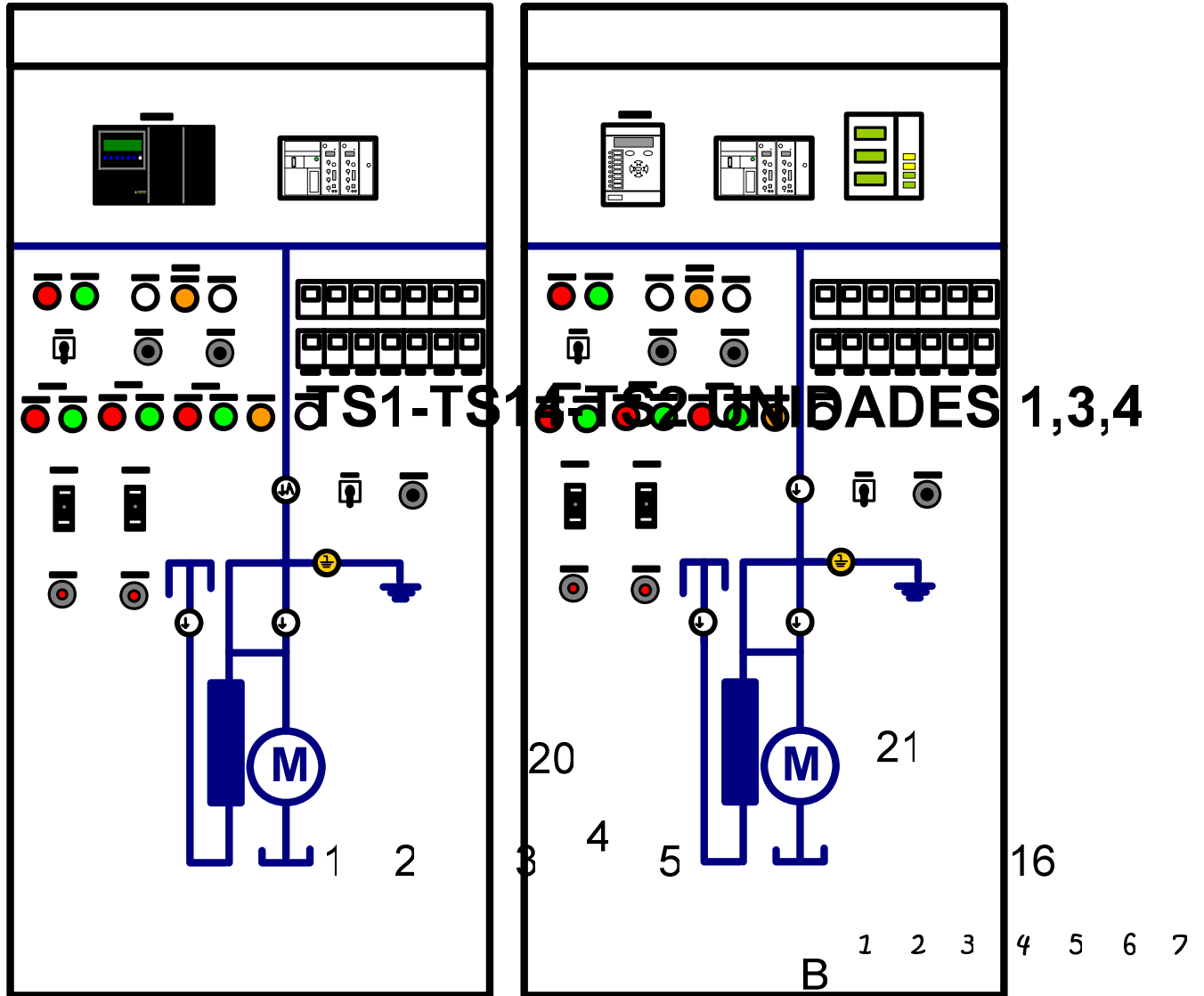


Figura 10. Tablero de supervisión y control de las unidades de bombeo

12 13

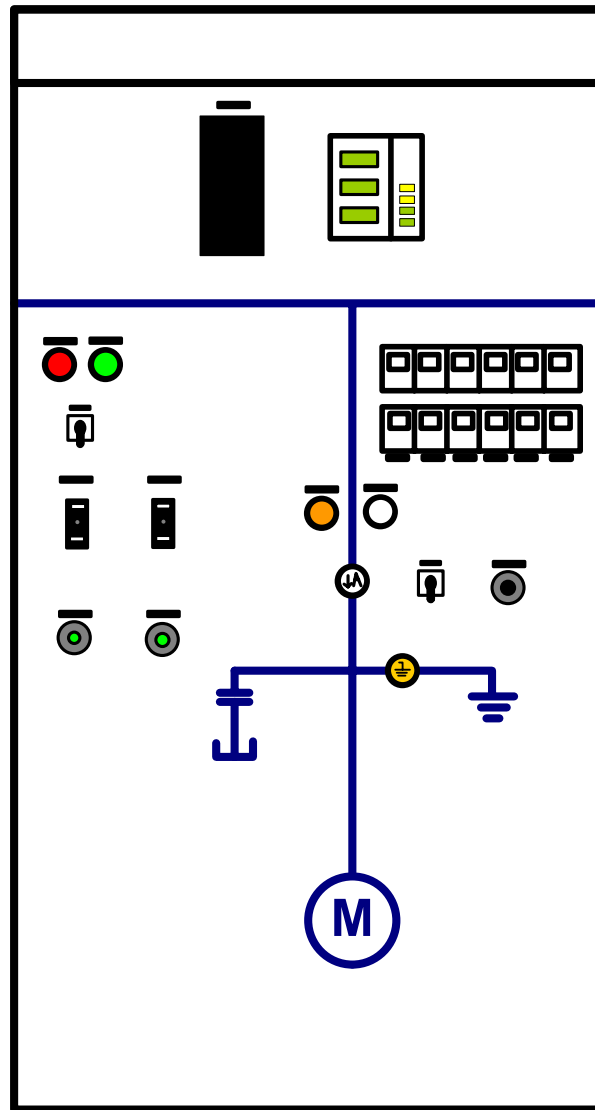
11 17

UNIDADES DE BOMBEO			
1	Insertado (Calentadores)	16 B4	Arrollamiento fase B
2	Desinsertado (Calentadores)	16 B5	Arrollamiento fase C
3	Abierta motoválvula	16 B6	Arrollamiento fase C
4	Bloqueada motoválvula	16 B7	Aceite central de lubricación
5	Cerrada motoválvula	16 B8	Cojinete motor lado acoplado
6	Control calentadores	16 B9	Cojinete motor lado no acoplado
7	Abrir (Calentadores)	16 B10	Aire de enfriamiento del motor
8	Cerrar (Calentadores)	16 B11	Carcaza bomba
9	Parada bombas de aceite	16 B12	Cojinete bomba lado acoplado
10	Marcha bombas de aceite	16 B13	Cojinete bomba lado no acoplado
11	Interruptor fuera de servicio	16 B14	Cojinete auxiliar bomba lado no acoplado
12	Daño bomba (señalización)	17	Supervisión circuito de disparo
13	Daño motor (señalización)	18	Arranque o parada motor. Funcionamiento manual
14	Restauración daño bomba		
15	Restauración daño motor	19	Parada de emergencia
16	Temperatura de Estator	20	Relé de protección del motor
16 B1	Arrollamiento fase A	21	Protección diferencial
16 B2	Arrollamiento fase A	22	Analizador de redes
16 B3	Arrollamiento fase B	23	Relé MICOM

Tabla 3. Elementos de monitoreo y control de las unidades de bombeo

- El panel TS6 –Indactic- contiene el sistema de transmisión de datos Bosconia- tableros de los tanques Estadio y Morrórico. (Actualmente se encuentra fuera de servicio).

- El panel TS11 sirve para el control y comando de funcionamiento de la unidad de llenado.



TS11 UNIDAD

11

1 2
3

Figura 11. Tablero de supervisión y control de la unidad de llenado

UNIDAD DE LLENADO			
1	Insertado (Calentadores)	9	Parada de emergencia
2	Desinsertado (Calentadores)	10	Control de temperatura (arrollamientos)
3	Control calentadores	11	Protección motor – (relé)
4	Restauración daños bomba	12	Analizador de redes
5	Restauración daños motor	10B1 - B2	Arrollamiento fase A
6	Interruptor fuera de servicio	10B3 - B4	Arrollamiento fase B
7	Supervisión circuito de disparo	10B5 - B6	Arrollamiento fase C
8	Arranque o parada normal del motor	10B7 - B12	Reserva

4 5

- Los tableros TS3 y TS9 sirven para el control y la conexión de los transformadores de los servicios auxiliares 1 y 2 respectivamente.

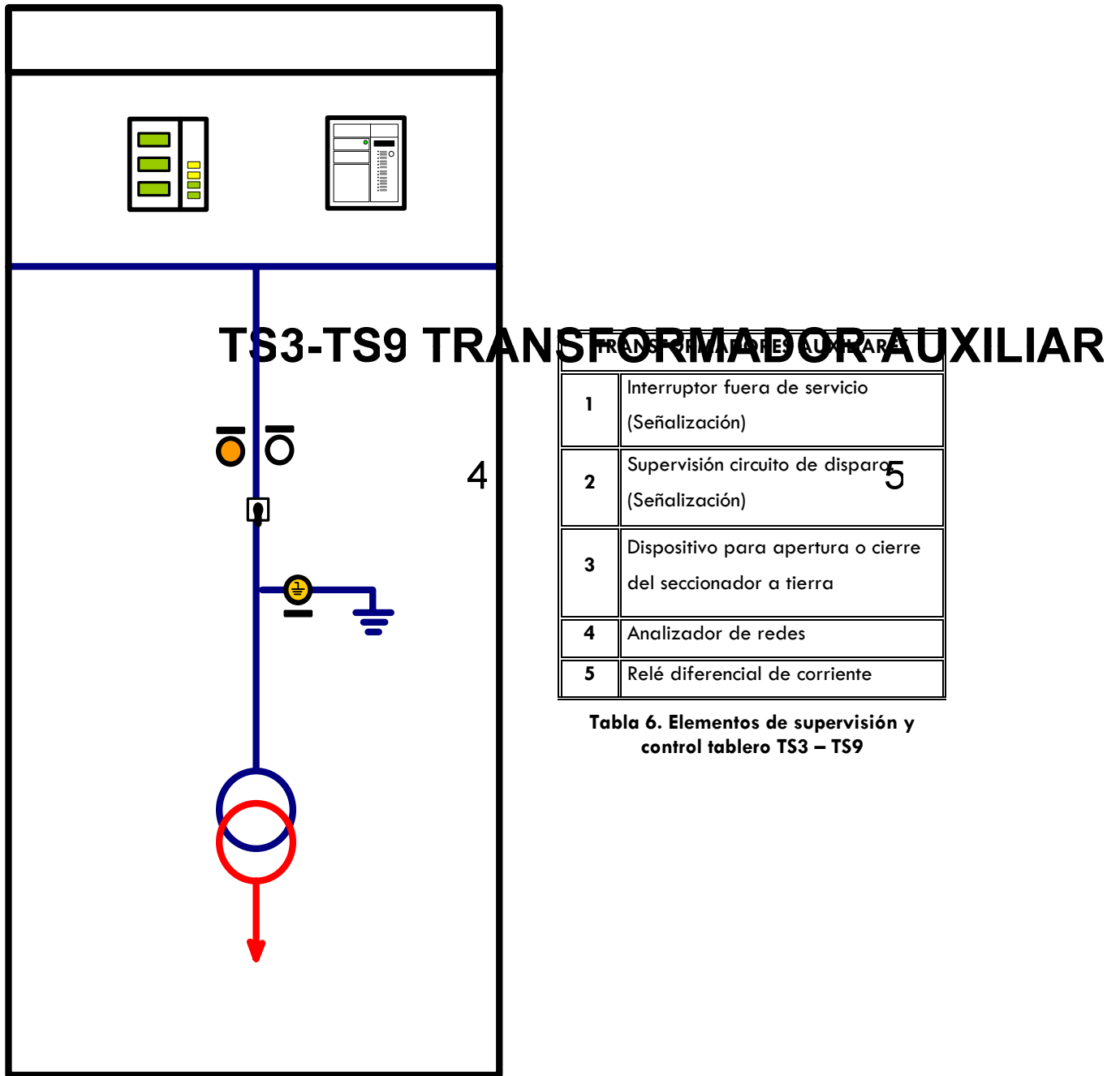


Figura 15. Tablero de supervisión y control de los transformadores auxiliares

- Los TS4 y TS8 sirven para el control y la conexión de los transformadores de servicios auxiliares.

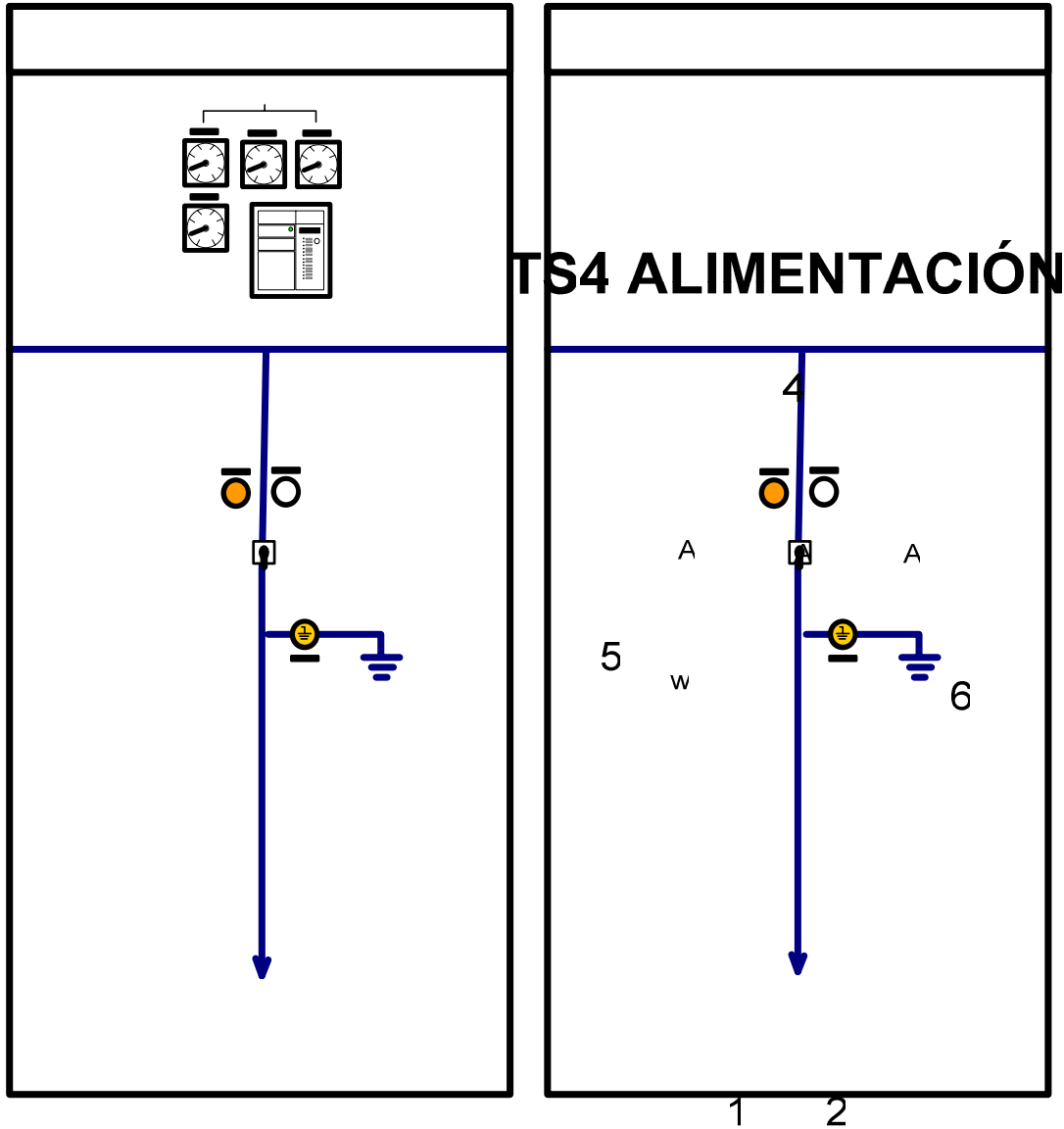
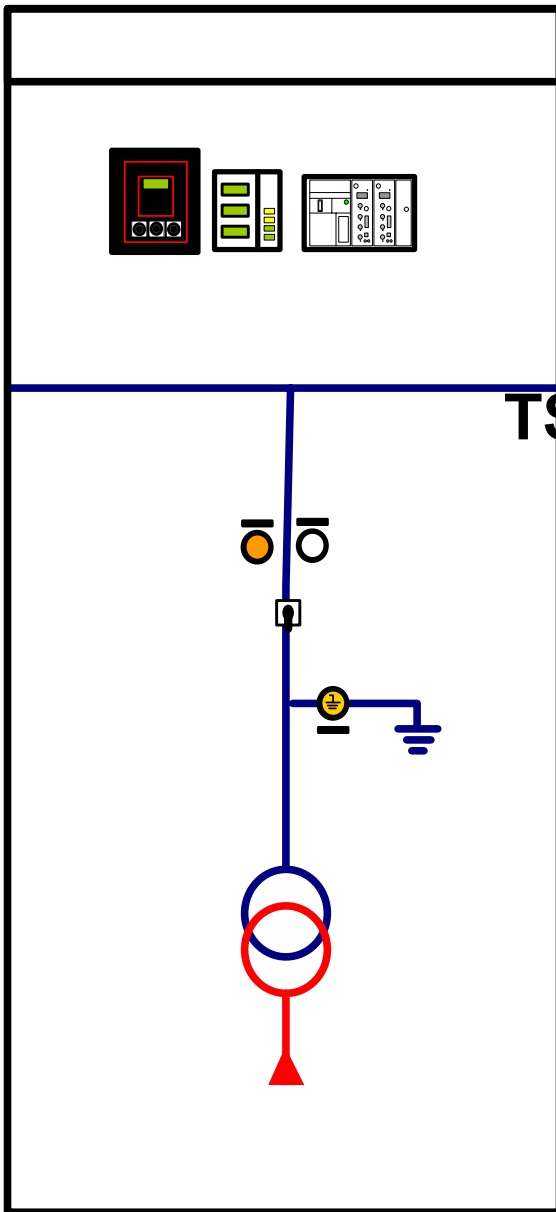


Figura 16. Tablero de supervisión y control de alimentación, Banco de condensadores

ALIMENTACIÓN Y CAPACITORES	
1	Interruptor fuera de servicio
2	Supervisión circuito de disparo
3	Dispositivo para apertura o cierre del seccionador a tierra
4	Amperímetros para las fases A-B-C
5	Vatímetro
6	Relé diferencial de corriente

Tabla 7. Elementos de supervisión y control tablero TS4 – TS8

- Los tableros TS5 y TS7 sirven para el control y el comando del interruptor de las líneas de llegada de energía a las acometidas No.1 y 2 respectivamente.



ACOMETIDA	
1	Interruptor de energía
2	Supervisión circuito de disparo
3	Dispositivo para apertura o cierre del seccionador a tierra
4	Relé de protección contra corriente
5	Analizador de redes
6	Relé diferencial de corriente

Tabla 8. Elementos de supervisión y control tablero TS5 – TS7

Figura 17. Tablero de supervisión y control de las acometidas

1 2

- Tablero de monitoreo de subestación.

3

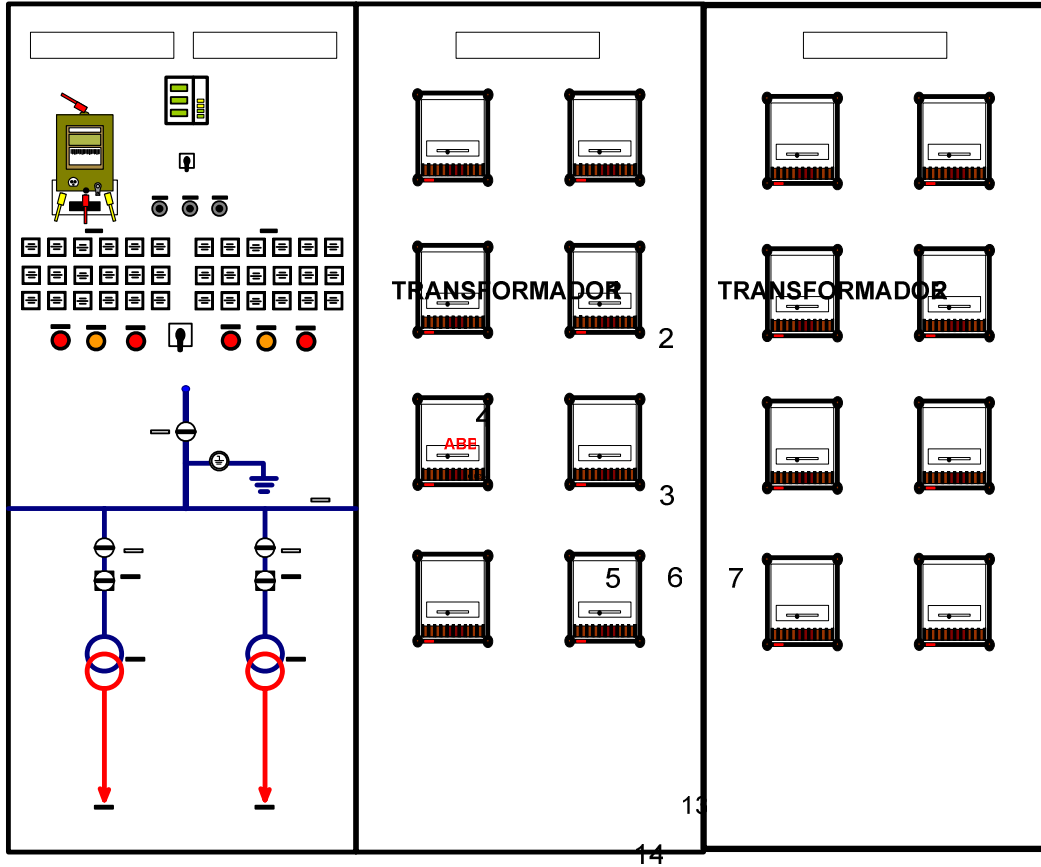


Figura 18. Tablero de monitores de los transformadores

8 9 10 8 9 10

MONITOREO DE TRANSFORMADORES			
2	Analizador de redes	13	Bulsador de discrepancia
3	Conmutador de Kv fases A, B y C	14	Selector
4	Contadores generales	21	Sobrecorriente fase R
5	Reposición óptica	22	Diferencial fase R
6	Reposición acústica	23	Sobrecorriente fase S
7	Prueba señalizaciones	24	Diferencial fase S
8	Ventiladores auto-manual	25	Sobrecorriente fase T
9	Ventiladores en operación	26	Diferencial fase S
10	Posición swich local-remoto	27	Sobrecorriente a tierra
11	Seccionador	28	Diferencial a tierra
12	Disyuntor		

Tabla 9. Elementos de tablero del monitoreo de los transformadores

9.2 Tableros de equipo de Maniobra (EM)

Estos tableros permiten la operación y maniobra de los interruptores de media tensión, las celdas de maniobra están compuestas por 19 celdas, con las siguientes características técnicas:

- Los tablero EM-2, EM-3, EM-4, constituyen el conjunto de alimentación de potencia del motor de la unidad 3. (EM-02, carro c), (EM-03, carro A), (EM-04, carro B)

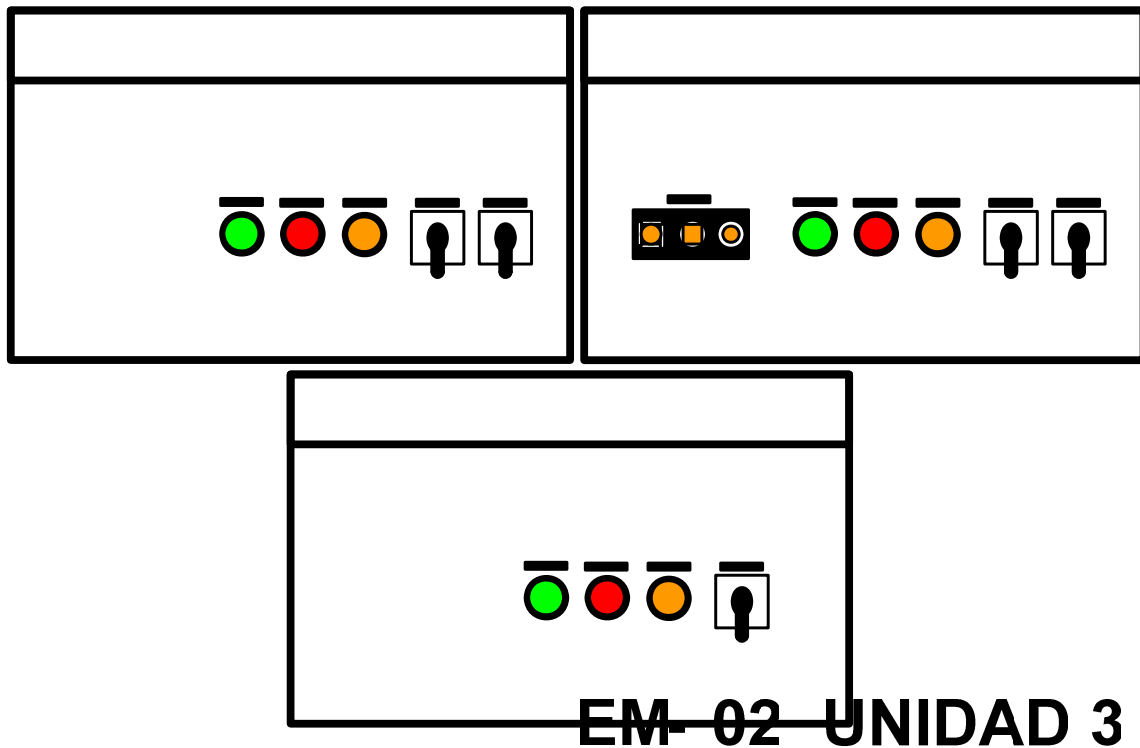


Figura 19. Tablero de equipo de maniobra de la unidad 3.

