



EMPRESAS PÚBLICAS DE GARZÓN EMPUGAR E.S.P
NIT. 891.180.074-9

CONSULTOR
INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL
NIT. 900.280.445-9



CONTRATO No. 039 de 2011

**“ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL
MUNICIPIO DE GARZÓN, HUILA”**

DISEÑO ELÉCTRICO



DEPARTAMENTO DEL HUILA
MUNICIPIO DE GARZÓN
SEPTIEMBRE DE 2019



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



TABLA DE CONTENIDO

20. SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA.....	1
20.1 OBJETIVOS.....	1
20.2 GENERALIDADES	1
20.2.1 Planos de Construcción, Normas y Especificaciones Técnicas Aplicables.....	2
20.3 ALCANCE.....	3
20.3.1 Generalidades del Sistema Eléctrico de Potencia.....	3
20.3.2 Criterios de Diseño	6
20.3.3 Memorias de Cálculo	8
20.4 SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA.....	14
20.4.1 Red de Media Tensión a 13,2 KV.....	14
20.4.2 Transformador de Potencia Refrigerado por Aceite.....	20
20.4.3 Red de Baja Tensión.....	23
20.5 SISTEMA DE BAJA TENSIÓN 220 VAC	23
20.5.1 Análisis del nivel de riesgo contra descargas atmosféricas	24
20.5.2 Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.....	25
20.5.3 Sistema de puesta tierra.....	27
20.5.4 Especificaciones Generales de las Celdas De B.T.	29
20.6 SISTEMA DE CONTROL	47
20.6.1 Estación de Bombeo Filtros	47
20.6.2 Estación de Bombeo Lodos No 2.	51
20.6.3 Especificaciones Técnicas de Equipos.....	53
20.6.4 Especificaciones del Módulo de Control (TC) del CCM	56
20.6.5 Sistema de Instrumentación	57
20.6.6 Especificaciones Técnicas de la Instrumentación	58
20.7 MONTAJE, PRUEBAS, ENTRENAMIENTO Y PUESTA SERVICIO	60
20.7.1 Generalidades	60
20.7.2 Pruebas en Fábrica	61
20.7.3 Entrenamiento	61
20.7.4 Pruebas de Campo y Disponibilidad.....	61
20.8 MEDIDA Y PAGO.....	62
20.8.1 Suministros	63
20.8.2 Montaje, Arranque, Pruebas y Puesta en Servicio	63
20.8.3 Suministros y Trabajos Globales.....	63



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 20.1.	Constantes de Regulación de Circuitos Secundarios en Baja Tensión.....	11
Tabla 20.2.	Factor de Mantenimiento.	13
Tabla 20.3.	Factor de Reflexión.....	14
Tabla 20.4.	Características Técnicas de los Aisladores de Suspensión	16
Tabla 20.5.	Características de los aisladores de Pin	16
Tabla 20.6.	Normatividad que debe cumplir el equipo.	42



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 20.1.	Altura Plano de las luminarias.....	12
Figura 20.2.	Dimensiones del plano de las luminarias.....	13
Figura 20.3.	PLC principal	49
Figura 20.4.	Diagrama Encendido Bombas.....	50
Figura 20.5.	Diagrama Encendido Bombas.....	52



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



INTRODUCCIÓN

EMPRESAS PÚBLICAS DE GARZÓN EMPUGARE.S.P., como Gestor Estudios y Diseños de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Garzón Departamento del Huila, representada y gerenciada por el DR. ANDERSON JOAR ORDOÑEZ OVIEDO consciente de las necesidades insatisfechas en las comunidades aferentes a su competencia y en su esfuerzo por implementar y ofrecer condiciones actas de agua potable y saneamiento básico ambiental a sus localidades en general, ha optado por celebrar el contrato 039 de 2011 cuyo objeto son los ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE GARZÓN DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA, el cual fue adjudicado por medio de concurso de mérito abierto, a INALCON INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, representada y gerenciada legalmente por el Ingeniero JOSÉ VERGARA MENDOZA, decisión soportada en las condiciones técnico económicas presentadas, cuyos lineamientos fueron los idóneamente solicitadas por el ente encargado para encomendar tales fines. El contrato 039 de 2011, correspondiente, contiene en su alcance la ejecución de los trabajos sobre el municipio de: Garzón.

INALCON INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, responsable de sus compromisos y técnicamente capacitado para adelantar los propósitos trazados, ha desarrollado sus labores tendientes a cumplir satisfactoriamente las metas pactadas por medio del contrato No 039 DE 2011 celebrado con EMPRESAS PÚBLICAS DE GARZÓN EMPUGARE.S.P., en ese mismo orden de ideas, se ha decidido como parte de los documentos necesarios en el buen desarrollo de las actividades, estructurar el presente INFORME DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE GARZÓN DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA denominado CO .039.11- GARZÓN, correspondiente al Municipio de Garzón (HUILA), en el cual se detalla y efectúa un análisis de las condiciones técnico operativa actuales del sistema y se formulan las alternativas que objetivamente la consultoría considera como viables en el propósito de la optimización del servicio, dando cumplimiento a la primera fase del proyecto, cuyo fin es la búsqueda de las necesidades latentes y el reconocimiento exhaustivo del servicio prestado con la infraestructura actual. Según lo establece el contrato No.039 de 2011, soportado en el Anexo Técnico 1 de los Pliegos de Condiciones denominado "Especificaciones Particulares Técnicas", el cual fue celebrado entre EMPRESAS PÚBLICAS DE GARZÓN EMPUGARE.S.P. e INALCON INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, el objetivo general y los alcances específicos del proyecto, se enmarcan en los lineamientos detallados a continuación

El objetivo general del contrato y a su vez del presente proyecto es la ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Realizar levantamiento topográfico y elaborar los estudios de suelos para avalar el sitio de ubicación de la PTAR, explicando las características del sitio y aclarando si está o no en sitio de amenaza por inundación u otros riesgos, y las medidas necesarias para la protección del mismo en caso de requerirse.

Entregar datos actualizados de: Cantidades de obra, presupuestos, análisis de precios unitarios, especificaciones de construcción y términos de referencia para contratar las obras físicas los cuales deben cumplir con toda la normatividad vigente y contener todas las especificaciones exigidas por ventanilla única MAVDT.

Dar cumplimiento a las obligaciones frente al sistema integral de seguridad social y parafiscales en los términos de la ley 828 de 2003, la ley 1150 de 2007 y la ley 1122 de 2007.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



20. SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA

20.1 OBJETIVOS

El presente documento contiene las especificaciones particulares, el alcance de los trabajos a ejecutar y las especificaciones técnicas detalladas para el suministro, construcción y puesta en marcha del Sistema Eléctrico de Potencia requeridos en la Planta de Tratamiento de aguas Residuales del Municipio de Garzón del departamento del HUILA.

20.2 GENERALIDADES

Estas especificaciones detallan el alcance de las actividades y trabajos requeridos para el suministro, montaje, instalación, supervisión de los trabajos de montaje, pruebas en fábrica y en sitio, puesta en marcha, suministro de planos, catálogos de componentes, manuales de instalación, operación y mantenimiento para garantizar una instalación eléctrica completa, por lo cual El Contratista debe incluir todos los equipos, materiales y accesorios necesarios para el adecuado funcionamiento de los equipos bajo cualquier condición de operación especificada.

Las presentes especificaciones sirven como guía general, sin embargo todo material, trabajos de ingeniería, mano de obra y cualquier otro concepto deberán ser contemplados por el contratista para entregar a la Interventoría BETTIN RECURSOS AMBIENTALES E INGENIERÍA S.A. BRAIN S.A. una instalación completa a pesar de cualquier omisión en las especificaciones y listas de cantidades.

El Contratista no deberá dar inicio a trabajos sin la previa aprobación de los diseños detallados por parte de la Interventoría BETTIN RECURSOS AMBIENTALES E INGENIERÍA S.A. BRAIN S.A.. De igual forma, el Contratista estará obligado a presentar información técnica detallada (catálogos, hojas de datos) de los equipos a suministrar y no deberá por ningún motivo adelantar trámites de importación o compra sin la aprobación de los mismos por parte de la Interventoría y sus representantes.

Estas especificaciones técnicas se refieren a la definición de las características y calidad requerida de la obra terminada y a la definición de los parámetros de medida y forma de pago, mediante los cuales se van a ejecutar las obras, y no pretende ser un manual técnico de construcción, sino dar los fundamentos básicos de cómo realizar la obra, complementada con la experiencia de la Interventoría y del constructor.

Las especificaciones técnicas y planos de construcción, se complementan entre sí, cualquier característica que se haya omitido en alguno de ellos, pero que se requiere para la correcta ejecución de la actividad, no exonera al Contratista INALCON LTDA. de su ejecución previo visto bueno de la Interventoría, ni podrá tomarse como base para reclamaciones posteriores. En caso de discrepancia entre el texto de los planos, primará la solicitud más exigente según el criterio de la Interventoría.

Todo cambio o modificación que proponga el contratista deberá ser aprobado previamente por parte de la Interventoría. El Contratista someterá a la Interventoría muestras de todos los materiales a utilizar para su aprobación.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



Cuando en estas especificaciones se mencione alguna marca o referencia indica un estándar de calidad pero no significa que el contratista no pueda utilizar un material equivalente previa autorización por parte de la INTERVENTORÍA.

20.2.1 PLANOS DE CONSTRUCCIÓN, NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS APLICABLES.

Para la ejecución de la obra regirán las Especificaciones Técnicas aplicables vigentes y las especificaciones particulares descritas adelante en los capítulos No 3,4,5,6 y 7 y los planos de construcción entregados por la Interventoría al contratista, que hacen parte integrante del presente paquete y a ellos deberá ceñirse el contratista para la ejecución de la obra.

20.2.1.1 PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

Durante la ejecución de la obra, el contratista deberá ceñirse a lo indicado en los Planos de Construcción y Especificaciones Técnicas Aplicables, excepto cuando ocurran cambios o modificaciones previamente aprobados por la Interventoría. En caso de ejecutar obras sin sujeción a dichos planos de construcción y especificaciones técnicas aplicables, el contratista deberá llevar a cabo todas las medidas correctivas necesarias, sin derecho a remuneración distinta de la que hubiere recibido por la correcta ejecución de la obra. Si el contratista se negase a realizar dichas correcciones, la Interventoría podrá ejecutarlas directamente o por medio de terceros y debitar su costo de lo que adeude o llegase a adeudar al contratista, o del depósito en garantía, sin perjuicio de aplicar las sanciones correspondientes.

20.2.1.2 NORMAS APLICABLES

Se seguirán las siguientes normas en su última edición:

IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
UL	Underwriters Laboratories.
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas
NORMAS NTC	NTC 2206, NTC 2050, Normas Técnicas Colombiana
ASTM	American Society for Testing and Materials
NEMA	National Electrical Manufacturer Association
ICEA	Insulated Cable Engineer Association
RETIE	Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas, Ministerio de Minas y Energía, Colombia
Otras normas aplicables son las siguientes:	
AISC	American Institute of Steel Construction, Inc.
AWS	American Welding Society
AISI	American Iron and Steel Institute
ANSI	American National Standard Institute
SSPC	Steel Structures Painting Council
DIN	Deutsches Institut Fur Normung
ASME	American Society of Mechanical Engineers
NTC	Norma Técnica Colombiana
CIDET	Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico Colombiano
AWWA	American Water Works Association
NACE	National Association of Corrosion Engineers
ISO	International Organization for Standardization



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



NOTA: Cuando haya dos o más especificaciones o normas que se refieran al mismo punto, la INTERVENTORÍA tomará la más exigente de todas.

20.3 ALCANCE

A continuación se presenta el alcance de los trabajos a ejecutar para realizar el suministro, montaje, construcción, pruebas y puesta en marcha de los Sistemas de Potencia requeridos en la Planta de Tratamiento de aguas Residuales del municipio de Garzón.

El alcance de los trabajos comprende los siguientes ítems y las cantidades a suministrar se presentan en el Cuadro de Cantidades de Obra.

20.3.1 GENERALIDADES DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA.

El objetivo de este documento es presentar las condiciones y características de los equipos y elementos que conformen el sistema eléctrico de Potencia para la Planta de Tratamiento de aguas Residuales del municipio de Garzón.

Tomando como base los requerimientos de los diseñadores del área hidráulica y mecánica, los requerimientos del sistema eléctrico para el correcto funcionamiento de los equipos electromecánicos que hacen parte de la Planta de Tratamiento de Garzón son:

20.3.1.1 ACOMETIDA ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN

- Estructura de conexión con la red de media tensión existente.
- Estructuras de paso de la red de media tensión.
- Estructura de retención red de media tensión.
- Estructura terminal tipo H para alojar transformador de 150 KVA.
- Transformador de Potencia, refrigeración en aceite, capacidad 150 KVA, relación 13,2 KV / 220 VAC., instalación en poste.

20.3.1.2 ACOMETIDA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y CANALIZACIÓN EXTERIOR

- Bajante en tubería 4" Galvanizada IMC, incluye capacete, cinta bandy y curva final.
- Caja de inspección tipo CS275 norma Electrificadora.
- Banco ductos en tubo PVC 4*4"
- Celda de medida para la Electrificadora, incluye Breaker totalizador 3*500 amp, equipo de medida CT'S 3* 500/5 amp clase 0,5 y Medidor Multifuncional.

20.3.1.3 TABLEROS DE BAJA TENSIÓN 220 VAC

- Tablero Distribución Principal, incluye transferencia automática con dos Breaker totalizadores industrial motorizados 3*500 AMP, barraje principal, vigilante de tensión, monitor de parámetros eléctricos, banco de condensadores con un paso fijo de 10 KVAR y 3 pasos automáticos de 15 KVAR cada uno y 9 interruptores totalizadores. Ver Diagrama Unifilar.
- Tablero Bombeo Filtros, Incluye, Un breaker totalizador 3*250 amp, 3 variadores de velocidad para motores de 25 HP, tres arranques directos para motores de 1.5 HP y un breaker 3*20 amp para alimentar el tablero de alumbrado y tomas de 18 circuitos. TA-3.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- Tablero Lodos No 1, Incluye, Un breaker totalizador 3*50 amp , dos arranques directos para unidades de bombeo con motores de 2 HP, tres arranques directos para barrelos con motores de 1 HP y un breaker 3*20 amp para alimentar el tablero de alumbrado y tomas de 12 circuitos. TA-4.
- Tablero Lodos No 2, Incluye, Un breaker totalizador 3*50 amp , dos arranques directos para unidades de bombeo con motores de 1 HP, tres arranques directos para espesadores de lodos con motores de 1 HP y un breaker 3*20 amp para alimentar el tablero de alumbrado y tomas de 12 circuitos. TA-6.
- Un tablero de alumbrado y tomas de 18 circuitos localizado en el Edificio de administración TA-1.
- Un tablero de alumbrado y tomas de 18 circuitos localizado en la portería, incluye tres circuitos de alumbrado exterior. TA-2.
- Un tablero de alumbrado y tomas de 18 circuitos localizado en la caseta del almacén. TA-5.
- Un tablero de alumbrado y tomas de 12 circuitos localizado en la caseta de lodos No 2. TA-6.

20.3.1.4 ACOMETIDAS ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

- Acometida parcial desde bornes transformador a Celda de Medida en B.T. $3X(2*4/0)+1*(2*2/0) + 1*2/0T$ mcm AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Celda de Medida hasta Tablero de distribución Ppal. en B.T. $3X(2*4/0)+1*(2*2/0) + 1*2/0T$ mcm AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de la Planta de Emergencia hasta Tablero de distribución Ppal. en B.T. $3X(2*4/0)+1*(2*2/0) + 1*2/0T$ mcm AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero Bombeo Filtros en B.T. $3X300+1*4/0+1*2/0t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Lodos No 1. en B.T. $3X1/0+1*2+1*2T$. AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Lodos No 2. en B.T. $3X300+1*4/0+1*2/0T$. AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Alumbrado TA-1 en B.T. $3X8+1*8+1*8t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Alumbrado TA-2 en B.T. $3X4+1*4+1*6t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Alumbrado TA-5 en B.T. $3X10+1*10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor No 1. 25 HP. en B.T. $3X4+1*8t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor No 2. 25 HP. en B.T. $3X4+1*8t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor No 3. 25 HP. en B.T. $3X4+1*8t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor Filtro No 1. 1.5 HP. en B.T. $3X10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor Filtro No 2. 1.5 HP. en B.T. $3X10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor Filtro No 3. 1.5 HP. en B.T. $3X10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta totalizador tablero de alumbrado TA-3. en B.T. $3X10+1*10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta bornes motor bomba No 1. 2.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta bornes motor bomba No 2. 2.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta Barrelos bornes motor No 1. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta Barrelos bornes motor No 2. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta Barrelos bornes motor No 3. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos hasta totalizador tablero de alumbrado TA-4. en B.T. 3X10+1*10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta bornes motor bomba No 1. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta bornes motor bomba No 2. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta Espesador de lodos bornes motor No 1. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta Espesador de lodos bornes motor No 2. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta Espesador de lodos bornes motor No 3. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos hasta totalizador tablero de alumbrado TA-6. en B.T. 3X8+1*8+1*8t AWGTHHN 600 VAC.

20.3.1.5 SALIDAS ALUMBRADO EXTERIOR

- Luminaria de 70W sodio 220V tipo Wall Pack. Incluye lámpara, tubería y cableado.
- Luminaria para exterior con brazo 70W SODIO, instalación en poste, Incluye Lámpara, bombilla, brazo, fotocelda, cableado desde la luminaria hasta la red de iluminación en AL y empalmes tipo submarino.
- Postes de 10 metros concreto 510 Kg
- Postes de 6 metros metálicos.
- Acometida iluminación red aérea 3x4 + 1x4 T THW Aluminio aislado.
- Acometida iluminación red subterránea 3x4 + 1x4 T THW Aluminio aislado.

20.3.1.6 SALIDAS INTERNAS

- Lámpara fluorescente 2X32W .Incluye lámpara, interruptor, tubería y cableado.
- Toma monofásica doble con polo a tierra. Incluye tomacorriente, tubería, cableado y accesorios de montaje.
- Toma trifásica. Incluye tomacorriente, tubería, cableado y accesorios de montaje.

20.3.1.7 PUESTA A TIERRA

- Varillas 5/8"x2,44 m.. Cu - Cu.
- Cable 2/0 CU desnudo.
- Soldadura exotérmica 115 Grs.
- Tratamiento químico de suelo.
- Pozo de Inspección



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



20.3.2 CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación, se resume de manera detallada los criterios de diseño del sistema eléctrico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Garzón.

Tomando como base los requerimientos eléctricos de los equipos electromecánicos que hacen parte de la PTAR de Garzón, las características generales del sistema eléctrico son:

20.3.2.1 ACOMETIDA ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN

- Estructura de conexión con la red de media tensión existente.
- Estructuras de paso de la red de media tensión.
- Estructura de retención red de media tensión.
- Estructura terminal tipo H para alojar transformador de 150 KVA.
- Transformador de Potencia, refrigeración en aceite , capacidad 150 KVA, relación 13,2 KV/ 220 VAC., instalación en poste

20.3.2.2 ACOMETIDA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y CANALIZACIÓN EXTERIOR

- Bajante en tubería 4" Galvanizada IMC, incluye capacete, cinta bandy y curva final.
- Caja de inspección tipo CS275 norma Electrificadora.
- Banco ductos en tubo PVC 4*4"
- Celda de medida para la Electrificadora, incluye Breaker totalizador 3*500 amp, equipo de medida CT'S 3* 500/5 amp clase 0,5 y Medidor Multifuncional.

