



AGUAS REGIONALES EPM S.A E.S.P

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACIÓN, SUMINISTRO,
INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE TODO EL SISTEMA DE
BOMBEO A TANQUE BAJO Y REBOMBEO A TANQUE ELEVADO DENOMINADO LA
LUCILA CON TODOS SUS ACCESORIOS DE INTERCONEXIÓN, ALIMENTACIÓN
ELÉCTRICA Y SISTEMAS ALTERNOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO OPERADO POR
AGUAS REGIONALES EPM S.A. E.S.P

SISTEMA DE BOMBEO, REBOMBEO Y SISTEMAS ALTERNOS LA LUCILA

TURBO, ANTIOQUIA



Octubre de 2018

TABLA DE CONTENIDO

1	OBJETIVO.....	7
2	ALCANCE DE LAS ESPECIFICACIONES.....	7
2.1	ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE BOMBEO, REBOMBEO, Y DEMÁS ACCESORIO Y SISTEMAS ALTERNOS	11
2.2	ADECUACIONES Y REQUERIMIENTOS PARA EL PROYECTO.....	17
2.2.1	SISTEMA DE BOMBEO DE LA PPAP VILLA MARÍA A NUEVO TANQUE BAJO LA LUCILA II.	18
2.2.2	SISTEMA DE REBOMBEO DEL NUEVO TANQUE BAJO LA LUCILA II A TANQUE ELEVADO LA LUCILA.	22
2.2.3	EQUIPO DE BOMBEO PARA ACHIQUE SUMERGIBLES DEL POZO CASANOVA Y LA LUCILA.....	26
2.2.4	ADECUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO POR POZO PROFUNDO VILLA MARÍA AL INTERIOR DE LA PPAP	27
3	NORMAS Y REFERENCIAS EQUIPO DE BOMBEO	28
4	ESPECIFICACIONES EQUIPOS DE BOMBEO	28
4.1	BOMBEO SUMERGIBLES DESDE PPAP VILLA MARÍA TANQUE DE 1500 M3 HASTA TANQUE BAJO EN LUCILA II DE 2000 M3	28
4.2	BOMBEO DE SUPERFICIE TIPO CARCASA PARTIDA (SPLITCASE) DESDE TANQUE BAJO EN LUCILA II DE 2000 M3 HASTA TANQUE ELEVADO LUCILA DE 500 M3.....	35
4.3	BOMBA SUMERGIBLE DE ACHIQUE PARA POZO DE BOMBEO EN LA PPAP VILLA MARÍA.....	39
	BOMBEO SUMERGIBLE DE ACHIQUE PARA POZO DE BOMBEO EN LA PPAP VILLA MARÍA	39
4.4	MOTOBOMBA SUMERGIBLE TIPO LAPICERO DE POZO PROFUNDO VILLA MARÍA.....	41
5	ESPECIFICACIONES DE ACCESORIOS DE CONTROL Y REGULACION EN LAS DESCARGAS E IMPULSIONES.....	46
5.1	VÁLVULAS TIPO MARIPOSA	46
5.2	VÁLVULA TIPO VENTOSA	48
5.3	VÁLVULA DE CHEQUE TIPO BASCULANTE (SWING) RESORTADO CON CUERPO WAFER.....	49
5.4	VÁLVULA DE BOLA CIERRE RÁPIDO 4 TORNILLOS	50
5.5	ACTUADORES ELÉCTRICOS MULTIVUELTA VÁLVULA MOTORIZADA.....	51

5.6	UNIONES UNIVERSALES FLEXIBLES RÍGIDAS TIPO DRESSER	55
5.7	BRIDAS UNIVERSALES PARA ACOPLE DE TUBOS LISOS	56
5.8	VÁLVULA TRIPLE DUTY	59
6	ESPECIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS DE MEDIDA ..	60
6.1	MEDIDOR ELECTROMAGNÉTICO DE CAUDAL	61
6.2	TRANSMISOR DE PRESIÓN	65
6.3	MEDIDOR DE NIVEL Sonda HIDROSTÁTICA.....	67
6.4	MANÓMETRO.....	68
6.5	TRANSMISOR DE PRESIÓN TIPO PT100	69
6.6	SWITCHE DE NIVEL TIPO ELECTRODOS	70
7	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA SUCCIÓN E IMPULSIÓN DIRECTAMENTE DE LOS BOMBEO.....	71
7.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA TUBERÍA DE ACERO AL CARBÓN.	71
7.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA TUBERÍA PEAD.....	73
7.3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS REDUCCIONES DE ACERO	73
7.4	ESPECIFICACIONES DE BRIDAS FORJADAS EN ACERO	74
7.5	ESPECIFICACIONES DE CODOS EN ACERO AL CARBÓN	74
7.6	ESPECIFICACIONES DE CODOS EN PEAD	75
7.7	ESPECIFICACIONES DE TEE BRIDADA REDUCIDA A LA SALIDA.....	76
7.8	ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LOS ESQUEMAS DE PINTURA ...	76
7.9	ESPECIFICACIONES DE SOLDADURA PARA ELEMENTOS DE ACERO AL CARBÓN.....	78
7.10	ESPECIFICACIONES DE TORNILLERÍA, INCLUYE ESPÁRRAGOS O VARILLAS ROSCADAS, TUERCAS Y ARANDELAS.....	79
7.11	ESPECIFICACIONES DE EMPAQUES ENTRE BRIDAS	82
7.12	ESPECIFICACIONES DE PERNOS DE ANCLAJE TIPO CUÑA	82
7.13	ESPECIFICACIONES DE SOPORTE PARA TUBERÍAS EN ACERO ESTRUCTURAL.....	83
7.14	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MANGUERA DE IMPULSIÓN CON ACOPLE CÓNICOS Y ACCESORIOS	84
8	MONTAJE E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO, REBOMBEO, EQUIPO PARA ACHIQUE, SISTEMA DE GENERACIÓN DE HIPOCLORITO EN SITIO.	85
8.1	ESQUEMA GENERAL DEL MONTAJE E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO LA LUCILA EN LA PPAP VILLA MARÍA	85