EM -02, EM-03, EM-04	
1	Interruptor Abierto
2	Interruptor Cerrado
3	Posición de Prueba 1
4	Abre o Cierra
5	Prueba Remoto
6	Seccionador de puesta a Tierra

Tabla 10. Elementos de maniobra tablero EM-02, EM-03, EM-04

- Los tablero EM-14, EM-15, EM-16, constituyen la alimentación de potencia del motor de la unidad 2. (EM-14, carro C), (EM-15, carro A), (EM-16, carro B)

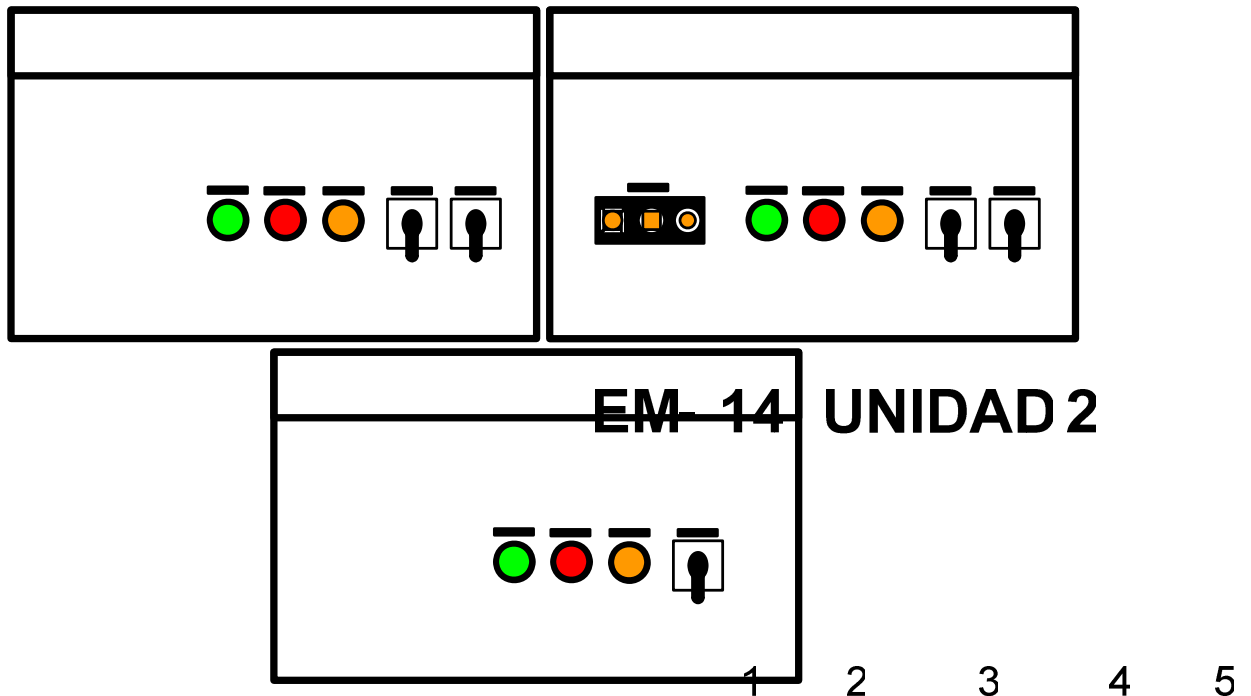


Figura 20. Tablero de equipo de maniobra de la unidad 2.

EM -14, EM-15, EM-16	
1	Interruptor Abierto
2	Interruptor Cerrado
3	Posición de Prueba
4	Abre o Cierra
5	Prueba Remoto
6	Seccionador de Tierra

Tabla 11. Elementos de maniobra tablero EM-14, EM-15, EM-16

- Los tablero EM-17, EM-18, EM-19, constituyen la alimentación de potencia del motor de la unidad 1. (EM-17, carro C), (EM-18, carro A), (EM-19, carro B)

Johanjaro

EM- 16 U

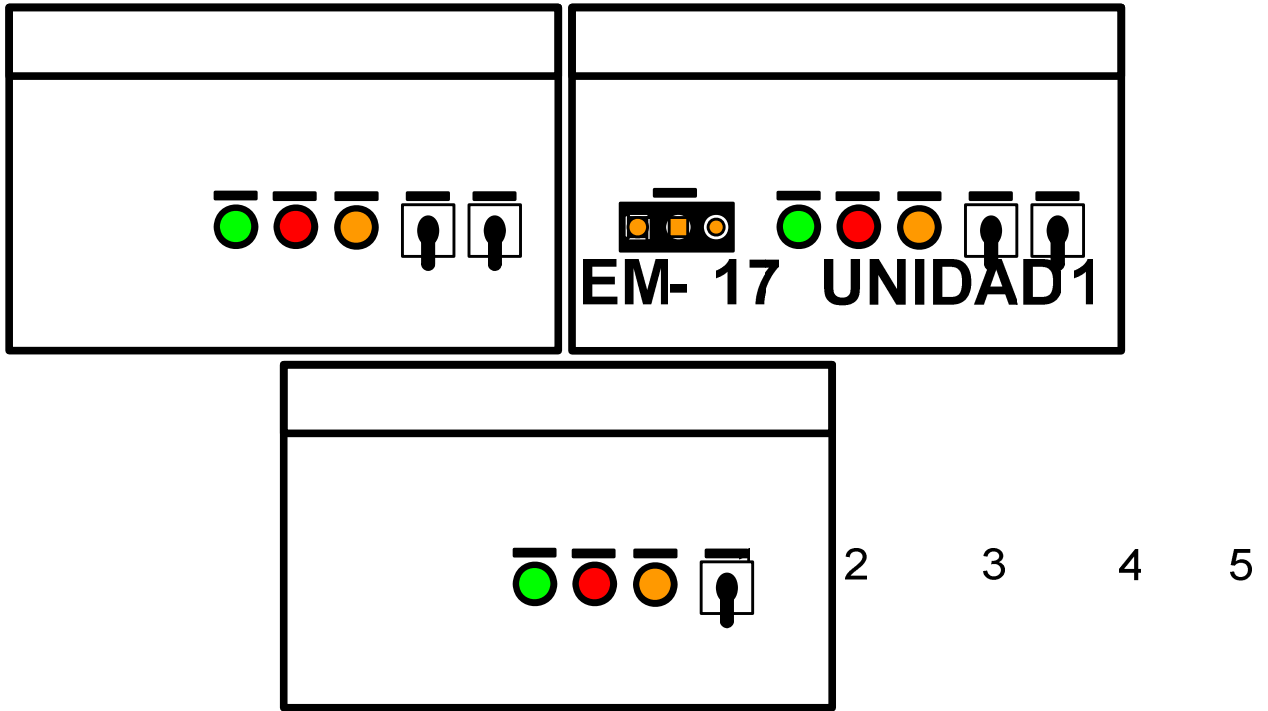


Figura 21. Tablero de equipo de maniobra de la unidad 1.

EM -17, EM-18, EM-19	
1	Interruptor Abierto
2	Interruptor Cerrado
3	Posición de Prueba
4	Abre o Cierra
5	Prueba Remoto
6	Seccionador de Tierra

Tabla 12. Elementos de maniobra tablero EM-17, EM-18, EM-19

Johanjaro

EM- 19 U

- Los tablero EM-20, EM-21, EM-22, constituyen el conjunto de alimentación de potencia del motor de la unidad 4. (EM-20, carro C), (EM-21, carro A), (EM-22, carro B)

1

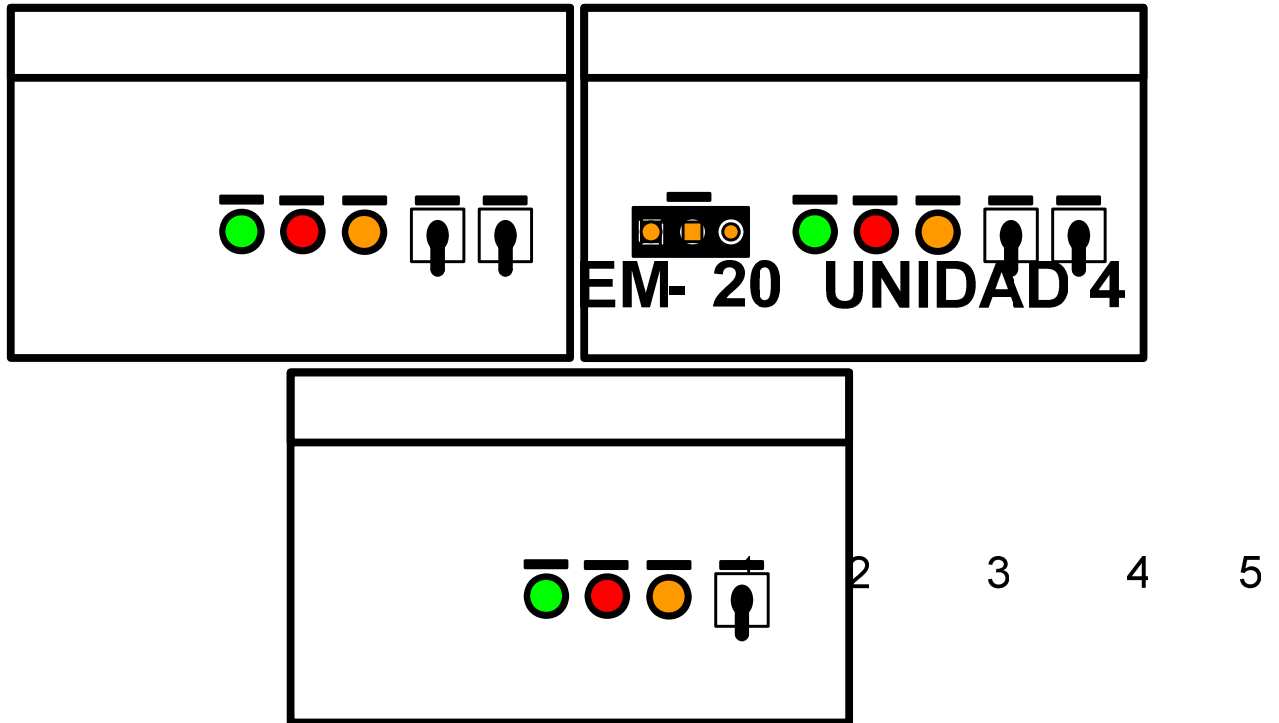


Figura 22. Tablero de equipo de maniobra de la unidad 4.

Johanjaro

EM- 22 U

EM -02, EM-03, EM-04	
1	Interruptor Abierto
2	Interruptor Cerrado
3	Posición de Prueba
4	Abre o Cierra
5	Prueba Remoto
6	Seccionador de Tierra

Tabla 13. Elementos de maniobra tablero EM-02, EM-03, EM-04

1

- El Tablero EM-1, se utiliza para el comando del motor QU NG de la bomba de llenado.

- El Tablero EM-6 y EM-12, utilizadas para la alimentación A2 y A1 respectivamente.

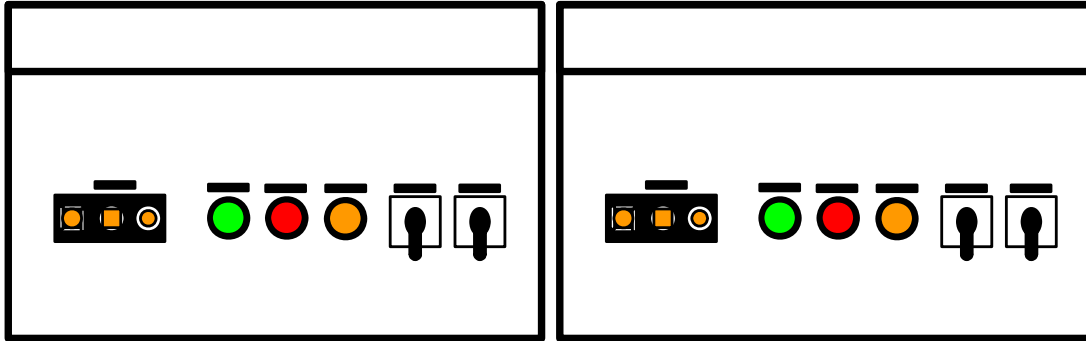


Figura 25. Tablero de equipo de maniobra de los capacitores y alimentación

EM-06 – CAPACITORES 125Kvar

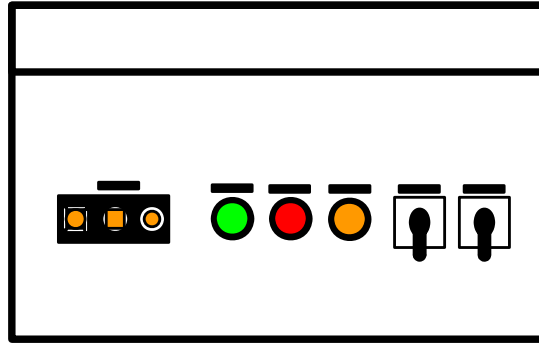
EM – 06 y EM – 12	
1	Interruptor Abierto
2	Interruptor Cerrado
3	Posición de Prueba
4	Abre o Cierra
5	Prueba Remoto
6	Seccionador de Tierra

1 2 3 4 5

Tabla 16. Elementos de maniobra tablero EM-6 y EM-12

- Los tablero EM-7 y EM-11, se utilizan para la alimentación de las líneas de energía a 4.16kV N° 1 y N° 2 respectivamente.

Johanjaro



EM-07/ EM-11

Figura 26. Tablero de equipo de maniobra de las acometidas

EM - 07, EM - 11	
1	Interruptor Abierto
2	Interruptor Cerrado
3	Posición de Prueba
4	Abre o Cierra
5	Prueba Remoto
6	Seccionador de Tierra

6

Tabla 17. Elementos de maniobra tablero EM-7 y EM-11

- Los tablero EM-8 y EM-10, contienen los tres (3) transformadores de tensión T1A – T1B – T1C.
- El Tablero EM-9, se utiliza para ejecutar el acoplamiento entre las semibarras 1 y 2 alimentadas respectivamente por las líneas de llegada 1 (EM-11) y 2 (EM-7).

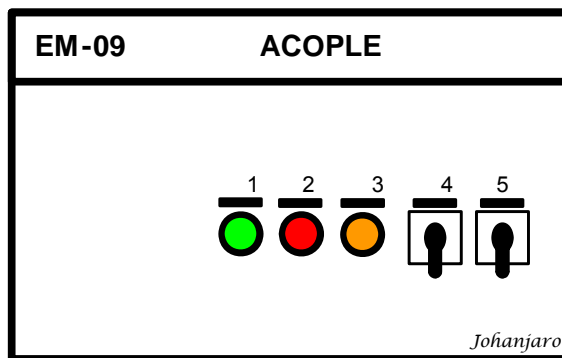


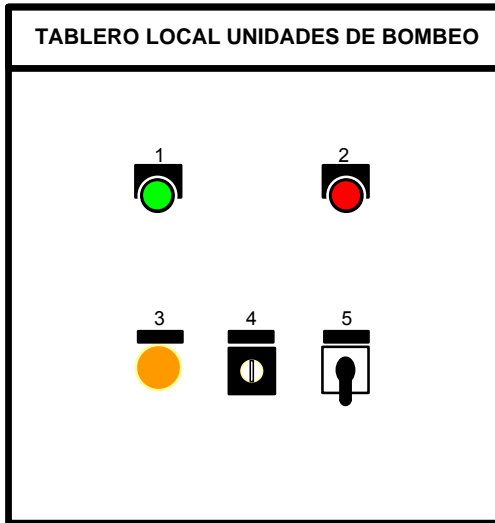
Figura 27. Tablero de equipo de maniobra acople

EM - 09	
1	Interruptor Abierto
2	Interruptor Cerrado
3	Posición de Prueba
4	Abre o Cierra
5	Prueba Remoto

Tabla 18. Elementos de maniobra tablero EM-9

9.3 Tableros de mando local (TL)

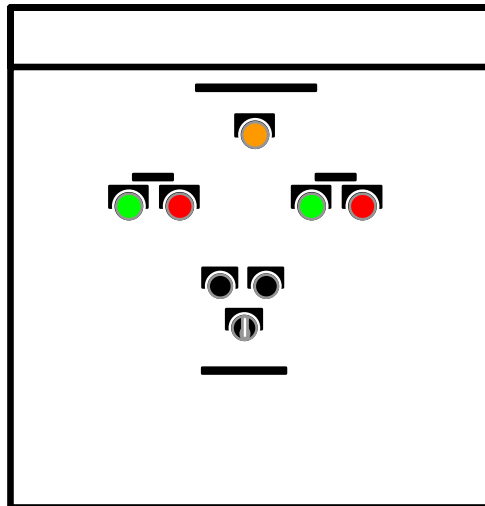
Estos tableros se utilizan para la manipulación local de las unidades de bombeo, válvula de control, central de refrigeración y central de lubricación.



UNIDADES PRINCIPALES	
1	Unidad en marcha
2	Unidad en parada
3	Emergencia (pulsador)
4	Bloqueo en parada
5	Arranque – Parada

Tabla 19. Elementos de mando local tablero TL 1

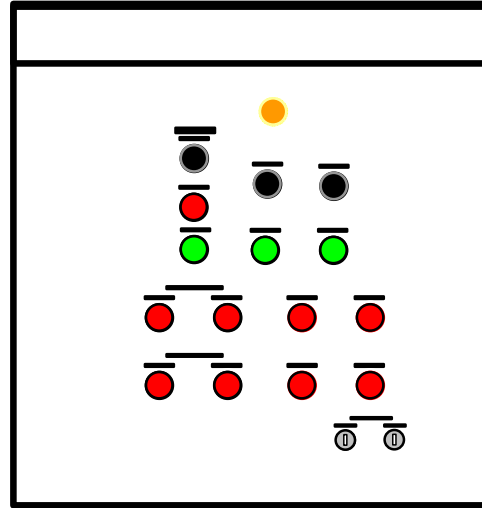
Figura 28. Tablero local de las unidades de bombeo



SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	
1	En operación
2	Marcha Bombas P4 y P5
3	Alarma Bombas P4 y P5
4	Conmutador P4 - P5
5	Silenciamiento Alarma
6	Parada Marcha

Tabla 20. Elementos de mando local tablero central de Refrigeración

Figura 29. Tablero local de la central de refrigeración



TCLU 1-CENTR

Figura 30. Tablero local de la central de lubricación

LUBRICACIÓN			
1	Bajo tensión	11	Defecto presión aceite
2	Mando Bomba	12	Filtro atascado
3	Marcha	Temperatura salida aceite	
4	Parada	13	Demasiado baja
5	Selección Bomba de Emergencia	14	Demasiado alta
6	Calefacción: Parada – Marcha	15	Defecto presión agua
7	Marcha bomba	16	Defecto eléctrico motor
8	Marcha bomba de emergencia	Desbloqueo	
Nivel aceite deposito		17	Bomba 1
9	Bajo	18	Bomba 2
10	Muy bajo		

Tabla 21. Elementos de mando local tablero central de lubricación

9. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 115KV/4.16KV

La subestación de Bosconia tiene como finalidad realizar el proceso de distribución y transformación de tensión de 115 kV a 4.16 kV. Tiene una capacidad de corto circuito de 4300 [MVA] y corriente de corto circuito de 27.11 [kA] (en el lado de 115kV). Entre otras características se tiene: (Figura N° 31 y 32).

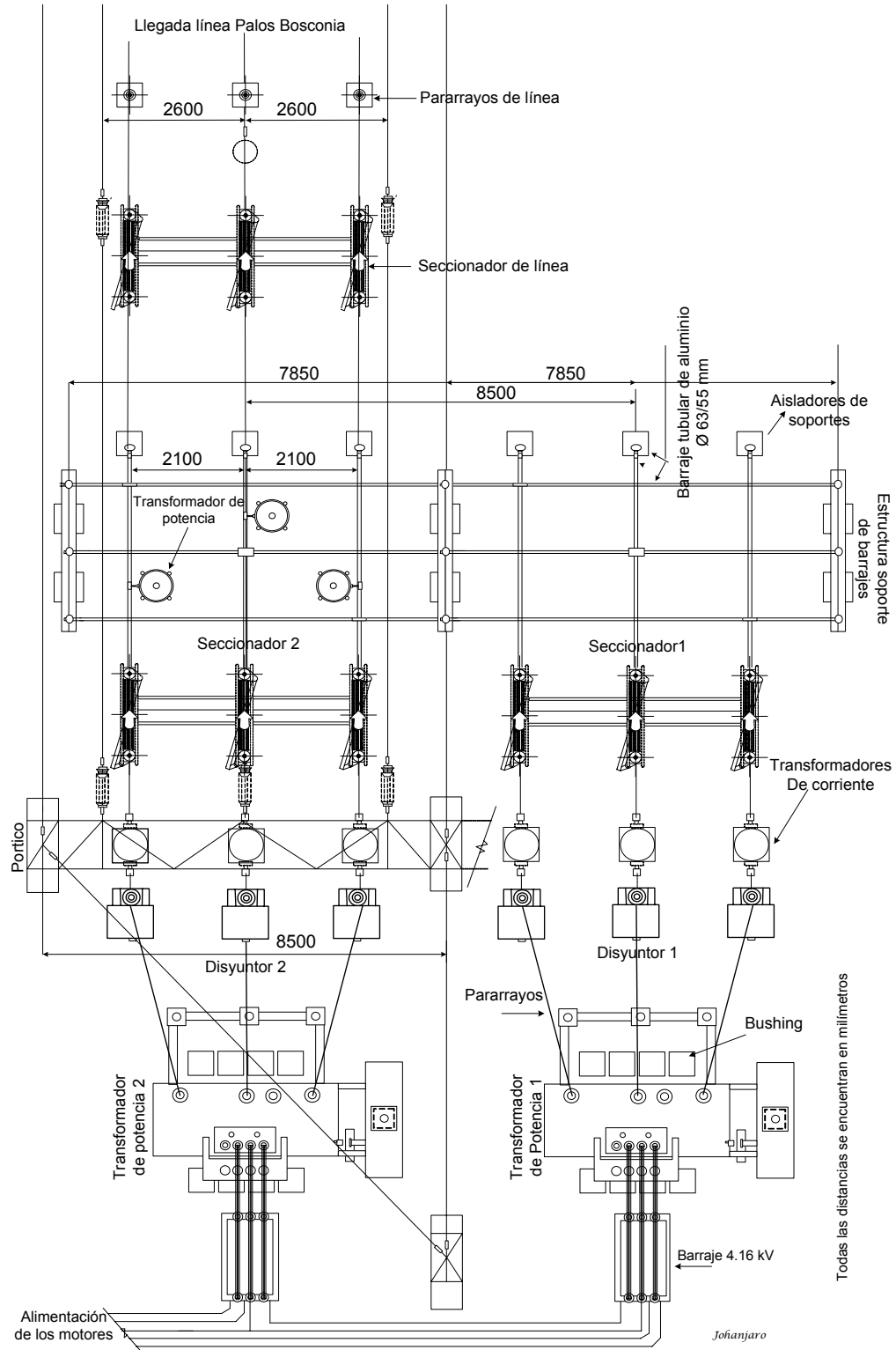
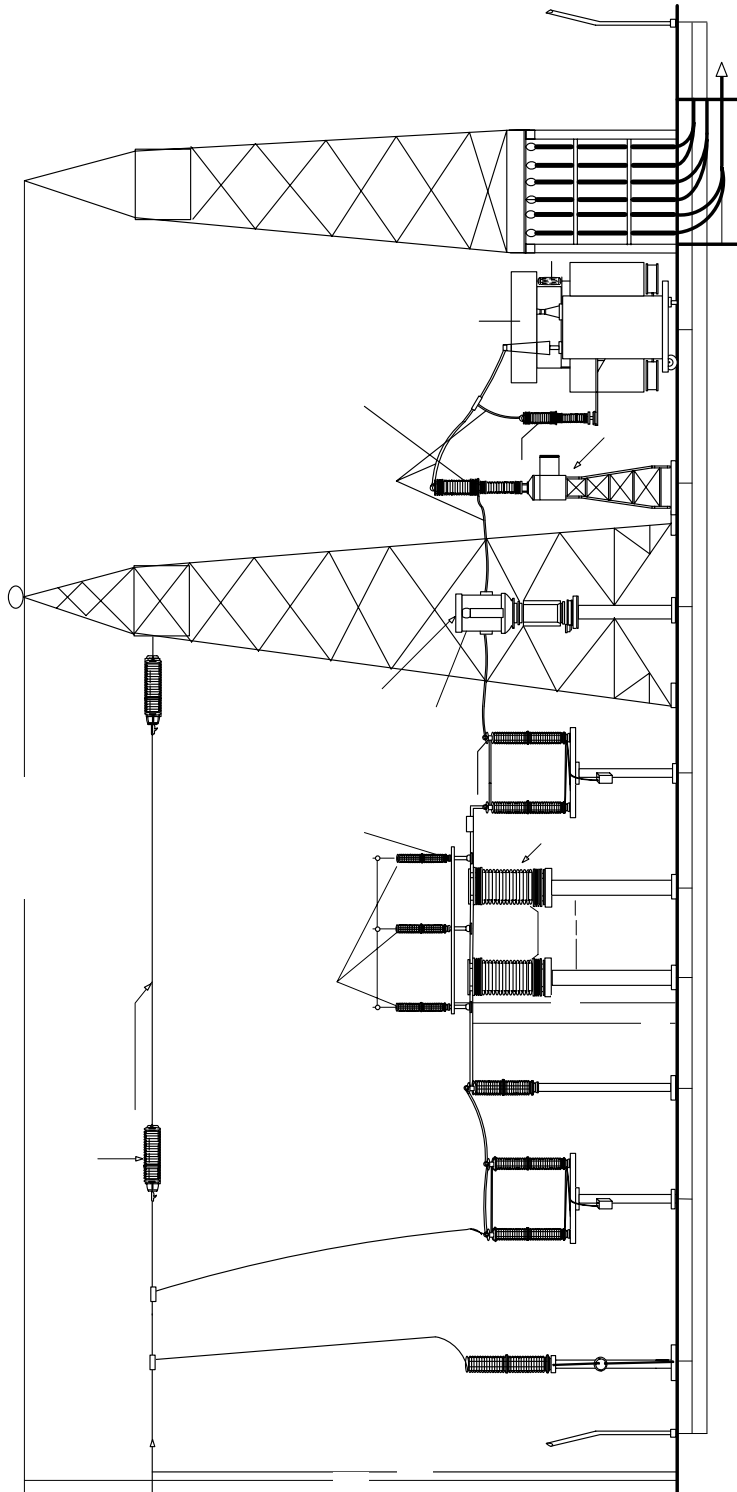


Figura 31. Vista superior de la subestación de Bosconia



S+S
HGF 112/1 + FKF 1 2
2500 A 25 KA

Figura 32. Vista de Perfil de la subestación Bosconia

- La subestación se alimenta a través de la línea de 115 kV (Palos – Bosconia) proveniente de la subestación Palos (ESSA S.A.). Tiene la posibilidad en caso de contingencia de ser alimentada desde la Subestación Florida.
- Cuenta con dos (2) transformadores conectados en Dy5 (ONAN/ONAF) y potencia de 12/16 MVA. Sin embargo la demanda del sistema sólo requiere de un (1) transformador para su normal funcionamiento.
- Cuenta con transformadores de potencial para medida de tensión a $115/\sqrt{3}$ kV y dos (2) juegos de transformadores de corriente para cada uno de los transformadores con relación de transformación 300/5A.
- El sistema de 4.16 kV, cuenta con barra independiente para cada transformador y posibilidad de acople entre las dos semibarras a través del interruptor de media tensión (EM9) de 1250 A.
- La protección contra descargas atmosféricas se realiza a través de pararrayos de 115 kV ubicados en la llegada de la línea de alimentación, pararrayos a 4.16kV ubicados sobre cada transformador de potencia y un cable de guarda sobre el pórtico de la subestación.