20.3.2.3 TABLEROS DE BAJA TENSIÓN 220 VAC

- Tablero Distribución Principal, incluye transferencia automática con dos Breaker totalizadores industrial motorizados 3*500 AMP, barraje principal, vigilante de tensión, monitor de parámetros eléctricos, banco de condensadores con un paso fijo de 10 KVAR y 3 pasos automáticos de 15 KVAR cada uno y 9 interruptores totalizadores. Ver Diagrama Unifilar.
- Tablero Bombeo Filtros, Incluye, Un breaker totalizador 3*250 amp, 3 variadores de velocidad para motores de 25 HP, tres arranques directos para motores de 1.5 HP y un breaker 3*20 amp para alimentar el tablero de alumbrado y tomas de 18 circuitos. TA-3.
- Tablero Lodos No 1, Incluye, Un breaker totalizador 3*50 amp , dos arranques directos para unidades de bombeo con motores de 2 HP, tres arranques directos para barrelos con motores de 1 HP y un breaker 3*20 amp para alimentar el tablero de alumbrado y tomas de 12 circuitos. TA-4.
- Tablero Lodos No 2, Incluye, Un breaker totalizador 3*50 amp , dos arranques directos para unidades de bombeo con motores de 1 HP, tres arranques directos para espesadores de lodos con motores de 1 HP y un breaker 3*20 amp para alimentar el tablero de alumbrado y tomas de 12 circuitos. TA-6.
- Un tablero de alumbrado y tomas de 18 circuitos localizado en el Edificio de administración TA-1.
- Un tablero de alumbrado y tomas de 18 circuitos localizados en la portería, incluye tres circuitos de alumbrado exterior. TA-2.
- Un tablero de alumbrado y tomas de 18 circuitos localizado en la caseta del almacén. TA-5.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- Un tablero de alumbrado y tomas de 12 circuitos localizado en la caseta de lodos No 2. TA-6.

20.3.2.4 ACOMETIDAS ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

- Acometida parcial desde bornes transformador a Celda de Medida en B.T. $3X(2*4/0)+1*(2*2/0) + 1*2/0T$ mcm AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Celda de Medida hasta Tablero de distribución Ppal. en B.T. $3X(2*4/0)+1*(2*2/0) + 1*2/0T$ mcm AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de la Planta de Emergencia hasta Tablero de distribución Ppal. en B.T. $3X(2*4/0)+1*(2*2/0) + 1*2/0T$ mcm AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero Bombeo Filtros en B.T. $3X300+1*4/0+1*2/0t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Lodos No 1. en B.T. $3X1/0+1*2+1*2T$. AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Lodos No 2. en B.T. $3X300+1*4/0+1*2/0T$. AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Alumbrado TA-1 en B.T. $3X8+1*8+1*8t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Alumbrado TA-2 en B.T. $3X4+1*4+1*6t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Alumbrado TA-5 en B.T. $3X10+1*10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor No 1. 25 HP. en B.T. $3X4+1*8t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor No 2. 25 HP. en B.T. $3X4+1*8t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor No 3. 25 HP. en B.T. $3X4+1*8t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor Filtro No 1. 1.5 HP. en B.T. $3X10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor Filtro No 2. 1.5 HP. en B.T. $3X10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor Filtro No 3. 1.5 HP. en B.T. $3X10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta totalizador tablero de alumbrado TA-3. en B.T. $3X10+1*10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta bornes motor bomba No 1. 2.0 HP. en B.T. $3X10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta bornes motor bomba No 2. 2.0 HP. en B.T. $3X10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta Barrelos bornes motor No 1. 1.0 HP. en B.T. $3X10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta Barrelos bornes motor No 2. 1.0 HP. en B.T. $3X10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta Barrelos bornes motor No 3. 1.0 HP. en B.T. $3X10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos hasta totalizador tablero de alumbrado TA-4. en B.T. $3X10+1*10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta bornes motor bomba No 1. 1.0 HP. en B.T. $3X10+1*10t$ AWGTHHN 600 VAC.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta bornes motor bomba No 2. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10† AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta Espesador de lodos bornes motor No 1. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10† AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta Espesador de lodos bornes motor No 2. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10† AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta Espesador de lodos bornes motor No 3. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10† AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos hasta totalizador tablero de alumbrado TA-6. en B.T. 3X8+1*8+1*8† AWGTHHN 600 VAC.

20.3.2.5 SALIDAS ALUMBRADO EXTERIOR

- Luminaria LED STREET LIGHT 60W NW SHARK Sylvania .Incluye lámpara, tubería y cableado.
- Luminaria LED STREET LIGHT 60W NW SHARK Sylvania, instalación en poste, Incluye Lámpara, bombilla, brazo, fotocelda, cableado desde la luminaria hasta la red de iluminación en AL y empalmes tipo submarino.
- Poste de 10 metros concreto 510 Kgr.
- Poste de 6 metros metálico.
- Acometida iluminación red aérea 3x4 + 1x4 T THW Aluminio aislado.
- Acometida iluminación red subterránea 3x4 + 1x4 T THW Aluminio aislado.

20.3.2.6 SALIDAS INTERNAS

- Lámpara fluorescente 2X18W .Incluye lámpara, interruptor, tubería y cableado.
- Toma monofásica doble con polo a tierra. Incluye tomacorriente, tubería, cableado y accesorios de montaje.
- Toma trifásica. Incluye tomacorriente, tubería, cableado y accesorios de montaje.

20.3.2.7 PUESTA A TIERRA

- Varillas 5/8"x2,44 m.Cu - Cu.
- Cable 2/0 CU desnudo.
- Soldadura exotérmica 115 Grs.
- Tratamiento químico de suelo.
- Pozo de Inspección

20.3.3 MEMORIAS DE CÁLCULO

A continuación se presenta LAS MEMORIAS DE CALCULO requeridas para el dimensionamiento de los equipos que hacen parte de los Sistemas de Potencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Garzón.

20.3.3.1 REGLAMENTACIÓN Y NORMAS

El reglamento y normas listados a continuación son proporcionados como las referencias básicas para el diseño del Sistema de Potencia de la Planta de Tratamiento de aguas residuales de Garzón:

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE (0708 de AGOSTO 30 de 2013 del Ministerio de Minas y Energía).



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



Los requisitos y prescripciones técnicas de este reglamento serán de obligatorio cumplimiento en Colombia, en todas las instalaciones nuevas, remodelaciones o ampliaciones, públicas o privadas, con valor de tensión nominal mayor o igual a 24 V en corriente continua (c.c.) o más de 25 V en corriente alterna (c.a.) con frecuencia de servicio nominal inferior a 1000 Hz.

Todos los materiales y equipos utilizados en las instalaciones deberán ser de manufactura reciente, de marcas y capacidades homologadas CON CERTIFICACIONES DE CUMPLIMIENTO RETIE, cualquier obra, material o equipo que no cumpla o supere lo especificado, deberá corregirse o cambiarse por cuenta del Contratista en un tiempo que no afecte el Cronograma pactado.

Por otra parte, este Reglamento deberá ser observado y cumplido por todas las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, contratistas u operadores y en general por quienes generen, transformen, transporten, distribuyan, usen la energía eléctrica y ejecuten actividades relacionadas con las instalaciones eléctricas. Así como por los productores, importadores y comercializadores de los productos objeto del RETIE.

- Código Eléctrico Colombiano (Norma Técnica Colombiana NTC 2050, Primera actualización del 25 de noviembre de 1998, que está basada en la norma técnica NFPA 70). El RETIE declara de obligatorio cumplimiento la introducción en los aspectos que no contradigan el reglamento y los primeros siete capítulos con sus tablas relacionadas (publicados en el Diario Oficial No 45.592 del 27 de junio de 2004) que en forma resumida comprenden:
 - Cap. 1. Definiciones y requisitos generales para instalaciones eléctricas.
 - Cap. 2. Los requisitos de alambrado y protecciones.
 - Cap. 3. Los métodos y materiales de las instalaciones.
 - Cap. 4. Los requisitos de instalación para equipos y elementos de uso general.
 - Cap. 5. Los requisitos para ambientes especiales.
 - Cap. 6. Los requisitos para equipos especiales.
 - Cap. 7. Las condiciones especiales de las instalaciones.

Para la adecuada aplicación de estos Capítulos deberán tenerse en cuenta las consideraciones establecidas en la Sección 90 (Introducción).

En el evento en que se presenten diferencias entre el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas y la NTC 2050 Primera Actualización, primará lo establecido en el Anexo General del RETIE y la autoridad para dirimir las es el Ministerio de Minas y Energía.

20.3.3.2 CÁLCULOS DE REGULACIÓN

Para el cálculo de las acometidas principales en baja tensión, se diseñó de tal forma que la caída de tensión, en condiciones normales, no debe exceder el 5% hasta la salida más lejana.

Para un tramo de conductor determinado se calcula la regulación de tensión de la siguiente forma:



$$R_{\%} = M_e \times K_c$$

Donde:

R%=Regulación del tramo (%)

M_e=Momento eléctrico del tramo (KVA-m)

K_c=Constante de regulación del conductor (%/KVA-m)

Así mismo, el momento eléctrico de tramo se determina mediante:

$$M_e = C_e \times L$$

Donde:

M_e=Momento eléctrico del tramo (KVA-m)

C_e=Carga eléctrica del tramo (KVA)

L= Longitud del tramo (m)

Las constantes de regulación que se consideran en el cálculo de las acometidas principales y secundarias se presentan en la siguiente tabla.

Factor de potencia 0.9 constante (k por 10 ⁻¹)									
AWG	3F 4 hilos	3 F 2 hilos	1 F 2 hilos	3F 4 hilos	3 F 2 hilos	1 F 2 hilos	3F 4 hilos	3 F 2 hilos	1 F 2 hilos
	3F 3 hilos			3F 3 hilos			3F 3 hilos		
V	208/120	208	129	208/120	208	120	40//277	480	277
Conductores de cobre									
1000				2.143	4.283	12.858	0.403	0.806	2.418
900				2.243	4.486	13.458	0.421	0.842	2.526
800				2.360	4.720	14.160	0.445	0.890	2.670
750				2.444	4.888	14.664	0.459	0.918	2.754
700				2.530	5.060	15.180	0.475	0.950	2.850
600				2.751	5.502	16.506	0.517	1.034	3.102
500				3.032	6.064	18.192	0.569	1.138	3.414
400				3.504	7.008	21.024	0.658	1.316	3.948
300				4.266	8.532	25.596	0.811	1.622	4.866
250				4.872	9.744	29.232	0.915	1.830	5.490



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



4/0				5.513	11.026	33.078	1.035	2.070	6.210
3/0				6.603	13.206	39.618	1.240	2.480	7.440
2/0	8.874	17.748	53.244	8.088	16.176	48.528	1.519	3.038	9.144
1/0	10.840	21.680	65.040	9.880	19.760	59.280	1.855	3.710	11.130
2	16.345	32.690	98.070	14.898	29.796	89.388	2.797	5.594	16.782
4	24.915	49.830	149.490	22.709	45.418	136.254	4.260	8.528	25.584
6	38.818	77.636	232.908	35.381	70.762	212.286	6.644	13.288	39.864
8	60.220	120.440	361.320	54.889	109.778	329.334	10.307	20.614	61.842
10				82.362	164.724	494.172	15.466	30.932	92.796
12				132.289	264.578	793.734	24.841	49.682	149.046

Conductores de aluminio

	3F 4 hilos	3F 2 hilos	1F 2 hilos	3F 4 hilos	3F 2 hilos	1F 2 hilos	3F 4 hilos	3F 2 hilos	1F 2 hilos
	3F 3 hilos			3F 3 hilos			3F 3 hilos		
	208/120	208	120	208/120	208	120	480/277	480	277
4/0	9.662	19.324	57.972						
2/0	13.676	27.352	82.056						
1/0	16.799	33.598	100.794						
2	25.070	50.140	150.420						
4	36.118	72.236	216.708						
6	56.788	113.576	340.728						

Tabla 20.1. Constantes de Regulación de Circuitos Secundarios en Baja Tensión

En el Anexo 4.1 Cálculos de Regulación de Acometidas Principales se presenta el resumen de las acometidas a nivel de 220 VAC.

20.3.3.3 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN

Se parte de la premisa de realizar un diseño de alumbrado general la cual proporciona iluminación uniforme sobre toda el área a iluminar.

Condiciones iniciales:

20.3.3.4 SELECCIÓN DE NIVEL DE ILUMINANCIA (EM):

De acuerdo al RETILAP, dependiendo del tipo de edificación y del tipo de utilización, se identifica los valores mínimos y máximos de luxes que corresponden a cada área en particular.

20.3.3.5 SELECCIÓN DE LUMINARIA

Se escoge el tipo de luminaria. Puede ser Fluorescente, Sodio o Metal - Halide.

20.3.3.6 DETERMINAR ALTURA DE SUSPENSIÓN:

- h : altura entre el plano de trabajo y las luminarias.
- h' : altura del local.
- d : altura del plano de trabajo al techo.
- d' : altura entre el plano de trabajo y las luminarias

La distancia entre el plano de trabajo y el suelo puede ser 0.85 o 1 metro.

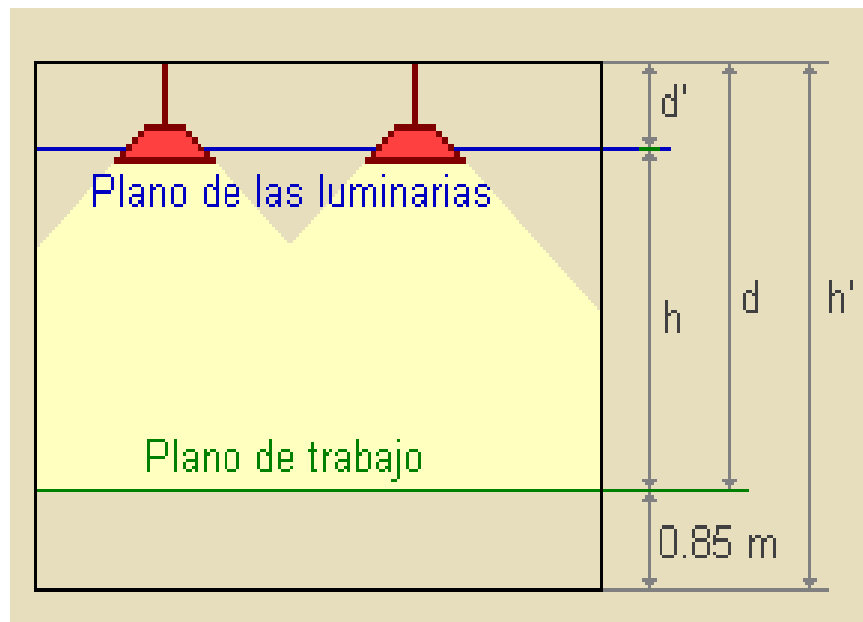


Figura 20.1. Altura Plano de las luminarias.

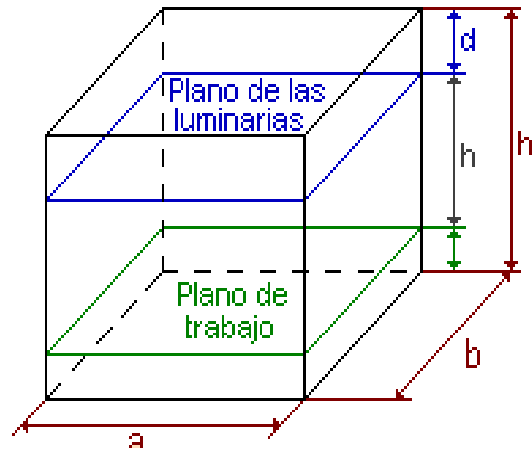


Figura 20.2. Dimensiones del plano de las luminarias

20.3.3.7 CÁLCULO DE ÍNDICE DEL LOCAL K

Las dimensiones del local, la altura de montaje de la luminaria y la relación entre ellas es expresada por medio de un índice del local definido como:

$$K = \frac{(a * b)}{h * (a + b)}$$

Donde a es el ancho del lugar, b es el ancho y h es la altura entre plano de trabajo y luminarias. El factor de depreciación o conservación del flujo luminoso describe la reducción de dicho flujo a medida que transcurre el tiempo de funcionamiento de la bombilla. Este factor está ligado a la limpieza y cuidado de la planta para conservar en condiciones cercanas a las iniciales, las luminarias.

Estos cuidados se refieren a la limpieza periódica de las bombillas y de las luminarias y a la reposición oportuna de las bombillas fundidas prematuramente o con una moderada antelación a la finalización de su vida útil. Los valores 0,60 y 0,80 describen los casos extremos.

AMBIENTE	FACTOR DE MANTENIMIENTO (FC)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Tabla 20.2. Factor de Mantenimiento.

➤ COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN "CU":

Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la siguiente tabla.

	COLOR	FACTOR DE REFLEXIÓN
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



	COLOR	FACTOR DE REFLEXIÓN
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

Tabla 20.3. Factor de Reflexión

Techo: $R_c = 50\%$, Paredes: $R_w = 50\%$, Piso: $R_f = 20\%$

Teniendo en cuenta lo anterior de acuerdo a una tabla típica de coeficiente de utilización podemos concluir el CU de una lámpara fluorescente tiende a 0.88

Cálculos para obtener el número de puntos de iluminación.

$$\text{Número de luminarias} = \frac{E_m * A}{n * \Phi_l * C_u * F_c}$$

F_c es el factor de conservación

C_u es el coeficiente de utilización dado por el fabricante

n es el número de lámparas por luminaria

Φ_l es el flujo luminoso o lúmenes por lámpara

E_m es el nivel luminoso requerido

A es el área del lugar en estudio

20.4 SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA

Tomando como base, el dimensionamiento de los equipos electro mecánico a emplear en la Planta de tratamiento, se ha desarrollado el siguiente diseño del sistema eléctrico:

20.4.1 RED DE MEDIA TENSIÓN A 13,2 KV.

De acuerdo con la ubicación de la red de media tensión de propiedad de la ELECTRIFICADORA, se ha proyectado prolongar la red de media tensión hasta la caseta de la portería de la PTAR, en este punto se instalará en una estructura tipo H, el transformador con capacidad de 150 KVA. Ver plano localización Red de Media tensión.

Esta especificación cubre los requisitos técnicos mínimos para el suministro, transporte e instalación de los materiales y el suministro de mano de obra para la construcción de la línea de media tensión a 13.2 KV, desde la red de media tensión existente proveniente de la subestación de la Electrificadora del Huila, en el municipio de Garzón, hasta el sitio de construcción de la Planta de Tratamiento de aguas residuales de Garzón.

La red de Media tensión contempla:

- Estructura de conexión con la red de media tensión existente. LA232 Norma CODENSA.
- Estructuras de paso de la red de media tensión. LA202 Norma CODENSA.
- Estructuras de retención red de media tensión. LA 203 Norma CODENSA.
- Estructura terminal tipo H para alojar transformador de 150 KVA. CTU 510-2. Norma CODENSA.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- Gabinete de medida para Electrificadora del Huila. AE319 Norma CODENSA.
- Transformador de Potencia, refrigeración en aceite , capacidad 150 KVA, relación 13,2 KV / 220 VAC., instalación en poste

20.4.1.1 ALCANCE

El Contratista deberá realizar, a satisfacción de la ELECTRIFICADORA DEL HUILA, la construcción de la línea de media tensión a 13.2 KV desde la estructura No B061135 ubicada en el final del circuito hasta la caseta de vigilancia de la nueva PTAR. El tramo a construir tendrá una distancia aproximada de 250 metros. La estructura inicial de derivación será una estructura tipo LA232 con corta circuitos de cañuela, como se indica en los planos. De igual forma se deben instalar estructuras de retención LA203 y estructuras de paso LA202. Ver plano localización Red de Media tensión.

En la estructura terminal tipo H, CTU 510-2. Norma CODENSA localizada en la portería de la nueva PTAR, se instalará el transformador de distribución de 150 KVA, con todos sus accesorios, protecciones y herrajes para los circuitos de baja tensión. En todas las estructuras de retención, terminales y de ángulo, se deberán colocar templetes de acuerdo con las normas, en cuanto a la disposición y la cantidad.

Como parte del trabajo del Contratista se considera el replanteo y localización definitiva de los apoyos exactos para la ubicación de cada estructura y la comprobación en el sitio de su correcto posicionamiento.

El CONTRATISTA debe realizar todos los trámites, diseños y documentación requerida por la Electrificadora del Huila para legalizar la nueva red de media tensión y el nuevo punto de conexión. Una vez definido el punto de conexión, debe presentar a consideración de la Interventoría el nuevo diseño y dimensionamiento de la red de media tensión a construir.

20.4.1.2 MATERIALES

El Contratista deberá suministrar todos los materiales para dejar en perfecto funcionamiento la línea de media tensión a 13.2 KV. Los materiales comprenden los postes de concreto, crucetas, aisladores, herrajes, cable de acero, viguetas para anclaje de templetes, cable No. 2/0 AWG ACSR, pararrayos, cortacircuitos, fusibles, tubería de acero galvanizado, transformador trifásico tipo distribución de 150 KVA, 13200 - 220/127V y demás materiales necesarios para ejecutar las obras completamente y a satisfacción de la Electrificadora del Huila.

Todos los elementos y materiales que suministre el Contratista, deberán ser nuevos, de primera calidad, aptos para ser utilizados en ambientes tropicales, tener las características técnicas especificadas, ser de fabricación reciente y productos de reconocidos fabricantes.