8.2	ESQUEMA GENERAL DEL MONTAJE E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE REBOMBEO EN LA LUCILA II	98
8.3	ESQUEMA GENERAL DEL MONTAJE E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO DE CAPTACIÓN ALTERNA POR POZO PROFUNDO	110
8.4	ESQUEMA GENERAL DEL MONTAJE E INSTALACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO SUMERGIBLE PARA ACHIQUE.....	112
8.5	SISTEMA DE CLORACIÓN	113
8.5.1	ESQUEMA GENERAL DEL MONTAJE E INSTALACIÓN DE EQUIPO GENERACIÓN DE HIPOCLORITO	113
8.5.2	ESQUEMA GENERAL DEL MONTAJE E INSTALACIÓN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO DE RESIDUAL DE CLORO.....	119
8.6	ESPECIFICACIONES GENERALES DEL MONTAJE	121
8.7	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE LOS NIPLES DE TOMA MUESTRAS	122
8.8	ESPECIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DIGITALES Y ANÁLOGOS	126
9	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS ELÉCTRICOS.	127
9.1	INFORMACIÓN GENERAL.	127
9.2	NORMAS.....	127
9.3	LOS PARÁMETROS DEL SISTEMA AL CUAL ESTARÁN CONECTADOS LOS EQUIPOS en la PPAP Villa MARía.....	128
9.4	ACOMETIDAS 460/254 VAC en ppap villa maría	129
9.5	LOS PARÁMETROS DEL SISTEMA AL CUAL ESTARÁN CONECTADOS LOS EQUIPOS EN LA LUCILA II	130
9.6	ACOMETIDAS 460/254 VAC EN LUCILA II.....	130
9.7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS internas y EXTERNAS PARA FUERZA E ILUMINACIÓN en la Lucila ii	132
9.8	TRANSFORMADOR EN ACEITE (TA) 13200/460/254V DE 150 KVA PARA LA LUCILA II	136
9.9	TRANSFORMADOR SECO (TA) 13200/460/254V DE 300 KVA PARA EL SISTEMA DE BOMBEO EN LA PPAP	137
9.10	TABLEROS DE PROTECCIÓN, CONTROL, VARIADOR DE VELOCIDAD Y SERVICIOS AUXILIARES.....	138
9.10.1	TOMACORRIENTES	141
9.11	EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....	142
9.12	FILOSOFÍA DE CONTROL.	144

9.13	ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC.....	146
9.14	ENLACE DE COMUNICACIONES.....	147
9.15	PROGRAMACIÓN HMI.....	149
9.15.1	ALCANCE DE LA PROGRAMACIÓN	149
9.15.2	REPRESENTACIÓN DE ESTADOS Y CÓDIGO DE COLORES	151
9.15.3	MÍMICOS	152
9.15.4	SELECCIÓN DE DESPLIEGUES	153
9.15.5	EJECUCIÓN DE COMANDOS.....	153
9.15.6	MANEJO DE ALARMAS	153
9.15.7	DESPLIEGUES PARA MANEJO Y REPORTE DE ALARMAS	153
9.16	VARIADOR DE FRECUENCIA (VF).....	154
9.17	TRANSFORMADOR SECO DE 12 KVA DE SERVICIOS AUXILIARES.....	158
9.18	CABLEADO Y ALAMBRADO EN LOS TABLEROS DE PROTECCIÓN CONTROL, VARIADOR DE FRECUENCIA Y SERIVICIOS AUXILIARES.	159
9.19	BORNERAS.....	160
9.20	BARRAJE.	161
9.21	TORNILLERÍA.....	161
9.22	CALEFACCIÓN DE TABLEROS.....	162
9.23	MARCACIÓN DE INSTRUMENTOS, ELEMENTOS Y CABLEADOS	162
9.24	SELECTORES DE CONTROL Y DE INSTRUMENTOS	162
9.25	PULSADORES.....	163
9.26	PULSADORES PARA PAROS DE EMERGENCIA	163
9.27	SISTEMA DE APANTALLAMIENTO, PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.....	163
9.27.1	DISPOSITIVOS PARA SOBRE TENSIONES	165
9.27.2	RELÉS DE INTERFAZ.....	166
9.27.3	OPTO ACOPLADORES.....	167
9.27.4	PROTECCIÓN PARA EL BUS DE CAMPO	168
9.27.5	PROTECCIÓN PARA LAS SEÑALES ANALÓGICAS DE 4 A 20 mA ...	168
9.27.6	PROTECCIÓN PARA LOS CIRCUITOS EN CORRIENTE ALTERNA Y CORRIENTE CONTINUA	169
9.28	SEÑALIZACIÓN EN EL SITIO DE INSTALACIÓN DEL GABINETE DE DISTRIBUCIÓN.	170

10	PLANTA ELECTRICA GENERADORA A DIÉSEL 250 KVA EN CABINA E INSONORIZADA	170
11	TRANSFERENCIA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA PLANTA ELÉCTRICA 172	
12	PUENTE GRÚA	172
12.1	ESQUEMA DE INSTALACIÓN.....	177
13	REPUESTOS PARA EL SISTEMA GENERAL DE BOMBEO	180
14	INFORMACIÓN TÉCNICA FINAL.	181
14.1	INSPECCIÓN.....	182
14.2	MANO DE OBRA Y MONTAJE.	182
14.3	INFORMACIÓN TÉCNICA Y MANUALES DE OPERACIÓN	182
14.4	CATÁLOGOS.....	183
14.5	CAPACITACIÓN	183
15	FILOSOFÍA Y OPERACIÓN CONJUNTA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO	183
16	CARACTERÍSTICAS GARANTIZADAS	186
16.1	GABINETE DE PROTECCIÓN Y CONTROL.....	191
16.2	INTERRUPTORES 3X150 A Y 3X80 A	191
16.3	MINIBREAKERS.....	191
16.4	BORNERAS.....	192
16.5	OTROS REQUERIMIENTOS RELACIONADOS	192
16.6	VARIADOR DE FRECUENCIA	193
16.7	CARACTERÍSTICAS DE LAS REACTANCIAS.....	197
16.8	FILTRO DV/DT.....	197
16.9	PLC.....	198
17	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LOTES ELÉCTRICOS Y ELECTRONICOS ...	198
18	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PRODUCTOS Y EQUIPAMIENTO ELECTRICOS.....	199
19	NOTAS ADICIONALES PARA ITEMS ELECTRICOS Y DE INSTRUMENTACION DEL PLIEGO	201

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACIÓN, SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE TODO EL SISTEMA DE BOMBEO A TANQUE BAJO Y REBOMBEO A TANQUE ELEVADO DENOMINADO LA LUCILA CON TODOS SUS ACCESORIOS DE INTERCONEXIÓN, ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA Y SISTEMAS ALTERNOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO OPERADO POR AGUAS REGIONALES EPM S.A. E.S.P

En el presente documento se establecen las condiciones que se deberán tener en cuenta para la preparación de la propuesta y posteriormente para el desarrollo del contrato.