En la figura N° 33 se presenta el diagrama unifilar de la subestación y en la figura N° 34 se muestran las reactancias equivalentes asociadas a los transformadores de potencia, motores y conductores.

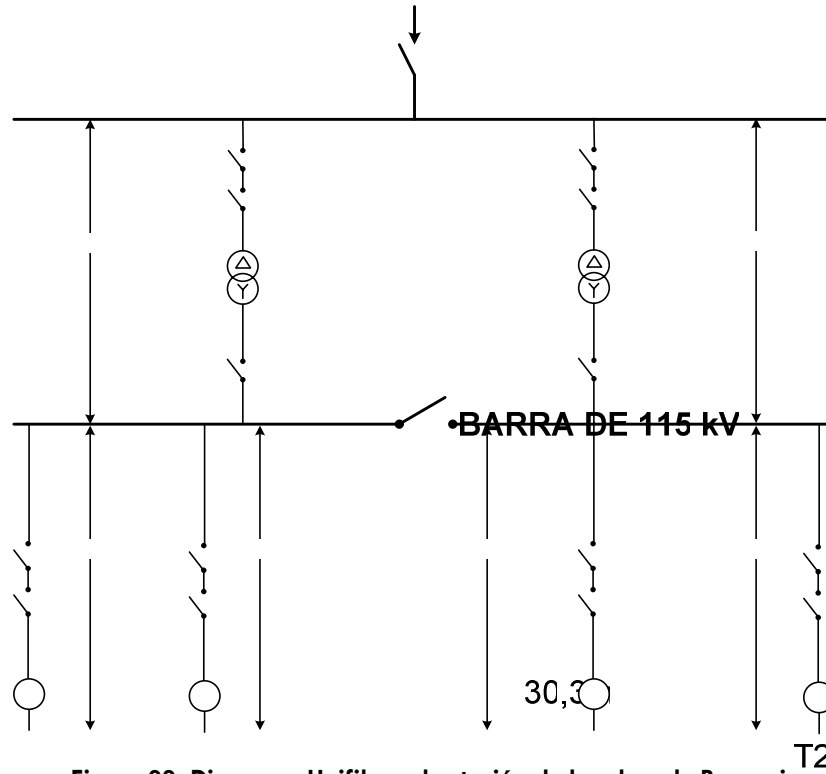


Figura 33. Diagrama Unifilar subestación de bombeo de Bosconia

16 MVA
115/4.16kV

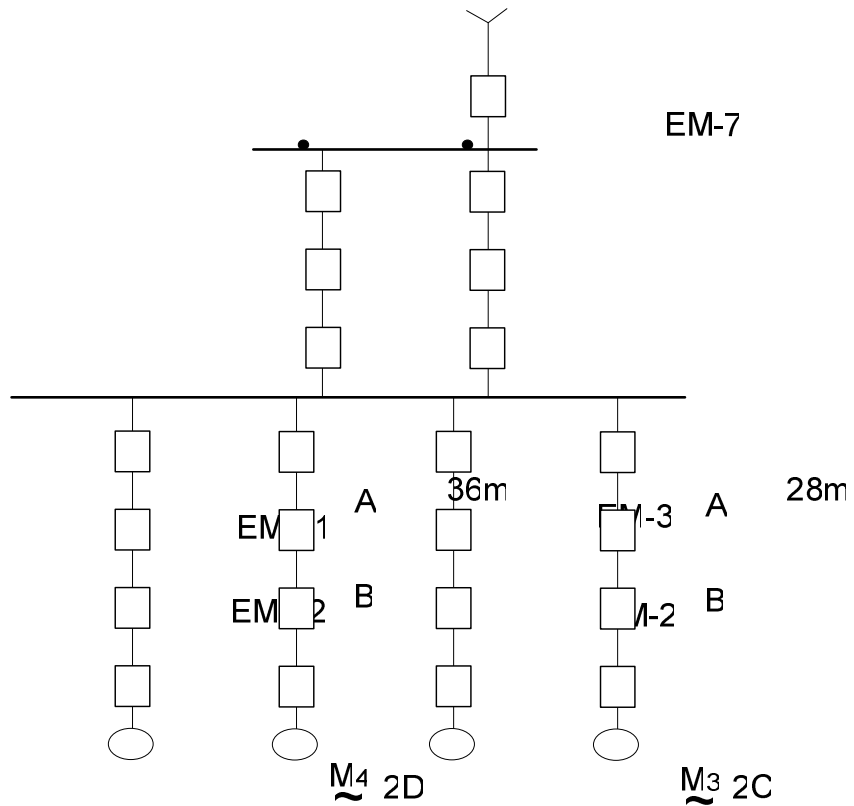


Figura 34. Diagrama Unifilar bombeo Bosconia. Reactancias equivalentes

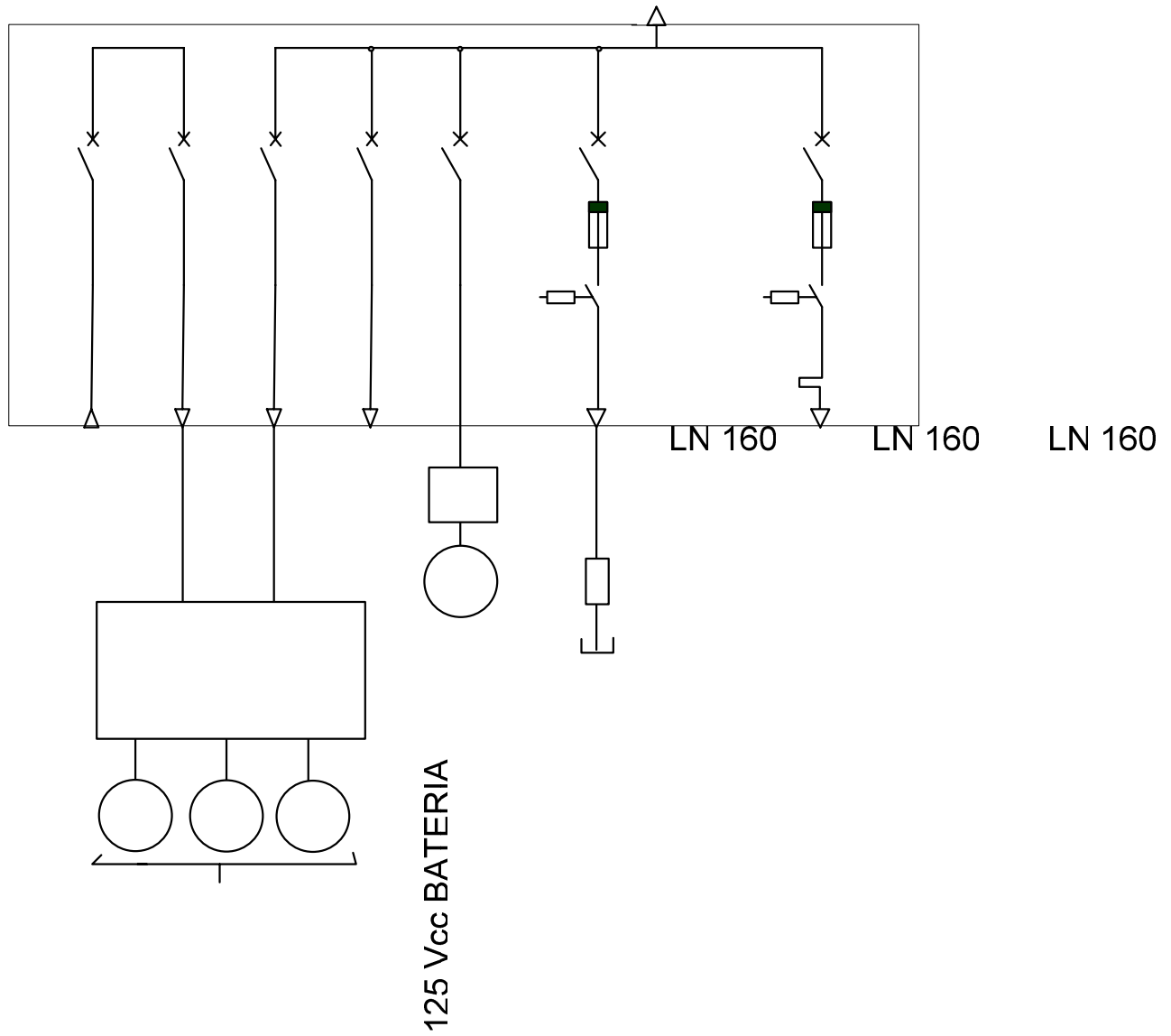


Figura 35. Detalle centro de control Motores unidades de bombeo

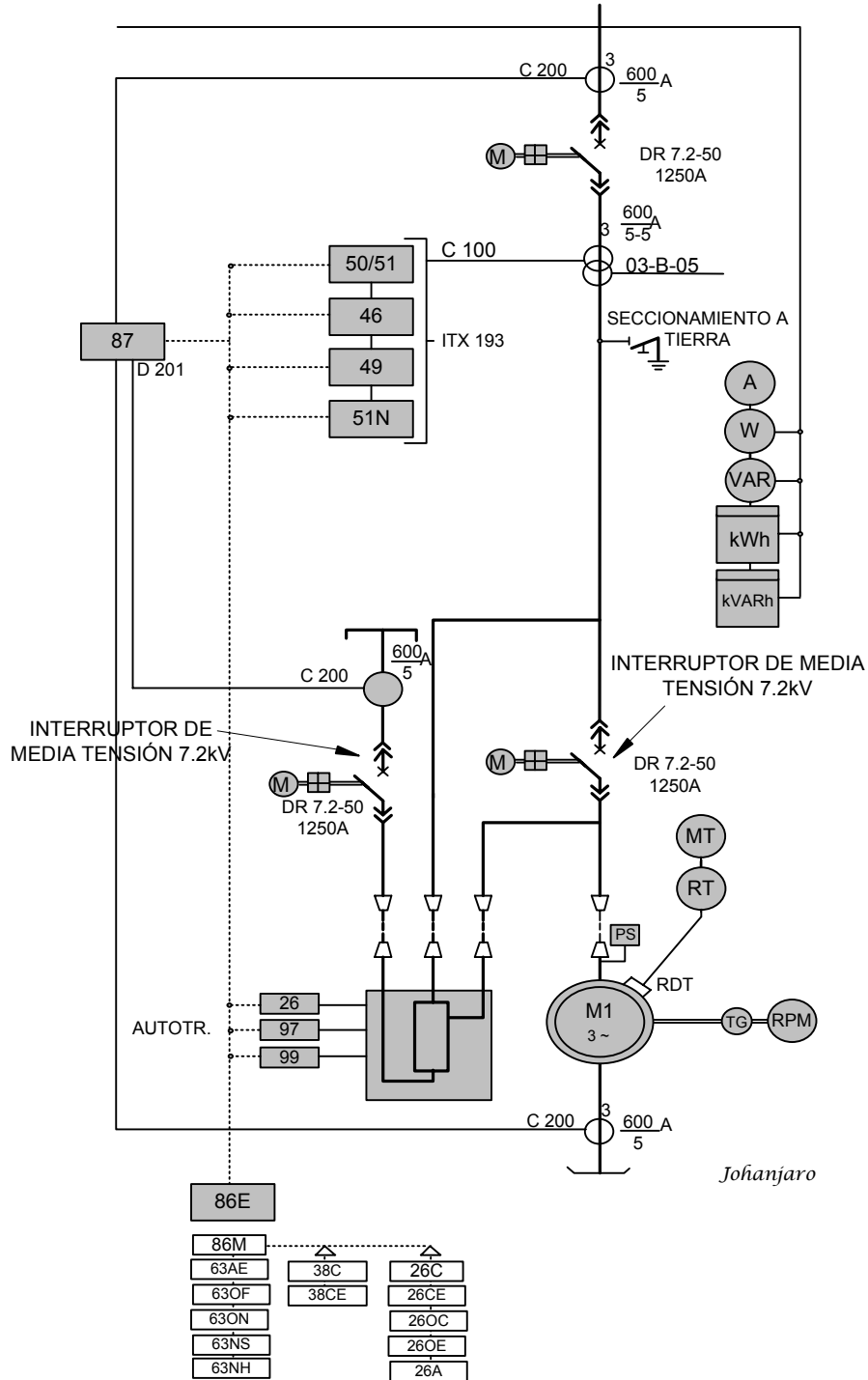


Figura 36. Esquema de Conexión Eléctrica Bomba SULZER

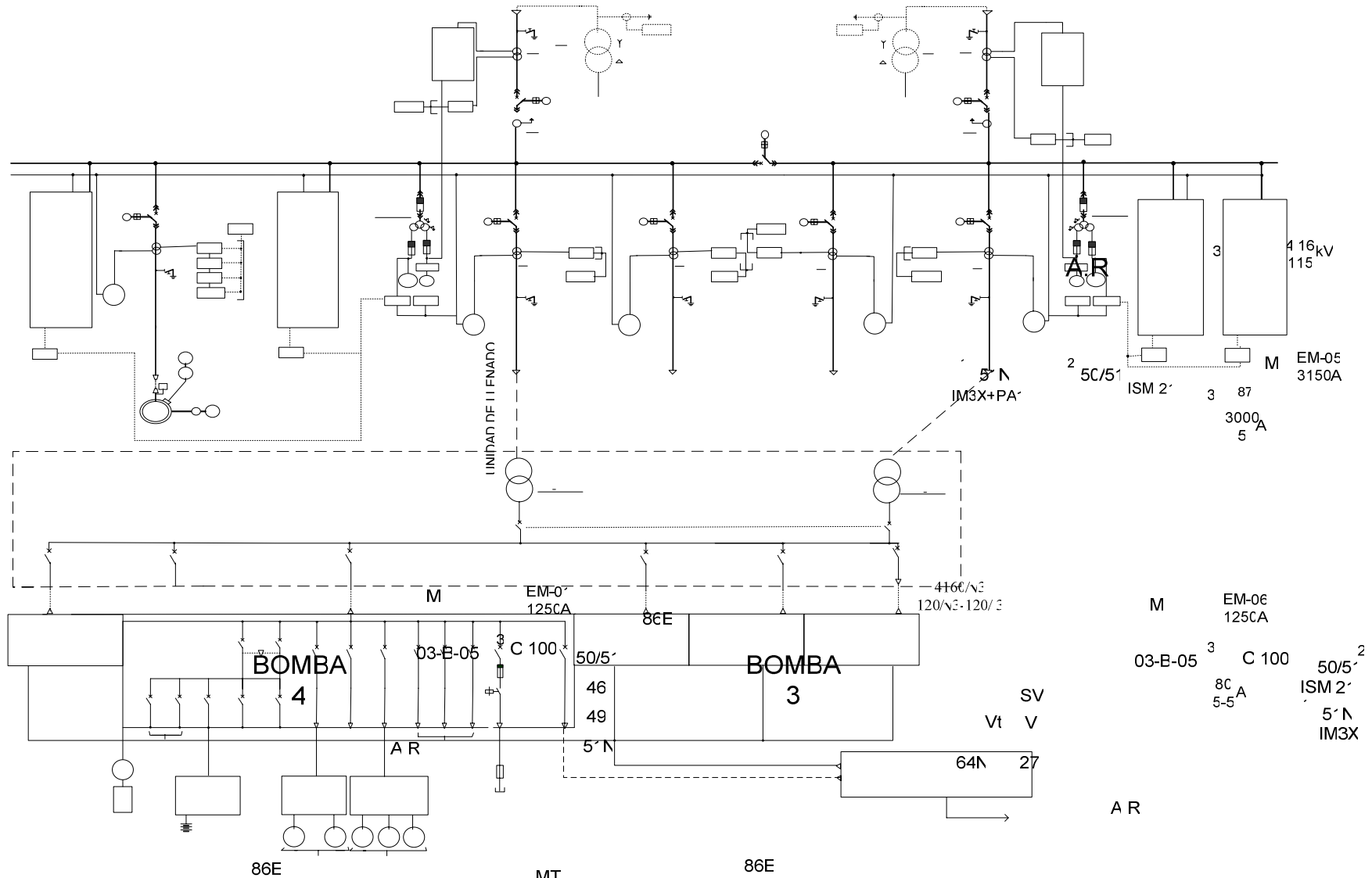
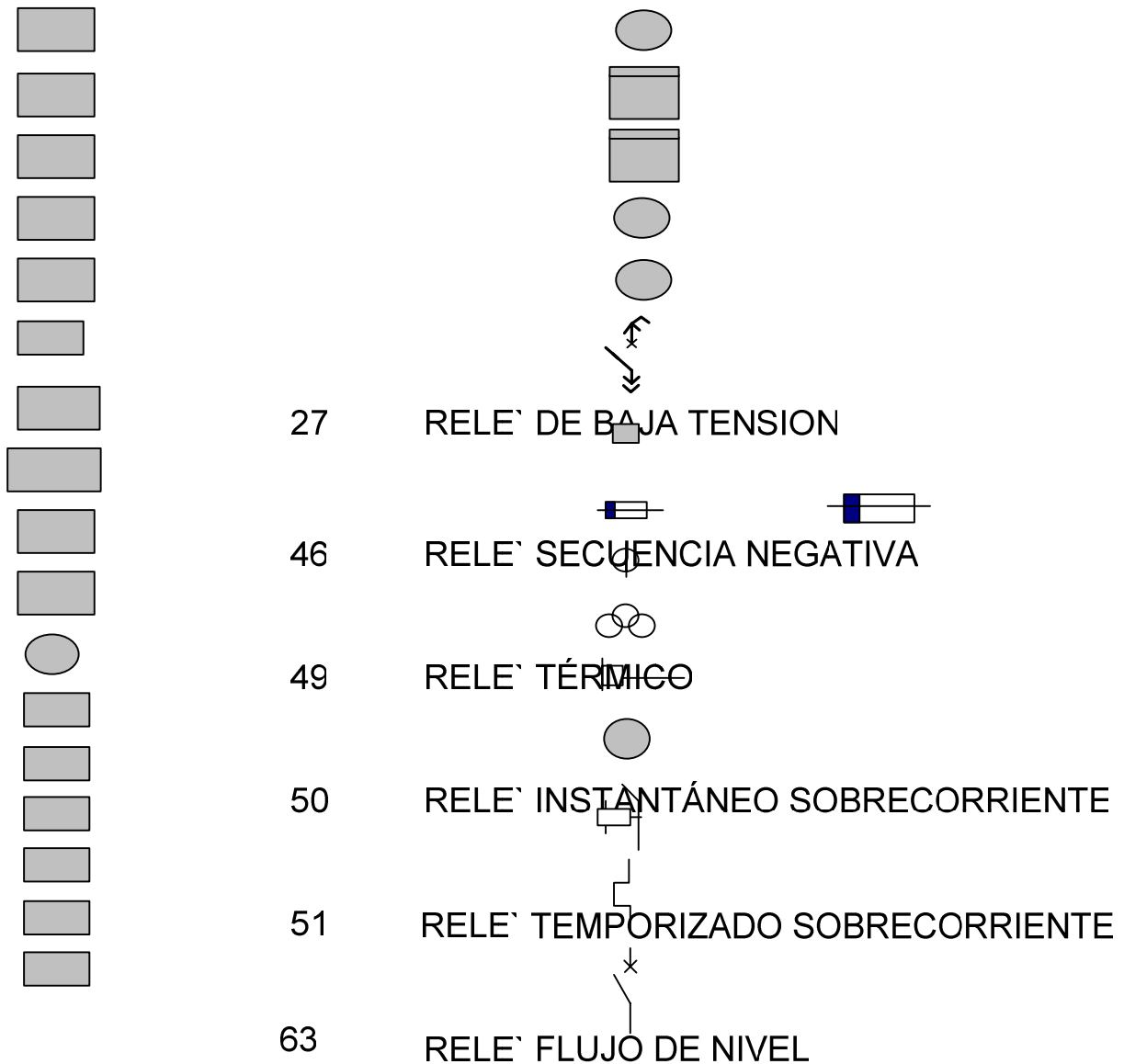


Figura 37. Detalle del Diagrama Unifilar

A continuación se observan las convenciones relacionadas con las figuras anteriores.



10.1 Equipos de patio

64N RELE` FALLA A TIERRA

La subestación consta de los siguientes equipos de patio: pararrayos de línea a 115 kV, dos (2) transformadores de potencia de 200 MVA, dos (2) juegos de transformadores de corriente, un

51N RELE` FALLA A TIERRA DE MOTOR

86 RELE` DE DISPARO Y BLOQUEO
E= ELÉCTRICA M= MECÁNICO

87 RELE` DIFERENCIAL

juego de transformadores de potencial, dos (2) juegos de disyuntores de potencia, dos (2) seccionadores para alimentación de cada transformador, un (1) seccionador de línea con polo de puesta a tierra a 115 kV, cuatro (4) autotransformadores, un (1) sistema de malla de puesta a tierra y un (1) sistema de servicios auxiliares.

10.1.1 Pararrayos de línea a 115kV

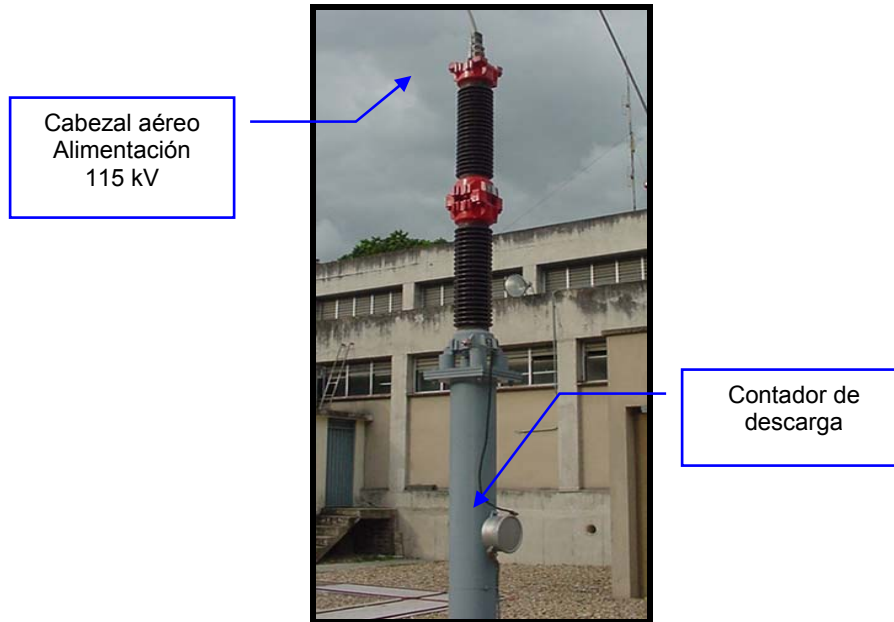


Figura 38. Pararrayos de línea

El objetivo del pararrayos es evitar el impacto directo proveniente de una descarga atmosférica en la zona de protección y evitar accidentes en las instalaciones. Su principio de funcionamiento se basa esencialmente en canalizar por la toma de tierra la diferencia de potencial que pudiera presentarse entre la nube y el cabezal del pararrayos. El gradiente de potencial que se genera por la tormenta eléctrica en el punto más alto de la instalación, (durante el proceso de la tormenta) ocasiona campos electromagnéticos que se concentran en el electrodo inferior (cátodo -). A partir de cierta magnitud del campo, el electrodo superior (ánodo +) atrae cargas opuestas que compensan la diferencia de potencial interna del cabezal.

Las características de los pararrayos instalados en la llegada de la línea Palos - Bosconia son las siguientes:

PARARRAYOS DE LÍNEA A 115kV	
Marca	SPRECHER + SCHUH
Tipo	BHF 8E 36-216kV
Tensión nominal de servicio	36 – 216kV
Frecuencia Nominal	48 – 62Hz
Descarga nominal de corriente 8/20 μ S	10kA
Impulso de corriente 4/10Ms	100kA
Temperatura de trabajo	-50 °C y +50 °C

Tabla 22. Características técnicas de los pararrayos de línea 115kV

En la estación de bombeo no se realiza monitoreo remoto sobre este equipo.

10.1.2 Transformadores de potencia

La relación de transformación de este equipo es $n = 27.64$ (115/4.16 kV), cuenta con un cambia taps manual, su sistema de refrigeración es ONAN/ONAF (12/16 MVA) y posee con un tablero de control local para la ventilación forzada.

El control de los transformadores se realiza desde el tablero de monitoreo ubicado en la sala de control.