El Contratista deberá enviar a la Interventoría muestras de los materiales que pretenda utilizar, para la aprobación respectiva, antes de su instalación.

➤ POSTES DE CONCRETO

Para la red de 13.2 KV se utilizarán postes de concreto reforzado de 12 m de longitud y carga de rotura (510 kgf, 750 kgf, 1050 kgf, 1350 kgf) según aplicación. Los postes



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



deberán ser fabricados de acuerdo con las Normas ICONTEC y particularmente con la Norma ICONTEC 1329, Postes de Hormigón Armado para Líneas Aéreas de Energía.

El Contratista deberá suministrar los certificados de pruebas de los postes de acuerdo con la Norma ICONTEC 1329.

El fabricante de los postes será sometido a aprobación de la ELECTRIFICADORA DEL HUILA.

➤ AISLADORES

- **Aisladores de Suspensión**

Los aisladores deberán ser del tipo "Clevis" ANSI 52-4, deberán ser suministrados completos con sus herrajes metálicos y deberán cumplir con la Norma ANSI C.29.2.

Los aisladores de suspensión deberán cumplir con las siguientes características técnicas:

MATERIAL	PORCELANA O VIDRIO
Norma Ensayos	ANSI C29.5
Tensión máxima operación	15 KV
Tensión de contorno en seco	70 KV
Tensión de contorno bajo lluvia	50 KV
Resistencia a la flexión	12.5 kN
Flameo a impulso crítico positiva	120 KV

Tabla 20.4. Características Técnicas de los Aisladores de Suspensión

- **Aisladores de Pin**

Los aisladores de pin deberán cumplir con los requisitos de la Norma ANSI C29 .5 y con las siguientes características:

MATERIAL	PORCELANA O VIDRIO
Norma Ensayos	ANSI C29.5
Tensión máxima operación	15 KV
Tensión de contorno en seco	70 KV
Resistencia a la flexión	13 kN
Flameo en seco	70 KV
Flameo en húmedo	40 KV
Flameo a impulso crítico negativo	100 KV

Tabla 20.5. Características de los aisladores de Pin



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- **Aisladores tipo Tensor**

Los aisladores tipo tensor, deberán cumplir con las especificaciones dadas por las Normas ICONTEC 696, Aisladores de Porcelana Tipo Tensor Fabricados por el Proceso Húmedo, o la Norma ANSI C29.4.

Los aisladores tensores deberán cumplir con las siguientes características técnicas:

Clase	ANSI 54-4
Resistencia a la tensión	9070 Kg.
Flameo en seco	40 KV
Flameo en húmedo	23 KV

Identificación: Cada aislador deberá ser identificado con el nombre del fabricante, una marca que indique la carga mínima de falla y las marcas debidamente aprobadas. Estas marcas deberán ir impresas y su lectura deberá ser fácil después del horneado y vitrificado.

➤ **CRUCETAS, HERRAJES Y ACCESORIOS**

- **Crucetas Metálicas**

Las crucetas, sillas y suplementos deberán ser Metálicas galvanizadas en caliente, fabricadas conforme a las dimensiones indicadas en las listas de materiales. Las perforaciones se harán en los diámetros requeridos y deberán ser perpendiculares a la cara. Todas estas operaciones deberán ser ejecutadas antes del proceso de galvanización.

- **Collarines**

Los collarines deberán ser fabricados en platina de acero, con resistencias mecánicas así: Esfuerzo mínimo de Fluencia Esfuerzo mínimo de tensión 2520 Kg./cm² 4060 Kg./cm².

Los dobleces y perforaciones deberán ser hechos antes del proceso de galvanización.

- **Grapas**

Las grapas de retención y suspensión serán para utilizar con conductor ACSR, garantizando un acople perfecto con los aisladores. Los elementos de acero serán galvanizados.

- **Pernos y Espigos**

Los espárragos, pernos de carraje, espigos, tuercas y arandelas deberán ser de acero y galvanizados.

- **Conductor ACSR**

El conductor para la línea de media tensión será desnudo, de aluminio con alma de acero ACSR, No. 2/0 AWG.

El conductor constará de seis (6) hilos de aluminio y un (1) hilo de acero, cada hilo con un diámetro de 3.78 mm, para conformar un diámetro exterior del conductor de 11,35 mm.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



Los conductores ACSR deberán ser suministrados en carretes de madera, que permitan un desenrolle suave, con longitudes que permitan su manejo.

- **Cables de Acero**

El cable de acero para los templetos deberá ser extra galvanizado de muy alta resistencia mecánica, conformado por siete (7) hilos y un diámetro nominal de 3/8 pulgadas.

- **Pararrayos**

Los pararrayos serán para uso exterior, para 10 KA, clase 10 con envoltura en porcelana y deberán suministrarse con los herrajes apropiados para montaje en cruceta metálica.

Los puntos de tierra de cada uno de los pararrayos, se deben conectar entre sí con alambre cobrizado No. 4 AWG. El neutro del transformador se conectará con la carcasa y se llevará a tierra hasta la varilla de puesta a tierra utilizando soldadura exotérmica apropiado, en bajante protegida con un tubo de PVC de 1/2 pulgada de diámetro.

- **Cortacircuitos**

Los cortacircuitos fusibles deberán ser monofásicos del tipo expulsión y para instalación a la intemperie.

Serán utilizados para la protección de los transformadores, colocando un cortacircuito en cada una de las fases de alimentación a los transformadores. Todos los portafusibles deberán ser intercambiables y para ser accionados con pértiga.

El fusible deberá ser construido de tal manera que la conexión al sistema se pueda hacer con la pértiga desde cualquier ángulo. El hueco para recibir la pértiga deberá tener un diámetro mínimo de 3,5 cm.

El portafusible deberá caer libremente bajo la acción de la gravedad una vez haya operado. Al mismo tiempo, deberá ser fácilmente desprendible, con el objeto de que el cambio de fusible no presente dificultad. El elemento de disparo debe ser diseñado para evitar disparos erróneos debidos al viento o a las vibraciones del poste.

Todas las partes metálicas de los cortacircuitos fusibles deberán ser de un material anticorrosivo. El aislador o cuerpo principal debe ser de porcelana de la más alta calidad, de color gris o marrón. Los cortacircuitos deberán tener todos los accesorios necesarios para montaje vertical en cruceta.

Los cortacircuitos fusibles deberán cumplir con las siguientes características y tener una placa de acero inoxidable que las contenga:

Voltaje nominal	15 KV
Corriente nominal continua	100 A
Capacidad de interrupción de corriente	10 kA sim
BIL	95 KV

20.4.1.3 CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA

Las obras para la construcción de la línea a 13.2 KV incluyen:



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- Localización y replanteo.
- Ahoyada, hincada y aplomada de postes.
- Vestida de estructuras.
- Tendido y tensionado de los conductores.
- Instalación de templetes.
- Pruebas y puesta en servicio.

➤ **PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

El Contratista determinará los procedimientos para la ejecución de la obra con el cual se obtenga la mayor eficiencia y seguridad. El Interventor aprobará el método a emplear en cada trabajo y el Contratista deberá tener en cuenta las observaciones que se formulen.

➤ **CUIDADO DE PROPIEDADES**

El Contratista será responsable de no causar daños ni destrucciones a las propiedades en la zona de trabajo. Los daños que se causen a las propiedades por cualquiera de las operaciones a cargo del Contratista deberán ser pagados por éste a los propietarios; en general serán por cuenta del Contratista todos los daños y perjuicios ocasionados a terceros a lo largo de la ruta y originados por cualquier tipo de trabajo que esté realizando.

➤ **SUSPENSIÓN DEL SERVICIO ELÉCTRICO**

El Contratista deberá solicitar y coordinar con el Interventor las suspensiones del servicio eléctrico, para los trabajos que lo requieran.

➤ **PRUEBAS DE LA LÍNEA**

El Contratista entregará la línea libre de conexiones provisionales y en perfectas condiciones de operación. Una vez construida la línea, deberá efectuarse una revisión de la línea, estructura por estructura, verificando la correcta colocación de todos los elementos y que no haya contactos a tierra o entre conductores de distinta fase.

Se verificará el aislamiento de la línea en cada una de las fases utilizando un megger de capacidad adecuada. A continuación se probará la línea con tensión completa.

Los costos de personal y equipos empleados para las pruebas y puesta en servicio de la línea, serán por cuenta del Contratista.

➤ **ENERGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO**

El Contratista podrá utilizar la línea de media tensión a 13.2 KV como línea para suministro de energía eléctrica durante la construcción, teniendo en cuenta que la máxima carga que puede conectar en el sitio de la PTAR es de 150 KVA.

Los costos de la energía y la colocación de las protecciones adecuadas para la carga en uso durante la construcción del proyecto deberán ser de cuenta del Contratista.

Sin embargo, la línea solo será recibida por la Interventoría y/o Electrificadora del Huila después de la desconexión de todas las cargas alimentadas durante la construcción del proyecto.

➤ **PLANOS**

Se incluye con estas especificaciones el plano denominado:



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



Línea Aérea 13.2 KV.

➤ **NORMAS**

Para el presente documento, se toma como base la última revisión de las normas CODENSA para la instalación, construcción y ejecución de los trabajos de la línea de media tensión a 13.2 KV, pero una vez se adjudique el contrato, el contratista está obligado a rediseñar el trazado y aplicar la normatividad exigida por la Electrificadora del Huila.

20.4.2 TRANSFORMADOR DE POTENCIA REFRIGERADO POR ACEITE

Se requiere un transformador sumergido en aceite con capacidad de 150 KVA y relación de transformación 13.2V / 220 V.

• Tipo	Aceite
• Cantidad	1
• Número de fases	3
• Frecuencia nominal (Hz)	60
• Sistema de refrigeración	ONAN
• Tensión nominal (fase-fase)	
Lado de Alta Tensión (KV)	13.2
Lado de Baja Tensión (V)	220/127
• Nivel básico de aislamiento de impulso (BIL)	
Lado de Alta Tensión (KV)	95
Lado de Baja Tensión (KV)	30
• Potencia nominal continua en todas las tomas (KVA)	150
• Tipo del cambiador de tomas	Para operar sin carga
• Número de pasos del cambiador incluyendo el principal	5
• Rango de variación del cambiador en el lado de alta tensión	±5 % en pasos de 2.5 %
• Impedancia máxima permisible en el tap principal (%)	4,5
• Sistema de puesta a tierra	Solido
• Conexión de las bobinas	
Lado de Alta Tensión	Delta
Lado de Baja Tensión	Estrella
Grupo de conexión	Dy5
• Máximo nivel de ruido (db)	59
• Altura sobre el nivel del mar (m)	1000

El transformador deberá tener las siguientes características y accesorios:

- Normas

Este equipo será fabricado de acuerdo con las normas ICONTEC 819 y de la American National Standard Institute (ANSI).

- Características Constructivas



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



El núcleo de los transformadores será construido de acero de grano orientado de la más alta calidad, laminado en frío, especialmente adecuado para el fin propuesto. El acero será laminado en hojas delgadas. El núcleo será armado cuidadosamente y engrapado rígidamente para evitar el desplazamiento de las hojas y reducir al mínimo las vibraciones bajo condiciones de operación. Las bobinas serán compactas, formadas y aseguradas teniendo en cuenta las contracciones y expansiones debidas a los cambios de temperatura.

El tanque será construido de lámina de acero al carbono. La unión entre el tanque y la tapa será hermética; de igual modo, serán herméticamente sellados los ajustes entre los bujes de alta y baja tensión y el tanque. La lámina deberá soportar sobre presiones internas de hasta 10 psi, sin sufrir deformación.

Los tanques de los transformadores deberán disponer de una pestaña en la parte inferior o algo similar que evite el contacto entre el fondo del tanque y el piso.

Deberá cumplir con todos los requisitos solicitados por ELECTROHUILA y además deberá tener los siguientes accesorios:

- Placa de características de acero inoxidable según norma ICONTEC NTC 618
- Marcación interior de nivel de aceite.
- Conmutador de derivaciones de accionamiento exterior para operación con voltaje pero sin carga, incluyendo el sistema de bloqueo.
- Dispositivo de purga de aceite.
- Conectores terminales
- Indicador exterior de nivel de aceite.
- Orejas para levantar el transformador
- Conexión del neutro de baja tensión al tanque
- Se deben proveer dos puntos para aterrizar el tanque, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.
- Indicación de los K.V.A sobre el tanque. Esta indicación se hará en los números arábigos de 2.5" de altura, en pintura negra, localizándose en un punto visible.

El transformador deberá ser silencioso y su nivel de ruido no será mayor de 63dB.

Las características principales del transformador son las siguientes:

Número de Fases:	3
Potencia:	150 KVA
Frecuencia:	60 Hz
Conexión del Devanado de Alta Tensión	Delta
Conexión del Devanado de Baja Tensión	Estrella con Neutro Sólidamente a Tierra
Tipo de instalación:	En Poste.
Grupo de Conexión:	DYn5
Clase de aislamiento primario:	15 KV
Clase de aislamiento secundario:	1.2 KV
Tensión Primaria:	13.2±2x2.5% (VACío)
Tensión Secundaria:	220 (Vacío)
Refrigeración:	ONAN

- El transformador debe cumplir la norma ICONTEC 819.
- Cambiador de derivaciones sin carga (TapChanger): 2 x (±2.5%)



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- Elevación de temperatura promedio en los devanados, medida por el método de variación de la resistencia sobre la temperatura ambiente 65°C
- Elevación de la temperatura sobre la promedia de los devanados, en el punto más caliente de los mismos 15°C
- Elevación temperatura del aceite medida cerca de la cima del tanque del Transformador, sobre la temperatura ambiente 65°C

Aislamiento y sus requisitos:

Aislante líquido: Deben ser aceites aislantes minerales derivados del petróleo.

El aceite utilizado deberá cumplir con las características dadas en la Norma CONTEC C-9.74/78.

Sus características más importantes son:

- Eléctricas:

- a. Rigidez dieléctrica mínima: 40 KV
- b. Factor de potencia a 60 Hz y 10°C 0.3%

- Químicas:

- a. Acidez (número de neutralización) máxima 0.03mg/KOH/gr.
- b. Estabilidad a la oxidación acelerada (72 h), máximo:

- Sedimentación 0.3%
- Número de neutralización 2.3 mg/KOH/gr.

- c. Contenido máximo de agua 35 p.p.m.

- Físicas:

- a. Color máximo 0.5
- b. Punto de inflamación mínimo 145°C
- c. Densidad máxima a 20°C: 0.895 gr/cm³
- d. Resistividad térmica 625°C/watt/cm³



Se debe extraer el aire de las bobinas antes del llenado de aceite para evitar toda posible formación de bolsas de gas entre los devanados después de llenar el tanque.

- Aislamientos sólidos: serán Clase A0, los cuales deberán soportar la máxima temperatura en el punto más caliente de los devanados.

Nivel Básico de Aislamiento

- Devanado de Alta: (13.2 KV) 95 KV
- Devanado de Baja: (220) 30 KV

El transformador tendrá materiales aislantes Clase A0 diseñados para operar a las condiciones del sitio, con un aumento máximo de temperatura del aceite en la parte

	<p>CONTRATO No 039 DE 2011</p> <p>DISEÑO ELECTRICO</p>	
--	--	---

superior del tanque de 60°C y una elevación de temperatura en los devanados (sobre una temperatura ambiente de 45°C) de 65°C.

20.4.3 RED DE BAJA TENSIÓN.

De acuerdo con la ubicación de la red de media tensión de propiedad de la ELECTRIFICADORA, se ha proyectado prolongar la red de media tensión hasta la casta de la portería de la PTAR, en este punto se instalará en una estructura tipo H, el transformador con capacidad de 150 KVA.

La red de Baja Tensión contempla:

- Bajante en tubería 4" Galvanizada IMC, incluye capacete, cinta bandy y curva final.
- Caja de inspección tipo CS275 norma Codensa.
- Banco ductos en tubo PVC 4*4"
- Celda de medida para la Electrificadora, incluye Breaker totalizador 3*500 amp, equipo de medida CT'S 3* 500/5 amp clase 0,5 y Medidor Multifuncional.

Nota: El CONTRATISTA debe realizar todos los trámites de aprobación de cuenta nueva ante la ELECTRIFICADORA. Una vez definido el punto de conexión, debe presentar a consideración de la Interventoría el nuevo diseño y dimensionamiento de la red de baja tensión a construir.

20.4.3.1 ACOMETIDA DESDE BORNES TRANSFORMADOR HASTA LA CELDA DE MEDIDA EN B.T.

Desde bornes de transformador, se debe suministrar una Red de Baja Tensión hasta el tablero del contador de energía de la ELECTRIFICADORA. Ver plano acometidas eléctricas.

La acometida parcial desde bornes transformador a Celda de Medida en B.T. debe ser en calibre 3X (2*4/0)+1*(2*2/0) + 1*2/0T mcm AWG THHN 600 VAC.

20.5 SISTEMA DE BAJA TENSIÓN 220 VAC

El diseño del Tablero de Distribución principal, el suministro de los equipos y la instalación de los mismos deberá realizarse conforme a lo dispuesto por las normas IEC 439, NORMAS NTC 2206, NTC 2050 y el RETIE., y cumplir con todas las exigencias de la Electrificadora del Huila:

El Sistema de Baja tensión a 220 VAC, está conformado por Tableros de distribución tipo interior de cubículos fijo, de acceso frontal y frente muerto, encontrando los siguientes tableros:

- Tablero Distribución Principal, incluye transferencia automática con dos Breaker totalizadores industrial motorizados 3*500 AMP, barraje principal, vigilante de tensión, monitor de parámetros eléctricos, banco de condensadores con un paso fijo de 10 KVAR y 3 pasos automáticos de 15 KVAR cada uno y 9 interruptores totalizadores. Ver Diagrama Unifilar.
- Tablero Bombeo Filtros, Incluye, Un breaker totalizador 3*250 amp, 3 variadores de velocidad para motores de 25 HP, tres arranques directos para motores de 1.5 HP y un breaker 3*20 amp para alimentar el tablero de alumbrado y tomas de 18 circuitos. TA-3.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- Tablero Lodos No 1, Incluye, Un breaker totalizador 3*50 amp , dos arranques directos para unidades de bombeo con motores de 2 HP, tres arranques directos para barrelos con motores de 1 HP y un breaker 3*20 amp para alimentar el tablero de alumbrado y tomas de 12 circuitos. TA-4.
- Tablero Lodos No 2, Incluye, Un breaker totalizador 3*50 amp , dos arranques directos para unidades de bombeo con motores de 1 HP, tres arranques directos para espesadores de lodos con motores de 1 HP y un breaker 3*20 amp para alimentar el tablero de alumbrado y tomas de 12 circuitos. TA-6.
- Un tablero de alumbrado y tomas de 18 circuitos localizado en el Edificio de administración TA-1.
- Un tablero de alumbrado y tomas de 18 circuitos localizado en la portería, incluye tres circuitos de alumbrado exterior. TA-2.
- Un tablero de alumbrado y tomas de 18 circuitos localizado en la caseta del almacén. TA-5.
- Un tablero de alumbrado y tomas de 12 circuitos localizado en la caseta de lodos No 2. TA-6.