Se entiende por especificación técnica un conjunto de requisitos de obligatorio cumplimiento por parte del Fabricante, estipulados en estos documentos, incluyendo cualquier código o reglamentación en ellos mencionados y cualquier información adicional solicitada.

Se requiere la fabricación, ensayos de calidad típicos y entrega de los elementos relacionados, de acuerdo con las especificaciones técnicas aquí consignadas.

Las ofertas presentadas deberán cumplir con las características técnicas generales y específicas solicitadas en su totalidad, de lo contrario podrán ser rechazadas.

Todos los materiales deberán ser nuevos, de buena calidad, fabricados bajo los procedimientos modernos de manufactura y control de calidad, de marca y fabricantes de reconocida experiencia en el ramo.

Los elementos ofrecidos deben ser de fabricación normal, contruidos y ensamblados sobre las mejores prácticas y métodos de ingeniería y deberá garantizarse su funcionamiento satisfactorio cuando se instale. Si AGUAS REGIONALES EPM S.A. E.S.P., de acuerdo con su experiencia y conocimiento y con razones justificadas, considera que éstos no son de calidad apropiada para garantizar la eficiencia y estabilidad funcional adecuada de los sistemas, podrá rechazar los elementos propuestos.

1 OBJETIVO

Definir todas las especificaciones necesarias que deben cumplir cada uno de los elementos que serán instalados, sistema de bombeo a tanque bajo y rebombeo a tanque elevado denominado La Lucila con todos sus accesorios de interconexión, alimentación eléctrica y sistemas alternos en el municipio de turbo operado por aguas regionales EPM S.A. E.S.P.

2 ALCANCE DE LAS ESPECIFICACIONES

Los elementos de mayor criticidad se especificarán de la mejor y mayor manera con el fin de tener claridad sobre todas sus correspondientes características evitando cualquier duda o problemas en la clasificación por parte del proveedor.

En las tablas correspondientes a los elementos y equipos que componen los sistemas de bombeos, rebombeo, impulsión y conducción, incluyendo accesorios de control, medición

y todo el sistema eléctrico y electrónico, nuevo sistema de cloración por generación en sitio, optimización del pozo Villa María al interior de la Planta y macromedición a la salida del tanque elevado.

Los contratistas deberán suministrar, transportar, instalar y hacer la puesta en marcha, de los equipos electromecánicos, eléctricos, electrónicos de control y de comunicaciones, para entrar a operar los sistemas de bombeo y rebombeo de manera automática con supervisión remota desde el sistema existente, teniendo como principal objetivo brindar servicio las 24

la explotación sostenible del acuífero, para esto se restringirá a dieciséis (16) horas de bombeo al día y una recarga de mínima de ocho (8) horas.

El suministro deberá efectuarse de acuerdo con el conjunto de requisitos establecidos en este pliego de condiciones y especificaciones, teniendo en cuenta especialmente la intención y el alcance del mismo. En consecuencia, cualquier elemento, dispositivo, componente o accesorio que sea necesario para lograr que los demás componentes del control, puedan operar satisfactoria y confiablemente, deberá ser considerado por EL CONTRATISTA e incluido también como parte del suministro.

La recepción final del bombeo se realizará con la evaluación de su funcionamiento, durante un tiempo acordado entre las partes, en el cual no deben existir intervenciones del contratista, sin embargo, este debe garantizar el personal técnico para la supervisión y asistencia.

De ser necesaria la intervención, el tiempo se reiniciará para así garantizar su completa autonomía y que la entrega del producto final sí este de acorde con los estándares requeridos.

Se requiere la supervisión y comando del bombeo, en línea vía radio, de todas las señales del proceso tales como: presión, caudal, nivel, Alarmas y Disparos, las cuales deben ser visualizadas en la PTAP Villa María ubicada a aproximadamente a 5000m del pozo, las señales y los comandos deberán ser integrados en la IHM existente en el bombeo planta Villa María.

Con la necesidad de poder brindar un mejor servicio a los sectores alimentados por el tanque elevado de La Lucila ubicado en la carrera 30 entre calles 107 y 108, bajo las coordenadas identificadas en la Tabla 2.1, se procederá con la instalación del nuevo tanque bajo la Lucila con capacidad de 2000 m³ (ya modelado y calculado por profesionales competentes en el área) en el lote del frente del actual tanque con dirección Carrera 30 entre calles 107 y 108, a fin de alimentar este tanque desde la Planta de Productora de Agua Potable PPAP de Villa María ubicada en el km 2 vía Turbo – Necoclí, se instalará todo un sistema de bombeo (equipos sumergibles a fin de aprovechar las obras ya construidas en sitio que fueron proyectadas a futuro en su momento) Ver Figura 2.1a y 2.1b en las instalaciones ya determinadas futuras con sus respectivos tableros de control, potencia, acometidas eléctricas, comunicaciones, programaciones predeterminadas tal como opera el sistema de bombeo denominado Casanova, Ver figura 2.2a y 2.2b que se encuentra operando actualmente, para este caso es necesario realizar una serie de empalmes en la tuberías de conducción tanto al interior de la PPAP como en el tanque elevado La Lucila, a fin de extenderlo hasta su descarga al nuevo tanque bajo.

Tabla 2.1 Ubicaciones en los puntos de cruciales donde se desarrollará el proyecto

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	DIRECCIÓN	COORDENADAS
Entrada PPAP Villa María	Km 2 vía Necoclí	8°6'49"N – 76°43'2,0"W
Pozo del sistema de bombeo en PPAP		8°6'58,9"N – 76°42'37,5"W
Bombeo sumergible para achique		8°6'58,9"N – 76°42'37,5"W
Pozo de captación alterna en PPAP		8°6'58,8"N – 76°42'38,7"W
Sistema de cloración en PPAP		8°6'58,2"N – 76°42'40,0"W
Caseta - subestación		8°6'58,7"N – 76°42'36,9"W
Tanque elevado La Lucila	Carrera 30 entre calles 107 y 108	8°5'4,9"N – 76°43'2,0"W
Entrada tanque elevado La Lucila		8°5'41,3"N – 76°43'5,3"W
Tanque bajo La Lucila II		8°5'23,6"N – 76°43'22,8"W
Garita de seguridad		8°5'6,0"N – 76°43'23"
Entrada a instalación Lucila II		8°5'23,6"N – 76°43'22,8"
Caseta de bombeo y tableros de control y potencia en La Lucila II		



Figura 2.1a Sistema de bombeo a tanque bajo Casanova en PPAP (vista frontal-superior).