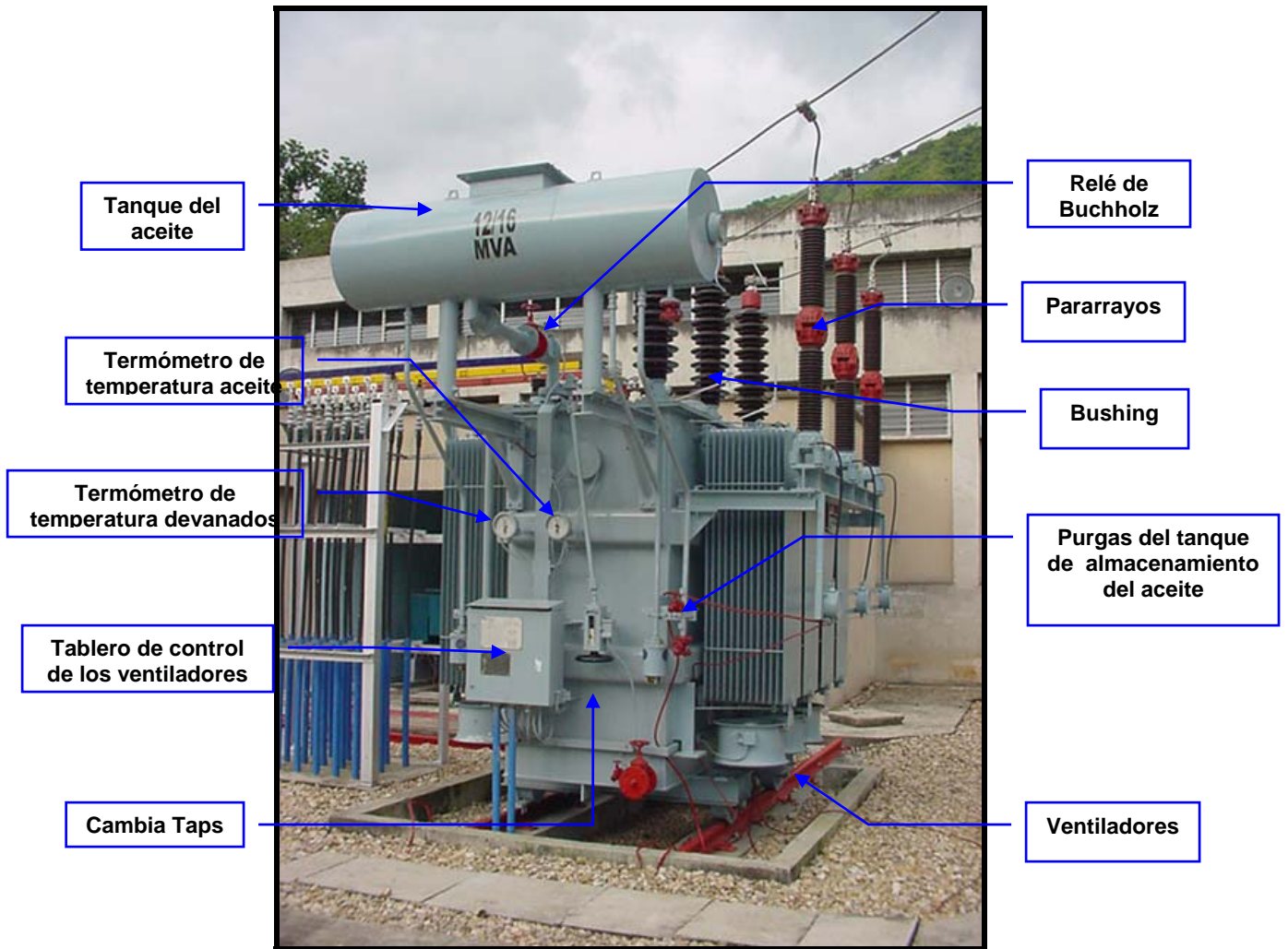


Figura 39. Transformador de potencia subestación Bosconia

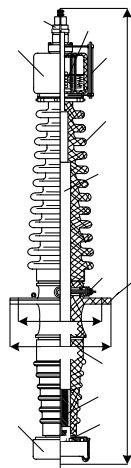


Figura 40. Bushing del transformador

10.1.2.1 Tipos de fallas en transformadores

Los transformadores de potencia, se encuentran expuestos a distintos tipos de falla, los cuales se indican en la siguiente tabla:

TIPO DE FALLA	CAUSAS
Aislamiento	<ul style="list-style-type: none"> ° Defectos o errores de diseño ° Errores de fabricación ° Errores de instalación ° Envejecimiento de aislamiento ° Contaminación
Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> ° Descargas eléctricas ° Switcheo (maniobra) ° Sobretensiones dinámicas
Térmica	<ul style="list-style-type: none"> ° Fallas en el sistema de enfriamiento ° Sobrecorrientes ° Sobretensiones ° Temperatura ambiente
Mecánica	<ul style="list-style-type: none"> ° Esfuerzos debido a sobrecorrientes ° Impacto de objetos extraños ° Sismos o terremotos ° Nieve o Hielo

Tabla 23. Tipos de Fallas más comunes en los transformadores de potencia

Estas fallas se pueden agrupar dependiendo si ocurre en el propio transformador o fuera del mismo, en fallas internas y fallas externas

Las fallas internas se subdividen en dos (2) grupos:

a) **Fallas incipientes:** En general las fallas internas son muy serias, sobre todo porque siempre está presente el peligro de incendio. Sin embargo, existen un grupo de fallas llamadas incipientes, las cuales en su etapa inicial no son severas, pero pueden dar lugar a fallas mayores si no son liberadas lo más rápidamente posibles. Dentro de esta categoría de fallas, se pueden presentar las siguientes:

- Fallas de aislamiento en los tornillos de sujeción de las laminaciones de los núcleos y del aislamiento.

- Puntos calientes por conexiones de alta resistencia o conexiones defectuosas en las bobinas.
- Arcos eléctricos entre los devanados y el núcleo o al tanque, debido a sobretensiones por descargas atmosféricas.
- Fallas en el sistema de enfriamiento, como puede ser nivel bajo de aceite, o bien obstrucción del flujo de aceite.

b) **Fallas eléctricas:** Las fallas eléctricas más severas son del siguiente tipo:

- Fallas en los contactos de los cambiadores de derivación (cambia taps) que produce puntos calientes, o bien, cortocircuitos entre derivaciones.
- Arqueo entre un devanado y el núcleo o tanque, debido a sobretensiones causadas por descargas atmosféricas.
- Arqueo entre devanados o espiras contiguas de capas diferentes de un mismo devanado.

Las fallas externas que se presentan de las terminales del transformador hacia el sistema, pueden ser debido a:

- a. Sobrecorrientes, debidas a sobrecargas o cortocircuitos
- b. Sobretensiones, ocasionadas generalmente por descargas atmosféricas

10.1.2.2 Protecciones en los transformadores

Para evitar este tipo de fallas los transformadores cuentan con protecciones eléctricas y mecánicas que se explican a continuación:

- **Protecciones Mecánicas:**

- **Nivel de Aceite:** Este indicador muestra el respectivo nivel de aceite; tiene dos (2) contactos auxiliares que provocan alarma cuando el nivel esta en mínimo o máximo.

- **Válvula de Sobrepresión:** Actúa cuando se produce una presión súbita en cada transformador generando un disparo.

Cuando ocurren sobrecargas en los transformadores, y estas se presentan excesivamente, producen deterioros en los aislamientos y fallas subsecuentes, por lo cual es necesario tener indicadores de temperatura con alarma, de tal forma que se indique oportunamente cuando los límites permisibles de temperatura se están excediendo.

- **Termómetro de Temperatura de Aceite:** Cuando la temperatura llega al tope de los ajustes calibrados, se produce una alarma y disparo. (ver figura N° 41)
- **Termómetro de Temperatura de los Devanados:** Actúa bajo la consideración de “imagen térmica”. Consta de tres (3) contactos los cuales envían señal para el arranque de los ventiladores, alarma y disparo. (ver figura N° 41)

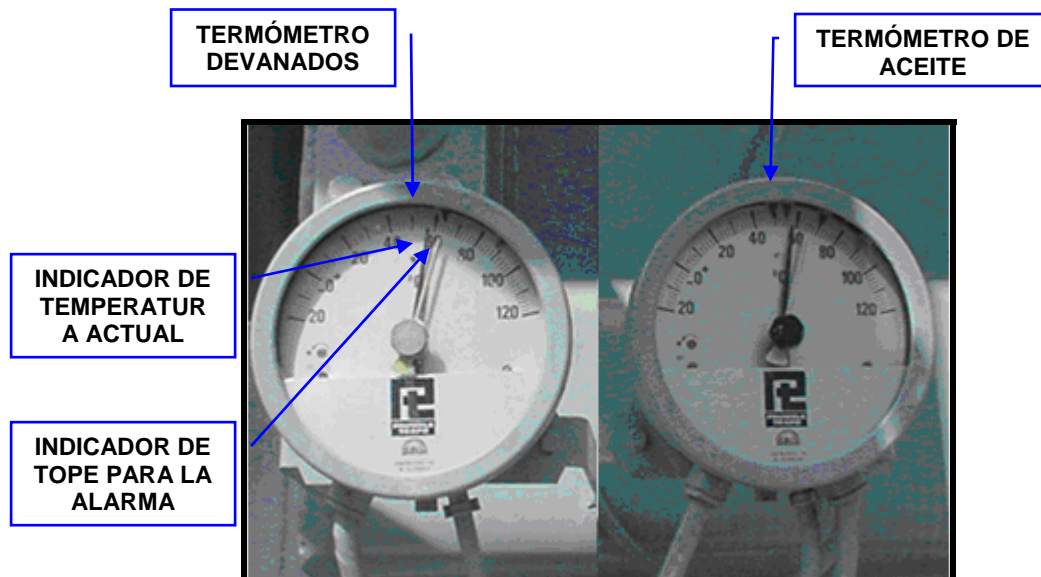


Figura 41. Termómetros de los transformadores

En caso que la temperatura registrada en el termómetro de los devanados sea superior al ajuste establecido para el arranque de los ventiladores y estos no entren en servicio se debe proceder al arranque en modo manual desde el gabinete de control.

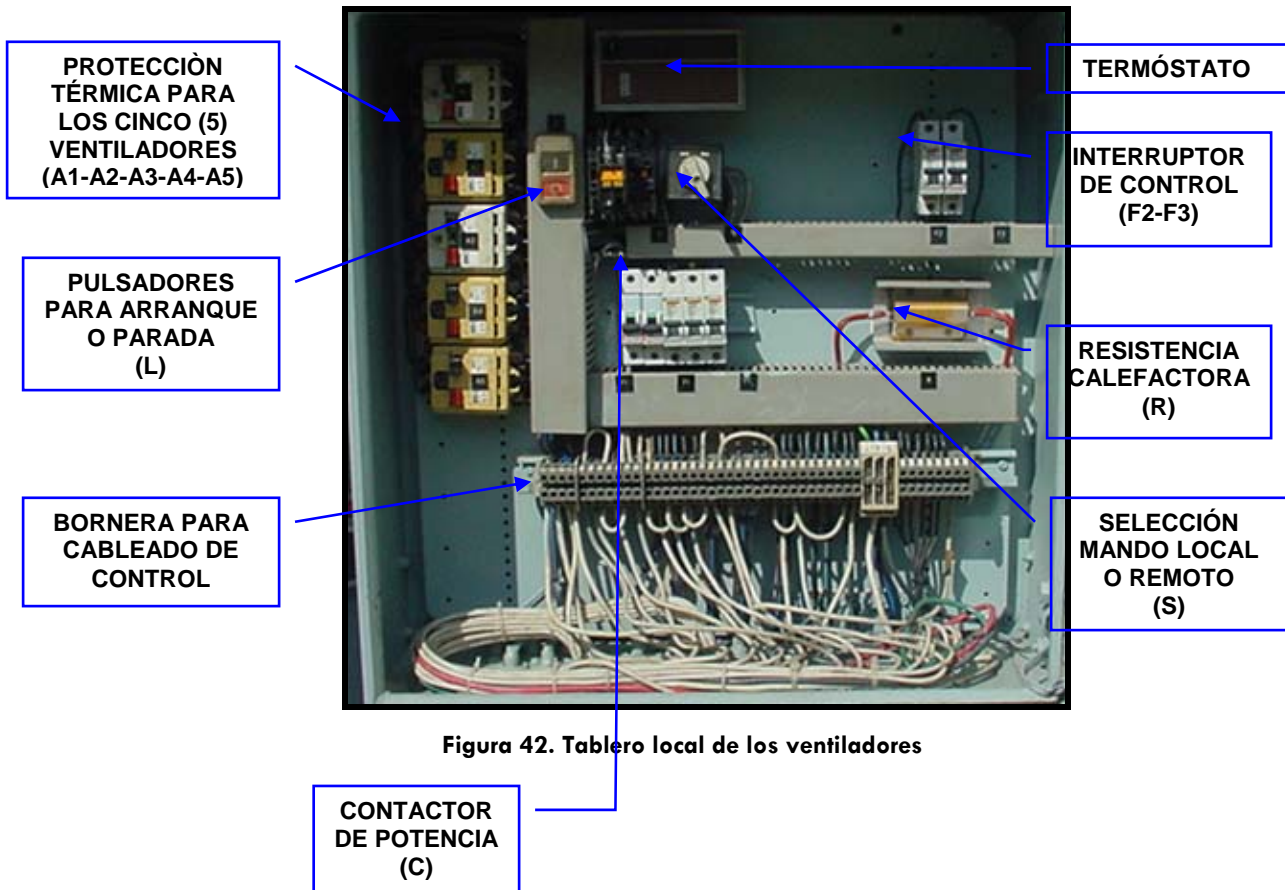


Figura 42. Tablero local de los ventiladores

Puesta en Marcha:

1. Se debe verificar que todas las protecciones térmicas (A1, A2, A3, A4 y A5) estén activas (Botón negro en posición “hundido”).
2. El selector manual se debe encontrar en la posición manual.
3. Dar arranque oprimiendo el pulsador de arranque “I” (negro). En caso que el contactor de los ventiladores no funcione, se debe verificar que el interruptor de control (F2-F3) este cerrado.

Parada:

1. Oprimir el pulsador de parada “O” (rojo).

- **Relé Buchholz:** Opera cuando existe flujo excesivo de gases dentro de la cuba del transformador, provocando una señal de alarma o disparo. Si este relé opera se requiere que el personal de mantenimiento haga una comprobación de tales anomalías, para volver a energizar el transformador.

DEBE TENERSE EN CUENTA QUE ESTOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN MECÁNICA SOLO ES POSIBLE “RESETEARLOS” EN SITIO.

- **Protecciones Eléctricas:**

- **Relé diferencial de corriente:** El relé diferencial es un interruptor electromecánico especial, que debido a dispositivos internos, tiene la capacidad de detectar la diferencia entre la corriente absorbida por un aparato consumidor y la de retorno. Cuando ésta diferencia supera un valor (por lo general 30 [mA]) el dispositivo interrumpe el circuito, cortando el suministro de corriente a la instalación. En conclusión es un dispositivo de protección contra fugas de corriente a tierra provocadas por equipos defectuosos, instalaciones dañadas o contactos directos.
- **Relé de sobrecorriente:** Como su nombre lo indica, la operación de este tipo de protección se basa en el aumento de corriente que provocan los cortocircuitos en las instalaciones protegidas. Estos relés pueden ser instantáneos (electromagnéticos) de tiempo inverso (inducción) y de tiempo definido. En el bombeo de Bosconia se utilizan para proteger contra sobrecalentamiento a los transformadores.

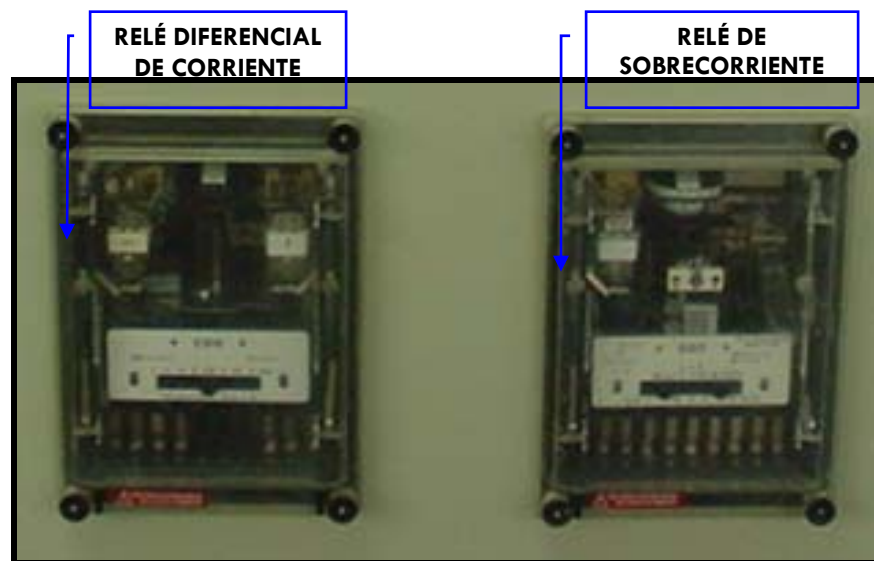


Figura 43. Protecciones diferenciales y de sobrecorriente

- **Pararrayos:** Las sobretensiones a que puede estar sometido un transformador son ocasionadas por descargas atmosféricas y se presentan en forma de un impulso caracterizado por una inmediata elevación a su valor máximo de cresta y un rápido descenso a cero. El efecto es mayor sobre el aislamiento del transformador a medida que la elevación de tensión es más rápida y su descenso más lento.

Para evitar esto, los transformadores de Bosconia cuentan con pararrayos por el lado de alta y baja tensión.

Cambiador de derivaciones (TAPS)

El cambiador de derivaciones se usa para obtener una relación de espiras en el transformador ligeramente distinta, de manera que se puedan hacer ajustes para compensar pequeñas diferencias de tensión en el sistema.

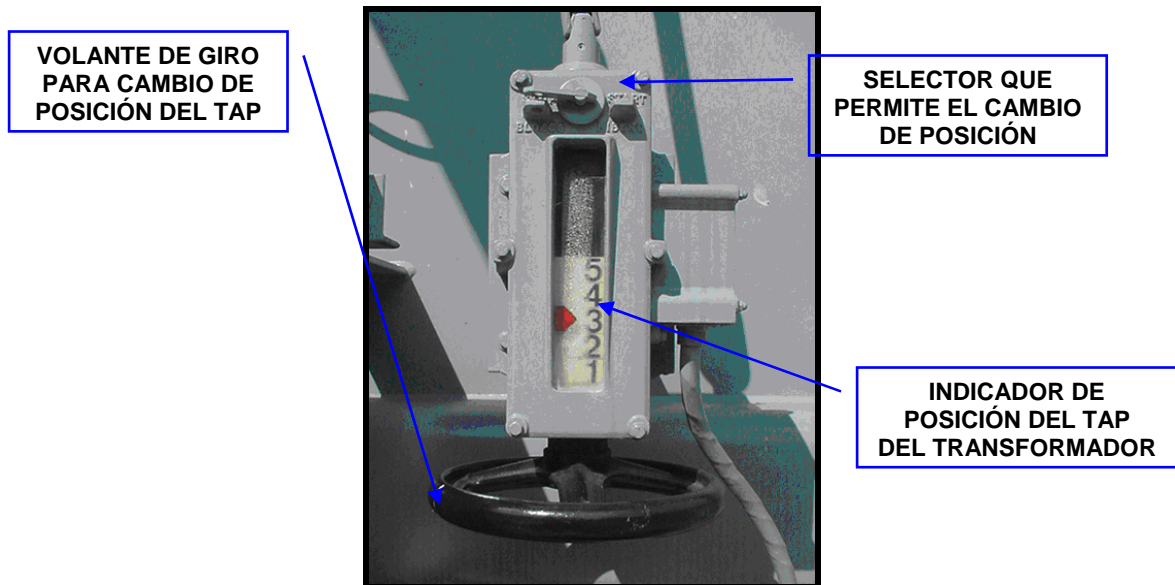


Figura 44. Cambia Taps. Transformadores de Potencia.

El cambia taps de los transformadores de potencia de la estación de bombeo, no permite su manipulación con el transformador con carga y los niveles de tensión por el lado de baja varían entre 3952 V y 4368 V.

El nivel de tensión asociado para cada posición del TAP se presenta en la tabla N° 24 y la conexión interna del transformador en la figura N° 45.

POSICIÓN	TENSIÓN	CORRIENTE	TERM	CONEXIÓN DE CONMUTADOR
1	4368	1586/2115	X0 X1 X2 X3	X18 – X17 - X16
2	4264	1625/2167		X15 – X14 - X13
3	4160	1665/2220		X12 – X11 - X10
4	4056	1709/2278		X9 – X8 - X7
5	3952	1754/2338		X6 – X5 - X4

Tabla 24. Posición del Tap.

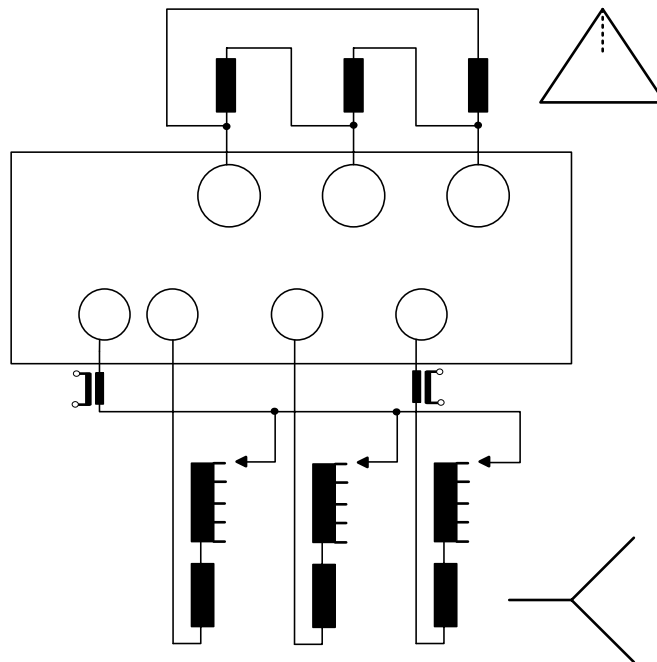
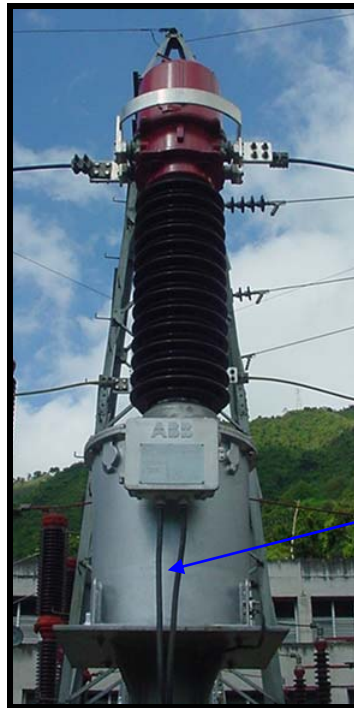


Figura 45. Conexión Dy5 y cambia Taps

10.1.3 Transformadores de corriente.

El transformador de corriente (CT) se encarga de reducir la corriente primaria de alta tensión hasta un valor secundario de 5A. Esta señal se envía hasta los tableros del cuarto

de control en donde se realiza su lectura. Sus características se encuentran en la tabla N° 25.



SEÑALES DE MONITOREO

Figura 46. Transformador de corriente

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	
Marca	ABB Switchgear
Tipo	QDR-123
Clase de aislamiento	123/230/550 [KV]
Frecuencia	60 [Hz]
Corriente térmica	20 [kA]
Corriente dinámica	50 [kA]
Corriente primaria	300x600 A
Corriente secundaria	5 A
Clase precisión	0.5
Carga	60 [vA]
Clase de protección	10 P 30
Máxima corriente al primario	120 [A]

Tabla 25. Características del transformador de corriente

10.1.4 Transformadores de potencial (o de tensión).

Es un transformador en cuyo secundario, en condiciones normales de uso se tiene una tensión cuyo módulo es prácticamente proporcional a la tensión primaria y que difiere en fase en un ángulo próximo a cero. En Bosconia su función es la de transformar el nivel de tensión de 115 kV a $115/\sqrt{3}$ V.

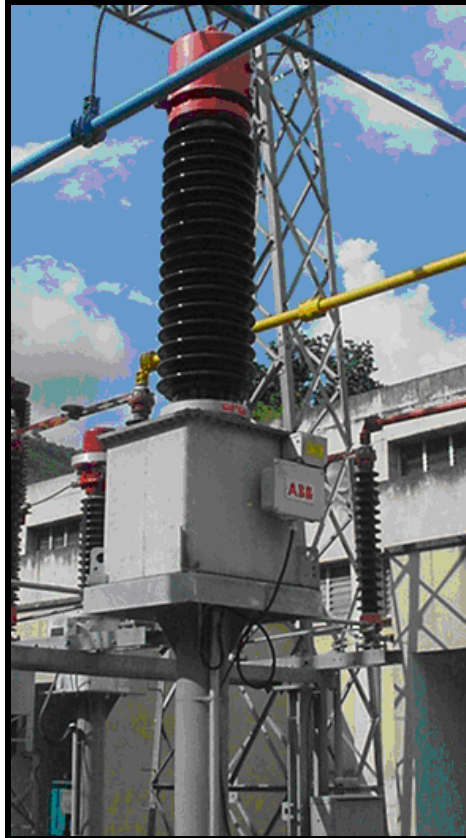


Figura 47. Transformador de Potencial

Los transformadores de potencial funcionan a tensión prácticamente constante (a inducción constante) y no presentan efectos de saturación tan notables como los transformadores de corriente.