20.5.1 ANÁLISIS DEL NIVEL DE RIESGO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

a) Caracterización de la edificación

Caracterización de la edificación			
Tipo de edificación:	Nueva	L	20 m
Uso:	Oficial	W	60 m
Ubicación:	Garzón, Huila	H (máx)	10 m
Nivel cerámico considerado:	90	Área:	1200 m ²
Características constructivas			
Conjunto de los 3 tanques de filtros percoladores			
Sin riesgo de explosión			
Materiales no combustibles facilmente			
Sin riesgo de pérdida de vidas humanas por pérdida de alimentación			
Acometida eléctrica subterránea			
Tensión de servicio 220/127 V			
Rodeado de árboles y objetos de altura igual o menor			
Estructura en concreto y hierro			
Sin piso			
Con transformadores AT/BT alrededor			
Sin bomba contraincendios ni sistema automático de detección			

b) Se consideraciones especiales de seguridad:

Medidas de protección seleccionadas
Sin protección contra rayos
Equipotencialización del suelo
Avisos de advertencia
DPS Clase I+II

c) Se identifican y calculan cada una de las componentes de riesgo para los tipos de riesgos aplicables



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- Riesgo de pérdida de vidas humanas (R1)
- Riesgo de pérdida de servicios públicos (R2)
- Riesgo de pérdida de patrimonio cultural (R3)
- Riesgo de pérdida de valor económico (R4)

d) Se verifica si los riesgos están controlados

		R ₁ (Vidas Humanas)		1,90E-06					
Daño	Descargas sobre la Estructura S1	Descargas cercanas a la estructura - S2	Descargas cercanas a la estructura - S2	Descargas sobre la acometida de servicios - S3	Descargas sobre la acometida de servicios - S3	Descargas cercanas a las acometidas de servicios -S4	Descargas cercanas a las acometidas de servicios -S4		
D1	$R_A=N_D \cdot P_A \cdot L_A$	8,38606E-07			$R_U=(N_U+N_{DU}) \cdot P_U \cdot L_U$	4,955E-09			
D2	$R_B=N_D \cdot P_B \cdot L_B$	2,09652E-07			$R_V=(N_V+N_{DV}) \cdot P_V \cdot L_V$	3,7163E-09			
D3	$R_C=N_D \cdot P_C \cdot L_C$	8,38606E-07	$R_M=N_M \cdot P_M \cdot L_M$	0,00E+00	$R_W=(N_W+N_{DW}) \cdot P_W \cdot L_W$	0	$R_Z=(N_Z \cdot N_I) \cdot P_Z \cdot L_Z$		0

		R ₂ (Servicios Públicos)		4,55E-05					
Daño	Descargas sobre la Estructura S1	Descargas cercanas a la estructura - S2	Descargas cercanas a la estructura - S2	Descargas sobre la acometida de servicios - S3	Descargas sobre la acometida de servicios - S3	Descargas cercanas a las acometidas de servicios -S4	Descargas cercanas a las acometidas de servicios -S4		
D2	$R_B=N_D \cdot P_B \cdot L_B$	1,6772E-08			$R_V=(N_V+N_{DV}) \cdot P_V \cdot L_V$	2,973E-10			
D3	$R_C=N_D \cdot P_C \cdot L_C$	8,3861E-07	$R_M=N_M \cdot P_M \cdot L_M$	4,40678E-05	$R_W=(N_W+N_{DW}) \cdot P_W \cdot L_W$	4,955E-07	$R_Z=(N_Z \cdot N_I) \cdot P_Z \cdot L_Z$		4,4559E-08

		R ₃ (PATRIMONIO CULTURAL)		1,70694E-07					
Daño	Descargas sobre la Estructura S1	Descargas cercanas a la estructura - S2	Descargas cercanas a la estructura - S2	Descargas sobre la acometida de servicios - S3	Descargas sobre la acometida de servicios - S3	Descargas cercanas a las acometidas de servicios -S4	Descargas cercanas a las acometidas de servicios -S4		
D2	$R_B=N_D \cdot P_B \cdot L_B$	1,6772E-07			$R_V=(N_V+N_{DV}) \cdot P_V \cdot L_V$	2,973E-09			

		R ₄ (Pérdidas Económicas)		4,66575E-05					
Daño	Descargas sobre la Estructura S1	Descargas cercanas a la estructura - S2	Descargas cercanas a la estructura - S2	Descargas sobre la acometida de servicios - S3	Descargas sobre la acometida de servicios - S3	Descargas cercanas a las acometidas de servicios -S4	Descargas cercanas a las acometidas de servicios -S4		
D1	$R_A=N_D \cdot P_A \cdot L_A$	8,3861E-07			$R_U=(N_U+N_{DU}) \cdot P_U \cdot L_U$	4,955E-09			
D2	$R_B=N_D \cdot P_B \cdot L_B$	8,3861E-07			$R_V=(N_V+N_{DV}) \cdot P_V \cdot L_V$	1,4865E-08			
D3	$R_C=N_D \cdot P_C \cdot L_C$	8,3861E-07	$R_M=N_M \cdot P_M \cdot L_M$	4,40678E-05	$R_W=(N_W+N_{DW}) \cdot P_W \cdot L_W$	4,955E-08	$R_Z=(N_Z \cdot N_I) \cdot P_Z \cdot L_Z$		4,4559E-09

COMPONENTE DE RIESGO	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z	TOTAL	RIESGO TOLERABLE	CONDICIÓN
R1	8,39E-07	2,10E-07	8,39E-07	0,00E+00	4,96E-09	3,72E-09	0,00E+00	0,00E+00	2E-06	1E-05	CONTROLADO
R2		1,68E-08	8,39E-07	4,41E-05		2,97E-10	4,96E-07	4,46E-08	4,5E-05	1E-03	CONTROLADO
R3		1,68E-07				2,97E-09			2E-07	1E-03	CONTROLADO
R4	8,39E-07	8,39E-07	8,39E-07	4,41E-05	4,96E-09	1,49E-08	4,96E-08	4,46E-09	5E-05	-	N/A

e) Análisis de resultados

Según los valores obtenidos desde el estudio de riesgo, podemos observar que para esta edificación no es necesario desde el punto de vista técnico la instalación de un sistema de protección contra rayos externo debido a la baja probabilidad de impacto. La explicación más simple a este hecho es la poca altura respecto al relieve que presentan las edificaciones y la presencia de transformadores de media tensión, que bajo ciertos mecanismos intrínsecos podrían ser más atractivos a las corrientes de rayos que la misma estructura.

20.5.2 ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS

➤ Generalidades



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



La presente evaluación del nivel de riesgo para a la edificación se realiza de acuerdo a los lineamientos que da el RETIE en su capítulo 2, artículo 9. En este análisis se consideran sólo los riesgos pertinentes a la instalación de acuerdo a un previo análisis de las características.

➤ **Evaluación de riesgo**

Se realizan entonces la evaluación de riesgos por arcos eléctricos debido a que es el que, estando presente en cualquier instalación, puede causar daños al personal:

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS												
POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento												
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.												
RIESGO A EVALUAR:		Electrocución o quemadura		por		Arcos Eléctricos		(al) o (en)		Armarios de medidores		
		EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO		(CAUSA)		FUENTE		
POTENCIAL		<input checked="" type="checkbox"/>		REAL		<input type="checkbox"/>		FRECUENCIA				
								E	D	C	B	A
								No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	
	Una o más muertes	Daños severos en infraestructura	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	
	Incapacidad permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción local	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin efecto E1	IP. E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO		
Evaluador:		Ing. Fredy Paba		MP:		CN205 - 135223		FECHA:		15/09/2019		
COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL			PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS							
ALTO	MUY ALTO	Inadmisibles para trabajar: Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducido. Requiere permiso especial de trabajo.			Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).							
ALTO	ALTO	Minimizarlo: Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.			El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.							
MEDIO	MEDIO	Aceptarlo: Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.			El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.							
BAJO	BAJO	Asumirlo: Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.			El líder de trabajo debe verificar: *¿Qué puede salir mal o fallar? *¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? *¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?							
MUY BAJO	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios			No afecta la secuencia de las actividades							

➤ **Recomendaciones de seguridad**

La técnica más efectiva de prevención, siempre será guardar una distancia respecto a las partes energizadas, puesto que el aire es un excelente aislante. Dado que el arco eléctrico

es un hecho frecuente en trabajos eléctricos, que genera radiación térmica hasta de 20000 °C, que presenta un aumento súbito de presión hasta de 30 T/m², con niveles de ruido por encima de 120 dB y que expide vapores metálicos tóxicos por desintegración de productos, se establecen los siguientes requisitos frente a este riesgo:

- Cumplir las distancias mínimas de aproximación a equipos de la Tabla 13.7 y la figura 13.4 del RETIE, las cuales son adaptadas de la NFPA 70E. Estas distancias son barreras que buscan prevenir lesiones al trabajador y en general a todo el personal y son básicos para la seguridad eléctrica.
- Para personas no calificadas, el límite de aproximación seguro. Para trabajos en tensión, cumplir el límite de aproximación técnica.
- Instalar etiquetas donde se indique el nivel de riesgo que presenta un determinado equipo.
- Utilizar los elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo y el nivel de entrenamiento para realizar un trabajo que implique contacto directo.
- Según la Tabla 13.7 del RETIE "Límites de aproximación a partes energizadas de equipos", y atendiendo al nivel de voltaje, se tiene:

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto

Tabla 14.7 del RETIE

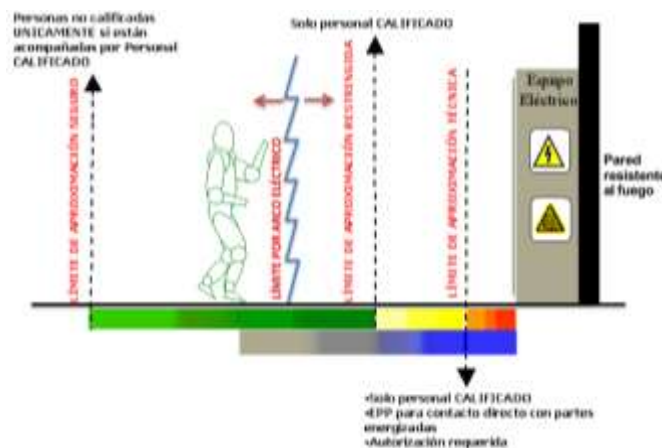


Figura 13.4 del RETIE

20.5.3 SISTEMA DE PUESTA TIERRA

La puesta a tierra general deberá ser construida en configuración tipo B, con cableado y electrodos de cobre alrededor de la caseta de tableros, tal como se muestra en los planos y con una caja de inspección de 30x30cm con tapa, para cada uno de los electrodos de



puesta a tierra, así mismo se considera la instalación de varillas de puesta a tierra individuales para cada uno de los tableros, pero todas interconectadas al SPT general.

Se deberá realizar también un tratamiento con gel para puesta a tierra en la ubicación de cada uno de los electrodos con el fin de garantizar que la resistividad del terreno no sea mayor a 10 Ω.m. La unión equipotencial entre electrodos deberá realizarse por medio de cableado 2/0 AWG desnudo enterrado a una profundidad no menor a 60 cm y a una distancia de 1 metro de las paredes de la estructura, con el fin de minimizar las tensiones de contacto.

Las conexiones entre el cableado y los electrodos deberán realizarse con soldadura exotérmica. Ninguno de los electrodos de puesta a tierra podrá tener una dimensión menor a 2,44 m (RETIE 15.3.1.e) de largo, 5/8" de diámetro y deberá ser enterrado en su totalidad quedando su parte superior como mínimo a 15 cm de la superficie. Las cajas de inspección deberán ser fabricadas de concreto de acuerdo a la norma AP280, no podrán tener una dimensión menor de 30x30 cm, con tapa removible, todas las cajas de inspección deben ser colocadas en lugares accesibles, no se admiten cajas de inspección en lugares donde no sea posible su posterior apertura por tener objetos en su parte superior.

Al finalizar la construcción del sistema debe verificarse el valor de resistencia de puesta a tierra por medio de un telurómetro con certificado de calibración vigente, su valor no deberá ser superior a 10 Ohms. El cálculo de la malla a tierra y las tensiones de paso y contacto se realizó de acuerdo a los lineamientos de la IEEE 80, utilizando el siguiente procedimiento:

Símbolo	Ecuación
n_a	$n_a = \frac{I_c \times L_c}{L_c}$
n	$n = n_a \times n_b \times n_c \times n_d$
K_h	$K_h = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{h}{d}}}$
K_m	$K_m = \frac{1}{2 \times \pi} \times \left[\ln \left(\frac{D^2}{16 \times k \times a^2} + \frac{D + 2 \times h^2}{8 \times D \times a^2} + \frac{k}{4 \times d} \right) + K_i \times \ln \left(\frac{E}{\pi(2 \times n - 1)} \right) \right]$
K_i	$K_i = 0.644 + 0.148 \times n$
L_M	$L_M = L_c + L_g$
K_s	$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 \times h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} \right] (1 - 0.5^{n-1})$
L_s	$L_s = 0.75 \times L_c + 0.85 \times L_g$

Variables			
Símbolo	Descripción	Unidad	Valor
$\rho_{inicial}$	Resistividad del terreno (inicial)	Ω.m	100
ρ	Resistividad del terreno (con tratamiento)	Ω.m	10
ρ_s	Resistividad superficial del terreno	Ω.m	10
I_{so}	Corriente de falla	A	10416
d	Diámetro del conductor de la malla (2/0)	m	0,01062
D	Distancia entre conductores paralelos	m	7
L_p/L_c	Longitud total de conductor enterrado	m	53
h	Profundidad de enterramiento	m	0,8
t_c	Duración de la falla	s	0,015
nR	Número de varillas	-	10
n_a	Parámetro para mallas cuadradas	-	2
n_b	Parámetro para mallas cuadradas	-	1
n_c	Parámetro para mallas cuadradas	-	1
n_d	Parámetro para mallas cuadradas	-	1
n	Factor geométrico	-	2
K_i	Factor de corrección peso	-	1
K_h	Factor de corrección profundidad	-	1,342
K_m	Factor de espaciamiento tensión de malla	-	1,007
K_i	Factor de irregularidad	-	0,940
L_M	Longitud efectiva enterrada tensión de malla	m	77,4
K_s	Factor de espaciamiento tensión de paso	-	0,240
L_s	Longitud efectiva enterrada tensión de paso	-	60,5
C_s	Factor de derrateo por capa superficial	-	1

RESULTADOS DEL ESTUDIO			
1.	Resistencia de la malla	Ω	0,8
2.	Máxima tensión de contacto tolerable	V	1301
3.	Máxima tensión de contacto	V	1273
4.	Tensión de paso tolerable	V	1359
5.	Máxima tensión de paso en la malla	V	388



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



20.5.4 ESPECIFICACIONES GENERALES DE LAS CELDAS DE B.T.

20.5.4.1 GENERALIDADES

Las siguientes son las especificaciones mínimas para las celdas de baja tensión:

La estructura y la base del tablero deberán ser fabricadas en láminas CR calibre 12 como mínimo. Las puertas y divisiones deberán ser fabricadas en lámina CR calibre 14. La protección del tablero debe ser IP-54.

La lámina utilizada deberá ser sometida a un estricto sistema de limpieza por medio de tratamientos químicos de bonderización y fosfatado para lograr máxima adhesión de la pintura y evitar corrosión; el acabado será con pintura epóxica en polvo, mediante el uso de pistola electrostática.

El tablero deberá estar provisto de puerta frontal con bisagras, cerraduras y llaves. No se aceptan cerraduras tipo tornillo ni bisagras de remache tipo "pop".

Todos los herrajes menores como pernos, tuercas y arandelas deberán recibir una capa delgada de zinc y un tratamiento de cromado por inmersión antes de su utilización en el ensamble.

Los barrajes deberán ser de sección transversal continua a lo largo de todas las secciones del tablero, fabricados en cobre electrolítico endurecido de alta conductividad (99% de pureza), superficie plateada en toda su extensión y cubierto con funda termo encogible en aquellas secciones donde no se interconecte. Las uniones deberán ser con conexión pernada a superficies plateadas mediante tornillería resistente a la corrosión. El barraje será soportado por aisladores y/o baquelitas de alta rigidez dieléctrica, apta para soportar los esfuerzos electrodinámicos de las corrientes de cortocircuito.

Todo el barraje será debidamente aislado mediante fundas termo encogible con aislamiento para 600V y estará identificada para cada fase, según código de colores normalizado.

La capacidad de corriente del barraje de neutro será mínimo del 75% de la capacidad del barraje principal. Al igual que el barraje principal, este estará debidamente soportado para resistir los esfuerzos electrodinámicos de corrientes de cortocircuito calculados para este proyecto y deberán estar identificados según código de colores normalizados.

Toda la estructura de los tableros deberá estar debidamente aterrizada mediante conexiones apropiadas al barraje de tierra.

20.5.4.2 ELEMENTOS DE CONEXIÓN, SOPORTE E IDENTIFICACIÓN

El cableado de fuerza deberá tener como aspectos mínimos, los siguientes elementos de conexión, soporte e identificación:

- No se permitirán derivaciones o empalmes con cables hechos en las borneras, ni la presencia de más de un conductor en una borna. Para la ejecución de derivaciones entre las borneras se utilizarán puentes de inserción
- El riel para montaje de las borneras será de tipo omega estándar DIN 35mm y deberá tener una protección superficial (zincado o irizado) que garantice su durabilidad con el



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



tiempo frente a agentes corrosivos. Este tipo de riel ira montado sobre soportes en ángulo inclinados a fin de que las borneras faciliten labores de instalación y mantenimiento.

- Todo el cableado de fuerza deberá estar debidamente conectadas por terminales de ponchar. El material de los terminales y conectores será cobre rojo de alta pureza, electro plateado o estañado en toda su superficie.
- El cableado de fuerza utilizara terminales tipo pin para ponchar, aislados en colores normalizados.
- Todo el cableado de fuerza, deberá tener marquillas de identificación tanto del cable multiconductor como de cada uno de los cables que lo componen, en sus dos extremos. Dicha marcación se realizará con elementos tubulares plásticos tipo anillo. Las letras y/o números a colocar sobre los elementos de identificación serán indelebles, resistentes a la oxidación, radiación solar, calor, álcalis y alcoholes. El tipo de marquillas y placas de identificación a colocar, su ubicación y tamaño, deberán ser previamente aprobados.
- Se colocaran placas de identificación en cada tablero, celda, cubículo o compartimiento que albergue equipos, aparatos o dispositivos eléctricos y en cada uno de los elementos constitutivos de estos cerramientos.
- Las placas de identificación serán hechas en resina fenólica en fondo blanco y letras negras gravadas en bajo relieve.

20.5.4.3 INTERRUPTORES

El interruptor principal cumplirán con las normas IEC-947-1 / 2 / 3 / 4 / 5.1, EN 60947-2; Nema AB1; el grado de tropicalización será T2, de acuerdo con las normas IEC 68-2-30 -95% humedad relativa y 55°C clima caliente y húmedo e IEC 68-2-11, sobre polución salina y tendrán conformidad con la norma IEC 947, Grado III para funcionamiento en ambiente industrial polucionado.

➤ CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

Los interruptores totalizadores de la transferencia tendrán las siguientes características técnicas:

- Tensión de servicio : 220 VAC 460 V ac
- Corriente de corto-circuito : 25 KA / 440 V
- Mando: Manual y Motorizado.
- Endurancia mecánica (sin mantenimiento): 15 000 maniobras
- Endurancia eléctrica (sin mantenimiento): 4 000 maniobras a $I_{nom} - 220V$, 8.000 maniobras a $I_{nom}/2 - 440V$
- Protección de intensidad térmica de sobrecarga, regulable.
- Protección de intensidad de cortocircuito, regulable proporcionalmente al reglaje de intensidad térmica
- Indicaciones de intensidad ampérica de disparo, valor de intensidad de reglaje
- Disponibilidad para adicionar auxiliares tales como: bobinas de disparo y de cierre

Los interruptores podrán estar dispuestos, dentro de la celda, horizontal o verticalmente, siempre que el acceso seguro a su mantenimiento se garantice.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



Los interruptores totalizadores del tablero de distribución, los interruptores totalizadores de los tableros de cada proceso y los interruptores de protección de cada uno de los motores deberán cumplir las siguientes características técnicas:

- Tensión de servicio : 220 VAC 460 V ac
- Corriente de corto -circuito : 25 KA / 440 V
- Mando : Manual
- Endurancia mecánica (sin mantenimiento): 15 000 maniobras
- Endurancia eléctrica (sin mantenimiento): 4 000 maniobras a $I_{nom} - 220V$, 8.000 maniobras a $I_{nom}/2 - 440V$
- Protección de intensidad térmica de sobrecarga, regulable.
- Protección de intensidad de cortocircuito, regulable proporcionalmente al reglaje de intensidad térmica
- Indicaciones de intensidad ampérica de disparo, valor de intensidad de reglaje
- Disponibilidad para adicionar auxiliares tales como: bobinas de disparo y de cierre

Los interruptores podrán estar dispuestos, dentro de la celda, horizontal o verticalmente, siempre que el acceso seguro a su mantenimiento se garantice.

Para el resto de interruptores, se debe suministrar mini Interruptores termo magnético automáticos para instalación en riel omega (DIN) con capacidad de corte de 20 KA a 220 VAC., de acuerdo con lo dimensionado en el diagrama unifilar.

20.5.4.4 VARIADOR DE VELOCIDAD

Son dispositivos electrónicos que permiten variar la velocidad, el torque y el par de los motores asíncronos trifásicos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red en magnitudes variables.

Dispondrán de inductancias en el lado de línea y en el lado del motor para su operación, a fin de cumplir las exigencias IEEE 519.

Serán protegidos, además del interruptor principal de su cubículo, por un juego de fusibles rápidos tipo NH.