Figura 2.1b Sistema de bombeo a tanque bajo Casanova en PPAP (vista posterior-superior).



Figura 2.2a Tableros de control y potencia del sistema de bombeo a tanque bajo Casanova en PPAP



Figura 2.2a Tablero seccionador y transformador seco del sistema de bombeo a tanque bajo Casanova en PPAP

*bombeo a tanque bajo Casanova en
PPAP.*

En este mismo lote se construirá toda una caseta tanto de bombeo como un Cuarto de Control Motores CCM donde serán ubicados los tableros de control, potencia, programación, comunicación e igualmente una transferencia automática deduciendo que el nuevo tanque bajo de 2000 m³ podrá dar servicio varias horas a la comunidad a falta de fluido eléctrico, por lo tanto se instalará una planta eléctrica con capacidad para accionar los equipos allí instalados según la arquitectura y programación correspondiente.

Para mantener todo el sistema operativo y bajo control y seguimiento de los operadores de planta es necesario de instalar antenas de radio enlace conectadas a un programador que permita recibir y transferir toda la información de los bombeos y niveles de los tanques al sistema SCADA para su visualización en todo Urabá.

El caudal calculado y modelado por el profesional competente en esta área se evidencia que el consumo en la zona proyectada a 10 años es de unos 85 l/s, por lo tanto en tales casos para no tener un equipo encendido durante todo el día se instalarán dos equipo que operen de forma simultánea conforme se establezcan los parámetros de bombeo según niveles de tanques tanto en PPAP, tanque bajo y elevado Lucila; para fines de respaldo se establecerá un tercer equipo que en caso de algún problema mecánico, eléctrico o de comunicación en alguno de los equipos se activará de inmediato para sustituir cada equipo.

Para establecer y realizar seguimiento del caudal es necesario realizar la instalación y correspondiente comunicación al programador (PLC) para ser identificado en el SCADA la cantidad de caudal bombeado desde la PPAP al tanque bajo, bombeado desde el tanque bajo al elevado y en las dos salidas de distribución hacia los sectores de influencia. Igualmente se requiere transmisores de presión a la succión y descarga igualmente conectados al PLC a fin de revisar presiones dadas por pérdidas en las tuberías o problemas de impulsor en los equipos.

Para el adecuado funcionamiento de los sistemas de bombeos se requiere la instalación de una serie de accesorios tales como válvulas, cheques, uniones que facilitarán el control del flujo, adaptaciones a las tuberías de descarga, impulsión y conducción, todos estos accesorios se exigirán bajo las mismas especificaciones que hoy cumplen los demás sistemas de bombeos de la zona a fin de permitir intercambiabilidad de estos.

Todos los motores eléctricos tanto sumergibles de la PPAP como los de superficie del rebombeo operarán con velocidad angular variable, es decir, bajo la regulación y control de un variadores de frecuencia VHF, estas motobombas serán para realizar trabajo pesado por lo cual se exigirán para tales condiciones, adicionalmente es necesario en los equipos sumergibles que el motor cuente con un sensor de temperatura en los devanados para permitir evaluar la temperatura a la cual está trabajando a fin de verificar sus condiciones operativas.

Según lo descrito ítem 2 sobre el sistema de bombeo por pozo profundo al interior de la PPAP y el sistema de cloración, el primero será necesario contar con los suministro e instalación de un sensor de hidrostáticos, transmisor de presión, medidor de caudal, sus respectivo tablero con variador de frecuencia, PLC y demás elementos y accesorios electrónicos para el correcto arranque y operación de todo el sistemas, igualmente el suministro e instalación de toda la tubería de conducción con sus respectivas válvulas y cheques necesarios para el proceso hidráulico, para el caso del sistema de cloración se

modernizará, optimizará y automatizará de tal forma que opere de forma autónoma mediante registros y procesamiento de la calidad del agua captada y aplicar las dosificaciones correctas, igualmente la instalación de balanzas para los cilindros a fin de realizar seguimiento a las cantidades de cloro en su interior para el cambio de estos, detectores de fugas de cloro para acudir y determinar las acciones pertinentes para el control en estos casos. Se debe tener en cuenta que la cloración o desinfección es el alma de las Plantas Potabilizadoras y tener un sistema confiable permitirá un mayor impacto en la calidad del agua producida.

La operación confiable de los equipos al interior del pozo donde actualmente está el sistema de bombeo Casanova y futuramente La Lucila, se hace necesario contar con un nuevo equipo de achique y tubería de impulsión para evitar en durante las lluvias que este se inunde y dañe cualquier instrumento.

Los criterios de diseño de cualquier elemento deben ser funcionales y de bajo costo. La funcionalidad abarca la resistencia y rigidez que permita establecer un buen tiempo de vida útil funcionando correctamente, que sea de fácil fabricación, montaje, operación y mantenimiento, evaluando con gran rigurosidad los puntos críticos o concentradores de esfuerzos evitando cualquier falla el sistema.

Para poder determinar qué tipo de materiales y la resistencia de los mismos en los puntos más críticos del sistema de bombeo, se requiere realizar un análisis de cargas estático (Diagramas de esfuerzos y momentos) que permita seleccionar el material de la tubería y sus especificaciones, la tornillería necesaria y adecuada, así como también la cantidad y tipo de soporte para la tubería y accesorios bajo un factor de seguridad acorde para la instalación y el sistema requerido.

2.1 ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE BOMBEO, REBOMBEO, Y DEMÁS ACCESORIO Y SISTEMAS ALTERNOS

Para tener claridad de las obras proyectadas que se indican en esta memoria se identifican en las Figuras siguientes de la 2.1 a la 2.9 las ubicaciones específicas de donde serán instalados los equipos y la ejecución de los trabajos.



Figura 2.1 Ubicación del municipio de Turbo.

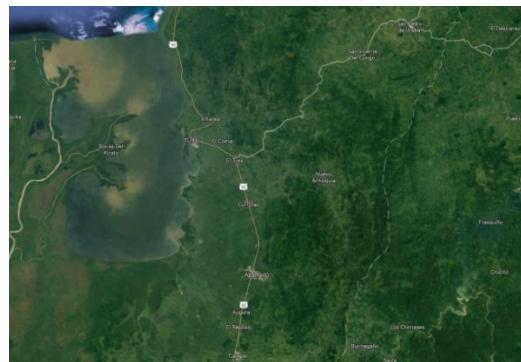


Figura 2.2 Golfo de Urabá zona del departamento de Antioquia.