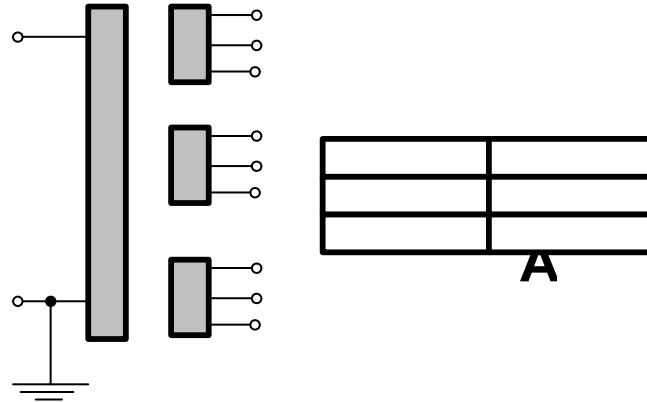


Figura 48. Diagrama de conexión del secundario de los PT's

El transformador de potencial utilizado en Bosconia puede observarse en la figura N° 48, el cual se conecta entre fase y tierra ya que entrega tensiones que permiten reconstruir tanto las tensiones simples como las compuestas, mientras que las tensiones obtenidas de las conexiones fase – fase no permiten reconstruir las tensiones fase – tierra y bajo circunstancias especiales (por ejemplo, si se desea conocer el contenido del tercer armónico) es importante conocer las tensiones simples

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL		
Marca	ABB Switchgear	
Tipo	EMFC 145	
Nivel de aislamiento	230-550 [kV]	
Frecuencia	60 [Hz]	
Masa total	590 [kg]	
Altitud de operación máxima	50 [kA]	
Tensión corto circuito	9.51%	
Corriente alta tensión	60.2/80.3 [A]	
Corriente baja tensión	1665/2220 [A]	
Factor de tensión	1.5/30 [seg]	
Potencia	200 vA	200 vA
Clase	0.2	3P

Tabla 26. Características técnicas del transformador de potencial

10.1.5 Seccionador de línea

El seccionador es un equipo electromecánico de conexión que asegura en posición abierta, una distancia de seccionamiento que satisface condiciones especificadas. Es capaz de abrir y de cerrar un circuito cuando se establece o interrumpe una corriente de valor despreciable. Para el caso de la subestación de Bosconia esto se cumple cuando los transformadores de potencial están sin carga.

El seccionador de línea 115 [kV] instalado en la estación de bombeo de Bosconia adicionalmente, tiene la función de seccionar la alimentación de la línea PALOS – BOSCONIA del resto de la subestación

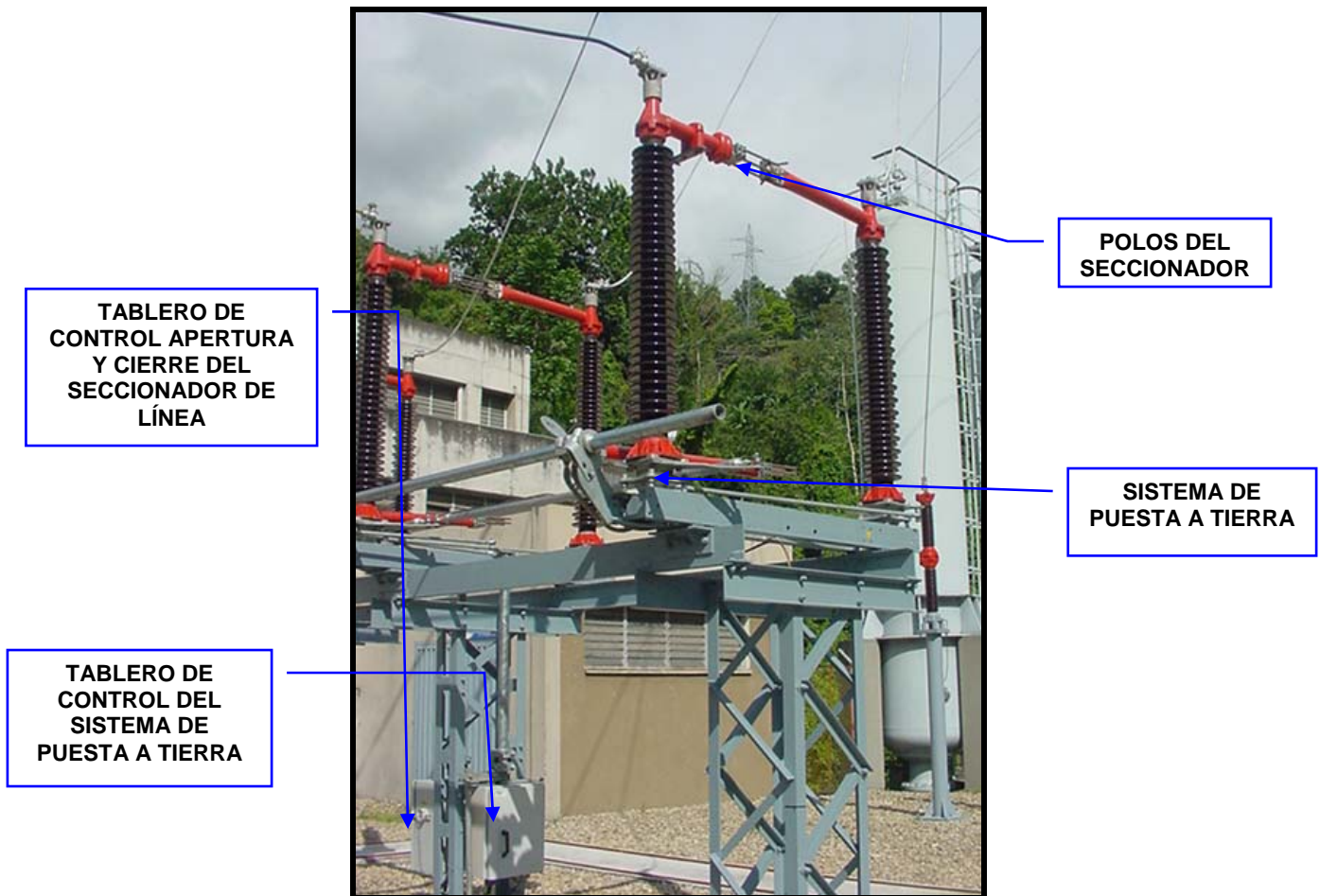


Figura 49. Seccionadores de línea

Su operación puede realizarse local o remotamente. A continuación se presenta la descripción para su operación:

Apertura del seccionar de línea de forma local

1. Verificar que el disyuntor respectivo (asociado al transformador a desenergizar) se encuentre abierto
2. Desde el tablero de control, oprimir el pulsador verde, mostrado en la figura N° 50.
3. Verificar que los polos del seccionador se encuentran perfectamente abiertos. (corte visible).

Cierre del seccionar de línea de forma local

1. Verificar que el disyuntor respectivo al transformador a energizar, que se encuentra abierto
2. Desde el tablero de control oprimir el pulsador rojo, mostrado en la figura N 50.
3. Verificar que los polos del seccionador hagan el contacto adecuado

Operación de la puesta a tierra del seccionador.

1. Verificar que el seccionador se encuentra abierto
2. Desbloquear el mecanismo con el tubo instalado entre el seccionador de línea y el sistema de puesta a tierra.
3. Manteniendo el pulsador desbloqueado, girar la palanca hacia la derecha hasta llegar al tope y verificar que el mecanismo quede nuevamente bloqueado.

Levantamiento de la puesta a tierra del seccionador.

1. Desbloquear el mecanismo con el tubo instalado entre el seccionador de línea y el sistema de puesta a tierra
2. Manteniendo el pulsador desbloqueado, girar la palanca hacia la izquierda hasta llegar al tope y verificar que el mecanismo quede nuevamente bloqueado.

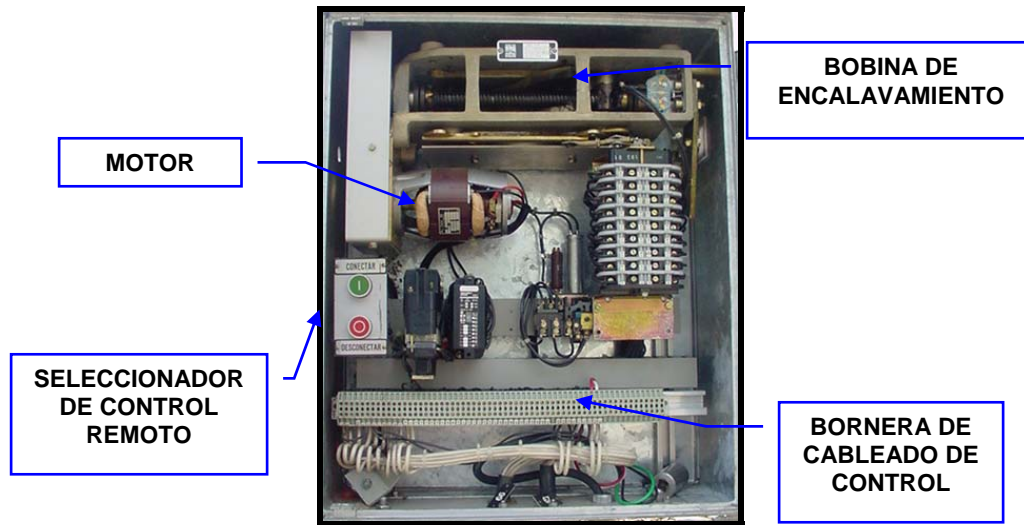


Figura 50. Tablero de control local seccionador de línea 115Kv

SECCIONADOR	
Marca	SPRECHER + SCHUH
Tipo	TSF 311
Tensión nominal	123 kV
Corriente de servicio	800 A
Corriente de cortocircuito	25 kV
Pico de corriente máximo permisible	63 kA
Frecuencia	60 Hz

Tabla 27. Características técnicas del seccionador de línea

10.1.6 Disyuntores de potencia

Los disyuntores Interrumpen en forma automática e instantánea el paso de corriente eléctrica cuando se produce una corriente diferencial de fuga entre fase y tierra superior al valor máximo aceptado, que para la mayoría de los disyuntores, es de 30mA. Así mismo protege contra los riesgos de incendio detectando pequeñas fugas de corriente.

Su principio de funcionamiento se basa en que la suma fasorial de las intensidades de línea de un circuito eléctrico es igual a cero.

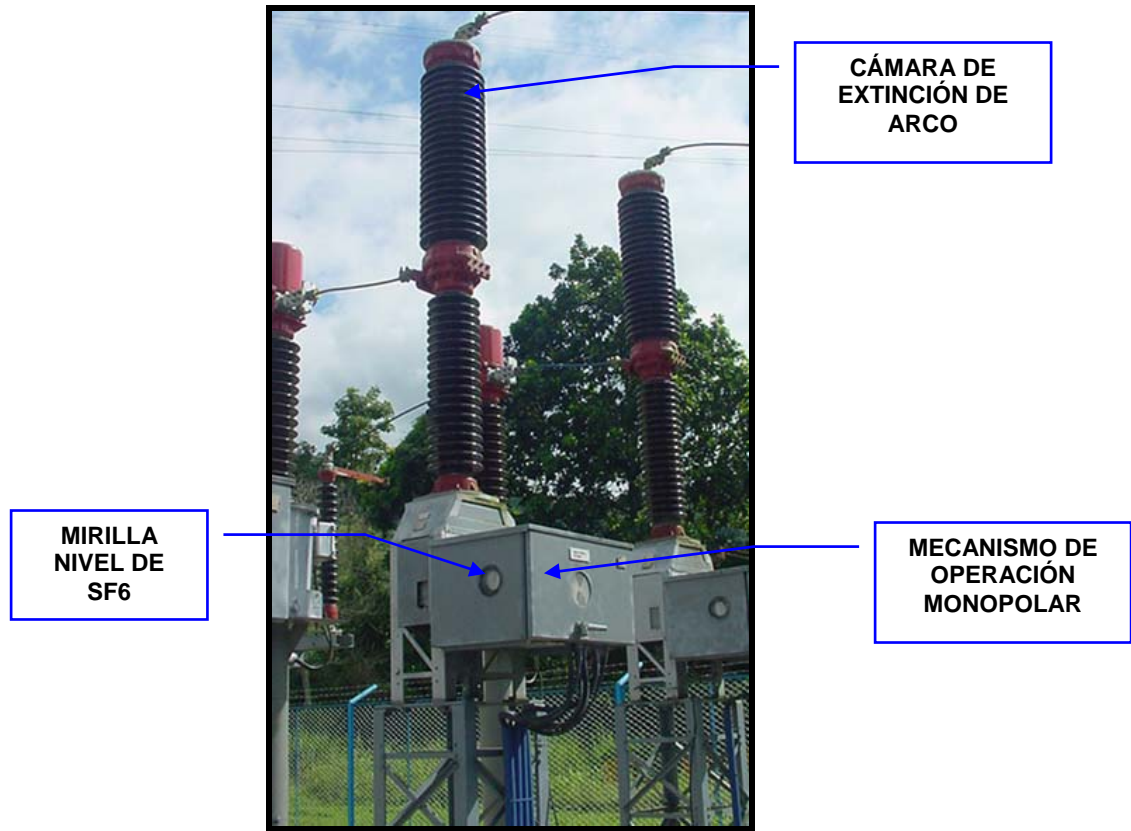


Figura 51. Disyuntor de potencia

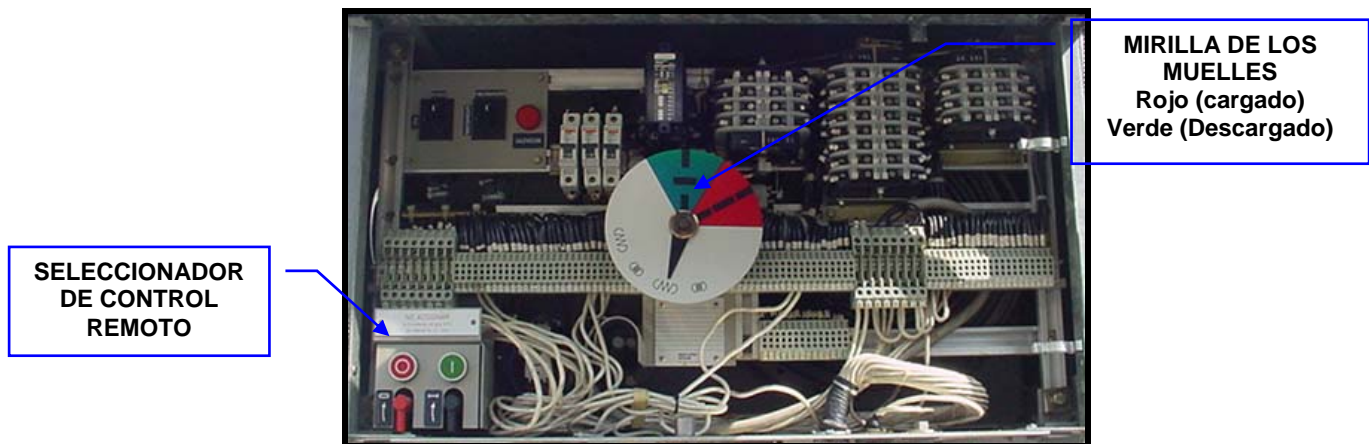


Figura 52. Tablero de control local Disyuntor de potencia

DISYUNTOR DE POTENCIA				
Marca		SPRECHER + SCHUH		
Tipo		GF 101-1		
Tensión nominal		123 kV		
Corriente de servicio		2500 A		
Corriente de cortocircuito		25kV		
Número de elementos de cierre por polo		1		
Frecuencia		60 Hz		
Mecanismo de operación		FKF 1-2		
		Polo a	Polo b	Polo c
Tiempo de cierre	[ms]	142	142	141
Tiempo de apertura	[ms]	27	27	27

Tabla 28. Características técnicas de los disyuntores de potencia

Operación del disyuntor desde el tablero de control

1. Utilizando el pulsador de discrepancia, se abre o se cierra el disyuntor.

Operación del disyuntor desde la caja de mando del patio

1. Pasar el selector remoto a local
2. Utilizando el pulsador de abrir y cerrar, se hace la operación requerida
3. Verificar la posición en el indicador respectivo
4. Colocar de nuevo el selector local en remoto

10.1.7 Autotransformadores.

El autotransformador puede ser considerado simultáneamente como un caso particular del transformador. Tiene sólo un (1) bobinado arrollado sobre el núcleo. Dispone de cuatro bornes, dos para cada circuito, y por ello presenta puntos en común con el transformador.

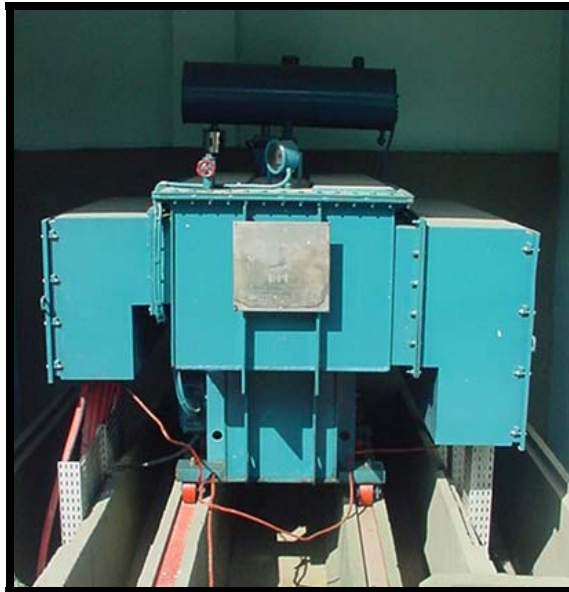


Figura 53. Autotransformadores

AUTOTRANSFORMADOR	
Marca	TAMINI
Clase Nominal de Aislamiento	7.2 /22 / 60 KV
Potencia	10638 kVA
Tensión/corriente lado alta	4.16 kV /2890 A
Tensión/corriente lado baja	3036 / 2896 / 2745 V 2026 / 2126 / 2232 A
Tensión de corto circuito	(4.16 kV 2890 A)
Frecuencia	60 Hz

Tabla 29. Características técnicas del autotransformador

10.2 Sistema de puesta a tierra

La estación de bombeo Bosconia cuenta con una malla de puesta a tierra con resistencia $\leq 1\Omega$, a la cual se conectan la totalidad de los equipos.

Su disposición se muestra en la siguiente figura

Figura 54. Malla puesta a tierra

10. SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES

El sistema de bombeo de bosconia cuenta con sistemas auxiliares de corriente continua y alterna, los cuales se explican brevemente a continuación.

11.1 Corriente Alterna

Teniendo en cuenta que los transformadores de potencia realizan transformación de tensión de 115 kV a 4,16 kV, existe el sistema de servicios auxiliares de corriente alterna en donde se efectúa la transformación a Baja Tensión (440 V)

Para esto, desde la subestación se alimenta a los transformadores de servicios auxiliares 1 y 2 (Ver Figura N° 55) con capacidad de 500 [kVA], tipo seco, a través de los interruptores EM-12 y EM-06 respectivamente.

El diagrama unifilar del sistema de corriente alterna se muestra en la Figura N° 56



Figura 55. Transformadores secos Sistema de Servicios Auxiliares Alterna

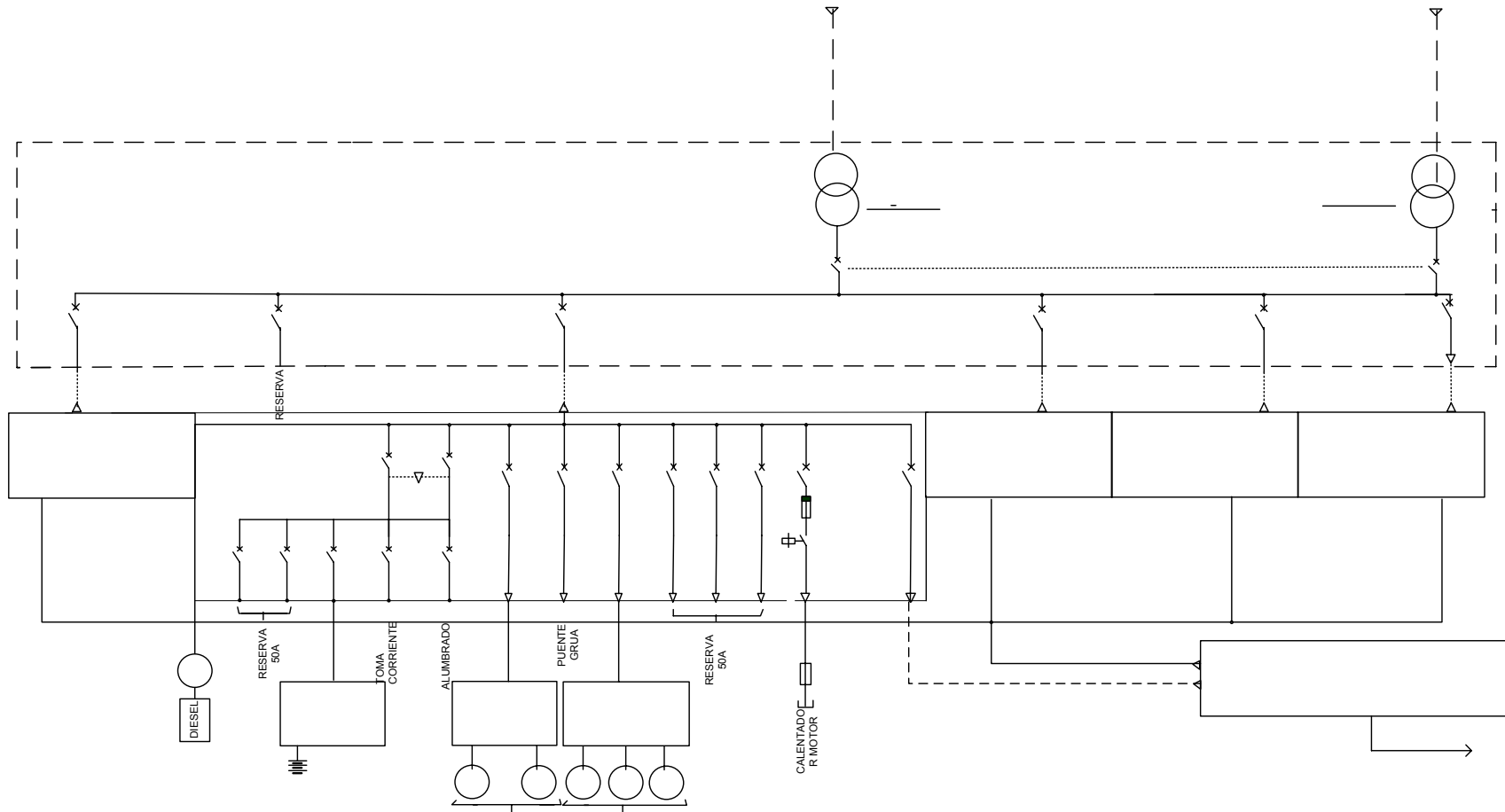


Figura 56. Unifilar sistema de corriente alterna

NH 400
R 200

NH 400
R 200

NH 400
R 200

Ante una posible contingencia, el sistema de bombeo Bosconia cuenta con respaldo para los servicios auxiliares a través de una planta eléctrica de emergencia, y sus características técnicas se presentan en la Tabla No. 30

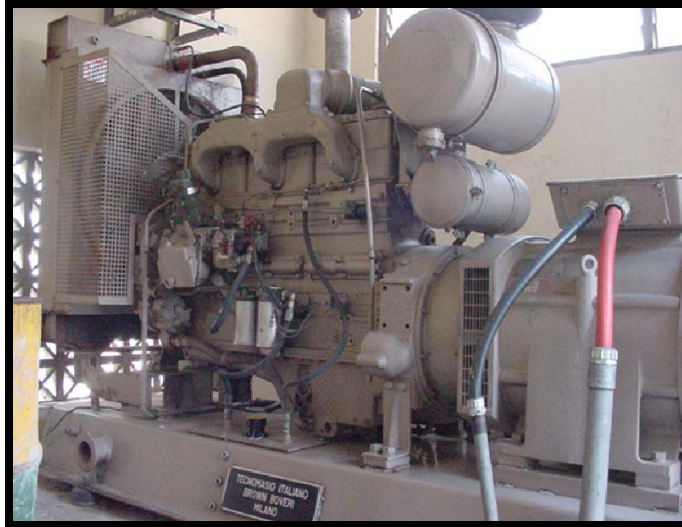


Figura 57. Planta Eléctrica

PLANTA ELÉCTRICA	
Marca	CUMMINS
Tensión	220 / 127 V
Corriente	7,54 A
Velocidad	1800 rpm
Potencia	230W; FP: 08
Frecuencia	60 Hz

Tabla 30. Especificaciones técnicas de la Planta Eléctrica

11.2 Corriente Continua

La totalidad de control se alimenta a 120 V de corriente continua, por lo cual el sistema de bombeo de bosconia cuenta con 10 baterías estacionarias, cada uno de 120 V, tal y como se muestra en la figura 59




Figura 58. Banco de Baterías

Para mantener la carga de las baterías estacionarias, se tienen dos cargadores de baterías de continua, los cuales se manejan desde el tablero de la figura No. 59.