Deberán cumplir con las reglamentaciones NFPA 70, IEC 146 e IEC 801.

Tendrán como mínimo las siguientes funciones:

- Operación en forma autoajutable aceptando entrada trifásica 220VAC +/-10%.
- Comunicaciones mediante un protocolo estándar a través de un (1) puerto de comunicaciones incorporado en el equipo, sin la necesidad de adicionar un módulo de comunicaciones.
- Factor de potencia entre 1.0 y 0.95, en atraso, en todo el rango de velocidad.
- Número de pulsos: 12 pulsos como mínimo.
- Eficiencia mínima de 97% rateados a plena carga y velocidad.
- Temperatura de operación: 0° C a 40° C sin prorrato.
- Humedad Relativa 5% a 90% sin condensación.
- Voltaje de salida ajustable de 0 al voltaje de entrada.
- Frecuencia de salida ajustable de 0 a 200 Hz.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- Fuente conmutada para alimentación de la lógica interna.
- Protecciones contra sobretensiones transitorias fase-fase y fase –tierra.
- Microprocesador de lógica de inversión, aislado de los circuitos de potencia.
- Interface integral tipo LCD, para configuración, mando, diagnóstico y medida.
- Una tarjeta principal de control.
- Operación con motor desconectado.
- Parada Inmediata sin falla en componentes ante el evento de cortocircuito.
- Frecuencia de portadora ajustable de 2-16kHz.
- Modo de regulación de velocidad mediante tecnología vectorial “sin sensor” o por relación V/Hz.
- Tipo de par variable.
- Control adecuado para aplicaciones con bombas centrífugas.
- Múltiples modos de parada disponibles programables incluyendo: Rampa, Coast, Frenado DC, Rampa-mantenida y curva S (Para Bombas).
- Múltiples ratas de aceleración y desaceleración.
- Memoria de los últimos cuatro valores de falla ante pérdida de alimentación.
- Protección contra sobrecarga sensitiva a la velocidad y ajustable.
- Arranque durante la desaceleración.
- Comunicaciones para control, monitoreo, configuración y captura de datos en forma local y por el Bus de Comunicaciones.

Los variadores de velocidad operarán con líneas AC que tengan hasta un 10% de distorsión armónica. Si el acondicionamiento de la línea obliga el uso de un transformador de aislamiento para la protección de transientes de línea su factor K será 4.0 o mayor.

La programación del variador se realiza mediante una interface removible, la cual incluye una pantalla LCD de 2 líneas, 16 caracteres alfanuméricos, instalado hasta 10 metros de distancia del equipo y se puede remover en caliente

Dispondrán de 2 entradas análogas y 2 salidas análogas aisladas. Todas las entradas, configurables como 0-10V DC o 0-20mA con aislamiento galvánico

Las salidas se podrán programar para ser proporcionales a diferentes parámetros del proceso incluyendo la frecuencia de salida, corriente de salida, retroalimentación de encoder, potencia de salida y otros.

Las entradas serán no aisladas configurables por jumper para 0 - 10V DC, 0-20 mA o potenciómetro. Se podrán programar para una variedad de usos incluyendo comando de frecuencia, lazos de velocidad, y otros.

El variador contará con un detector de pérdida de referencia ante apertura del punto común en el potenciómetro remoto, ante señales menores de 2V en 2-10VDC o ante señales menores de 4 mA en 4-20mA.

Ante el evento de pérdida de referencia, el variador se podrá configurar para reporte de falla y parada, dar alarma y mantenerse alrededor (+- 10%) del último valor, dar alarma e ir a una velocidad preconfigurada, dar alarma e ir a una velocidad mínima preconfigurada, dar alarma e ir a una velocidad máxima preconfigurada.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



El variador contará con 5 entradas para proveer acceso a funciones determinadas del variador, al igual que 3 salidas a relé.

Poseerá límite de corriente con rango programable de 0% a 150% del rango del par constante. Permanece activo en todos los estados operativos del variador incluyendo aceleración, velocidad constante, y desaceleración. El variador emplea regulación PI con ganancia ajustable en todas las transiciones de velocidad.

La regulación de velocidad podrá ser por lazo abierto, por compensación de deslizamiento con 0.5% de regulación de velocidad, por realimentación de encoder con un 0.1% de regulación de velocidad, por control PI del proceso.

El variador puede responder a una pérdida de potencia ajustando la frecuencia para crear una situación de regeneración en el motor. Esta energía regenerada al capturarse de la energía mecánica, conduce al variador y el motor durante una salida súbita y temporal de la red de alimentación.

El variador debe proveer hasta 4 modos de reseteo automático de las fallas y re arranques. Son seguidos de una condición de falla y no aplican a cortocircuitos, que requieren de un reset manual.

El variador debe permitir programación remota y el software que lo controla debe ser compatible con el software del PLC y del sistema de control de la planta.

➤ **MEDIDAS Y PROTECCIONES INCLUIDAS EN EL VARIADOR.**

- Corrientes trifásicas de Línea y de Fase.
- Voltajes trifásicos de Línea y de Fase.
- Energía, Potencia, Factor de potencia
- Horas de Servicio.
- Temperatura por modelamiento térmico del motor.
- Comunicaciones para control, monitoreo, configuración y captura de datos en forma local y por el Bus de Comunicaciones.
- Protección por Sobrecarga del motor.
- Protección por Sobretemperatura del motor.
- Protección contra Arranques excesivos por hora
- Protección por Baja Carga.
- Protección contra Rotor Bloqueado.
- Protección contra Atascamiento.
- Protección contra Falla de Línea.
- Protección contra Desbalanceo.
- Protección contra Inversión de Fases
- Protección contra Bajo Voltaje
- Protección contra Sobrevoltaje

20.5.4.5 BARRAJES

Respecto a los barrajes se hacen las siguientes exigencias:



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- El Tablero de distribución principal tendrá un barraje principal
- Los aisladores para el soporte de los barrajes, deberán soportar los esfuerzos de corrientes de cortocircuito de 25 KA para el principal.

La barra neutra deberá tener la misma sección del barraje principal, y la barra de tierra deberá tener como mínimo el 70% de la capacidad del barraje principal.

20.5.4.6 RELE VIGILANTE DE TENSIÓN

El vigilante de tensión del barraje principal deberá tener las siguientes características:

- Tensión nominal: 220 V.
- Número de contactos con salida a relé: 2
- Protección por subtensión (27).
- Protección por sobre tensión (59).
- Protección por inversión de fase (47).

20.5.4.7 EQUIPO DE MEDIDA

Se debe instalar un relé Monitor de Potencia en el barraje principal de 220 VAC.

El relé monitor de potencia se conectarán de forma permanente (sin selectores de mando). Con las siguientes características técnicas:

- Entradas de corriente, Corriente nominal: 5A
- Entradas de tensión, Tensión nominal: 220 VAC
- Rango de frecuencia (60 Hz): 20 a 70 Hz o 45 a 67 Hz
- Precisión
- Tensión y corriente: 0.5%
- Potencia, energía y demanda: 0.5 %
- Factor de potencia: 1 %
- Frecuencia 60 Hz 0.05 %
- Rango de alimentación AC: 70–265 VCA
- Consumo: 10 VA máximo o 30W.

Las variables a registrar como mínimo, serán entre otras: Potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia, voltaje de Línea (R S T), voltajes fase-tierra, corrientes Línea (R S T).

➤ CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MONITOR DE POTENCIA:

Monitoreo

- 3 medidas de voltaje. Secuencia positiva
- 4 medidas de corriente. Secuencia positiva
- Factor de potencia real
- KVA, KVAR, KVARH, KW, KWH.
- Frecuencia de Línea.

Todas las señales de entrada del relé de medición serán debidamente protegidas por m.c.b. de 2A y capacidad de ruptura de 10KA/220V. Las señales de corriente llegarán a borneras cortocircuitables. Las salidas del relé serán cableadas a borneras.



Tres (3) transformadores de corriente.

Tensión de operación:	600V
Tipo:	Toroidal
Relación:	Según diagrama unifilar
Cargabilidad:	2.5 VA
Clase de precisión:	1.0
Aplicación:	Conexión a instrumento de medida

20.5.4.8 CONTACTORES

Los contactores deben cumplir con las siguientes características técnicas:

- Estándar: IEC 60947-4.
- Tensión nominal: 220 V.
- Potencia nominal: Según especificaciones técnicas particulares.
- Categoría de servicio: AC3.
- Frecuencia de operación máx.: 1000. ciclos/hora.
- Vida útil mecánica: 10.000.000 de ciclos de maniobra.

20.5.4.9 BANCO DE CONDENSADORES

El banco de condensadores será tipo automático, constituido por un rele monitor de potencia reactiva de 4 pasos, un banco de condensadores fijo y tres pasos automáticos de banco de condensadores. Cada banco de condensadores debe estar protegido por un interruptor de caja moldeada con capacidad de cortocircuito de 25 KA; tal como se muestra en el diagrama unifilar. Se deberá verificar que los bancos de condensadores cumplan con la condición de mantener un factor de potencia mínimo de 0.92.

Los capacitores para implementar el banco de condensadores deberán cumplir con el estándar IEC 60831-1/2, y tener como mínimo las siguientes características:

- Tensión nominal: 220 V.
- Frecuencia: 60 Hz.
- Capacitancia de tolerancia: (-5%) - (+10%).
- Perdidas: $< 0.5 \text{ W/KVar}, \leq 0.7 \text{ W/KVar}$ incluyendo resistencias de descarga.
- Tipo: Seco, autoregenerativo.
- Dieléctrico: Polipropileno metalizado.
- Conexión: 3 Fases.
- Sobretensión admisible: 1.1 tensión nominal.
- Sobre corriente admisible: 1.3 corriente nominal.
- Clase de aislamiento: 3 KV, 60 Hz durante 1 minuto.
15 KV, onda de choque 1.2 – 50 μs .
- Dispositivo de descarga: Resistencia de descarga interna.
- Protección sobre corriente: Externa
- Protección sobre presión: Desconector interno.
- Temperatura de operación: Categoría -25°C / D.

20.5.4.10 BANCO DE DUCTOS



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



En esta sección se describirán los requisitos exigidos al Contratista en el suministro de los sistemas de conducción de cable utilizados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales.

➤ DUCTOS ELÉCTRICOS

Toda la tubería utilizada en las instalaciones eléctricas subterránea en baja tensión deberá ser de PVC conduit tipo pesado o equivalente al tipo pesado de Colmena.

Las instalaciones internas de fuerza, control, alumbrado y tomas se realizarán con tubería galvanizada tipo pesado IMC a la vista. La tubería deberá ser soldada con el cordón inferior burilado y galvanizada por inmersión en caliente de acuerdo con lo exigido en la norma ANSÍ C80-1. Los tubos deberán suministrarse en longitudes de 3 metros con roscas tipo NPT en cada uno de los extremos. Deberá tener igualmente tapones plásticos para la protección de las rocas.

Cada tubo deberá suministrarse con una unión galvanizada.

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los conduit rígidos, cajas de paso, de conexiones y de inspección, uniones, curvas, adaptadores, grapas y soportes para la tubería y cualquier otro accesorio necesario para la instalación y la operación normal de los sistemas de alumbrado, tomas, fuerza y control.

➤ INSTALACIÓN

Todos los tramos de conduit cortados en obra se escariarán para evitar rebabas. Las roscas macho se limpiarán con pasta de plomo roja o su equivalente antes de instalar el acoplamiento a otro accesorio.

Todos los filetes de rosca expuestos deberán pintarse con pintura adecuada de zinc o aluminio o "glyptal" suministrada por el Contratista. Se ajustarán firmemente todos los acoplamientos para obtener un contacto metálico y eléctrico adecuado. Todas las roscas hechas en obra serán ahusadas y no se permitirán roscas corridas. Cuando los tramos de conduit no permitan el uso de acoplamientos normales, el Contratista deberá usar uniones universales.

Los radios de curvatura de los tubos deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla 346-10 del Código Eléctrico Nacional, Norma 2050 de ICONTEC. Los tubos serán doblados de forma tal que no se pierda el diámetro interior útil de la tubería.

En un solo tramo de tubería no se permitirá más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total), incluyendo las curvas necesarias a la salida y entrada de las cajas localizadas en los extremos de la tubería.

La tubería colocada por el piso, se protegerá para evitar que sea maltratada por el personal que trabaja en la obra o por el equipo utilizado en la construcción de la misma.

Toda la tubería deberá instalarse de modo que la posible condensación de humedad o el agua lluvia que se introduzca en ella, fluya hacia las cajas de empalme o terminales más cercanas. La tubería deberá instalarse con una pendiente mínima del 0.5° para permitir el drenaje de la condensación atrapada en la misma.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



En todos los extremos de tubería, cajas, tableros, etc, se colocarán boquillas con conector de tierra.

Se deberán tomar todas las precauciones necesarias para evitar, durante la instalación de las tuberías, la entrada de agua o de cualquier otro material que pueda obstruirlas o dañarlas. Si un tramo de tubo llega a taparse, deberá ser limpiado y de ser necesario, reemplazado a cargo del Contratista.

La tubería será revisada antes y durante la instalación y se podrá exigir al Contratista cualquier cambio de material defectuoso o inadecuado o cualquier modificación en la disposición de los tubos y cajas que se considere necesaria por el Interventor.

➤ **NORMAS**

Todos los materiales empleados deberán ser nuevos, de la mejor calidad comercial y deberán llenar los requisitos estipulados en la última edición de las siguientes normas de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM) :

ASTM - A36 Acero estructural

ASTM - A394 Acero para pomos, tuercas y arandelas utilizados en estructuras metálicas para líneas de transmisión o similares.

➤ **TUBERÍA METÁLICA FLEXIBLE A PRUEBA DE LÍQUIDOS**

Este tipo de tubería será utilizado para llevar la alimentación eléctrica y de control de cada uno de los motores y cada instrumento.

El conduit metálico flexible a prueba de líquidos deberá ser fabricado con cinta de acero arrollada helicoidalmente y traslapada, sobre la cual se instalará un forro exterior extruido de PVC.

Cada tramo de tubería será suministrado con conectores en sus extremos. Los conectores deberán ser del tipo macho.

➤ **INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES**

En esta sección se establecen las condiciones requeridas para efectuar el suministro, transporte e instalación de los elementos necesarios en las instalaciones eléctricas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Todos los elementos utilizados deberán ser nuevos, de marcas reconocidas y deberán ser aprobados previamente por el interventor de la Obra.

Los elementos utilizados en las instalaciones eléctricas interiores comprenden básicamente lo siguiente:

- Conductores eléctricos para baja tensión
- Tableros de distribución
- Breakers enchufables
- Cajas para salidas
- Tomacorrientes monofásicos
- Tomacorrientes trifásicos



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- interruptores
- Empalmes

➤ CONDUCTORES ELÉCTRICOS PARA BAJA TENSIÓN

Los conductores de baja tensión para corriente alterna deberán tener aislamiento termoplástico THHN para 600 V A.C., 90°, sobre el cual debe estar obligatoria y adecuadamente marcado el calibre, tipo de aislamiento y nombre del fabricante, ajustados a la norma ICEA -S 1.402. El aislamiento debe tener resistencia mecánica apropiada para soportar la abrasión durante el tendido a través de la ductería.

A continuación se especifican las acometidas eléctricas a suministrar e instalar, las cuales incluyen: cableado, marquillado, terminales, ductería metálica galvanizada a la vista, conduletas, accesorios de fijación y demás elementos requeridos para su correcta instalación:

- Acometida parcial desde bornes transformador a Celda de Medida en B.T. 3X(2*4/0)+1*(2*2/0) + 1*2/0T mcm AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Celda de Medida hasta Tablero de distribución Ppal. en B.T. 3X(2*4/0)+1*(2*2/0) + 1*2/0T mcm AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de la Planta de Emergencia hasta Tablero de distribución Ppal. en B.T. 3X(2*4/0)+1*(2*2/0) + 1*2/0T mcm AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero Bombeo Filtros en B.T. 3X300+1*4/0+1*2/0t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Lodos No 1. en B.T. 3X1/0+1*2+1*2T. AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Lodos No 2. en B.T. 3X300+1*4/0+1*2/0T. AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Alumbrado TA-1 en B.T. 3X8+1*8+1*8t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Alumbrado TA-2 en B.T. 3X4+1*4+1*6t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial de Tablero de Distribución Principal hasta Tablero de Alumbrado TA-5 en B.T. 3X10+1*10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor No 1. 25 HP. en B.T. 3X4+1*8t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor No 2. 25 HP. en B.T. 3X4+1*8t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor No 3. 25 HP. en B.T. 3X4+1*8t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor Filtro No 1. 1.5 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor Filtro No 2. 1.5 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta bornes motor Filtro No 3. 1.5 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Bombeo Filtros hasta totalizador tablero de alumbrado TA-3. en B.T. 3X10+1*10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta bornes motor bomba No 1. 2.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta bornes motor bomba No 2. 2.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta Barrelos bornes motor No 1. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta Barrelos bornes motor No 2. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 1. hasta Barrelos bornes motor No 3. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos hasta totalizador tablero de alumbrado TA-4. en B.T. 3X10+1*10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta bornes motor bomba No 1. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta bornes motor bomba No 2. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta Espesador de lodos bornes motor No 1. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta Espesador de lodos bornes motor No 2. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos No 2. hasta Espesador de lodos bornes motor No 3. 1.0 HP. en B.T. 3X10+1*10t AWGTHHN 600 VAC.
- Acometida parcial desde Tablero Lodos hasta totalizador tablero de alumbrado TA-6. en B.T. 3X8+1*8+1*8t AWGTHHN 600 VAC.

➤ INSTALACIÓN

Antes de hacer la instalación de los conductores se debe limpiar la tubería y las cajas de salida.

Para las instalaciones internas, en todas las cajas deben dejarse por lo menos 20 cm de conductor disponibles para las conexiones de los aparatos correspondientes.

Las puntas de cables que entran a los tableros de distribución se deben dejar de suficiente longitud (medio perímetro de la caja), con el fin de permitir una correcta derivación del mismo.

Para la identificación de los diferentes circuitos instalados dentro de un mismo tubo o conectados al mismo sistema, se exige el uso de conductores de los siguientes colores:

- Neutro: de acuerdo a lo establecido en la normas del RETIE.
- Tierra: debe ser verde o conductor desnudo
- Fases: de acuerdo a lo establecido en la normas del RETIE.

Los conductores de calibres superiores al N° 8. AWG deberán quedar claramente marcados en sus extremos y en todas las cajas de paso intermedias.

El mínimo calibre que se utilizará en las instalaciones de alumbrado y de tomas será el N°12 AWGTHHN.

Durante el proceso de colocación de los conductores en la tubería no se permitirá la utilización de aceite o grasa mineral como lubricante se deberá utilizar un lubricante apropiado, aprobado por el fabricante de los cables.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



Antes de proceder con la instalación de los conductores en la tubería, se debe verificar que esta se encuentre completamente seca y libre de cualquier obstáculo que impida el desplazamiento de los conductores durante el proceso de tendido.

Todas las conexiones a elementos de salida y aparatos deben quedar sólidamente fijadas con tornillos bien apretados. Los conductores no deben quedar tensionados al punto de conexión.

En el momento de introducir los conductores dentro de la tubería, se tendrá cuidado de evitar la formación de bucles en los mismos. Se deben seguir procedimientos especiales para no maltratar los conductores, principalmente al ser extendidos provisionalmente por el piso.

No se permite en ningún caso la ejecución de empalmes de cables o alambres dentro de las tuberías, por lo tanto, todos los conductores deben ser continuos desde la salida de los interruptores en su correspondiente tablero, hasta las cajas de salida o de derivación, para los circuitos de fuerza y control.

Los empalmes o derivaciones de conductores, solo se permiten dentro de las cajas de empalme o salida, para los circuitos de alumbrado.

El conductor destinado como neutro debe mantenerse a lo largo de todo el sistema eléctrico con aislamiento de color blanco en calibres iguales o superiores al No.6 AWG y marcados adecuadamente a los extremos del conductor con pintura de color blanco a prueba de agua o con marquillas plásticas ajustables en color blanco.

Los conductores destinados a las tres fases, serán mantenidos a lo largo de todo el sistema eléctrico con aislamientos en tres colores diferentes, excluidos verde y blanco. En calibres iguales o superiores al N° 6 AWG, e identificados los extremos en los colores correspondientes con el procedimiento descrito. La conservación de los colores se extiende hasta los dispositivos de las diferentes salidas de acuerdo a lo establecido en la normas del RETIE.