En la Figura 2.5 y Tabla 2.2 se identifican cada uno de los sistemas y obras destacadas al interior de la PPAP Villa María, que una o cierta manera afectan directamente el proceso de captación, potabilización y posterior distribución para servicio de agua.

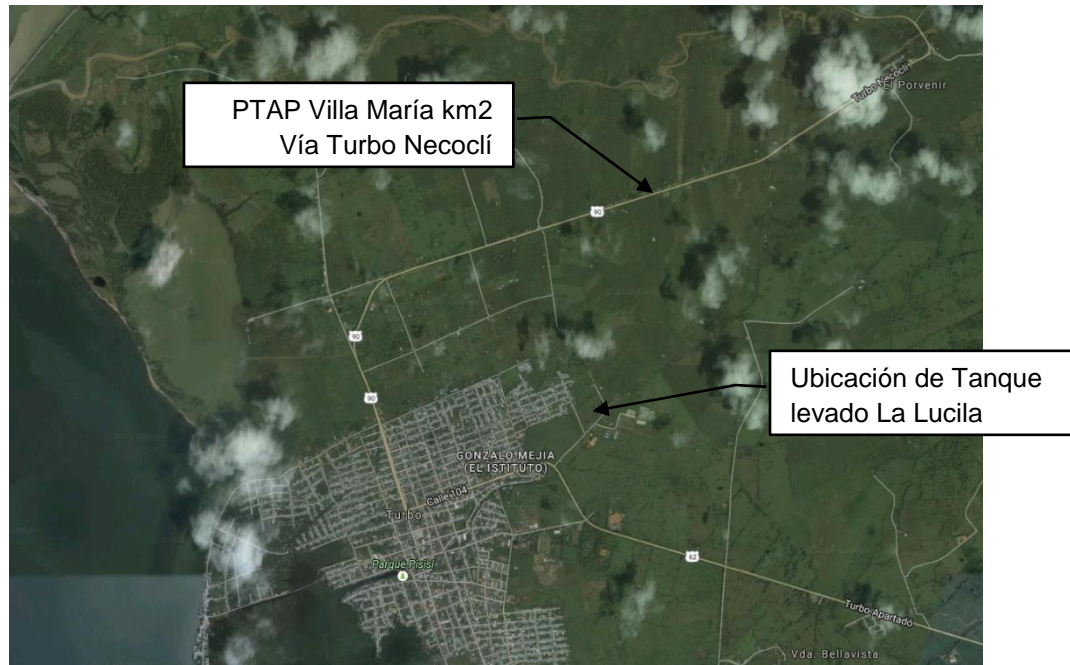


Figura 2.3 Municipio de Turbo y ubicación de la Planta PTAP Villa María.

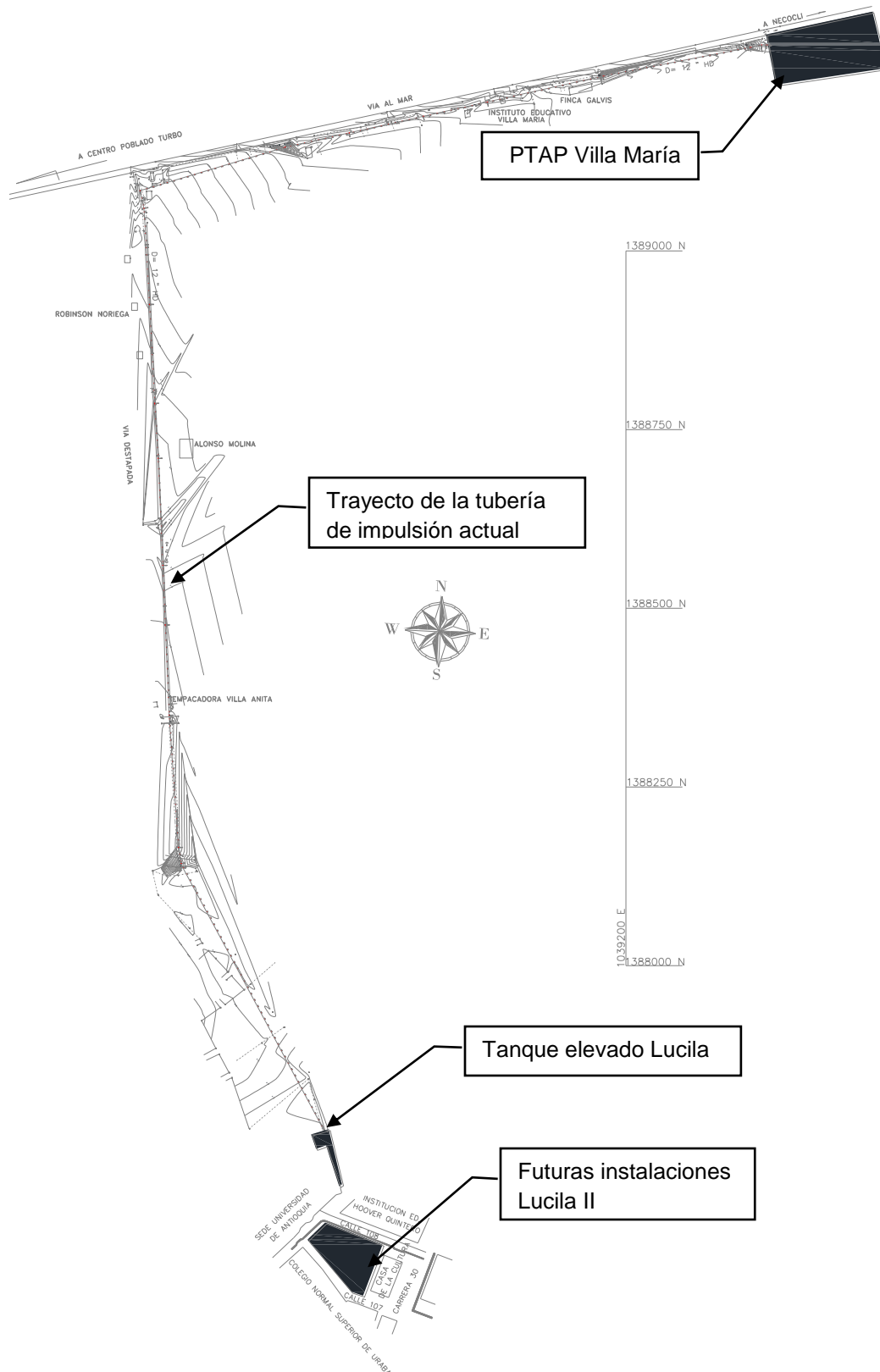


Figura 2.4 Identificación tubería impulsión actual entre la PPAP hasta La Lucila I y II