Figura 59. Tablero de mando Cargador de Baterías


N/A	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BOMBEO BOSCONIA	 amb <small>ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUARAMANGA S.A. E.S.R.</small>
FT ME 706 - 001		
Rev.: 0		
BOMBA UNIDAD N° 1		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MARCA: CCM SULZER		CÓDIGOS: BOBM-D1	
SERIAL: 4805 Y		AÑO INSTALACIÓN: 1983	
TIPO: HPDM -350-555- 3d	ALTURA: 394 m	CAUDAL: 667 lps	POTENCIA: 3013 Kw.
VELOCIDAD ANGULAR: 1788 rpm		TANQUE DE ACEITE: Marca: G Martin; Tipo E.T.7294; No. 1191	



ACCESORIOS:		
BOMBA LUBRICACIÓN 1 (ICB3040L20):	BOMBA LUBRICACIÓN 2 (ICB3040L20):	BOMBA LUBRICACIÓN 3 (ICB3040L20):
MARCA G MARTIN, N° 20697923	MARCA G MARTIN, N° 20697919	MARCA G MARTIN, N° 20697924
MOTOR ELÉCTRICO 1:	MOTOR ELÉCTRICO 2:	MOTOR ELÉCTRICO 3:
Tipo: LS90SIT/117443 Número: 100607FN Potencia 1,1 Kw Tensión: 255/440 V Corriente: 4,3/2,3 A Frecuencia: 60 Hz Velocidad: 1750 rpm Factor de potencia: 0,72 Alimentación: Corriente alterna	Tipo: LS90SIT/117439 Número: 100607FN Potencia 1,1 Kw Tensión: 255/440 V Corriente: 4,3/2,3 A Frecuencia: 60 Hz Velocidad: 1750 rpm Factor de potencia: 0,72 Alimentación: Corriente alterna	Tipo: 90/150 2p Número: 37755 Potencia 1,1 Kw Tensión: 125 V Corriente: 9,8 A Frecuencia: 60 hz Velocidad: 1800 rpm Factor de potencia: N.A Alimentación: Corriente continua


N/A	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BOMBEO BOSCONIA	
FT ME 706 - 001		
Rev.: 0		
BOMBA UNIDAD N° 2		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MARCA: CCM SULZER		CÓDIGOS: BOBM-D2	
SERIAL: 4804 Y		AÑO INSTALACIÓN: 1983	
TIPO: HPDM -350-555- 3d	ALTURA: 394 m	CAUDAL: 667 lps	POTENCIA: 3013 Kw.
VELOCIDAD ANGULAR: 1788 rpm		TANQUE DE ACEITE: Marca: G Martin; Tipo E.T.7294; No. 1190	



ACCESORIOS:		
BOMBA LUBRICACIÓN 1 (ICB3040L20):	BOMBA LUBRICACIÓN 2 (ICB3040L20):	BOMBA LUBRICACIÓN 3 (ICB3040L20):
MARCA G MARTIN, N° 20697925	MARCA G MARTIN, N° 20697922	MARCA G MARTIN, N° 20697921
MOTOR ELÉCTRICO 1:	MOTOR ELÉCTRICO 2:	MOTOR ELÉCTRICO 3:
Tipo: LS90SIT Número: 117441 Potencia 1,1 Kw Tensión: 255/440 V Corriente: 4,3/2,3 A Frecuencia: 60 Hz Velocidad: 1750 rpm Factor de potencia: 0,72 Alimentación: Corriente alterna	Tipo: LS90SIT Número: 117444 Potencia 1,1 Kw Tensión: 255/440 V Corriente: 4,3/2,3 A Frecuencia: 60 Hz Velocidad: 1750 rpm Factor de potencia: 0,72 Alimentación: Corriente alterna	Tipo: 90/150 2p Número: 37754 Potencia 1,1 Kw Tensión: 125 V Corriente: 9,8 A Frecuencia: 60 Hz Velocidad: 1800 rpm Factor de potencia: N.A Alimentación: Corriente continua


N/A	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BOMBEO BOSCONIA	
FT ME 706 - 001		
Rev.: 0		
BOMBA UNIDAD N° 3		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MARCA: CCM SULZER		CÓDIGOS: BOBM-D3	
SERIAL: 4805 Y		AÑO INSTALACIÓN: 1983	
TIPO: HPDM -350-555- 3D	ALTURA: 394 m	CAUDAL: 667 lps	POTENCIA: 3013 Kw.
VELOCIDAD ANGULAR: 1788 rpm		TANQUE DE ACEITE: Marca: G Martin; Tipo E.T.7294; No. E. 1192	



ACCESORIOS:		
BOMBA LUBRICACIÓN 1 (ICB3040L20):	BOMBA LUBRICACIÓN 2 (ICB3040L20):	BOMBA LUBRICACIÓN 3 (ICB3040L20):
MARCA G MARTIN, N° 20697918	MARCA G MARTIN, N° 20697926	MARCA G MARTIN, N° 20697920
MOTOR ELÉCTRICO 1:	MOTOR ELÉCTRICO 2:	MOTOR ELÉCTRICO 3:
Tipo: LS90SIT Número: 117440 Potencia 1,1 Kw Tensión: 255/440 V Corriente: 4,3/2,3 A Frecuencia: 60 Hz Velocidad: 1750 rpm Factor de potencia: 0,72 Alimentación: Corriente alterna	Tipo: LS90SIT Número: 117442 Potencia 1,1 Kw Tensión: 255/440 V Corriente: 4,3/2,3 A Frecuencia: 60 Hz Velocidad: 1750 rpm Factor de potencia: 0,72 Alimentación: Corriente alterna	Tipo: 90/150 2p Número: 37753 Potencia 1,1 Kw Tensión: 125 V Corriente: 9,8 A Frecuencia: 60 Hz Velocidad: 1800 rpm Factor de potencia: N.A Alimentación: Corriente continua


N/A	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BOMBEO BOSCONIA	 amb <small>ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUARAMANGA S.A. E.S.R.</small>
FT ME 706 - 001		
Rev.: 0		
BOMBA UNIDAD N° 4		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS


MARCA: CCM SULZER		CÓDIGOS: BOBM-D4	
SERIAL: 5958 Y		AÑO INSTALACIÓN: 1985	
TIPO: HPDM -350-555- 3D	ALTURA: 394 m	CAUDAL: 667 lps	POTENCIA: 3013 Kw.
VELOCIDAD ANGULAR: 1788 rpm		TANQUE DE ACEITE: Marca: G Martin; Tipo E.T. 7940 No H. 785	




ACCESORIOS:		
BOMBA LUBRICACIÓN 1 (ICB3040L20):	BOMBA LUBRICACIÓN 2(PICBN 3040L20):	BOMBA LUBRICACIÓN 3(PICBN 3040L20):
MARCA G MARTIN, N° 20697923	MARCA G MARTIN, N° 50363620	MARCA G MARTIN, N° 50474125
MOTOR ELÉCTRICO 1:	MOTOR ELÉCTRICO 2:	MOTOR ELÉCTRICO 3:
Tipo: LS90SI Número: 313486 Potencia 1,1 Kw Tensión: 255/440 V Corriente: 4,5/2,6 A Frecuencia: 60 Hz Velocidad: 1710 rpm Factor de potencia: 0,82 Alimentación: Corriente alterna	Tipo: LS90SI Número: 313472 Potencia 1,1 Kw Tensión: 255/440 V Corriente: 4,5/2,6 A Frecuencia: 60 Hz Velocidad: 1710 rpm Factor de potencia: 0,82 Alimentación: Corriente alterna	Tipo: 90/150 2p Número: 38908 Potencia 1,1 Kw Tensión: 125 V Corriente: 9,8 A Frecuencia: 60 Hz Velocidad: 1800 rpm Factor de potencia: N.A Alimentación: Corriente continua

N/A	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BOMBEO BOSCONIA	
FT ME 706- 001		
Rev.: 0		
MOTOR BOMBEO UNIDAD N° 1		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS																											
MARCA: ABB (Asea Brown Boveri)			CÓDIGOS: BOBM-M1																								
SERIAL:			AÑO CONSTRUCCIÓN:		1982																						
POTENCIA: 5000 HP (3780 kW)	TIPO: QWG 630 kb-4		TORQUE NOMINAL: 2045 Kgr-m	FRECUENCIA: 60 Hz ± 2 %																							
TENSIÓN: 4160 V ± 5 % y 10% sin carga			CORRIENTE: 597 A																								
TORQUE DE ARRANQUE: 52.8 % Tn		VELOCIDAD: 1790 RPM		VELOCIDAD MÁXIMA: 2150 RPM																							
AISLAMIENTO ESTATOR: CLASE F. Normas ANSI			MATERIAL AISLAMIENTO ESTATOR: MICADOR COMPACT (R)																								
CONDICIONES DE ARRANQUE: TORQUE: 52.8 % Tn CORRIENTE: 570 % In			CONDICIONES DE ARRANQUE CON AUTOTRANSFORMADOR: TORQUE: 28 % Tn CORRIENTE: 300 % In																								
CONDICIONES DE ARRANQUE:																											
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Carga:</td> <td style="width: 12.5%;">115 %</td> <td style="width: 12.5%;">100 %</td> <td style="width: 12.5%;">90 %</td> <td style="width: 12.5%;">90%</td> <td style="width: 12.5%;">80%</td> <td style="width: 12.5%;">70%</td> </tr> <tr> <td>Factor de Potencia:</td> <td>0.90</td> <td>0.91</td> <td>0.91</td> <td>0.91</td> <td>0.91</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>Eficiencia [%]:</td> <td>96.6</td> <td>96.7</td> <td>96.7</td> <td>96.6</td> <td>96.6</td> <td>96.5</td> </tr> </table>							Carga:	115 %	100 %	90 %	90%	80%	70%	Factor de Potencia:	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.9	Eficiencia [%]:	96.6	96.7	96.7	96.6	96.6	96.5
Carga:	115 %	100 %	90 %	90%	80%	70%																					
Factor de Potencia:	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.9																					
Eficiencia [%]:	96.6	96.7	96.7	96.6	96.6	96.5																					
PESO MOTOR: 9000 kg			COS φ: 0,91																								
EFICIENCIA PROMEDIO DE LA BOMBA:			0,846																								
EFICIENCIA DEL MOTOR A PLENA CARGA:			0,964																								
EFICIENCIA PROMEDIO DEL CONJUNTO MOTOR BOMBA:			0,816																								
																											
ESPECIFICACIONES MECÁNICAS																											
CLASE DE PROTECCIÓN:			IP44																								
FORMA DE CONSTRUCCIÓN			B2 (IM 1001)																								
LUBRICACIÓN:			FORZADA																								
TIPO DE ACEITE:			150 VA 32/46																								
CAPACIDAD DE ACEITE EN EL COJINETE:			7 Lts/min																								
REFRIGERACIÓN:			AIRE FORZADO (Intercambiador)																								
MOMENTO DE INERCIA:			408 Kgr/m ²																								
PAR MOTOR			81 Kgr-m																								
TIEMPO DE ARRANQUE HASTA VELOCIDAD NOMINAL:			6.6 s																								
ARRANQUES MÁXIMOS PERMISIBLES			2																								
INTERVALO EN CALIENTE:			60 min. – 150 min																								
PRESION:			0,3 Kg/cm2																								



N/A	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BOMBEO BOSCONIA	
FT ME 706- 001		
Rev.: 0		
MOTOR BOMBEO UNIDAD N° 3		


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS																											
MARCA: ABB (Asea Brown Boveri)			CÓDIGOS: BOBM-M3																								
SERIAL:			AÑO CONSTRUCCIÓN: 1982																								
POTENCIA: 5000 HP (3780 kW)	TIPO: QWG 630 kb-4		TORQUE NOMINAL: 2045 Kgr-m		FRECUENCIA: 60 Hz ± 2 %																						
TENSIÓN: 4160 V ± 5 % y 10% sin carga			CORRIENTE: 597 A																								
TORQUE DE ARRANQUE: 52.8 % Tn		VELOCIDAD: 1790 RPM		VELOCIDAD MÁXIMA: 2150 RPM																							
AISLAMIENTO ESTATOR: CLASE F. Normas ANSI			MATERIAL AISLAMIENTO ESTATOR: MICADOR COMPACT (R)																								
CONDICIONES DE ARRANQUE: TORQUE: 52.8 % Tn CORRIENTE: 570 % In			CONDICIONES DE ARRANQUE CON AUTOTRANSFORMADOR: TORQUE: 28 % Tn CORRIENTE: 300 % In																								
CONDICIONES DE ARRANQUE:																											
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left;">Carga:</td> <td style="text-align: center;">115 %</td> <td style="text-align: center;">100 %</td> <td style="text-align: center;">90 %</td> <td style="text-align: center;">90%</td> <td style="text-align: center;">80%</td> <td style="text-align: center;">70%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Factor de Potencia:</td> <td style="text-align: center;">0.90</td> <td style="text-align: center;">0.91</td> <td style="text-align: center;">0.91</td> <td style="text-align: center;">0.91</td> <td style="text-align: center;">0.91</td> <td style="text-align: center;">0.9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Eficiencia [%]:</td> <td style="text-align: center;">96.6</td> <td style="text-align: center;">96.7</td> <td style="text-align: center;">96.7</td> <td style="text-align: center;">96.6</td> <td style="text-align: center;">96.6</td> <td style="text-align: center;">96.5</td> </tr> </table>							Carga:	115 %	100 %	90 %	90%	80%	70%	Factor de Potencia:	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.9	Eficiencia [%]:	96.6	96.7	96.7	96.6	96.6	96.5
Carga:	115 %	100 %	90 %	90%	80%	70%																					
Factor de Potencia:	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.9																					
Eficiencia [%]:	96.6	96.7	96.7	96.6	96.6	96.5																					
PESO MOTOR: 9000 kg			COS φ: 0,91																								
EFICIENCIA PROMEDIO DE LA BOMBA:			0,846																								
EFICIENCIA DEL MOTOR A PLENA CARGA:			0,964																								
EFICIENCIA PROMEDIO DEL CONJUNTO MOTOR BOMBA:			0,816																								
																											
ESPECIFICACIONES MECÁNICAS																											
CLASE DE PROTECCIÓN:			IP44																								
FORMA DE CONSTRUCCIÓN			B2 (IM 1001)																								
LUBRICACIÓN:			FORZADA																								
TIPO DE ACEITE:			150 VA 32/46																								
CAPACIDAD DE ACEITE EN EL COJINETE:			7 Lts/min																								
REFRIGERACIÓN:			AIRE FORZADO (Intercambiador)																								
MOMENTO DE INERCIA:			408 Kgr/m ²																								
PAR MOTOR			81 Kgr-m																								
TIEMPO DE ARRANQUE HASTA VELOCIDAD NOMINAL:			6.6 s																								
ARRANQUES MÁXIMOS PERMISIBLES			2																								
INTERVALO EN CALIENTE:			60 min. – 150 min																								
PRESION:			0,3 Kg/cm2																								

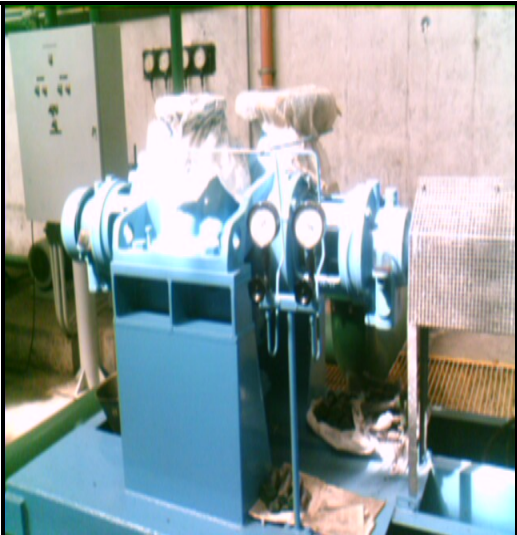
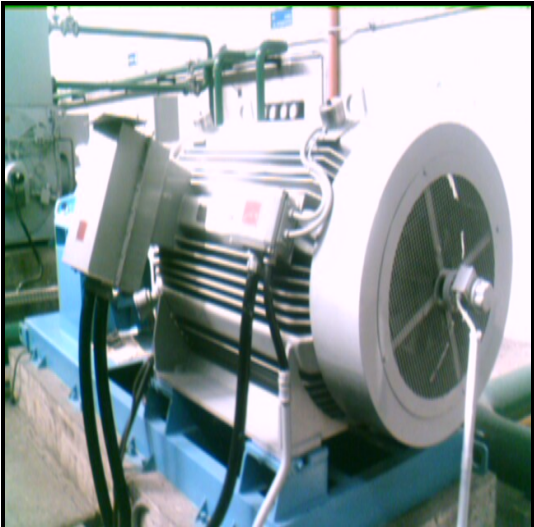
N/A	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BOMBEO BOSCONIA	
FT ME 706- 001		
Rev.: 0		
MOTOR BOMBEO UNIDAD N° 4		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS																											
MARCA: ABB (Asea Brown Boveri)			CÓDIGOS: BOBM-M4																								
SERIAL:			AÑO CONSTRUCCIÓN:		1982																						
POTENCIA: 5000 HP (3780 kW)	TIPO: QWG 630 kb-4		TORQUE NOMINAL: 2045 Kgr-m	FRECUENCIA: 60 Hz ± 2 %																							
TENSIÓN: 4160 V ± 5 % y 10% sin carga			CORRIENTE: 597 A																								
TORQUE DE ARRANQUE: 52.8 % Tn		VELOCIDAD: 1790 RPM		VELOCIDAD MÁXIMA: 2150 RPM																							
AISLAMIENTO ESTATOR: CLASE F. Normas ANSI			MATERIAL AISLAMIENTO ESTATOR: MICADOR COMPACT (R)																								
CONDICIONES DE ARRANQUE: TORQUE: 52.8 % Tn CORRIENTE: 570 % In			CONDICIONES DE ARRANQUE CON AUTOTRANSFORMADOR: TORQUE: 28 % Tn CORRIENTE: 300 % In																								
CONDICIONES DE ARRANQUE:																											
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Carga:</td> <td style="width: 15%;">115 %</td> <td style="width: 15%;">100 %</td> <td style="width: 15%;">90 %</td> <td style="width: 15%;">90%</td> <td style="width: 15%;">80%</td> <td style="width: 15%;">70%</td> </tr> <tr> <td>Factor de Potencia:</td> <td>0.90</td> <td>0.91</td> <td>0.91</td> <td>0.91</td> <td>0.91</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>Eficiencia [%]:</td> <td>96.6</td> <td>96.7</td> <td>96.7</td> <td>96.6</td> <td>96.6</td> <td>96.5</td> </tr> </table>							Carga:	115 %	100 %	90 %	90%	80%	70%	Factor de Potencia:	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.9	Eficiencia [%]:	96.6	96.7	96.7	96.6	96.6	96.5
Carga:	115 %	100 %	90 %	90%	80%	70%																					
Factor de Potencia:	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.9																					
Eficiencia [%]:	96.6	96.7	96.7	96.6	96.6	96.5																					
PESO MOTOR: 7800 Kg.			COS φ: 0,91																								
EFICIENCIA PROMEDIO DE LA BOMBA:			0,846																								
EFICIENCIA DEL MOTOR A PLENA CARGA:			0,964																								
EFICIENCIA PROMEDIO DEL CONJUNTO MOTOR BOMBA:			0,816																								
																											
ESPECIFICACIONES MECÁNICAS																											
CLASE DE PROTECCIÓN:			IP44																								
FORMA DE CONSTRUCCIÓN			B2 (IM 1001)																								
LUBRICACIÓN:			FORZADA																								
TIPO DE ACEITE:			150 VA 32/46																								
CAPACIDAD DE ACEITE EN EL COJINETE:			7 Lts/min																								
REFRIGERACIÓN:			AIRE FORZADO (Intercambiador)																								
MOMENTO DE INERCIA:			408 Kgr/m ²																								
PAR MOTOR			81 Kgr-m																								
TIEMPO DE ARRANQUE HASTA VELOCIDAD NOMINAL:			6.6 s																								
ARRANQUES MÁXIMOS PERMISIBLES			2																								
INTERVALO EN CALIENTE:			60 min. – 150 min																								
PRESION:			0,3 Kg/cm2																								

N/A	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BOMBEO BOSCONIA	
FT ME 706 - 001		
Rev.: 0		
BOMBAS DE REFRIGERACIÓN		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
BOMBA DE REFRIGERACIÓN 1 (P4)	
MARCA: CCM SULZER	CODIGO: BOBM – C12
NÚMERO: 4648 Y	TIPO: AZ – 69 – 160
AÑO: 1982	VELOCIDAD: 3600 rpm
ELEVACIÓN: 50 mts	M3 HEURE: 100
MOTOR M4	
MARCA: CEM	NÚMERO: FL 469005
TIPO: MEUL 180 M2	POTENCIA: 22 kW
CLASE: Tipo E	FACTOR DE POTENCIA: 0.97
DELTA($\Delta\phi$): 75 °K	FRECUENCIA: 60 Hz
IP: 55	VOLTAJE: 255/440 V
CORRIENTE: 62/36 A	VELOCIDAD: 3535 rpm
PESO: 170 kg.	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
BOMBA DE REFRIGERACIÓN 2 (P5)	
MARCA: CCM SULZER	CÓDIGO: BOBM – C13
NÚMERO: 4649 Y	TIPO: 22-65460-17170
AÑO: 1982	VELOCIDAD: 3600 rpm
ELEVACIÓN: 50 mts	M3 HEURE: 100
MOTOR M5	
MARCA: CEM	NÚMERO: FL 469006
TIPO: MEUL 180 M2	POTENCIA: 22 kW
CLASE: Tipo E	FACTOR DE POTENCIA: 0,89
DELTA($\Delta\phi$): 75 °K	FRECUENCIA: 60 Hz
IP: 55	VOLTAJE: 255/440 V
CORRIENTE: 62/36 A	VELOCIDAD: 3535 rpm
PESO: 170 Kg.	

N/A	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BOMBEO BOSCONIA	
FT ME 706 - 001		
Rev.: 0		
BOMBA DE LLENADO		


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
BOMBA	
MARCA: CCM SULZER	EQUIPO: B. Prellenado
CÓDIGO: BOBM – B5	TIPO: HZZ 102-361
NÚMERO: 80564	ITEM No: 3
AÑO: 1982	POTENCIA: 408 kW
TEMPERATURA: 18-22 °C	NPSHm: 6,5
Kg/m3: 10000	Q m3/h: 252
ELEVACIÓN: 380 mts	VELOCIDAD: 3585 rpm
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
MOTOR ELÉCTRICO	
MARCA: TECNOMASIO IT. BROWN BOVERI – MILANO	(Motor Asíncrono)
NÚMERO: M 100137	TIPO: QUNG 500 Kb2
POTENCIA: 470 Kw	FACTOR DE POTENCIA: 0,89 Inductivo
FRECUENCIA: 60 Hz	VELOCIDAD: 3585 rpm
VOLTAJE: 4160 V	AÑO: 1983
PESO: 3200 Kg	CORRIENTE: 79 A
CORRIENTE MAXIMA: 1001 A	IP: 44
BOBINADO CLASE: F	

N/A	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BOMBEO BOSCONIA	
FT ME 706- 001		
Rev.: 0		
COMPRESOR N° 3		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
EQUIPO:	COMPRESOR 3	CÓDIGO:	BOBM – Z3
MARCA:	MOTEURS LEROY SOMER	TIPO:	110 / 50
NÚMERO:	5569 c		
MOTOR ELÉCTRICO:			
TIPO:	LS180M	NÚMERO:	103810/20
POTENCIA:	18.5 kW	FACTOR DE POTENCIA:	0,84 inductivo
GRADOS CENTIGRADOS:	40	IP:	55
VELOCIDAD ANGULAR:	1750 rpm	PESO:	113 Kg
VOLTAJE:	254/440 V	CORRIENTE:	55,3/32 A
Jrot:	N/A 15g/5000h		



N/A	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BOMBEO BOSCONIA	
FT ME 706- 001		
Rev.: 0		
COMPRESOR N° 4		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
EQUIPO: COMPRESOR 4		CÓDIGO:	BOBM – Z4
MARCA: MOTEURS LEROY SOMER		TIPO:	110 / 50FL
NÚMERO: 555569 B			
MOTOR ELÉCTRICO:			
TIPO:	LS 180M	NÚMERO:	102485/4
POTENCIA:	18.5 kW	FACTOR DE POTENCIA:	0,84 inductivo
GRADOS CENTIGRADOS: 40		IP:	55
VELOCIDAD ANGULAR: 1750 rpm		PESO:	113 Kg
VOLTAJE: 254/440 V		CORRIENTE:	55,3/32 A
Jrot:	0,088 Kg./m2 / 15g/5000h		
			

N/A	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BOMBEO BOSCONIA	
FT ME 706- 001		
Rev.: 0		
COMPRESOR N° 5		

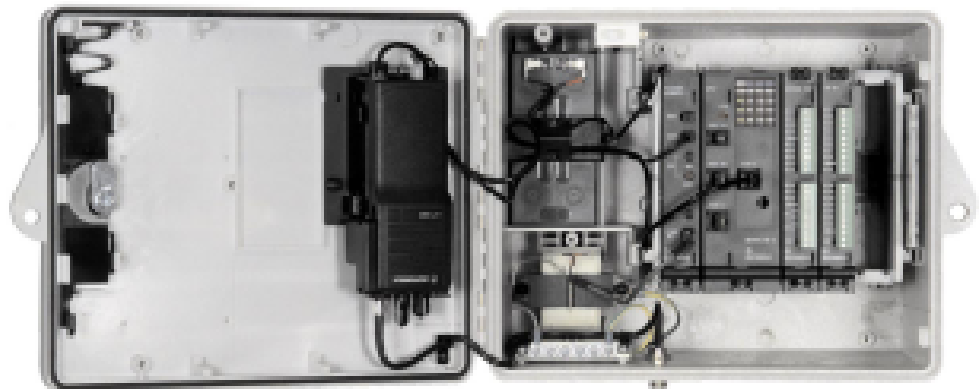
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
EQUIPO:	COMPRESOR 5	CÓDIGO:	BOBM – Z5
MARCA:	MOTEURS LEROY SOMER	TIPO:	110 / 50E
NÚMERO:	5569 c		
MOTOR ELÉCTRICO:			
TIPO:	LS180M	NÚMERO:	102486/5
POTENCIA:	18.5 kW	FACTOR DE POTENCIA:	0,84 inductivo
GRADOS CENTIGRADOS:	40	IP:	55
VELOCIDAD ANGULAR:	1750 rpm	PESO:	115 Kg
VOLTAJE:	254/440 V	CORRIENTE:	55,3/32 A
Jrot:	0,088 Kg./m2 / 15g/5000h		



MOSCAD-L

SCADA Remote Terminal Unit

MOSCAD-L provides the most asked for features of MOSCAD in a smaller and leaner package for use in locations where space is limited.



FEATURES / BENEFITS

MOSCAD-L is Smaller

The size of MOSCAD-L is noticeably smaller than the equivalent full MOSCAD. The available enclosure meets the requirements of NEMA-4X for use indoors or outdoors in mild corrosive environments.

- ◆ *MOSCAD-L may be easily installed in many space restricted locations. Mounting options are available for wall or pole mount situations, and MOSCAD-L is small enough to fit with other equipment in many enclosures provided by others.*

MOSCAD-L provides Communications

Both MOSCAD-L and MOSCAD use the Modbus communication protocol which is based on the International Standards Organization's 7-layer protocol recommendation. Messaging, both RTU-initiated and poll-response, may occur to a central system management site or peer-to-peer between any RTUs (Remote Terminal Units) in the system. Communications may occur on popular two-way radio frequencies or by wireline or fiber optic modems.