➤ **CAJAS PARA SALIDAS**

Todas las cajas para las salidas eléctricas, tales como interruptores, tomas, iluminación, fluorescente e incandescente, deberán ser en fundición de aluminio tipo rawelt de tamaños normalizados (rectangulares y cuadradas).

➤ **TOMACORRIENTES MONOFÁSICOS**

Todos los tomacorrientes utilizados deberán tener polo a tierra para incrustar tipo resistencia, configuración NEMA - 5-15R, 3 polos, 125 VCA, con terminales de tornillo adecuados para recibir alambres sólidos de cobre calibre AWG Nos. 10,12 ó 14. Deben tener tapa cubierta metálica para protección contra salpicaduras (apto para Intemperie).

➤ **TOMACORRIENTES TRIFÁSICOS**

Todos los tomacorrientes trifásicos utilizados deberán tener polo a tierra, 220 VCA, con terminales de tornillo adecuados para recibir alambres sólidos de cobre calibre AWG Nos. 8,10. Deben tener tapa cubierta metálica para protección contra salpicaduras (apto para Intemperie).



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



➤ LUMINARIAS LED

Las luminarias LED utilizadas para la iluminación de interiores, deberán ser de tipo Sylvania P37650, 2x18 W LED según se indica en los planos. Las luminarias operarán a 120 V, 60 Hz y su color de luz será del tipo blanco frío normal.

En general todos los materiales de la luminaria deben tener resistencia a la corrosión.

El Contratista deberá someter la lámpara a aprobación del Interventor.

➤ ILUMINACIÓN EXTERIOR

Se debe instalar un sistema de iluminación exterior el cual está compuesto por los siguientes elementos:

- Luminaria LED Street Light LED STREET LIGHT 60W NW. Incluye lámpara, tubería y cableado.
- Luminaria LED Street Light LED STREET LIGHT 60W NW, instalación en poste, Incluye Lámpara, bombilla, brazo, foto celda, cableado desde la luminaria hasta la red de iluminación en AL y empalmes tipo submarino.
- Poste de 10 metros concreto 510 Kg
- Poste de 6 metros metálico.
- Acometida iluminación Red subterránea 3*4 + 1*4 † THW Aluminio Aislado.
- Acometida iluminación Red Aérea 3*4 + 1*4 † THW Aluminio Aislado.

Para mayor detalle, ver diagrama unifilar y el plano general en donde se puede observar la ubicación de las lámparas de iluminación exterior.

➤ ILUMINACIÓN INTERIOR

Para los cuartos internos se debe suministrar un sistema de alumbrado interno compuesto por lámparas LED 2x18 W cerradas tipo Sylvania P37650, interruptores, tomacorrientes dobles monofásicos y tomacorriente trifásico.

Para mayor detalle, ver diagrama unifilar y el plano general en donde se puede observar la ubicación de las instalaciones eléctricas de alumbrado y tomacorrientes.



20.5.4.11 PLANTA DE EMERGENCIA

Teniendo en cuenta la prioridad de suministro de energía para los equipos electromecánicos de la PTAR, se requiere el suministro e instalación de una planta eléctrica de emergencia tipo Standby, con capacidad de 150 KVA a nivel de Garzón Huila, la cual suplirá la energía en caso de falta de suministro por parte de la red pública.

➤ GENERALIDADES

El objeto Las presentes especificaciones contemplan las características de los materiales, equipos y condiciones para el suministro, instalación, conexión, pruebas y puesta en funcionamiento de la Planta Eléctrica de Emergencia.

La planta eléctrica de emergencia suministrará energía en condiciones de falla en el sistema de suministro de energía del sistema normal suministrado por la Electricidadora.

	CONTRATO No 039 DE 2011 DISEÑO ELECTRICO	
--	---	---

La planta eléctrica suministrará energía a 220 Voltios, la cual será transportada hasta el tablero donde se encuentra el conmutador de transferencia automática.

La planta eléctrica deberá ser fabricada de acuerdo con los requisitos específicos aplicables a las normas ASA, ASTM, NEMA, SAE o DIN.

Los componentes principales de la planta eléctrica debe ser 100% nuevos, originales de fábrica, diseñados, fabricados y probados por el fabricante, de acuerdo con las normas mundiales de fabricación aplicables a este tipo de equipos. Las plantas Eléctricas deben ser fabricadas de acuerdo con los requisitos específicos aplicables a las normas ASA, ASTM, NEMA, SAE o DIN, EPA.

➤ **NORMALIZACIÓN DEL EQUIPO**

Las Plantas Eléctricas deben cumplir con las siguientes normas, y sus especificaciones:

Norma / parte	Descripción de la norma
ISO 9001-2000	Aseguramiento de la calidad
NFPA-116 - Parágrafo 5-13.2.6	El equipo asume el 100% de su Potencia de placa en un solo paso.
BS/800/VDE Clase G y N	Condiciones para el generador y el regulador de tensión; limitaciones de radio-interferencia
NEMA MG1-1.65 BS-2757	El sistema de aislamiento para el generador (rotor y estator) es Clase H.
ISO 3046	Los rangos de potencia dados y el desempeño del equipo, exceden las condiciones impuestas por esta norma.
BSS-5514 / DIN 6271	Definición de la POTENCIA STANDBY/PRIME
MIL - STD 705B 601.4	Análisis de armónicos y desviación de onda de tensión.

Tabla 20.6. Normatividad que debe cumplir el equipo.

Experiencia:

El fabricante de las Plantas Eléctricas debe contar con una experiencia de más de diez (10) años, demostrable mediante certificación adjunta en el suministro de grupo electrógeno y la prestación de servicio postventa para los mismos.

➤ **DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS**

La planta eléctrica requerida debe estar ensambladas con motor diesel y debe estar unida directamente al generador a través de un acoplamiento flexible de disco de acero. Este grupo moto generador debe ser aptos para operación de un sistema de tres fases, 4 hilos. 60 Hz, incluidos todos sus elementos de protección necesarios.

El grupo generador electrógeno se debe entregar con los accesorios de norma tales como: sistema de gases de escape, con tramo flexible y silenciador tipo Industrial, con atenuación de ruido de 15 a 20 dB (A), cargador de baterías, precalentador para el agua



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



de refrigeración, filtros para aire, aceite y combustible, amortiguadores de vibración, sistema de combustible y tablero para motor y generador.

➤ GENERADOR

Los generadores deben ser sincrónicos, cuatro (4) polos, con capacidades efectivas al nivel de la ciudad de Quibdó, funcionarán en servicio emergencia tipo Standby, directamente acoplados sin escobillas, con un sistema de aislamiento impregnado para su operación en ambientes severos; Con aislamiento para el rotor y estator clase H. La elevación de temperatura a plena carga será máxima de 105/130 °C, de acuerdo con NEMA MG1.65 y BS2757.

Un factor de potencia de 0.80 frecuencia 60 Hz, tres fases 4 hilos, para trabajar con tensión de servicio de tensión a plena carga 220/127 Volt. Velocidad de 1.800 RPM. El rotor debe estar dinámicamente balanceado con sistema de uno a dos cojinetes y permanentemente alineado con acople flexible al motor.

La excitatriz debe ser trifásica con rectificación de onda completa y componentes de estado sólido. Debe ser de tipo estático, montada sobre el eje común del rotor y de fácil acceso para su inspección y mantenimiento, provisto de supresor de picos y paso de 2/3 de devanado. El regulador de tensión debe mantener la tensión de servicio dentro de un rango no mayor de +/- 0.5% de la variación del tensión nominal de todo el rango de cargabilidad.

La caída instantánea de tensión no es mayor de 2.0% al aplicar el total de la carga de un factor de potencia 0.80. El generador debe permitir una recuperación de tensión en un lapso no mayor de dos (2) segundos, después de haber sucedido un cambio abrupto de carga entre el 25 % y el 100 % de la capacidad del generador, además cuenta con un reóstato para hacer ajustes de tensión de +/- 5 %.

El sistema de excitación y los controles son capaces de mantener y regular la potencia de excitación para una falla monofásica o trifásica de aproximadamente 300% de la corriente nominal por no más de 10 segundos.

El enfriamiento del alternador se hace mediante un ventilador centrífugo que tiene bajo nivel de ruido y proporciona el enfriamiento necesario para el rotor y el estator. El aislamiento del Generador es NEMA, Clase H (tropicalizado) mediante resinas epóxicas que le dan adecuada protección del medio ambiente y la abrasión. El Generador debe suministrar sin calentamiento, que pueda ser dañino, una capacidad auxiliar de 110 % de la capacidad nominal con un factor de potencia de 0.80. La caja de conexión viene dispuesta para 4 cables (3 fases y neutro), doce (12) termi

➤ ELEMENTOS DE CONTROL DEL GENERADOR

El tablero de instrumentos del generador es debe estar totalmente cableado, y se debe encontrar montado sobre el grupo electrógeno y contar con todos los elementos necesarios para una operación segura.

➤ MOTOR DIESEL

El motor debe estar diseñado para la aplicación en que serán utilizados, como fuente de energía para la generación de potencia eléctrica. Debe tener un motor diesel, de cuatro tiempos, con disposición de cilindros en V, con velocidad normal de operación 1800 RPM,



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



con sistema de arranque en frío. El suministro incluye la base metálica y pernos de anclaje para el grupo motor generador total. La potencia de salida ofrecida no es superior a 1.5 BHP/KW a 1800 RPM y a las condiciones establecidas para su sitio de operación.

➤ **SISTEMA DE COMBUSTIBLE**

El Grupo Electrónico operará con Combustible Diesel No. 2, de uso común en Colombia. El Tanque de ACPM para autonomía de 5 días al 70 %. Este tanque debe estar equipado con:

- Tapón de Vaciado.
- Respiradero.
- Tapa superior para llenado manual.
- Válvula de registro para llenado con máquina.
- Acople flexible en tubería de cobre de 3/8" para conectar a la planta.
- Sonda medidora para el control del nivel.
- Interruptor de Nivel tipo flotador para nivel alto y nivel bajo.

➤ **SISTEMA DE ENFRIAMIENTO**

El sistema de refrigeración del Grupo Electrónico debe ser del tipo AGUA-AIRE, mediante un radiador de alto rendimiento adosado directamente al motor diesel. Se debe garantizar el correcto funcionamiento del Grupo Electrónico hasta con una temperatura ambiente de 40°C.

El filtro con material anticorrosivo evitará el óxido y la corrosión, controlará la acidez y removerá las impurezas. Una bomba centrífuga montada en el motor acciona la circulación del refrigerante. El paso de un gran volumen de agua proporcionará un adecuado nivel de flujo de refrigerante alrededor de las camisas del cilindro, válvulas e inyectores. Un sistema de termostato de flujo total y parcial (By-pass), regulará la temperatura del refrigerante.

Así mismo, para mantener el motor a una temperatura ideal de trabajo, el sistema de refrigeración debe tener instalados precalentadores automáticos, los cuales garantizan que el Grupo Electrónico puede arrancar el 100 % de la carga en un solo paso, sin afectar las condiciones de operación del equipo.

➤ **SUMINISTRO DE AIRE**

La toma de aire de los motores debe ser por medio de filtros del tipo seco con elementos cambiables e indicadores de restricción, para determinar la necesidad de servicio.

➤ **SISTEMA DE ESCAPE**

El fabricante del grupo electrónico deberá diseñar, construir y montar el sistema completo para la evaluación de los gases de escape de la planta.

Los ductos de escape debe ser de tal tamaño, que la contra presión sobre el sistema de escape no sobrepase la que permita producir el motor a la máxima capacidad requerida para su correcto funcionamiento.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



El Grupo Electrónico se debe suministrar con un silenciador TIPO HOSPITALARIO con atenuación de sonido de 18 Dba, incluyendo mangas flexibles, acoples, codos y en general todo el diseño para cada equipo en particular.

Toda la tubería o ductos que queden al alcance de personas, debe ser cubierta con un revestimiento en fibra de vidrio con foil de aluminio.

➤ **TABLERO DE INSTRUMENTOS DIGITAL**

El tablero de instrumentos debe estar equipado con un puerto de comunicación RS-485 o RS-232 que permite obtener la información de los instrumentos con un lenguaje de arquitectura abierta, compatible con el bus de comunicaciones del PLC.

Las siguientes indicaciones deben poderse observar en un tablero a prueba de vibraciones para control del motor:

➤ **INDICADORES DIGITALES PARA EL MOTOR**

- Lectura de presión de aceite
- Lectura de temperatura de agua
- Lectura de temperatura del aceite
- Lectura de carga de baterías en Amperios
- Lectura de Tensión de la batería
- Velocidad del motor rpm
- Número de horas de operación
- Número de intentos de arranque
- Pulsador de arranque y parada del motor

➤ **CONTROL DE ARRANQUE Y PARADA**

Junto con la planta se suministrará un panel DIGITAL para la operación de arranque y parada de la planta, este panel debe incluir:

- Un dispositivo que al recibir la señal de suspensión del flujo de energía normal, proporciona una serie adecuada de ciclos de arranque y parada, y que tan pronto como el motor entra en funcionamiento, suspende la alimentación del circuito de batería.
- Un interruptor selector de cuatro (4) posiciones a saber:
Manual: con la cual se anula las características de automatismo y permite el arranque manual de la planta.
Apagado: en la cual se desconecta la característica de automatismo del sistema de arranque.
Automático: en la cual se conecta la secuencia de operación automática.
Prueba: en la cual se simula falla en la fuente de energía normal y permite poner en marcha el grupo generador.
- Un interruptor totalizador tipo industrial, capacidad de acuerdo al dimensionamiento de la Planta. Ver tabla No 1, lcc. 25 KA, a nivel de tensión de 208 VAC.

➤ **EQUIPO DE BATERÍAS Y RECTIFICADOR**



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



El fabricante de las plantas debe suministrar un sistema propio de acumuladores de baterías, con una capacidad suficiente que permita operaciones de arranque del motor por un periodo de hasta dos (2) minutos.

El equipo de baterías debe tener un cargador automático tipo rectificador por semiconductor, directamente incorporado en el grupo electrógeno, con una capacidad para suministrar la carga continua de las baterías más un 25 % y permite que las baterías tomen energía tanto de la fuente normal como de la fuente de emergencia. Su compensación permite variaciones en la tensión de alimentación de +/- 10% sobre el tensión y variaciones de frecuencia de +/- 5% sobre el valor nominal de 60 ciclos.

El cargador debe estar provisto de:

- Un voltímetro, interruptor automático, interruptor selector luces indicadoras de carga, así como indicación de tierra.
- El conjunto de baterías y rectificador se suministra completo para su instalación con soporte para las baterías, cables para conexión, terminales y demás elementos necesarios.

➤ PRUEBAS Y ENTREGA

Antes de que el equipo sea instalado, el proveedor de la planta debe entregar dos (2) copias de protocolos de prueba realizada en fábrica con el motor generador.

Antes de la aceptación de la instalación, el equipo será sometido a una prueba de plena carga durante dos periodos de operación de $\frac{1}{4}$ de hora, con una cargabilidad del ciento por ciento en forma continua, para demostrar que funciona arrancando automáticamente y soportando la carga total.

Para la prueba de cargabilidad, el proveedor de la planta debe suministrar el banco de resistencias con la suficiente capacidad para simular la capacidad total de la planta.

➤ INSTALACIÓN



El suministrador de la Planta de emergencia se debe hacer cargo bajo su entera responsabilidad de la instalación del grupo electrógeno de acuerdo a las condiciones de la obra cumpliendo con todos los requerimientos y especificaciones del fabricante, cumpliendo en un todo con lo solicitado en los términos de referencia.

➤ MANUALES DE MANTENIMIENTO

El proveedor del grupo electrógeno debe suministrar junto con los equipos dos copias reproducibles de todos los planos correspondientes a los sistemas de obras civiles, eléctricas y mecánicas de cada grupo motor generador. Igualmente se entrega con los equipos una (1) copia empastada de los siguientes manuales:

- Manual de Operación y Mantenimiento
- Manual de Partes del Motor
- Manual de Partes del Generador
- Manuales servicios, curvas de funcionamiento

➤ ALCANCES ADICIONALES

	<p>CONTRATO No 039 DE 2011</p> <p>DISEÑO ELECTRICO</p>	
--	--	---

El Proveedor de la Planta de emergencia debe tener en cuenta las siguientes actividades adicionales, las cuales son imprescindibles para el buen funcionamiento del grupo:

- Las obras en mampostería y concreto y acondicionar el local de acuerdo con los requerimientos técnicos del fabricante.
- Base anti vibratoria en concreto (si fuere necesario).
- Rejillas de ventilación y puertas (ubicadas según solicitud del suministrador de la planta).
- Pases en la placa o muros para el ducto de salida de gases.
- La planta de emergencia debe tener un interruptor totalizador tipo industrial, 3*500 Amp, lcc. 25 KA, a nivel de tensión de 220 VAC para la protección propia de la planta de emergencia. Este totalizador, junto con los barrajes, deben estar en el interior de un cofre metálico.
- Coordinación con el instalador de la transferencia automática y conexión de los cables de control.
- Conexión del grupo motor generador y el tanque de combustible a la puesta a tierra suministrada.
- Si el montaje del grupo motor generador se va a efectuar sobre una base anti vibratoria, suministrará oportunamente los amortiguadores con una plantilla para el montaje de estos.

20.6 SISTEMA DE CONTROL

A continuación se realizara una descripción de los sistemas de control que se contemplan para él la planta de tratamiento.

20.6.1 ESTACIÓN DE BOMBEO FILTROS

La estación de bombeo de filtros consta de un tanque de succión con dos recámaras, cada una con un transmisor de nivel y 3 switches de nivel tipo flotador, 3 bombas de succión de aguas residuales con potencia de 25 HP cada una con una lógica 2+1 (dos disponibles y una de reserva) en un pozo seco, 1 medidor de flujo a la descarga de las 3 bombas, y presostatos de succión y descarga en cada bomba.

Para el control de las unidades de bombeo de Filtros se ha previsto que funcione de modo manual o automático, con la implementación de un PLC el cual recibirá las señales de nivel del pozo húmedo y dependiendo de los niveles detectados, se prenderán secuencialmente una o dos unidades de bombeo. En condiciones normales de admisión de aguas residuales, la estación de bombeo operara con una bomba, para el caso de flujos altos de aguas residuales se ha previsto la operación de dos unidades de bombeo simultáneamente y una bomba de reserva.

El sistema de control está compuesto por PLC, éste captura señales de la instrumentación y de los dispositivos previstos en la estación de bombeo y envía señales de salida hacia los variadores de velocidad de cada bomba para efectuar el control de proceso automático en la estación, la estación puede operar en forma autónoma y desatendida. De igual forma, se instalará un panel view en el cuarto de control de la Estación de Bombeo, el cual permite supervisar e interactuar con la operación de la estación.

Para la operación en modo automático se resumen los siguientes aspectos generales:

- Se deberá tener un modo de operación denominado Control por Nivel, que permita controlar el encendido y apagado de las bombas, de acuerdo con valores



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



de nivel prefijados por el operador, es decir, este modo de operación permitirá que las unidades de bombeo operan de acuerdo con los niveles de cada una de las cámaras de succión.

- El sistema realizará todo el control secuencial de las bombas. En este caso, el sistema de control ordena el encendido y apagado de bombas.
- El sistema de control de nivel operará con base en el nivel del compartimiento de los tanques de succión y tendrá en cuenta los niveles indicados. El sistema encenderá primero la bomba que esté habilitada como disponible para operación y que a la vez tenga el menor número de horas en servicio; así mismo cuando la bomba seleccionada reporte fallo el sistema encenderá la bomba que lleve el menor tiempo de servicio, en ese instante.
- La estación de bombeo cuenta con tres bombas, si las bombas tienen iguales tiempos de servicio, entrará en operación la bomba disponible de menor asignación numérica en su identificación, es decir la bomba 1. Así mismo cuando la bomba seleccionada reporte fallo, el sistema encenderá la siguiente bomba.
- En general, no deberá existir la posibilidad del arranque simultáneo de dos o más unidades de bombeo. El arranque será secuencial, una después de otra siempre y cuando estén disponibles para operar normalmente.
- El arranque será cancelado si se presenta alguna falla en la unidad de bombeo y si se opera el pulsador de parada de emergencia.
- Después de restablecerse la energía eléctrica ante una falla del servicio de la red pública y la descarga del sistema de respaldo en la estación de bombeo, deberán, arrancar automáticamente todas las aplicaciones que integran el CONTROLADOR y el panel view de la estación.

Para la operación de la Estación de Bombeo, se han previsto los diferentes Niveles de operación.