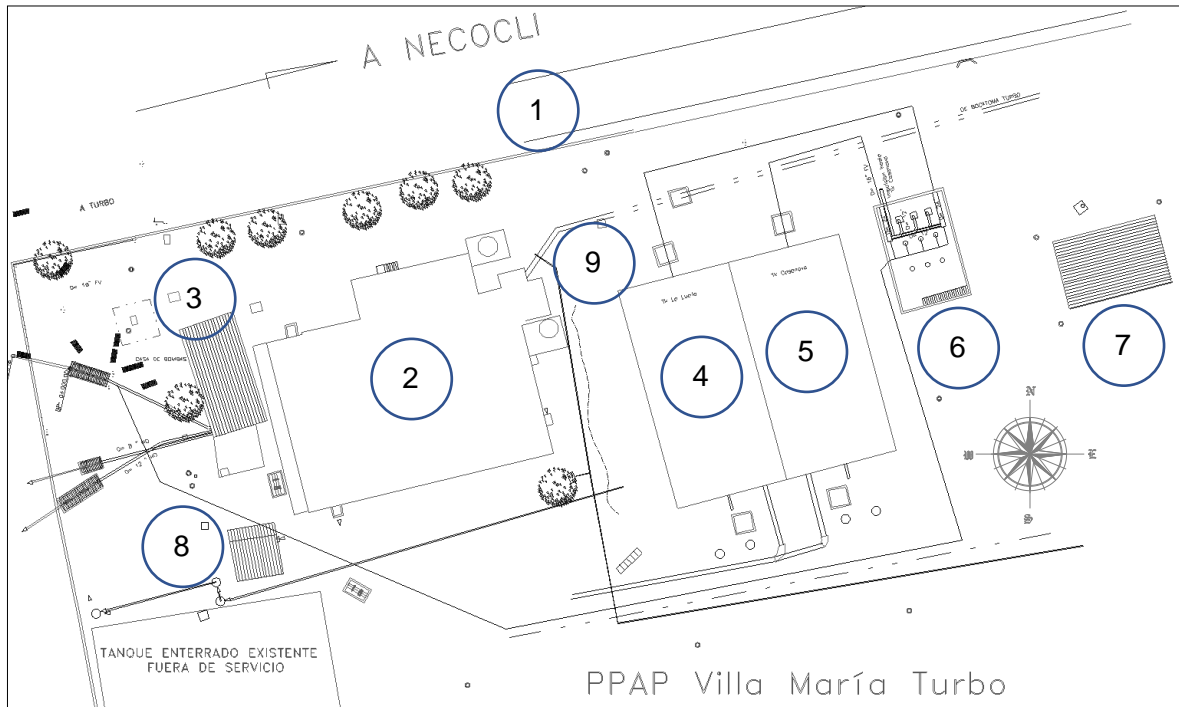


Figura 2.5 Esquema de la PPAP de Villa María en Turbo.

Figura 2.5 Esquema de la PPAP de Villa María en Turbo.

Tabla 2.2 Identificación de los sistemas y obras importantes al interior de la PPAP Villa María en Turbo.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Portón de entrada
2	Floculadores y filtros
3	Caseta del sistema de cloración
4	Tanque principal La Lucila de 1500 m3
5	Tanque principal Casanova de 1500 m3
6	Pozo para sistemas de bombeo La Lucila y Casanova
7	Caseta de Tableros de control y potencia para bombes de Casanova (Futura ampliación para La Lucila y pozo profundo Villa María)
8	Caseta de la planta eléctrica generadora fuera de servicio (Se demolerá la obra a fin de aprovechar espacio)
9	Ubicación de pozo profundo Villa María con descarga en tanque de filtración)



Figura 2.6 Identificación esquemática del proceso de succión y bombeo de sistema Casanova y futura ampliación de La Lucila al interior de la PPAP Villa María.

Tabla 2.3 Identificación de los elementos y obras de los sistemas de bombeos.

ÍTEM	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
1	Casanova	Sistema de bombeo actual Casanova
2		Tanque de alimentación principal
3		Válvulas de paso
4		Tubería de conducción de tanque alimentación a bombes (posibilidad de unificación o independización de los sistemas en caso de ser necesario como daño o lavado de uno de los tanques queda la posibilidad de habilitar bombes por medio de uno solo)
5		Tubería de impulsión hasta tanque bajo de 950 m3
6	La Lucila	Sistema de bombeo futuro La Lucila
7		Tanque de alimentación principal
8		Válvulas de paso
9		Tubería de conducción de tanque alimentación a bombes (posibilidad de unificación o independización de los sistemas en caso de ser necesario como daño o lavado de uno de los tanques queda la posibilidad de habilitar bombes por medio de uno solo)
10		Tubería de impulsión hasta tanque bajo de 2000 m3 (Obra futura)
11	No determinado	Futura Ampliación de bombes

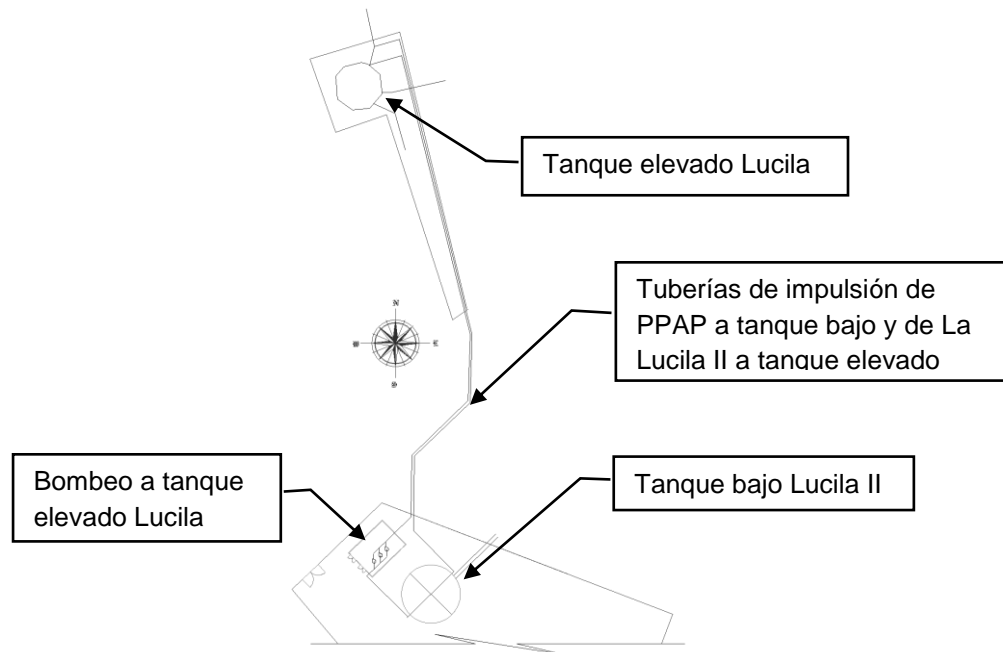


Figura 2.7 Esquema de instalaciones de Lucila I (actual) y Lucila II (obra futura).