- ◆ *MOSCAD-L provides the communication link, so important in distributed-intelligence automation systems. There is no add-on communication package to locate and integrate.*
- ◆ *RTU-initiated messaging virtually eliminates any need for continuous polling to transfer information RTU-to-central – the RTU sends data only when something noteworthy occurs on-site. MOSCAD-L may operate on radio channels that are shared by other users, including voice users.*
- ◆ *MOSCAD-L and MOSCAD may exchange data among each other. MOSCAD-L may be added to, and be a full member of, existing MOSCAD systems.*

MOSCAD-L is Leaner

The commonly used I/O capabilities of MOSCAD, including RS-232 and RS-485, are available with MOSCAD-L. Advanced technology is used to provide these capabilities at lower operating power requirements.

- ◆ *When the situation requires advanced performance at low power burdens, MOSCAD-L may be the solution. Solar or LP-powered sites may particularly benefit from this capability.*

MOSCAD-L is Programmable

The specific automation solution to the system requirement may be programmed into MOSCAD-L. The same application already developed for MOSCAD may be used in MOSCAD-L, if the I/O requirement can also be satisfied.

- ◆ *Automation solutions may be tailored to satisfy specific customer requirements. Programming is accomplished by using an advanced version of tried-and-proven ladder logic, complemented by "C" functions. It is supported by the MOSCAD-L Programming ToolBox.*

Spread Spectrum Radio

Unlicensed direct sequence spread spectrum (DSSS) radios are available within MOSCAD-L. Models that operate in either the 900 MHz and 2.4 GHz bands are available. DSSS permits direct peer-to-peer and RTU-to-central messaging to occur.

- ◆ *Systems that need short range, line-of-sight communications may effectively utilize spread spectrum radio when a licensed frequency is difficult to obtain.*

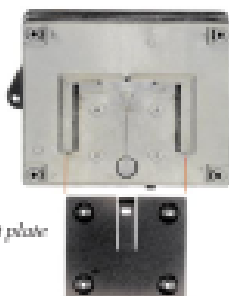
MOSCAD-L

SCADA Remote Terminal Unit

Specifications

SPECIFICATIONS		
Power Supply Module	Input Voltage:	From included 117 Vac (nominal) line transformer; 150 Vac line transformer optional Interface to external 20-28 Vac/21-50 Vac power source and to solar panel regulator optional
	Output Voltage/Current:	5 Vdc at 0.6 amp; 14.3 Vdc at 2.0 amp; 24 Vdc at 0.25 amp
	Backup Battery:	1.2 Ah @ 12 Vdc (nominal); 3.0 Ah optional
CPU Module	Processor:	Motorola 68LC902 (1632 bit) CMOS; 16.6 MHz clock
	Memory:	1024-bit Flash for operating system and applications; 256 KB RAM
	Application Size:	Approximately 256 KB
	Clock:	Software clock; year, month, date, day, hour, minute, second supported
	Serial Data Ports:	Port 1: RS-485 2-wire multiplex or RS-232 (no handshake); up to 31.5 kbps Port 2: RS-232 with full DTE/DCE support; up to 57.6 kbps
	Communication Port:	1200 bps FSK to internal or external radio, or 2400 bps FSK to internal or external radio, or 4800 bps FSK to external radio, or 9600 bps Synchronous to DataCable 9600 radio, or 600 bps Irms to internal or external radio, or 1200 bps or 2400 bps wireless modem, or RS-232 Sync or Async; up to 57.6 kbps
I/O Modules	16 Digital Input:	see catalog sheet RS-11-1012
	16 Digital Input (110V):	see catalog sheet RS-11-1000
	8 Digital Output:	see catalog sheet RS-11-1020
	6 Analog Input:	see catalog sheet RS-11-1030
	Mixed I/O:	see catalog sheet RS-11-1014
COMMUNICATION MEDIA		
Wireless Modems	PTT:	600-2400 bps via transmitter; full duplex
	Leased Lines:	600-2400 bps 2-wire or 4-wire full duplex
	Multiplex:	1200 bps 2-wire full duplex
Two-Way Radio	Spread Spectrum:	800 MHz: 450 mW at up to 215 kbps; 2.4 GHz: 100 mW at up to 1800 kbps
	Conventional:	150-174 MHz @ 3 watt (variable to 1.2 watt) power output 403-403, 470-512 MHz @ 4 watt (variable to 1.2 watt) power output 824-860 MHz @ 5 watt multiple access system
	Trunked:	800-860 MHz @ 3 watt (variable to 1.2 watt) power output Refer to the MOSCAD-L System Planner for PCT Type acceptance information.
External Radio	Interface:	5 wire (data in, data out, PTT, channel monitor, ground)
	Excitation:	F1 (FSK) or F3 (FSK, DPSK, or Irms)
RS-485	Interface:	Twisted STP/UTP (data in, data out, RTS, DTR, CS, gnd); 0.6-57.6 kbps

Specifications subject to change without notice.



Wall mount plate

Rear view of enclosure showing optional wallpole mount plate; it is attached to the mounting surface before the enclosure slides and locks onto the plate.



Motorola U.S.A.
1301 E. Aiguillon Road
Schaumburg, Illinois 60196
Phone: 1-800-247-2348

Motorola Latin America Division
888 Mc Cypress Creek Rd. #2000
Fort Lauderdale, FL 33309
Phone: 1-800-828-2000

Motorola Asia Pacific, Ltd.
39FL Paterson Tower
Times Square, Causeway Bay
Hong Kong, PH 000 001
Phone: 852-2900-4300

Motorola UK Ltd.
Jaya Court, Watling Industrial Estate
Basingstoke, Hampshire
RG22 4PD
Phone: 04-1200-44404

Motorola Canada Inc.
3900 Victoria Park Avenue
North York, Ontario M2H 3H7
Phone: 1-800-260-6700

© Motorola and MOSCAD-L are trademarks of Motorola Inc. ® All company and product names are trademarks or registered trademarks of their respective companies. ® 01496 by Motorola Inc. ® Printed in U.S.A. ® Produced by Customer Communications
Motorola is an Equal Employment Opportunity/Affirmative Action Employer
Visit us on the Web at <http://www.mot.com/RS-11-1012>

Vision290™: PLC with Touchscreen Graphic HMI & Snap-in I/O Modules



The Vision290™ is a powerful PLC with a built-in HMI Operator Panel, comprising a 5.7" graphic touchscreen display with a virtual keypad. On-board I/Os can be added by simply snapping a module onto the back of the PLC; Snap-in I/O Modules come in several configurations. I/O Expansion modules enable integrating up to 171 I/Os per Vision PLC. The Vision290™ offers a rich range of embedded features such as multiple auto-tuned PID loops, internal 120K structured database and loadcell support. Communication options include TCP/IP, Ethernet, GSM/SMS, MODBUS, CANbus networking, function blocks that enable Vision to communicate with devices using proprietary COM protocols, plus remote access and data export software utilities. 1000K-Ladder code application memory enables the Vision290™ to run complex control and automation tasks. The touchscreen HMI enables the display of 'touchable' images and text according to real-time conditions—for on-line operation and diagnostics. It can also display graphs according to historical values—to reflect trends of recorded data. Display options are almost endless with up to 255 user-designed screens, and up to 24 HMI variables per screen. The Vision PLC/Graphic HMI series introduces an unbeatable price-performance ratio, enabling users to enjoy the advanced features of both the operator panel and the PLC, while maintaining low budget, reduced programming time and minimum wiring.

SPECIFICATIONS

PLC

- Supports up to 171 I/Os via Snap-in or Expansion Modules (number/type vary according to model)
- I/O types: Digital (including shaft-encoder inputs & PWM outputs), Analog, & Temperature/weight measurement
- Application memory: 1000K
- Execution time: 0.5µsec for bit operation
- Multiple built-in PID loops, including auto-tune
- Data Tables: 120K (RAM) & 192K (Flash) for dynamic data logging and production recipes
- Mounting: Panel or DIN-rail

HMI

- Display 'touchable' images, text and graphs according to real-time conditions and historical values
- 'Touch' properties can be assigned to all text and graphic on-screen elements
- Data entry/modification via keypad
- Up to 255 user-designed displays

- 24 variables per display; link up to 150 images/messages to each variable
- Use hundreds of images in one application
- Graphic display screen: 5.7", 320 x 240 pixels (QVGA)
- LCD illuminated screen
- Virtual keyboard
- Info mode: view/modify I/O status, integer values, and system data via the panel

Communications

- Two RS232 ports
- Ethernet/additional RS232/RS485 port (optional)
- GSM/SMS support
- Remote access via network GPRS, GSM, CDMA or landline modems
- MODBUS (master/slave)
- CANbus and UniCAN
- OPC/DDE server
- Additional communication protocols

Our HMI/PLC programming software and software utilities are free to all Unitronics clients.

V280/V290 comparison table

SNAP-IN I/O

All Vision200 series (V230, V260, V280 & V290) controllers can be installed with a snap-in I/O module. The Snap-in I/O Module snaps onto the back of the Vision. Unitronics' range of I/O modules ensures flexible configurations that will fit your system's precise requirements.



V200-18-E1B

- 16 pnp/npn Digital inputs, 24VDC (including two high-speed counters/ Shaft encoder/ Frequency measurer, 10kHz)
- 3 Analog inputs, 10 bit, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA
- 10 Relay outputs
- 4 pnp/npn outputs, 24VDC (including two high-speed outputs/ PWM, 50kHz for npn / 2 kHz for pnp)



V200-18-E2B

- 16 pnp/npn Digital inputs, 24VDC
(including two high-speed counters/ Shaft encoder/ Frequency measurer, 10kHz)
- 2 Analog inputs, 10 bit, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA
- 10 Relay outputs
- 4 pnp/npn outputs, 24VDC
(including two high-speed outputs/ PWM, 50kHz for npn / 2 kHz for pnp)
- 2 Analog outputs, 12 bit, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA



V200-18-E3XB

- 18 pnp/npn Digital inputs, 24VDC
(including two high-speed counters/ Shaft encoder/ Frequency measurer, 10kHz)
- 4 Isolated Analog/Thermocouple/PT100 inputs (Analog: 14 bit, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA. Thermocouple/PT100: 0.1° resolution)
- 15 Relay outputs
- 2 pnp/npn outputs, 24VDC
(including two high-speed outputs/ PWM, 50kHz for npn / 2 kHz for pnp)
- 4 Analog outputs, 12 bit, 0-10V, 4-20mA



V200-18-E4XB

- 18 pnp/npn Digital inputs, 24VDC (including two high-speed counters/ Shaft encoder/ Frequency measurer, 10kHz)
- 4 Isolated Analog/Thermocouple/PT100 inputs (Analog: 14 bit, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA. Thermocouple/PT100: 0.1° resolution)
- 15 Isolated pnp outputs
- 2 Isolated pnp/npn outputs, 24VDC (including two high-speed outputs/ PWM, 50kHz for npn / 2 kHz for pnp)
- 4 Analog Isolated pnp/npn outputs, 12 bit, 0-10V, 4-20mA



V200-18-E5B

- 18 pnp/npn digital inputs, 24VDC (including two high-speed counters/ Shaft encoder/ Frequency measurer, 10kHz)
- 3 Analog inputs, 10 bit, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA
- 15 Isolated pnp outputs
- 2 Isolated pnp/npn outputs, 24VDC (including two high-speed outputs/ PWM, 50kHz for npn / 2 kHz for pnp)

I/O EXPANSIONS

Add plug-in I/O Expansion Modules to increase your I/O capacity. Connect up to 8 modules to a single PLC, via an expansion adapter. DIN-rail or screw-mounting enable easy installation.



EX-A1

Expansion adapter—used to link between the PLC and up to 8 expansion modules (no. of I/Os may vary according to model). Supports both 12/24VDC.



IO-AI4-AO2

24VDC (power supply)

4 Analog inputs, 12 bit, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA

2 Analog outputs, 12 bit + sign, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA.



IO-AO6X

24VDC (power supply)

6 Isolated Analog outputs, 12 bit, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA.



IO-PT4

4 PT100 inputs, range: -50°C : 460°C (-58°F : 860°F), 12 bit.



IO-PT400

4 PT100 / NI100 / NI120 inputs,

Range PT100: -50°C : 460°C (-58°F : 860°F)

Range NI100: -50°C : 232°C (-58°F : 449°F)

Range NI120: -50°C : 172°C (-58°F : 341°F)

12 bit.



IO-PT4K

4 PT1000 / NI1000 inputs

Range PT1000: -50°C ÷ 460°C, (-58°F ÷ 860°F)

Range NI1000: -50°C ÷ 232°C, (-58°F ÷ 449°F)

12 bit



IO-ATC8

8 Thermocouple/Analog inputs (T/C: J, K, T, B, E, N, R, S, 0.1° resolution. Analog: 12/14 bit, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA).



IO-LC1

12/24VDC (power supply)

1 Loadcell / Strain gauge input. Voltage range: ±20mV, ±80mV, execution: AC/DC

1 Digital pnp input

2 setpoint pnp outputs

(* Not supported by the M90 line).



IO-LC3

12/24VDC (power supply)

3 Loadcell / Strain gauge inputs. Voltage range: ±20mV, ±80mV, execution: AC/DC

1 Digital pnp input

2 setpoint pnp outputs

(* Not supported by the M90 line).



IO-DI8-TO8

24VDC

8 Digital pnp/npn inputs, including 1 High-speed counter

8 Transistor pnp outputs

Supports Fast-response (in conjunction with Vision PLCs)



IO-DI8-RO8

24VDC

8 Digital pnp/npn inputs, including 1 High-speed counter

8 Relay outputs.



IO-DI8-RO4

24VDC

8 Digital pnp/npn inputs, including 1 High-speed counter

4 Relay outputs.



IO-DI16

24VDC

16 Digital pnp/npn inputs, including 1 High-speed counter.



IO-TO16

12/24VDC

16 Transistor pnp outputs.



IO-RO8

24VDC (power supply)
8 Relay outputs.



IO-RO16

24VDC (power supply)
16 Relay outputs.



EX90-DI8-RO8

24VDC
8 Digital pnp inputs, including 1 High-speed counter
8 Relay outputs
(This unit is housed in an open casing. Only one EX90 can be connected per PLC, as a single expansion module; EX-A1 adapter not required).



IO-DI8-TO8-L

8 Digital pnp/npn inputs, including 1 High-speed counter
8 Transistor pnp outputs.



IO-DI8-RO8-L

12VDC
8 Digital pnp/npn inputs, including 1 High-speed counter
8 Relay outputs.



IO-DI8-RO4-L

12VDC

8 Digital pnp/npn inputs, including 1 High-speed counter
4 Relay outputs.



IO-DI16-L

12VDC

16 Digital pnp/npn inputs, including 1 High-speed counter.



IO-RO8-L

12VDC (power supply)

8 Relay outputs.



IO-RO16-L

12VDC (power supply)

16 Relay outputs.



IO-DI8ACH

110/220 VAC

8 AC Inputs

COMMUNICATION MODULES

An additional COM module can be installed in any Vision200 unit (V230, V260, V280 & V290).



V200-19-ET1

1 Ethernet port



V200-19-RS4

1 RS232/RS485 port



V200-19-RS4-X

1 RS232/RS485 port (Isolated)

SPECIAL FEATURES



Flexible PID

Up to 12 built-in PID loops, including internal auto-tune, ramp-soak programmer and bumpless transfer. Use Vision's PID loops to economically and efficiently combine accurate process control with the flexibility of a PLC



Program	Setpoint	Unit
Program 1	1000	1
Program 2	2000	1
Program 3	3000	1
Program 4	4000	1
Program 5	5000	1
Program 6	6000	1
Program 7	7000	1
Program 8	8000	1
Program 9	9000	1
Program 10	10000	1
Program 11	11000	1
Program 12	12000	1
Program 13	13000	1

Data Tables

Use Vision's smart data tables (120K RAM and 192K Flash memory), to log dynamic data and store production recipes.



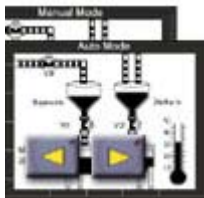
Shaft-encoder Inputs

Use the controller's integral 10kHz inputs as high-speed counters, frequency measurers, or to directly connect to shaft-encoders.



High-speed Outputs

Control stepper motors or PID-based applications, via PWM, with the Vision's onboard high-speed outputs (up to 50 kHz for npn).



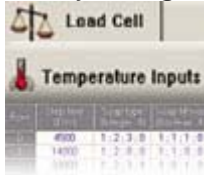
Easy Scrolling between Recipes

Simply scroll between pre-programmed recipes or menus, using the panel's arrow keys. This enables you to choose and activate a desired task via the HMI - immediately, on-site.



Image Library

Easily design your graphic displays using the Vision's extensive image library.



Temperature & Weight measurement

Onboard direct temperature inputs (PT100 or Thermocouple) give you the ability to control temperature-based applications, Loadcell I/O Expansion Modules enable you to hook up weight/strain inputs and achieve accurate measurements—no additional hardware required.

(M91 series only, features are model-dependant)



Time-based Control

Do you need a specific task to be performed at a specific time and date? Simply mark the hour, date or weekday in the PLC software—and you have created time-based control in 3 clicks.



Information Mode

Press the touchscreen for a few seconds to enter the PLC's Information Mode, providing you with powerful diagnostic capabilities.



Virtual Keyboard

Application requires data entry? The Vision's virtual keyboard pops up automatically.

VISILOGIC LADDER & HMI SOFTWARE

All-in-one software enables you to develop your PLC and HMI applications in one environment, establish modem and data communications, test and debug your programs in on-line mode, remotely access your controller, and more.

Use the Ladder editor to:

- Click-and-drop Ladder elements
- Build modular programs; create subroutines and call them into your program
- Benefit from built-in function blocks such as Trends, PID, Loadcell, GPRS, Drum Sequencer, MODBUS Serial/IP, SMS, Protocol Serial/TCP/IP

Use the HMI editor to:

- Import or design any image
- Create and display text messages
- Assign 'touch' properties to any screen element (in touchscreen models)
- Use images and graphs to reflect current variable values & historical trends
- Assign functions to the keyboard, softkeys and touchscreen elements

[Download VisiLogic software](#)

COMMUNICATION

Ethernet
GPRS
GSM/SMS
Remote
MODBUS
CANbus
OPC/DDE
Additional
DataXport

Communication
(to

Access

Server
Protocols
Excel)

Ethernet

via

TCP/IP

Use your factory's existing LAN wiring to implement stable, high-speed control. Ethernet, the universal COM standard is embedded in Vision controllers. Ethernet enables MODBUS or open protocol commands to run over TCP/IP. Via the Ethernet port (purchased separately) and easy-to-use Ladder function blocks, Vision can:

- Exchange data, PLC to PLC
- Access external slave devices that support TCP/IP
- Use MODBUS IP or OPC to implement PC access via SCADA
- Acquire data from remote Vision units, networked into Intranets, Internets and wireless LANs
- Boost your connectivity by using dedicated IP address—and access/program remote Vision PLCs via the Internet

GPRS

Use GPRS wireless data transmission services to access your Vision PLC via the Internet. Vision can transmit IP packets of data to a remote PC connected to the Internet via GPRS modem, using a dedicated IP. GPRS enables you to operate remote PLCs on-line, upload, download, debug programs, and log application data—no wires required.

GSM/SMS

Use your PC to access remote PLCs via network connections, Ethernet, cellular (GPRS/GSM/CDMA) or landline modems. Unitronics' unique Remote Access utilities enable you (via Ladder software or independently) to remotely:

- Operate the controller's panel via PC
- Run, reset or initialize a controller
- Download, upload or debug PLC programs
- Read, write and store online operand and system values

Remote

Access

Use your PC to access remote PLCs via network connections, Ethernet, cellular (GPRS/GSM/CDMA) or landline modems. Unitronics' unique Remote Access utilities enable you (via Ladder software or independently) to remotely:

- Operate the controller's panel via PC
- Run, reset, or initialize a controller
- Download, upload, or debug PLC programs
- Read, write, and store online operand and system values

MODBUS

Use serial or TCP/IP MODBUS to create a multi-device network, and establish master-slave communication between Unitronics PLCs and any connected device that supports the MODBUS protocol (SCADA systems, servos and other peripheral devices). Any Unitronics controller in the network may function as either master or slave.

CANbus

CANbus enables inter-PLC data exchange, for implementation of efficient distributed control. Use Unitronics' CANbus protocol to integrate up to 63 PLCs into one high-speed network.

OPC/DDE

Server

Unitronics' OPC/DDE servers enable the PLC to exchange data with external applications. Use it to interface with SCADA systems, or to read/write PLC data from/to Excel, Access, or other Windows-based applications.

OPC/DDE Server software utilities are free downloads.

Additional

Communication

Protocols

The "Protocols" function block enables the Vision PLC to communicate, via RS232 and RS485, with a broad variety of external devices, such as bar-code readers and servos.

DataXport (to Excel)

A powerful software utility that captures PLC application data and exports it to Excel files for logging or processing. Data is exported, either directly, via network connection, or via modem, according to a user-defined schedule, or is pulled manually to view current status.

DataXport is a free download.

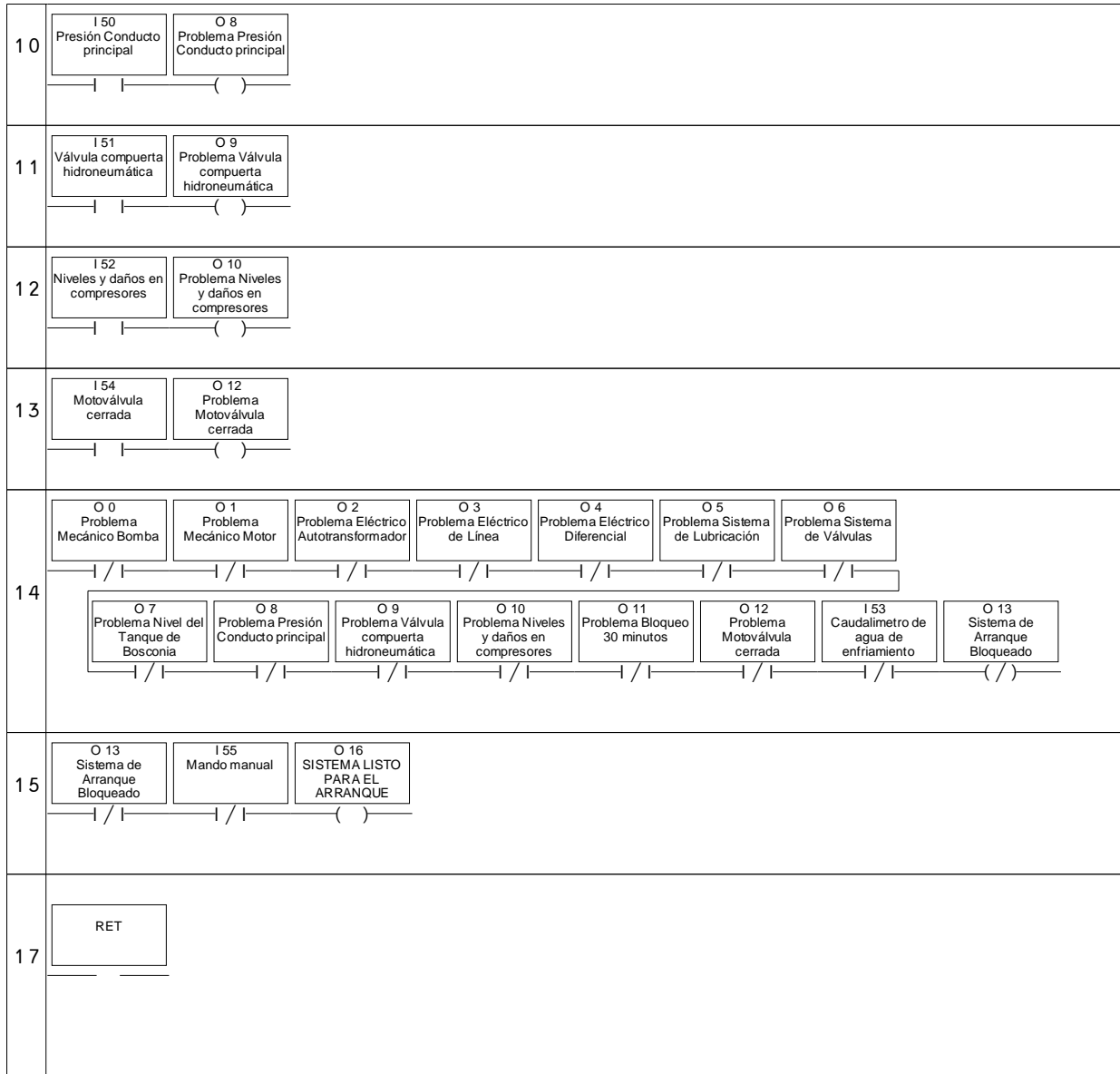
Procesc	Alarma	I/O	Rango	Drecripción	Entrada	Salida
MECANICOS BOMBA						
x		BOSCONIA_UNIDAD1_TT_O_NOT_ACOP	[0 - 100° C]	Temperatura Aceite Lado Opuesto Acople [K 50]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_TT_O_NOT_ACOP	alto	Temperatura Aceite Lado Opuesto Acople > 50° C		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_M_CJ_ACOP	[0 - 60° C]	Temperatura Metal Cojinete Lado Acoplado [K 51]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_M_CJ_ACOP	alto	Temperatura Metal Cojinete Lado Acoplado > 60° C		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_M_CJ_NOT_ACOP	[0 - 60° C]	Temperatura Metal Cojinete Lado Libre [K 52]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_M_CJ_NOT_ACOP	alto	Temperatura Metal Cojinete Lado Libre > 55° C		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_M_CJ_LX_NOT_ACO	[0 - 60° C]	Temperatura Metal Cojinete Lado Axial Lado no Acople [K 52]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_M_CJ_LX_NOT_ACO	alto	Temperatura Metal Cojinete Lado Axial Lado no Acople > 50° C		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_M_BOM	[0 - 40° C]	Temperatura Metal Bomba [K 54]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_M_BOM	alto	Temperatura Metal Bomba > 40° C		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_FL_O_CJ_ACOP	[150-100L/h]	Flujo Aceite Cojinete Lado Acplado [K 55]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_FL_O_CJ_ACOP	alto	Flujo Aceite Cojinete Lado Acplado < 30 % L/m		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_FL_CJ_NOT_ACOP	[300-2500L/h]	Flujo Aceite Cojinete Lado No Acoplado [K 56]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_FL_CJ_NOT_ACOP	alto	Flujo Aceite Cojinete Lado No Acoplado < 30 % L/m		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_FL_CJ_LX_NOT_ACOP	[300-2500L/h]	Flujo Aceite Cojinete Lado Axial Lado no Acople [K 57]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_FL_CJ_LX_NOT_ACOP	alto	Flujo Aceite Cojinete Lado Axial Lado no Acople < 30 % L/m		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_VIB_BOM		Vibraciones de la Bomba [K 58]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_VIB_BOM	alto	Vibraciones de la Bomba (Disparo)		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_PR_W_TUB_SCC	[0 - 10 Bar]	Presion de agua en la Tuberia de Succion	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_PR_W_TUB_SCC	alto	Presion de agua en la Tuberia de Suucion < 0,3 Kg/cm^2		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_PR_W_TUB_IIMP	[0 - 1000 Psi]	Presion de agua en la Tuberia de Impulcion	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_PR_W_TUB_IIMP	alto	Presion de agua en la Tuberia de Impulsion < 30 Kg/cm^2		x
MECANICOS MOTOR						
x		BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_CJ_NOT_ACOP	[0 - 70° C]	Temperatura Cojinete Lado No Acople [K 60]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_CJ_NOT_ACOP	alto	Temperatura Cojinete Lado No Acople > 60° C		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_CJ_ACOP	[0 - 70° C]	Temperatura Cojinete Lado Acople [K 62]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_CJ_ACOP	alto	Temperatura Cojinete Lado Acople > 75° C		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_A_MOT	[0 -70° C]	Temperatura Aire Motor [K 66]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_A_MOT	alto	Temperatura Aire Motor > 55° C		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_TT_W_INTCAL	[0 -160° C]	Temperatura de Agua del Intercambiador de Calor [K 65]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_TT_W_INTCAL	alto	Temperatura de Agua del Intercambiador de Calor > 30°		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_FASA	[0 -150° C]	Temperatura de Arrollamiento de la Fase A [K 68]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_FASA	alto	Temperatura de Arrollamiento de la Fase A > 125° C		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_FASB	[0 -150° C]	Temperatura de Arrollamiento de la Fase B [K 69]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_FASB	alto	Temperatura de Arrollamiento de la Fase B > 125° C		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_FASC	[0 -150° C]	Temperatura de Arrollamiento de la Fase C [K 70]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_RTD_FASC	alto	Temperatura de Arrollamiento de la Fase C > 125° C		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_VIB_MOT		Vibraciones del Motor [K 67]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_Vib_MOT_UP_MAX	alto	Vibraciones del Motor (Disparo)		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_FL_O_CJ_LA	x	Flujo Aceite Cojinete Lado Acople [K 63]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_FL_O_CJ_LA_UP_MIN	alto	Flujo Aceite Cojinete Lado Acople <?		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_FL_O_LL	x	Flujo aceite Lado No Acople [K - 61]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_FL_O_LL_UP_MIN	alto	Flujo aceite Lado No Acople <?		x