➤ **NIVEL 1. DESDE CENTRO CONTROL MOTORES CCM.**

Este modo de operación se cumple cuando los equipos de la estación de bombeo son manejados por el operador, en la estación de bombeo, desde las botoneras de los tableros del centro de control de motores CCM para propósitos de operación manual en la estación y/o mantenimiento en el sitio.

En el CCM se tienen pulsadores de arranque – parada, señalización y un selector de tres posiciones en cada una de las bombas. De acuerdo a la posición del selector escogida permite las siguientes funciones:

- En remoto deberá permitir que el PLC controle toda la operación
- En manual permite que el equipo opere sin la intervención del controlador ni ninguno de los enclavamientos del sistema de Control.
- En modo mantenimiento, el operador deja deshabilitado el tablero y puede hacer trabajos de revisión y mantenimiento

➤ **NIVEL 2 CONTROL PLC Y/O PANEL VIEW**

Este nivel permite operar el sistema así:

Local manual: Este modo de operación que se cumple en el panel view ubicado en el tablero de control en la sala de control de la estación, permite operar cada una de las bombas en forma individual por medio del controlador PLC; la operación de cada una de

las bombas se puede realizar en el momento deseado, previa verificación de los enclavamientos, de acuerdo con los siguientes órdenes:

- Arrancar bomba 1.
- Arrancar bomba 2.
- Arrancar bomba 3
- Detener bomba 1.
- Detener bomba 2.
- Detener bomba 3.

Local automático que permite ejecutar todas las operaciones, controles, secuencias y enclavamientos, de la estación, desde el PLC y/o Panel View. Es decir permite dar órdenes de inicio de la operación automática o terminación de esta según los set points programados

Control Remoto: En este modo de operación el control y la lógica de las operaciones son cumplidas por el PLC, éste opera los equipos de acuerdo con las órdenes y parámetros asignados por el Sistema de Control desde niveles superiores.

Para la implementación del sistema de control se utilizará un PLC principal a nivel de control de bombas, comunicaciones con Panel View, Esclavos que hacen parte de la red eléctrica.

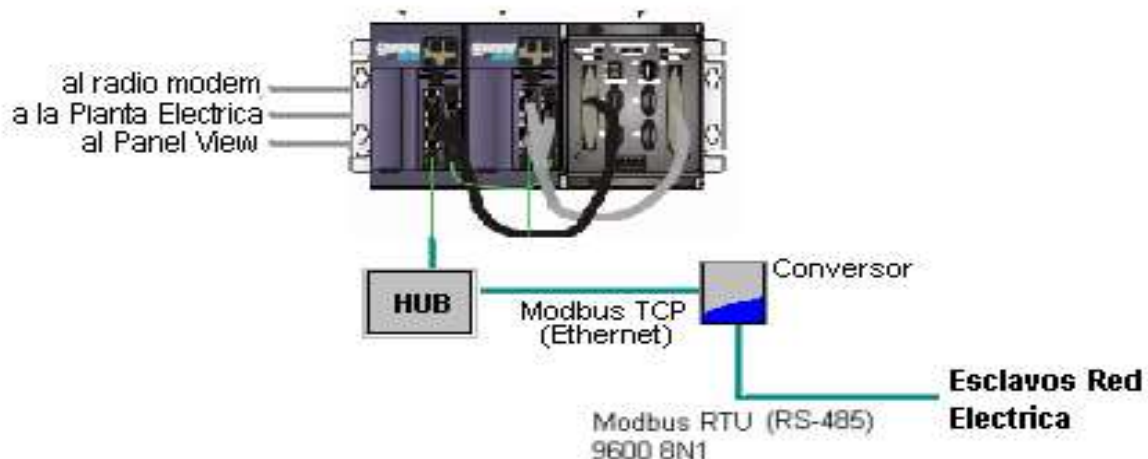


Figura 20.3. PLC principal

20.6.1.1 MODO DE FUNCIONAMIENTO

En funcionamiento normal de la estación, el control de encendido y apagado de bombas se basa en el transmisor de nivel de la cámara 1. Si este transmisor entra en falla o en mantenimiento, entran a operar el transmisor de nivel de la cámara 2.

El prendido de las bombas, cuando están controladas por el transmisor de nivel, se realiza de la siguiente manera:

- Cuando el nivel de la cámara 1 ha alcanzado el valor de nivel (mayor al 0% del nivel total) se enciende la primera bomba y succionará de forma gradual conforme aumenta el nivel en el tanque, si el nivel sigue subiendo hasta un valor de estimado



- (mayor al 50% del nivel total) se encenderá la segunda bomba y succionará conforme aumenta el nivel en el tanque, por otro lado si baja el nivel las bombas 1 o 2 bajarán su velocidad hasta llegar a al caudal deseado y constante.
- La cámara 1 tiene prioridad sobre el sistema al igual que el transmisor de nivel 1, en caso tal de que la cámara entre en mantenimiento o salga de operación entra a trabajar como principal la cámara 2 con sus respectivos switches de nivel y transmisor de nivel.
 - En el momento en que una cámara entra en mantenimiento es necesario cerrar la válvula que comunica el flujo de agua entre las cámaras y garantiza un nivel de agua igual, luego cerrar la compuerta de entrada de la cámara para evitar que entren fluidos, de esta forma es posible realizar el mantenimiento correspondiente o realizar a reparación que sea requerida sin inconvenientes
 - En caso de que la cámara 1 este en mantenimiento, pasa a ser principal el transmisor de nivel de la cámara 2
 - Las bombas también se pueden encender manualmente ya sea desde el Panel View Local o desde la estación pulsadora de cada bomba, siempre y cuando estén dadas las condiciones para encenderlas (No falla, no mantenimiento, nivel suficiente, etc.). No hay restricciones de tiempo entre encendidos de bombas en el modo manual.
 - Después del apagado de cada bomba en manual o automático, la bomba no se podrá encender después de 5 minutos. Esto con el fin forma de protección a los motores.
 - Si existe baja presión en la succión de las bombas se generará una alarma de baja presión en la succión de la bomba correspondiente y de igual forma la bomba no podrá encender para prevenir un arranque en Vacío.

20.6.1.2 ESQUEMA ENCENDIDO BOMBAS

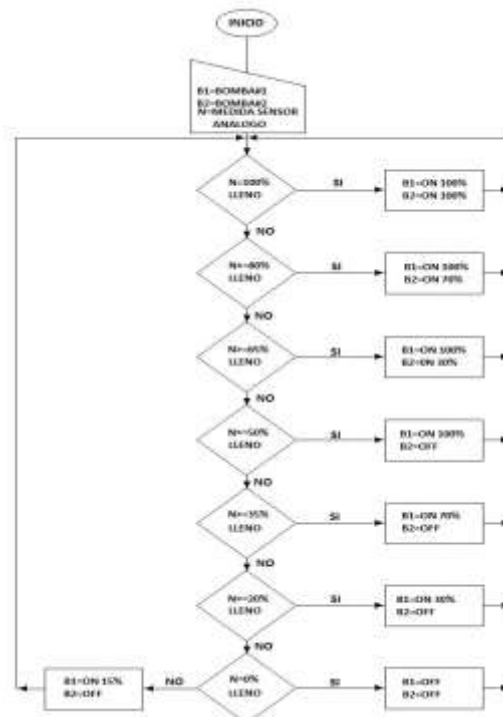


Figura 20.4. Diagrama Encendido Bombas



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



20.6.1.3 CONDICIONES ÓPTIMAS PARA ENCENDIDO DE LAS BOMBAS

- La bomba no debe estar en mantenimiento.
- No deben estar activas las paradas de emergencia
- La cámara en funcionamiento no esté Vacía (Nivel por debajo del mínimo requerido).
- La bomba debe tener el selector físico Auto/Manual en posición Automático.
- No deben estar las dos cámaras en mantenimiento.
- No debe haber baja presión de succión y no debe haber sobrepresión a la descarga.

20.6.1.4 ALARMAS QUE GENERAN APAGADO DE LAS BOMBAS

- Se active el paro de emergencia
- Se activen las alarmas baja presión de succión y/o sobrepresión de descarga.
- Falla interna del motor o fallas del variador de velocidad de la respectiva bomba (Entradas digitales)
- Tanque Vacío (Nivel activado de del mínimo requerido)

20.6.1.5 TIPOS DE USUARIOS

Existen tres tipos de usuario: Administrador, Operador y Visor para supervisión y operación de la estación de bombeo.

- El usuario Administrador puede acceder, prender y apagar bombas, poner en mantenimiento el tanque, los transmisores de nivel y de flujo, el Administrador puede salir de la aplicación, trabajar con el sistema operativo y editar los set points de nivel si es necesario.
- El usuario Operador puede acceder, prender y apagar bombas, poner en mantenimiento el tanque, los transmisores de nivel y de flujo, pero no puede salir de la aplicación ni modificar los set points establecidos.
- El usuario Visor solo puede ver la pantalla principal y el funcionamiento de la estación pero no puede prender y/o apagar bombas, tampoco poner en mantenimiento el tanque ni los transmisores de nivel.

20.6.2 ESTACIÓN DE BOMBEO LODOS NO 2.

20.6.2.1 DESCRIPCIÓN

La estación de bombeo de lodos No 2. consta de 2 bombas de succión de aguas residuales con potencia de 1 HP cada una con una lógica 1+1 (una disponible y una de reserva) en un pozo seco y tres espesadores de lodos con un transmisor de nivel cada uno.

Para el control de las unidades de bombeo de lodos se ha previsto que funcione de modo manual desde los pulsadores y selectores de cada bomba con un apagado manual y automático por bajo nivel de lodo en los espesadores.

20.6.2.2 MODO DE FUNCIONAMIENTO

En funcionamiento normal de la estación, el control de encendido y apagado de bombas será manual por el propio operador desde el CCM.

Para el apagado automático de la bomba en funcionamiento se tendrá en cuenta los 3 transmisores de nivel ubicados en los espesadores de lodos, si alguno de estos detecta que el nivel del lodo es menor al set point establecido, apagará automáticamente la bomba para que esta no siga succionando y llegue a funcionar en Vacío.

Si algún transmisor entra en falla se tendrá el respaldo de los otros dos, estos tres siempre funcionarán en paralelo y no habrá ningún transmisor principal.

20.6.2.3 ESQUEMA ENCENDIDO BOMBA

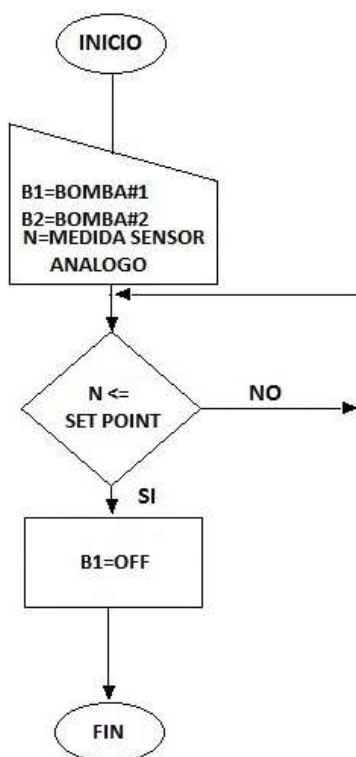


Figura 20.5. Diagrama Encendido Bombas

20.6.2.4 CONDICIONES ÓPTIMAS PARA ENCENDIDO DE LAS BOMBAS

- La bomba no debe estar en mantenimiento.
- No deben estar activas las paradas de emergencia
- El nivel del espesador no esté Vacío (Nivel por debajo del mínimo requerido).
- La bomba debe tener el selector físico Auto/Manual en posición Automático.



20.6.2.5 ALARMAS QUE GENERAN APAGADO DE LAS BOMBAS

- Se active el paro de emergencia
- Falla interna del motor de la respectiva bomba (Entradas digitales)
- Nivel bajo del espesador (Nivel activado de del mínimo requerido)

20.6.2.6 TIPOS DE USUARIOS

Existen tres tipos de usuario: Administrador, Operador y Visor para supervisión y operación de la estación de bombeo.

- El usuario Administrador puede acceder, prender y apagar bombas, poner en mantenimiento cualquiera de los espesadores, y los transmisores de nivel, el Administrador puede salir de la aplicación, trabajar con el sistema operativo y editar los set points de nivel si es necesario.
- El usuario Operador puede acceder, prender y apagar bombas, poner en mantenimiento cualquiera de los espesadores y los transmisores de nivel pero no puede salir de la aplicación ni modificar los set points establecidos.
- El usuario Visor solo puede ver la pantalla principal y el funcionamiento de la estación pero no puede prender y/o apagar bombas, tampoco poner en mantenimiento cualquiera de los espesadores ni los transmisores de nivel.

20.6.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS

En el siguiente capítulo se presentaran las especificaciones técnicas de los equipos.

20.6.3.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC

El Controlador lógico Programable PLC estará conformado como mínimo por los siguientes módulos:

- CPU
- Fuente
- Puertos de entrada/salida
- Puertos de comunicaciones para las siguientes interfaces:
Puerto Ethernet protocolo Modbus, que se utilizará para conectar a través del concentrador ethernet el Panel View /o cualquier otro dispositivo óinterfase adicional que se pueda requerir.
- Bus de datos de alta velocidad, Modbus, velocidad mínima 19.2 Kbps
- Puerto para configuración Ethernet/ RS 232
- Reserva: 1 puerto RS 485 para bus de datos de alta velocidad protocolo Modbus.

El sistema de control deberá cumplir los requisitos de los estándar IEC68-2-6, IEC68-2-27, UL-840. La unidad deberá desarrollar las funciones requeridas para la operación del sistema en base al programa guardado en la memoria y el estado de las entradas y salidas.

El PLC deberá poder operar dentro de un rango de temperatura ambiente de 5° - 55°C, con una humedad relativa de 5-95 por ciento, no condensada, y se podrá almacenar a -25°C a +70 °C.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



El PLC deberá ser tipo modular con una CPU que deberá estar basado en procesadores de última tecnología que almacena y corre el programa de control con los valores relacionados con el proceso y la lógica; que controlen las comunicaciones con elementos y redes externas y con los equipos de entradas y salidas. La CPU deberá ser suministrada con todas las tarjetas necesarias para hacer una unidad completa.

La CPU deberá contener y permitir:

- Memoria de programa no volátil (RAM, Flash EEPROM)
- Programación en línea (On Line) y off-line.
- Comunicación serial

El programa y el manejo de los puntos de entradas y salidas de campo, no deberán ocupar más del 50% de la memoria de la CPU, además deberá poder hacer el diagnóstico para dar información acerca del estado y ocupación de la memoria, de la red de comunicaciones y de las entradas y salidas a través del software de programación.

Capacidad de procesar sistemas de entradas análogas lineales y no lineales y entradas y salidas digitales.

El PLC deberá tener luces indicadoras de tipo LED para indicar los estados de: potencia eléctrica, estado del procesador, fallas, datos forzados y de condición de todos los puertos de comunicaciones. Se reconocerán los errores en la memoria, lo cual activará las luces indicadoras de error en la memoria.

El PLC dispondrá de una memoria RAM tipo Flash respaldada por batería (mediante baterías durante por lo menos 6 meses a partir de una falla en el suministro de energía) para almacenamiento de programa. El Contratista deberá tener en cuenta que dentro de sus suministros, debe incluir el reemplazo de las baterías de las memorias de los controladores, por unas baterías nuevas, al momento de la entrega final de todo el proyecto.

El PLC proveerá la capacidad de varios niveles de accesos y privilegios al sistema. Estos niveles de acceso o contraseñas, restringirán:

- Cambios en los datos de configuración de las entradas/salidas.
- Cambios en la programación lógica.
- Lectura de datos.
- Lectura de programas
- Las contraseñas se podrán configurar o eliminar desde el software de programación.

El PLC tendrá la capacidad de utilizar mínimo 2 lenguajes de programación de IEC 61131.

El juego de instrucciones para el PLC deberá incluir como mínimo lo siguiente:

- Instrucciones del tipo de relé
- Instrucciones de contador y temporizadores
- Instrucciones para comparaciones (igual a, mayor que, límites de pruebas, etc.)
- Instrucciones matemáticas de Enteros y Reales (punto flotante).
- Funciones matemáticas y trigonométricas avanzadas (Logaritmos, Raíz Cuadrada, Conversión).
- Instrucciones sobre tablas, matrices y arreglos (R/W, lectura y escritura)



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



- Instrucciones lógicas (y, no, ó etc.)
- Lazos de control PID independientes y tipo ISA.
- Instrucciones para conversión BCD
- Modificación, movimiento y cambios de bits
- Instrucciones para diagnósticos
- Instrucciones para secuenciador
- Instrucciones para control de programas (saltar, ir a, subrutina, etc.)
- Capacidad de leer y escribir bloques
- Enviar/recibir registros
- Instrucción de Final de lógica Temporal.
- Instrucciones I/O inmediato y para actualizar mensajes

Los dispositivos para entradas/salidas serán módulos de enchufar en conjuntos encapsulados I/O asociados, montados sobre rieles DIN.

Cada unidad I/O deberá manejar el número requerido de entradas y salidas del proceso, más un mínimo del 30% de reservas para entradas y salidas futuras mediante la adición de tarjetas de circuitos ó módulos necesarios. Se proveerán relés de interposición y fusibles para interfaz con equipos de campo, en cada una de las salidas digitales, en el tablero de la RTU. Se proveerá aislamiento eléctrico donde sea requerido. La densidad máxima para módulos I/O discretos será de 32 por cada módulo de entrada y 16 por cada módulo de salida.

Las entradas discretas serán contactos secos. Los módulos deberán tener un panel de lcd para la indicación del estado activado de las entradas y led de funcionamiento del módulo. Tendrá aislamiento óptico.

Las salidas discretas serán contactos de rele secos de 0.5A mínimo según se requiera. El módulo proveerá aislamiento óptico.

Los circuitos análogos de entrada serán del tipo aislado, de 12 bits de resolución y provistos de fusibles de protección en cada una de las entradas análogas, en el tablero del PLC.



El PLC deberá tener módulos análogos de entrada capaces de recibir señales de 4-20 mA. La densidad máxima para módulos análogos I/O será de 8 por módulo.

Los módulos de entradas/salidas serán configurados para facilidad de alambrado y mantenimiento y estarán conectados a terminales para alambrado, que puedan desconectarse para permitir la remoción de un módulo sin perturbar el alambrado de campo.

La programación permitirá el almacenamiento/lectura de datos históricos y de las tendencias.

La programación y configuración de los controladores será la versión más reciente del fabricante, este software será completamente compatible con MS Windows 2000 ó superior. El paquete de programación consistirá en los programas (software) de programación, configuración y documentación necesarios para colocar el sistema de control e información en operación.

Para la comunicación del PLC con las I/O remotas se empleará un Bus de Campo con protocolo modbus de alta velocidad, este bus comunicará el CONTROLADOR y los relés multifuncionales, los analizadores de red y los variadores de velocidad.

	<p>CONTRATO No 039 DE 2011</p> <p>DISEÑO ELECTRICO</p>	
--	--	---

Los enlaces del Bus de Campo y de I/O remotos deberán ser con cable tipo par trenzado, tipo Teldor, Belden o equivalente.

El sistema del Bus de Campo deberá cumplir con por lo menos los requisitos siguientes: velocidad mínima en transmisión de datos de 19200 bps, protocolo Modbus.

20.6.4 ESPECIFICACIONES DEL MÓDULO DE CONTROL (TC) DEL CCM

Se especifican los requisitos detallados para la fabricación pruebas y suministro del tablero de control dedicado para la Estación de Bombeo Monte Blanco. Este tablero forma parte del CCM de la estación y deberán contener los siguientes equipos:

- Panel de Visualización local para el despliegue alfa numérico de las variables del proceso.
- El PLC y demás equipos asociados para el modo de operación automática de las estaciones de bombeo.
- Todo el cableado y conexionado requerido para hacer funcional el tablero con todos los equipos integrados dentro de él.

El Módulo deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Los accesos deben proveer puertas delanteras provistas de manija y llave.
- Elementos de iluminación, calefacción, conexión a la puesta a tierra, etc., que permitan su funcionamiento.
- Todos los equipos de control incluidos en el tablero de control deberán estar protegidos bajo señales de interferencia por radiofrecuencia (RFI) y la interferencia electromagnética (EMI).
- El tablero dispondrá de compartimientos para la entrada y salida de cables de fuerza, control, instrumentación y comunicaciones. Este compartimiento deberá tener las previsiones necesarias para la conexión, sujeción y separación de cada tipo de cableado.
- El tablero deberá contar con sistema de calefacción controlado por higróstato, con resistencias y mini circuitBrecker.
- El Módulo deberá incluir las protecciones contra transitorios de tensión gruesas, medias y finas, requeridas en estas especificaciones para los equipos y dispositivos del sistema de instrumentación, control y comunicaciones.