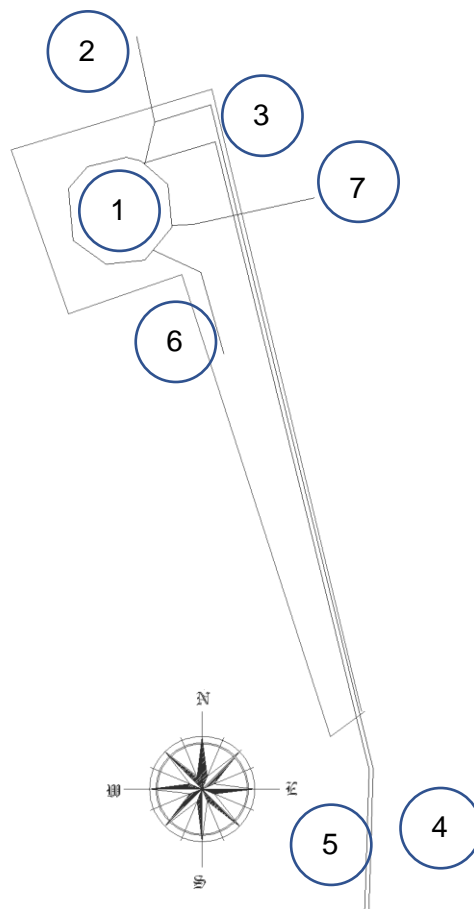


Figura 2.8 Esquema de instalaciones de la Lucila I

Tabla 6.4 Identificación de los elementos y obras en La Lucila

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Tanque elevado
2	Tubería de impulsión desde PPAP
3	Empalme en tuberías de impulsión para extensión hasta nuevo tanque bajo
4	Tubería de impulsión hasta tanque bajo
5	Tubería de impulsión desde rebombeo Lucila II hasta tanque elevado
6	Tubería de distribución al sector La Lucila
7	Tubería de distribución al sector la Playa

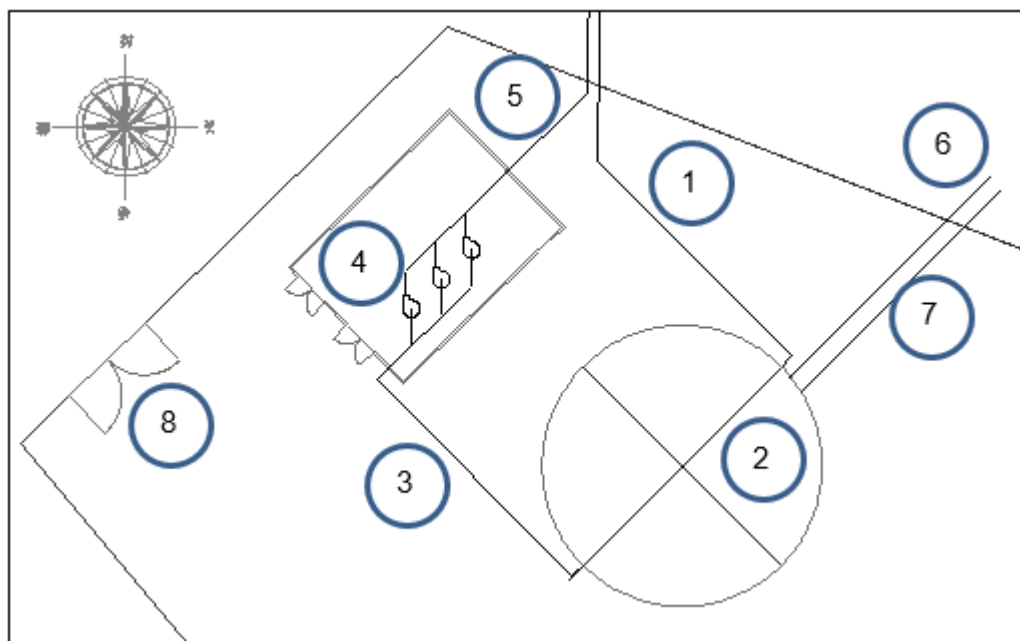


Figura 2.9 Esquema de instalaciones de la Lucila II

Tabla 2.5 Identificación de los elementos y obras en La Lucila II

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Extensión de tubería de impulsión desde PPAP
2	Nuevo tanque bajo de 2000 m3
3	Tubería de conducción para alimentación de rebombeo
4	Caseta para ubicar equipos de rebombes, tableros de control y potencia, planta eléctrica generadora y servicios sanitarios
5	Tubería de impulsión hasta tanque elevado de 500 m3 Lucila
6	Tubería de rebose
7	Tubería de lavado
8	Acceso a instalaciones

2.2 ADECUACIONES Y REQUERIMIENTOS PARA EL PROYECTO.

A continuación se realizará la descripción de las adecuaciones necesarias para los equipos de bombeo y rebombeo nuevos a instalar en la PPAP Villa María y en las nuevas

instalaciones de La Lucila II a fin de proveer la cantidad de agua necesaria para establecer el servicio de agua potable a la comunidad abastecida por este tanque elevado, igualmente la filosofía para el sistema de cloración en línea optimizado y la modernización del pozo al interior de la PPAP bajo el mismo nombre de esta con el enfoque y el desarrollo ya establecido en los pozos Salazar, Nueva Esperanza y próximamente Maná.

Nota Importante: La implementación y puesta en funcionamiento de estos sistemas asegura de forma tangible y concreta el servicio las 24 horas al día a toda la comunidad del municipio de Turbo de agua potable, donde este es el único sitio operado por AGUAS REGIONALES EPM S.A E.S.P donde no se da continuidad en el prestación del servicio.