Proces	Alarma	I/O	Rango	Drecripción	Entrada	Salida
x		BOSCONIA_UNIDAD1_FL_W_INTCAL	x	Flujo de Agua del Intercambador de Calor [K - 64]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_FL_W_INTCAL	alto	Flujo de Agua del Intercambador de Calor <?		x
CENTRAL DE LUBRICACION						
x		BOSCONIA_UNIDAD1_CT_LUB_RTD_O	[0 - 60° C]	Temperatura de Acete Central De Lubricacion [B-7]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_CT_LUB_RTD_O	alto	Temperatura de Acete Central De Lubricacion > 40° C		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_CT_LUB_DGEN		Defectos Generales Central Lubricacion [R 13/15]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_CT_LUB_DGEN	alto	Defectos Generales Central Lubricacion (Disparo)		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1LUB_DGEN_DAN		Daños Central de Lubricacion [K 59]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1LUB_DGEN_DAN	alto	Daños Generales Central Lubricacion (Disparo)		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_CT_LUB_SULZER		Central de Lubricacion Sulzer [PSLO13]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_CT_LUB_SULZER	alto	Central de Lubricacion Sulzer		x
ELECTRICOS GENERALES						
x		BOSCONIA_UNIDAD1_EIE_AUT		Daños Electricos Auto-Tranformador [K 80]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_EIE_AUT	alto	Daños Electricos Auto-Tranformador (Disparo)		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_PT_ELE_I_VI		Proteccion Electrica de: Linea, Seg(neg), SobreCarga, SobreCorriente de Tierra [F7]	x x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_PT_ELE_I_VI	alto	Proteccion Electrica de: Linea, Seg(neg), SobreCarga, SobreCorriente de Tierra (Disparo)		x x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_DAN_TI		Falla a Tierra [F4]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_DAN_TI	alto	Falla a Tierra (Disparo)		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_V_I		Subtencion, Sobre Voltaje, Arranque Largo, Minima Corriente	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_V_I	alto	Subtencion, SobreVoltaje, ArranqueLargo, MinCorriente (Disparo)		x
VALVULAS						
x		BOSCONIA_UNIDAD1_VL_SCC	(limdecarrera)	Valvula de Succion [ZSHI41]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_VL_SCC	alto	Valvula de Succion abierta		x
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_VL_SCC_CL	bajo	Valvula de Succion Cerrada		x
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_VL_SCC_MED	Medio	Valvula de Succion ni Cerrada, ni Abierta		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_VL_DS		Valvula de Descarga [ZSHI47]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_VL_DS_CL	bajo	Valvula de Descarga Cerrada		x
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_VL_DS_OP	alto	Valvula de Descarga Abierta		x
		BOSCONIA_UNIDAD1_VL_DS_MED	Medio	Valvula de Descarga ni Cerrada, ni Abierta		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_MOTVL		Motovalvula [K 701]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_MOTVL_CL	alto	Motovalvula Cerrada		x
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_MOTVL_OP	bajo	Motovalvula Abierta		x
OTROS						
x		BOSCONIA_UNIDAD1_BLOC_30"		Bloqueo 30 minutos [K 605]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_BLOC_30"	alto	Bloqueo 30 minutos (Disparo)		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_VL_MANCLAU		Valvula de Mando Clausura [K 707]	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_VL_MANCLAU	alto	Valvula de Mando Clausura (Disparo)		x
x		BOSCONIA_UNIDAD1_N_Q_BOSCONIA		Nivel del Tanque Bosconia	x	
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_N_Q_BOSCONIA_H	alto	Nivel del Tanque Bosconia Alto		x
	x	BOSCONIA_UNIDAD1_N_Q_BOSCONIAP_L	bajo	Nivel del Tanque Bosconia Bajo		x

Abierto = Op
Aceite = O
Agua = W
Aire = A
Alarma =UP
Alto = H
Arranque = StL
Arrollamiento = Arro
Autotransformado = AuT
Auxiliar = Aux
Bajo = Lo
Bloqueo 30" = Bloc_30"
Bomba = BOM
Calor = Cal
Central = Ct
Cerrado = CL
Clausura = Clau
Cojinete = Cj
Compresores = Cp
Conducto = Co
Daño = DAN
DefectoGENRALES=DGEN
Descarga = Ds
Diferencial = Df
Disparo Alarma = DA
Electrico =Ele
Enfriamiento = Enf
Exitado = Exi
Fase A = FasA
Fase B = FasB
Fase C = FasC
Flujo = FL
General = Gen
Impulsion = Imp
Intercambiadordecalor = INTCAL
Lado Acoplado = LA
Lado Axia = LX
Lado Libre = LL
Largo = Lg
Linea = LN
Lubricacion = Lub
Mando = Mn
Medio = Med
Metal = M

MinimaCorriente = M
Motor = MOT
Motovalvula = MOTVL
Nivel = N
Presion = Pr
Principal = Pcp
Proteccion = PT
Rele = RL
Secuencia Negativa = SEC_ NEG
SobreCarga = SC
SobreCorriente = SI
SobreTencion = SV
SubTencion = SubV
Succion = Scc
Tanque = TQ
Temperatura Sonda = RTD
Temperatura termometro = TT
Tierra = TI
Tuberia = Tub
Valvula = VL
Vibraciones = Vib
NOACOPPLADO = NOT_ACOP

LUBRICACION																									
1	<table border="1"> <tr> <td>I 0 Temperatura aceite central de lubricación.</td> <td>I 1 Defectos generales</td> <td>I 2 Daños central de lubricación</td> <td>O 5 Problema Sistema de Lubricación</td> </tr> <tr> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td>(/)</td> </tr> </table>	I 0 Temperatura aceite central de lubricación.	I 1 Defectos generales	I 2 Daños central de lubricación	O 5 Problema Sistema de Lubricación	/	/	/	(/)																
I 0 Temperatura aceite central de lubricación.	I 1 Defectos generales	I 2 Daños central de lubricación	O 5 Problema Sistema de Lubricación																						
/	/	/	(/)																						
MECANICOS BOMBA																									
2	<table border="1"> <tr> <td>I 3 Indicador temperatura aceite lado opuesto</td> <td>I 4 Temperatura metal cojinete axial lado opuesto</td> <td>I 5 Temperatura metal cojinete lado no acople</td> <td>I 6 Temperatura metal cojinete lado acople</td> </tr> <tr> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> </tr> <tr> <td>I 7 Temperatura metal bomba</td> <td>I 8 Caudalimetro cojinete axial lado opuesto</td> <td>I 9 Caudalimetro aceite lado no acople</td> <td>I 10 Caudalimetro aceite lado acople</td> <td>I 11 Detector de Vibración Bomba</td> <td>O 0 Problema Mecánico Bomba</td> </tr> <tr> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td>(/)</td> </tr> </table>	I 3 Indicador temperatura aceite lado opuesto	I 4 Temperatura metal cojinete axial lado opuesto	I 5 Temperatura metal cojinete lado no acople	I 6 Temperatura metal cojinete lado acople	/	/	/	/	I 7 Temperatura metal bomba	I 8 Caudalimetro cojinete axial lado opuesto	I 9 Caudalimetro aceite lado no acople	I 10 Caudalimetro aceite lado acople	I 11 Detector de Vibración Bomba	O 0 Problema Mecánico Bomba	/	/	/	/	/	(/)				
I 3 Indicador temperatura aceite lado opuesto	I 4 Temperatura metal cojinete axial lado opuesto	I 5 Temperatura metal cojinete lado no acople	I 6 Temperatura metal cojinete lado acople																						
/	/	/	/																						
I 7 Temperatura metal bomba	I 8 Caudalimetro cojinete axial lado opuesto	I 9 Caudalimetro aceite lado no acople	I 10 Caudalimetro aceite lado acople	I 11 Detector de Vibración Bomba	O 0 Problema Mecánico Bomba																				
/	/	/	/	/	(/)																				
MECANICOS MOTOR																									
3	<table border="1"> <tr> <td>I 12 Temperatura cojinete - metal lado acople</td> <td>I 13 Caudalimetro Aceite lado acople</td> <td>I 14 Temperatura cojinete - metal lado no acople</td> <td>I 15 Caudalimetro aceite lado no acople</td> <td>I 16 Caudalimetro agua del intercambiador de calor</td> <td>I 17 Temperatura agua intercambiador de calor</td> </tr> <tr> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> </tr> <tr> <td>I 32 Temperatura aire de enfriamiento</td> <td>I 33 Detector de Vibración Motor</td> <td>I 34 Temperatura Fase A</td> <td>I 35 Temperatura Fase B</td> <td>I 36 Temperatura Fase C</td> <td>O 1 Problema Mecánico Motor</td> </tr> <tr> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td>(/)</td> </tr> </table>	I 12 Temperatura cojinete - metal lado acople	I 13 Caudalimetro Aceite lado acople	I 14 Temperatura cojinete - metal lado no acople	I 15 Caudalimetro aceite lado no acople	I 16 Caudalimetro agua del intercambiador de calor	I 17 Temperatura agua intercambiador de calor	/	/	/	/	/	/	I 32 Temperatura aire de enfriamiento	I 33 Detector de Vibración Motor	I 34 Temperatura Fase A	I 35 Temperatura Fase B	I 36 Temperatura Fase C	O 1 Problema Mecánico Motor	/	/	/	/	/	(/)
I 12 Temperatura cojinete - metal lado acople	I 13 Caudalimetro Aceite lado acople	I 14 Temperatura cojinete - metal lado no acople	I 15 Caudalimetro aceite lado no acople	I 16 Caudalimetro agua del intercambiador de calor	I 17 Temperatura agua intercambiador de calor																				
/	/	/	/	/	/																				
I 32 Temperatura aire de enfriamiento	I 33 Detector de Vibración Motor	I 34 Temperatura Fase A	I 35 Temperatura Fase B	I 36 Temperatura Fase C	O 1 Problema Mecánico Motor																				
/	/	/	/	/	(/)																				
ELECTRICOS AUTOTRAFO																									
4	<table border="1"> <tr> <td>I 37 Termómetro Autotransformador</td> <td>I 38 Indicador de nivel Autotransformador</td> <td>O 2 Problema Eléctrico Autotransformador</td> </tr> <tr> <td> / </td> <td> / </td> <td>(/)</td> </tr> </table>	I 37 Termómetro Autotransformador	I 38 Indicador de nivel Autotransformador	O 2 Problema Eléctrico Autotransformador	/	/	(/)																		
I 37 Termómetro Autotransformador	I 38 Indicador de nivel Autotransformador	O 2 Problema Eléctrico Autotransformador																							
/	/	(/)																							
ELECTRICOS DE LINEA																									
5	<table border="1"> <tr> <td>I 39 Protección sobrecorriente Línea</td> <td>I 40 Protección secuencia negativa Línea</td> <td>I 41 Protección sobrecarga Línea</td> <td>I 42 Protección sobrecorriente de tierra Línea</td> <td>I 43 Subtensión Sobrevoltaje, arranque largo,</td> <td>O 3 Problema Eléctrico de Línea</td> </tr> <tr> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td>(/)</td> </tr> </table>	I 39 Protección sobrecorriente Línea	I 40 Protección secuencia negativa Línea	I 41 Protección sobrecarga Línea	I 42 Protección sobrecorriente de tierra Línea	I 43 Subtensión Sobrevoltaje, arranque largo,	O 3 Problema Eléctrico de Línea	/	/	/	/	/	(/)												
I 39 Protección sobrecorriente Línea	I 40 Protección secuencia negativa Línea	I 41 Protección sobrecarga Línea	I 42 Protección sobrecorriente de tierra Línea	I 43 Subtensión Sobrevoltaje, arranque largo,	O 3 Problema Eléctrico de Línea																				
/	/	/	/	/	(/)																				
ELECTRICOS DIFERENC																									
6	<table border="1"> <tr> <td>I 44 Protección Diferencial</td> <td>O 4 Problema Eléctrico Diferencial</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>()</td> </tr> </table>	I 44 Protección Diferencial	O 4 Problema Eléctrico Diferencial		()																				
I 44 Protección Diferencial	O 4 Problema Eléctrico Diferencial																								
	()																								
SISTEMA DE VÁLVULAS																									
7	<table border="1"> <tr> <td>I 45 Válvula de Succión</td> <td>I 46 Válvula de Descarga</td> <td>I 47 Motoválvula</td> <td>O 6 Problema Sistema de Válvulas</td> </tr> <tr> <td> / </td> <td> / </td> <td> / </td> <td>(/)</td> </tr> </table>	I 45 Válvula de Succión	I 46 Válvula de Descarga	I 47 Motoválvula	O 6 Problema Sistema de Válvulas	/	/	/	(/)																
I 45 Válvula de Succión	I 46 Válvula de Descarga	I 47 Motoválvula	O 6 Problema Sistema de Válvulas																						
/	/	/	(/)																						
BLOQUEO 30 MIN																									
8	<table border="1"> <tr> <td>I 48 Bloqueo 30 minutos</td> <td>O 11 Problema Bloqueo 30 minutos</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>()</td> </tr> </table>	I 48 Bloqueo 30 minutos	O 11 Problema Bloqueo 30 minutos		()																				
I 48 Bloqueo 30 minutos	O 11 Problema Bloqueo 30 minutos																								
	()																								
NIVEL TANQUE																									
9	<table border="1"> <tr> <td>I 49 Nivel Tanque Bosconia</td> <td>O 7 Problema Nivel del Tanque de Bosconia</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>()</td> </tr> </table>	I 49 Nivel Tanque Bosconia	O 7 Problema Nivel del Tanque de Bosconia		()																				
I 49 Nivel Tanque Bosconia	O 7 Problema Nivel del Tanque de Bosconia																								
	()																								
PRESION EN TUBERIA																									



Inputs

Address	PowerUp	Description
0		Temperatura aceite central de lubricación.
1		Defectos generales
2		Daños central de lubricación
3		Indicador temperatura aceite lado opuesto acople
4		Temperatura metal cojinete axial lado opuesto acoplamiento
5		Temperatura metal cojinete lado no acople
6		Temperatura metal cojinete lado acople
7		Temperatura metal bomba
8		Caudalimetro cojinete axial lado opuesto acoplamiento
9		Caudalimetro aceite lado no acople
10		Caudalimetro aceite lado acople
11		Detector de Vibración Bomba
12		Temperatura cojinete - metal lado acople
13		Caudalimetro Aceite lado acople
14		Temperatura cojinete - metal lado no acople
15		Caudalimetro aceite lado no acople
16		Caudalimetro agua del intercambiador de calor
17		Temperatura agua intercambiador de calor
32		Temperatura aire de enfriamiento
33		Detector de Vibración Motor
34		Temperatura Fase A
35		Temperatura Fase B
36		Temperatura Fase C
37		Termómetro Autotransformador
38		Indicador de nivel Autotransformador
39		Protección sobrecorriente Línea
40		Protección secuencia negativa Línea
41		Protección sobrecarga Línea
42		Protección sobrecorriente de tierra Línea
43		Subtensión Sobrevoltaje, arranque largo, mínima corriente Línea
44		Protección Diferencial
45		Válvula de Succión
46		Válvula de Descarga
47		Motoválvula
48		Bloqueo 30 minutos
49		Nivel Tanque Bosconia
50		Presión Conducto principal
51		Válvula compuerta hidroneumática
52		Niveles y daños en compresores
53		Caudalimetro de agua de enfriamiento
54		Motoválvula cerrada
55		Mando manual
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		

Outputs

Address	PowerUp	Description
0		Problema Mecánico Bomba
1		Problema Mecánico Motor
2		Problema Eléctrico Autotransformador
3		Problema Eléctrico de Línea
4		Problema Eléctrico Diferencial
5		Problema Sistema de Lubricación
6		Problema Sistema de Válvulas
7		Problema Nivel del Tanque de Bosconia
8		Problema Presión Conducto principal
9		Problema Válvula compuerta hidroneumática
10		Problema Niveles y daños en compresores
11		Problema Bloqueo 30 minutos
12		Problema Motoválvula cerrada
13		Sistema de Arranque Bloqueado
14		Parada Rapida

15		Parada Normal
16		SISTEMA LISTO PARA EL ARRANQUE

Listado de equipos de instrumentación para el MOTOR:

CANT	ACTUAL	REEMPLAZO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	TIEMPO ENTREGA
9	SENSOR DE TEMPERATURA RTD PT100 3 HILOS, CABEZAL INDUSTRIAL,	SENSOR DE TEMPERATURA RTD PT100 3 HILOS, CABEZAL INDUSTRIAL GRANDE, BULBO DE 30CM X ¼".	U\$ 70.80	U\$ 637.2	5 DIAS
9		TRANSMISOR DE TEMPERATURA SIEMENS SITRANS TK-L PARA RDT PT100 DE 2, 3,4 HILOS, SALIDA 4-20 mA.	U\$ 132	U\$ 1.188	2 DIAS
3	INDICADOR DE TEMPERATURA ANALOGO CARATULA VERTICAL DE DE 3".	SENSOR DE TEMPERATURA RTD PT100 3 HILOS, CABEZAL INDUSTRIAL GRANDE, BULBO DE 30CM X ¼".	U\$ 70.80	U\$ 212.4	5 DIAS
3		TRANSMISOR DE TEMPERATURA SIEMENS SITRANS TK-L PARA RDT PT100 DE 2, 3,4 HILOS, SALIDA 4-20 mA.	U\$ 133	U\$ 399	2 DIAS
1	INDICADOR DE PRESION ANALOGO PARA AGUA CARATULA VERTICAL DE 5", RANGO DE 0-4 KG/CM^2	TRANSMISOR DE PRESION SIEMENS SITRANS P SERIE Z, DE 0-4 BAR, SALIDA 4-20MA, SIN DISPLAY, CONEXIÓN AL PROCESO DE ½ ".	U\$ 276	U\$ 276	5 DIAS
1	MEDIDOR DE FLUJO PARA AGUA CON PORCENTAJE DE CLORO DE 1PPM CONEXIÓN DE 4"	MEDIDOR DE FLUJO SIEMENS MAG 5000 DE 4" SENSOR: SITRANS F M MAGFLO MAG 5100 W ELECTRONICA: MAG 5000, IP67 / NEMA 4X/6, POLYAMID ENCLOSURE, WITH DISPLAY, 115-230V AC 50/60 HZ ACCESORIOS: ACCESSORY USM ASS. WALL MOUNTING KIT MAG ACCESSORY 20M SPEC. CABLE	U\$ 2.088	U\$ 2.088	2 DIAS

Listado de equipos de instrumentación para la UNIDAD DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR:

CANT	ACTUAL	REEMPLAZO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	TIEMPO ENTREGA
1	SWITCH DE NIVEL TIPO BOYA PARA ACEITE	POINTEK CLS 200: VERSATILE INVERSE FREQUENCY SHIFT CAPACITANCE LEVEL SWITCH WITH OPTIONAL ROD/CABLE CHOICES AND CONFIGURABLE OUTPUT, IDEAL FOR DETECTION OF LIQUIDS, SOLIDS, SLURRIES, FOAM AND INTERFACES	U\$ 676	U\$ 676	2 DIAS
1	PRESOSTATO DE 0-4 BAR PARA AGUA	TRANSMISOR DE PRESION SIEMENS SITRANS P SERIE Z, DE 0-4 BAR, SALIDA 4-	U\$ 276	U\$ 276	2 DIAS

		20MA, SIN DISPLAY, CONEXIÓN AL PROCESO DE ½ “.			
1	PRESOSTATO DE 0-4 BAR PARA ACEITE	SITRANS P DS III, HART, 4-20 MA TRANSMITTER FOR PRESSURE DE 0-4 BAR MEASURING CELL FILLING SILICONE OIL, NORMAL CLEANING PROCESS CONNECTION: FEMALE THREAD 1/2-14 NPT WITHOUT EXPLOSION PROTECTION,	U\$ 774	U\$ 774	60 DIAS
2	INDICADOR DE PRESION ANALOGO PARA ACEITE RANGO DE 0-200 PSI, CARATULA VERTICAL 2 ½	SITRANS P DS III, HART, 4-20 MA TRANSMITTER FOR PRESSURE DE 0-16 BAR MEASURING CELL FILLING SILICONE OIL, NORMAL CLEANING PROCESS CONNECTION: FEMALE THREAD 1/2-14 NPT WITHOUT EXPLOSION PROTECTION,	U\$ 774	U\$ 1.548	60 DIAS

Listado de equipos de instrumentación para la BOMBA:

CANT	ACTUAL	REEMPLAZO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	TIEMPO ENTREGA
2	MEDIDOR DE FLUJO PARA ACEITE CONEXION DE ½ “	MEDIDOR DE FLUJO PARA ACEITE POR ULTRASONIDO NO INTRUSIVO SITRANS FUS1010 STANDARD CLAMP-ON, IP65 (NEMA 4X) TYPE 1 STANDARD: TWICE 0 TO 10 V TWICE 4 TO 20 MA TWICE PULSE OUTPUT 4 TIMES RELAY TYPE C METER POWER: AC 90 ... 240 V	U\$ 4.243	U\$ 8.486	60 DIAS
1	MEDIDOR DE FLUJO PARA ACEITE CONEXION DE 3/4 “	MEDIDOR DE FLUJO PARA ACEITE POR ULTRASONIDO NO INTRUSIVO SITRANS FUS1010 STANDARD CLAMP-ON, IP65 (NEMA 4X) TYPE 1 STANDARD: TWICE 0 TO 10 V TWICE 4 TO 20 MA TWICE PULSE OUTPUT 4 TIMES RELAY TYPE C METER POWER: AC 90 ... 240 V	U\$ 4.243	U\$ 4.243	60 DIAS
4	SENSOR DE TEMPERATURA RTD PT100 3 HILOS, CABEZAL INDUSTRIAL,	SENSOR DE TEMPERATURA RTD PT100 3 HILOS, CABEZAL INDUSTRIAL GRANDE, BULBO DE 30CM X ¼”	\$ 70.80	\$ 283.2	5 DIAS

4		TRANSMISOR DE TEMPERATURA SIEMENS SITRANS TK-L PARA RDT PT100 DE 2,3,4 HILOS, SALIDA 4-20 mA.	U\$ 70.80	U\$ 283.2	2 DIAS
1	INDICADOR DE PRESION ANALOGO PARA AGUA CARATULA VERTICAL DE 0-60 BAR.	TRANSMISOR DE PRESION SIEMENS SITRANS P SERIE Z, DE 0-60 BAR, SALIDA 4-20MA, SIN DISPLAY, CONEXIÓN AL PROCESO DE ½".	U\$ 290.90	U\$ 290.90	30 DIAS
1	VACUOIMETRO DE -1 A 2 BAR	SITRANS P DS III , HART, 4-20 MA TRANSMITTER FOR ABSOLUTE PRESSURE FROM PRESSURE TRANSMITTER SERIES SPAN 160 TO 5000 MBAR OVERLOAD LIMIT 30 BAR PROCESS CONNECTION: FEMALE THREAD 1/2-14 NPT WITHOUT EXPLOSION PROTECTION	U\$ 925	U\$ 925	60 DIAS

CONDICIONES COMERCIALES:

PRECIO: El equivalente a la TRM mas el IVA que se liquidara en el momento de la facturación.

FORMA DE PAGO: Contado.

Cordialmente,

**ING. KEVIN JOEL OSPINO
JEFE DE PROYECTOS
SENSOMATIC DEL ORIENTE LTDA.**