20.6.4.1 PANEL DE VISUALIZACIÓN LOCAL

Para cada estación de Bombeo, el panel de visualización Local estará ubicado sobre el módulo de control y será el encargado de monitorear en línea los parámetros y estados de las unidades de bombeo.

En la estación, el display deberá presentar una interfaz que permita dar órdenes para prender y apagar las bombas, visualizar las variables análogas y reportar condiciones de alarma y estados importantes del sistema.

El panel de Visualización deberá tener pantalla LCD monocromáticas, con teclado de



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



membrana y puerto Ethernet protocolo Modbus para comunicación con la RTU. Se deben presentar las lecturas normales, las alarmas, los eventos, e indicar todos los valores de los equipos e instrumentos de campo que estarán conectados a la RTU. Además, deberá conectarse vía el Bus de Comunicaciones con la RTU para obtener y presentar todos los datos del proceso local de la estación.

Utilizando el teclado del Panel de Visualización se introducirán los comandos de maniobra manual y automática. Se podrán visualizar las variables de entrada y salida.

Las especificaciones del Panel de Visualización incluirán entre otros los siguientes aspectos:

Caracteres por línea:	20
Número de líneas:	4
Tipo de pantalla:	LCD Monocromática
Tipo de pantalla:	LCD Monocromática
Teclado	Alfanumérico
Humedad relativa de operación	10 a 90 % sin condensación.
Cerramiento frente	IP65F NEMA 4X/12.
Backlight	Tipo reemplazable.
Memoria aplicación	1 MB FLASH EPROM
Memoria respaldo datos	256 Kb soportada por batería de litio.
Interface Ethernet	Ethernet 10 base t, IEEE 802.3
Temperatura de operación:	0 a 50 °C
Aprobaciones:	FCC, UL, CUL, Class I Div 2, CE, Nema 4

20.6.5 SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN

Para el proyecto, la instrumentación estará dividida en tres grupos:

El primero grupo está por los equipos necesarios para medición e indicación del nivel de los tanques de almacenamiento de agua, entre los cuales se especifican Medidores de Nivel tipo Ultrasónico e interruptor de Nivel tipo Flotador.

El segundo grupo está compuesto por instrumentos para la medición de caudal, entre los cuales se encuentran Transmisores de flujo con salida análoga.

El tercer grupo está compuesto por instrumentos para la medición de presión, entre los cuales se encuentran interruptores de presión ajustables.

20.6.5.1 SITIOS CON REQUERIMIENTOS DE INSTRUMENTOS

A continuación se listan los instrumentos y la localización requerida para estos, de forma tal que se pueda conformar el sistema de instrumentación y control.

La instrumentación se diseñará teniendo en cuenta:

- Las salidas de 4-20 ma deben ser aisladas, óptica ó galvánicamente.
- Todos los instrumentos y señales deben ser protegidos contra transitorios y descargas atmosféricas como se especifica más adelante.
- No se aceptarán instrumentos de carcasa plástica, todos deben ser aptos para uso en un ambiente industrial corrosivo y para servicio pesado.
- Se cumplirán todas las normas de montaje y operación de los instrumentos, que garanticen la máxima precisión de las mediciones.

Los instrumentos y localizaciones serán:



20.6.5.2 ESTACIÓN DE BOMBEO FILTROS:

- Interruptor de Nivel tipo Flotador, para medición de LSSL en la cámara 1
- Interruptor de Nivel tipo Flotador, para medición de LSL en la cámara 1
- Interruptor de Nivel tipo Flotador, para medición de LSH en la cámara 1
- Transmisor de Nivel tipo Ultrasónico LIT, para ser localizado en la cámara 1.
- Interruptor de Nivel tipo Flotador, para medición de LSSL en la cámara 2.
- Interruptor de Nivel tipo Flotador, para medición de LSL en la cámara 2.
- Interruptor de Nivel tipo Flotador, para medición de LSH en la cámara 2.
- Transmisor de Nivel tipo Ultrasónico LIT, para ser localizado en la cámara 2.
- Transmisor de flujo FIT, para ser localizado en la tubería principal de salida de la Estación de bombeo.
- Interruptor de presión PS, para ser localizado en la zona de bombas en la tubería de succión bomba 1.
- Interruptor de presión PS, para ser localizado en la zona de bombas en la tubería de descarga bomba 1.
- Interruptor de presión PS, para ser localizado en la zona de bombas en la tubería de succión bomba 2.
- Interruptor de presión PS, para ser localizado en la zona de bombas en la tubería de descarga bomba 2.
- Interruptor de presión PS, para ser localizado en la zona de bombas en la tubería de succión bomba 3.
- Interruptor de presión PS, para ser localizado en la zona de bombas en la tubería de descarga bomba 3.

20.6.5.3 ESTACIÓN DE BOMBEO LODOS NO 2:

- Transmisor de Nivel tipo Ultrasónico LIT, para ser localizado en el espesador No 1.
- Transmisor de Nivel tipo Ultrasónico LIT, para ser localizado en el espesador No 2.
- Transmisor de Nivel tipo Ultrasónico LIT, para ser localizado en el espesador No 3.



20.6.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA INSTRUMENTACIÓN

20.6.6.1 TRANSMISOR DE NIVEL

El proceso de medición continua de nivel de los tanques de succión y del nivel de los lodos de los espesadores utilizará sensores tipo ultrasónico.

Los parámetros y criterios requeridos para el sensor ultrasónico deben incluir:

- Tipo de sensor: Ultrasónico
- Alcance: los valores de medida requeridos son de 0 a 5 m
- Exactitud: $\pm 0,5\%$ del rango
- Span : Ajustable, acorde con rango
- Resolución de medida: en valores cercanos a 5 mm
- Rango temperatura de operación: entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Compensación de temperatura incluida
- Protección al encerramiento IP68
- Resistencia a la vibración según DINIEC 6872-6
- Tiempo de repuesta 2 segundos
- Señal de salida modo activo 4 a 20 mA (aislada)
- Humedad relativa de operación 99 %, sin presencia de condensación
- Compatibilidad electromagnética contra emisión e inmunidad

	<p>CONTRATO No 039 DE 2011</p> <p>DISEÑO ELECTRICO</p>	
--	--	---

- Alimentación a 24VDC.

20.6.6.2 INTERRUPTORES DE NIVEL

Como respaldo para las señales del transmisor de nivel tipo análogo, se suministrarán interruptores de nivel del tipo flotador de plástico, que no contengan mercurio, para 250 V, 10 A con contacto tipo conmutable.

Los interruptores detectarán los niveles alto H, bajo L y bajo bajo LL. Cada interruptor consistirá de un interruptor colocado dentro de una envoltura (Water-proof) hermética de polipropileno suspendida por un cable tipo guaya y contrapeso.

Los parámetros y criterios requeridos para el interruptor de Nivel deberán tener como mínimo las siguientes características:

Tipo: Flotador
 Contactos: 1 NO y 1 NC.
 Características de los contactos: 250Vdc, 5A DC.
 Gravedad Específica: 0.95-1.10
 Temperatura de operación: 0 a 50 °C
 Sensores: No se acepta elementos que incluyan mercurio en sus componentes.

20.6.6.3 MEDIDOR DE FLUJO

Para los requerimientos del proyecto, los medidores de flujo deberán utilizar el método de Correlación Área Velocidad con sonda de inserción para tuberías de 20" los que se fundamentan en el cambio de frecuencia que sufre la señal emitida a través de la tubería con relación a la velocidad del fluido.

Los parámetros y criterios requeridos para el medidor de flujo deberán tener como mínimo las siguientes características:

- Principio de Trabajo: Correlación Area velocidad
- Precisión: $\pm 1\%$.
- Rango de velocidad: -1 a 6 m/s,
- Frecuencia de medición: 1 MHZ.
- Indicación local: Pantalla gráfica e iluminada para despliegue LCD.
- Teclado: Entrada de datos por teclado y/o desde un programador.
- El transmisor deberá poder proveer señales de alarmas ajustables.
- Relés parametrizables: mínimo dos (2) relés para alarmas de caudal alto y bajo o desviaciones o cambio de funcionamiento del aparato.
- Estabilidad.
- Salidas análoga 4 a 20 ma y digital
- Alimentación: 110 VAC o 12 - -36 Vdc.

20.6.6.4 INTERRUPTORES DE PRESIÓN

Los interruptores de presión se utilizarán como elementos de respaldo y deberán cumplir al menos con las siguientes características:

Temperatura límite: 60 °C
 Conexión: 1/2" o 1/8" NPT
 Servicio: Protección del sistema en tuberías de succión y descarga de bombas.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



Setting : Ajustable, fijado en campo

Banda muerta: Fija.

Elemento sensor: Diafragma en acero inoxidable.

Interruptor: Sencillo tipo SPDT, ajustable externamente.

Encerramiento: A prueba de agua.

Accesorios: Debe incluir válvula de bloqueo y purga.

Elementos para montaje y fijación.

20.7 MONTAJE, PRUEBAS, ENTRENAMIENTO Y PUESTA SERVICIO

20.7.1 GENERALIDADES



En esta sección se establecen las condiciones, los requerimientos y los procedimientos generales previstos para montaje, pruebas y puesta en servicio de los equipos suministrados por El Contratista para el sistema eléctrico y en general para la operación integrada de la PTAR.

El montaje, las pruebas de campo y la puesta en servicio de los equipos se deberán efectuar siguiendo las direcciones e indicaciones incluidas en los planos, instrucciones de fabricante y procedimientos aprobados.

El Contratista será responsable del diseño, fabricación, pruebas de fábrica, transporte, montaje, pruebas de campo y puesta en servicio del equipo suministrado bajo este contrato y adicionalmente el entrenamiento y capacitación del personal de operación de la INTERVENTORÍA. Deberá proveer personal especializado y competente para efectuar el montaje, las pruebas de campo y la puesta en servicio del equipo y el entrenamiento de acuerdo al alcance indicado en las especificaciones.

Durante las labores de montaje pruebas y puesta en servicio, se deberán considerar los siguientes aspectos:

- Al inicio de los trabajos, El Contratista deberá verificar las condiciones de infraestructura disponible y requerida para el montaje de los equipos. Deberá realizar el replanteo de todas las obras incluyendo un informe de variantes con sus respectivas justificaciones, el cual deberá ser sometido a aprobación por parte de la INTERVENTORÍA.
- El Contratista, será responsable del recibo, descargue y almacenamiento de los equipos. Igualmente, será responsable del examen y verificación en el sitio de las obras, del buen estado de los equipos y materiales que formen parte del suministro, antes de ser instalados, para determinar oportunamente si requieren alguna reparación.
- El Contratista será responsable de la reposición de partes o equipos que hayan sufrido daño en el transporte o almacenamiento.
- Se consideran incluidas en el montaje las siguientes actividades: ensamble y colocación de los componentes en el sitio definitivo; alineamiento, nivelación y fijación de gabinetes, armado, ajustes y verificaciones de los módulos y partes de ensamble, instalación y conexión de partes y equipos.
- El montaje, pruebas de campo y puesta en servicio de los equipos se realizará de acuerdo con las especificaciones, planos, procedimientos e instrucciones de montaje suministrados por El Contratista y aprobados por la INTERVENTORÍA para tal propósito.

	<p>CONTRATO No 039 DE 2011</p> <p>DISEÑO ELECTRICO</p>	
--	--	---

Los trabajos descritos a continuación deberán ser realizados, donde apliquen, según los típicos generales de montaje.

- Suministro y montaje de cajas de distribución y halado.
- Fabricación de bases en concreto para pedestal.
- Suministro y montaje de pedestales.
- Montaje de: Sellos, niples, universales y conuletas, etc.
- Marquillaje de cajas y montaje de borneras.

20.7.2 PRUEBAS EN FÁBRICA

Las pruebas deberán realizarse de acuerdo con protocolos establecidos por El Contratista, basados en normas de reconocimiento internacional.

El contratista deberá presentar a la INTERVENTORÍA las Certificaciones de las pruebas realizadas según los estándares internacionales de fabricación y que referencia en su información técnica y catálogos y que se referencian como pruebas de rutina en los equipos fabricados.

20.7.3 ENTRENAMIENTO

El contratista deberá incluir como mínimo lo siguientes temas teóricos y prácticos:

- Entrenamiento acerca de la operación, configuración y mantenimiento del Sistema eléctrico.
- Entrenamiento para atender condiciones de falla.

El tiempo mínimo de entrenamiento será de dos (2) días para un grupo ingenieros, operadores y técnicos. El entrenamiento incluirá la entrega de material escrito y en medio magnético a los asistentes y será por cuenta del contratista el desplazamiento del personal de las EMPRESAS al sitio(s) donde se dictará el entrenamiento, incluyendo refrigerios. El contratista presentará para aprobación de la INTERVENTORÍA el tema detallado que cubrirá cada uno de los cursos indicando que equipos y materiales utilizará e incluirá la(s) hoja(s) de vida del (de los) instructor(es) propuesto(s). Al final del curso, el personal de la INTERVENTORÍA debe estar en condiciones de operar y dar mantenimiento a las instalaciones suministradas por el contratista para este proyecto.



20.7.4 PRUEBAS DE CAMPO Y DISPONIBILIDAD

El Contratista deberá garantizar que sus equipos cumplan las pruebas según las Normas y recomendaciones tal como aparecen incluidas en las características técnicas garantizadas.

20.7.4.1 PRUEBAS DE CAMPO

Contratista será responsable por las pruebas en campo de todos los equipos suministrados una vez éstos hayan sido instalados definitivamente en sus respectivos sitios.

Las pruebas en campo se efectuarán de acuerdo con los protocolos de pruebas y con el cronograma aprobados por la INTERVENTORÍA. El objetivo de éste grupo de pruebas es,

	CONTRATO No 039 DE 2011 DISEÑO ELECTRICO	
--	---	---

primero asegurar el cumplimiento de todas las funciones en condiciones reales de explotación y segundo verificar la respuesta integral de los sistemas en forma continua.

Se tendrán diferenciadas tres fases, las pruebas preliminares de funcionamiento individual, la puesta a punto y pruebas de conjunto posterior a la instalación de los sistemas completos y otra de funcionamiento continuo del mismo, con su correspondiente disponibilidad. La primera representa la prueba de funcionamiento individual, la segunda de desempeño funcional y la tercera de continuidad operativa.

Las pruebas en esencia deberán incluir las mismas pruebas hechas en fábrica, con la diferencia que éstas se efectuarán con el sistema real sin necesidades de simulaciones y con las precauciones necesarias y limitaciones inherentes al hecho de que los equipos están conectados directamente con el sistema real.

Todas las fallas encontradas durante la realización de las pruebas deberán ser corregidas por el Contratista sin costo adicional y a satisfacción de la INTERVENTORÍA, de acuerdo con los cronogramas aprobados.

20.7.4.2 PRUEBAS INTEGRALES Y DE DISPONIBILIDAD

1. Pruebas integrales del sistema

Una vez terminadas y aprobadas las pruebas individuales y funcionales, el Contratista deberá proceder a realizar las pruebas integrales (en conjunto) de todos los equipos del suministro operando como un solo sistema.

El Contratista deberá incluir en su oferta los procedimientos que se deberán seguir para realizar las pruebas integrales del sistema, las cuales deberán estar enmarcadas dentro de las normas y recomendaciones de cada uno de los sistemas.

Las pruebas integrales del sistema deberán incluir la verificación del correcto funcionamiento de todos los servicios de cada uno de los sistemas, interfaces y equipos para el suministro de energía, funcionando como un solo sistema y en cada uno de los puntos terminales.

Adicionalmente, estas pruebas podrán incluir cualquier otra prueba no programada que la INTERVENTORÍA o el Contratista considere necesaria realizar.



La realización y aprobación por parte de la INTERVENTORÍA de las pruebas integrales será requisito indispensable para el comienzo de la prueba de disponibilidad.

2. Informe de prueba

Una vez concluidas exitosamente todas las pruebas, el Contratista deberá preparar y entregar un informe completo de pruebas, en el cual se presenten los resultados detallados obtenidos.

Una copia completa de los formatos originales usados en las pruebas, con los resultados obtenidos y firmados por los representantes de la INTERVENTORÍA y de El Contratista deberá formar parte del informe de prueba.

20.8 MEDIDA Y PAGO

	<p>CONTRATO No 039 DE 2011</p> <p>DISEÑO ELECTRICO</p>	
--	--	---

Los bienes por ejecutar a los precios unitarios de la lista de Cantidades de Obra y Precios Unitarios, incluirán el suministro de equipos y materiales, el suministro de toda la mano de obra, herramientas y equipos requeridos para la ejecución de los trabajos, el transporte, montaje, pruebas y puesta en servicio de los equipos y sistemas.

20.8.1 SUMINISTROS

Los suministros se pagarán de acuerdo con las unidades e ítems establecidos, a los precios unitarios y globales estipulados en el Cuadro de Cantidades de Obra y Precios.

Los precios unitarios y globales deberán incluir los diseños detallados, la fabricación, las pruebas de fábrica, los fletes y seguros, los transportes, cargues y descargues hasta los sitios de las obras indicados por la INTERVENTORÍA.

El proponente deberá incluir en los precios unitarios y globales los diseños, planos, manuales, labores de ingeniería, desarrollos de aplicativos y software, trabajos de programación, labores de entrenamiento, suministro de documentación y elaboración de programas solicitados. Estos documentos no tendrán pago por separado en ítems diferentes a los especificados en esta licitación.

La medida para el pago de los equipos y accesorios suministrados será el número de unidades de cada tipo aprobados por la INTERVENTORÍA.

Cuando se soliciten cantidades adicionales de equipos, accesorios o elementos complementarios, éstos se pagarán al precio unitario ó global incluido en la propuesta del Contratista.

20.8.2 MONTAJE, ARRANQUE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

Los precios deberán incluir el suministro de mano de obra, suministro de equipos, herramientas y materiales para montaje, los transportes locales en obra, las pruebas de campo, arranque y la puesta en servicio de los equipos y sistemas.

El proponente deberá incluir en los precios globales, los manuales de montaje, labores de ingeniería, documentación, pruebas de campo y de puesta en servicio, los protocolos de prueba, entrenamiento y la actualización de los planos según lo construido. Estos documentos no tendrán pago por separado.

La medida para el pago de los montajes, arranques, pruebas y puesta en servicio, serán las cantidades realmente ejecutadas y aprobadas por la INTERVENTORÍA.

Los montajes, arranques, pruebas y puesta en servicio, se pagarán de acuerdo con los precios unitarios y globales incluidos en el Cuadro de Cantidades de Obra y Precios.

20.8.3 SUMINISTROS Y TRABAJOS GLOBALES

Los precios de ítems que cubren trabajos globales deberán incluir suministros, estudios, levantamientos, ingeniería, mano de obra, entrenamiento, transportes, desarrollos, montaje y pruebas como un valor único y global, donde el Contratista incluye todo costo para cubrir el suministro y los servicios aplicables a estos ítems, incluyendo su entrega en el sitio de la obra, funcionando a total satisfacción de la INTERVENTORÍA.



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



Anexos



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



Anexo 20.1 Cuadro de Cargas Principales

**(MEDIO MAGNÉTICO) El archivo digital se localiza en el
CD que se entrega en el inicio del documento**



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



Anexo 20.2 Cuadros de Cálculo de Regulación de Acometidas Principales

(MEDIO MAGNÉTICO) El archivo digital se localiza en el CD que se entrega en el inicio del documento



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



Anexo 20.3 Cálculos Eléctricos Motores de 25 HP, 2 HP, 1.5 HP y 1 HP (MEDIO MAGNÉTICO) El archivo digital se localiza en el CD que se entrega en el inicio del documento



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



Anexo 20.4 Cálculos Eléctricos Transformador de Potencia 150 KVA. (MEDIO MAGNÉTICO) El archivo digital se localiza en el CD que se entrega en el inicio del documento



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



Anexo 20.5 Catálogo Luminaria (MEDIO MAGNÉTICO) El archivo digital se localiza en el CD que se entrega en el inicio del documento



CONTRATO No 039 DE 2011

DISEÑO ELECTRICO



**Anexo 20.6 Factura ELECTROHUILA
(MEDIO MAGNÉTICO) El archivo digital se localiza en el
CD que se entrega en el inicio del documento**