2.2.1 SISTEMA DE BOMBEO DE LA PPAP VILLA MARÍA A NUEVO TANQUE BAJO LA LUCILA II.

Este sistema contará con equipos de bombeo sumergibles aprovechando la obra civil actual al interior de la PPAP Villa María la cual fue construida en su momentos para proyectos futuros, la cantidad de equipos a instalar depende del caudal necesario de distribución con una proyección no menor a 15 años, este dato es modelado y calculado por el profesional competente en el área dando como resultado aproximadamente 85 l/s, de tal forma se planteará una filosofía de operación similar a la ya establecida en los demás bombeos operados por AGUA REGIONALES EPM S.A E.S.P donde en la actualidad existen tres (3) equipos bajos similares condiciones.

Para el tema de la capacidad de bombeo para cada equipo se realiza un análisis a partir de los tiempos de operación de los equipos, cantidad y muy importante siempre teniendo en cuenta la necesidad de tener un equipo de respaldo para casos que por cuestiones de daños o mantenimientos salga de operación una motobomba así sea por un corto o largo periodo, por tal motivo también se incluirá dentro del proyecto una serie de repuestos que por su trabajo presentarán altos desgaste mecánicos tales como los anillos de desgaste, sellos mecánicos, impulsores, rodamientos entre otros. Ver Tabla 2.6 para identificar las capacidades preliminares de cada equipo y cantidad de equipos necesarios para el sistema.

Tabla 2.6 Determinación de cantidad de equipos y capacidades preliminares entre la PPAP y el Tanque bajo Lucila II.

BOMBEO DESDE PPAP A TANQUE BAJO LUCILA II		
DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Caudal necesario nominal	85,00	l/s
Agua bombeada al día	2040,00	l/s/día
Altura estática máxima	38,15	m
Tiempo deseado de operación de los equipos	14,00	horas
Tiempo de operación de un equipo al día	145,71	l/s/día
Equipos en operación simultáneos	2	un
Caudal preliminar para equipo de bombeo	72,86	l/s

Como se evidencia anteriormente se estima un tiempo de operación al día de 14 horas dando como selección un equipo con capacidad de bombear casi 150 l/s y un segundo de respaldo o dos (2) equipos con operación simultanea de unos 73 l/s y un tercero de respaldo. Tal como se opera hoy día los sistemas de bombeo existen tres (3) equipos con capacidad de 90 l/s dos (2) en forma simultánea según las necesidades (una líder y la otra secundaria, es decir, solo arranca cuando los niveles en el tanque bajo descienden rápidamente y es necesario su inmediata operación, y una tercera como respaldo por lo tanto se concluye que la mejor alternativa será el suministro de tres equipos de bombeo con capacidad mínima de 73 l/s, ahora como el control de los equipos se realizará por medio de un variador de frecuencia que nos permitirá regular no solo las velocidades sino también las potencias y capacidades de cada uno de los equipo, en conclusión se proyectará con al menos un sobre caudal de cada uno de los equipos de 15%, así la capacidad sería la identificada en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7 Capacidad seleccionada para cada equipo entre la PPAP y el Tanque bajo Lucila II.

BOMBEO DESDE PPAP A TANQUE BAJO LUCILA II		
DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Caudal preliminar para equipo de bombeo	72,86	l/s
Porcentaje adicional de capacidad	15%	NA
Caudal para equipo de bombeo	83,79	l/s

Nota importante: Se lleva la capacidad a un estándar de 85 l/s para cada equipo.

Como ya se indicó anteriormente estos equipos serán accionados a través de un variador de velocidad por modificación de frecuencia, la velocidad de operación se calibra según las circunstancias del momento o como el operario crea conveniente, se establecerá un rango de variación de entre 50 a 60 Hz, se considera que operar un equipo eléctrico de alta potencia por debajo de 50 Hz disminuiría considerablemente el factor de potencia aumentando la generación de potencia reactiva que en si es genera un sobre costo y es multada por las empresas prestadoras de este servicio, estos variadores deben tener comunicación Modbus hasta el PLC a fin de identificar los valores censados tales como, voltaje de alimentación, consumo de corriente, horas de operación de cada equipo, frecuencia a la cual trabajan, entre otros datos de importante interés. Deben tener un operador lógico desmontable y configuraciones independientes para operaciones locales, remotas y de local mantenimiento.

La parte electromecánica e hidráulica, el sistema de bombeo será provisto de cada uno de transmisores de presión a la descarga con señales de 4 a 20 mA cableado hasta un tablero con un PLC que permita transmitir los valores e identificar mediante una pantalla HMI instalada en el mismo tablero o de forma remota al sistema SCADA a fin de corroborar las presiones de bombeo, con esto no solo se puede corroborar la curva de operación del equipo tal como la suministra el proveedor sino también a futuro identificar si un equipo en específico está generando mayores pérdidas las cuales se pueden traducir en problemas con las válvulas a la salida, taponamientos en las tuberías o inconvenientes propio con la bomba.

En la parte de instrumentación es de vital importancia la instalación de un macromedidor o medidor de flujo del tipo inducción electromagnética por ley de Faraday que permita censar en flujo bombeado de hasta dos equipos de forma simultánea, bidireccional y cuando el tubo no esté completamente lleno, este debe tener comunicación Modbus RTU hasta el PLC a fin de identificar los valores medidos de igual forma que el determinado por los transmisores de presión, es medidor de flujo se instalará a la salida de los tres equipos para contabilizar el caudal, allí mismo será instalado un cuarto transmisor de presión, en la misma toma debe ser ubicado un manómetro a fin de corroborar las mediciones, es importante los rangos de medición para ambos instrumentos los cuales su máximo valor debe ser mayor y 10% adicional al shut-off dado por el fabricante de la motobomba.

Igualmente, el sistema debe estar provisto de sensores de temperatura tipo PT 100, una instalada al interior del motor eléctrico de las bombas sumergibles para identificar la temperatura de los devanados con una escala de 10 a 50°C a fin de establecer posibles sobrecalentamientos internos con el fin de determinar y evitar cualquier daño relacionado con este tema, el otro sensor debe ser para instalado justo a la descarga de cada bomba para censar la temperatura

del agua bombeada, esta debe poseer un rango de 0 a 50°C, el fin de determinar la densidad del agua a tal temperatura y calcular la potencia hidráulica del equipo. Estas deben dar una señal de 4 a 20 mA y ser conectadas al PLC con el fin de brindar los datos anteriormente descritos hasta la HMI y SCADA.

Cada uno de estos instrumentos anteriormente descritos deberá ser acompañado con un sistema de protección eléctrico que serán instalados en el mismo tablero de control y potencia donde se instalará una UPS de 12V para la alimentación mientras no se encuentra energizado el sistema.

En el tanque de 1500m³ y 2000m³ a parte de la instalación de las sondas hidrostáticas se instalarán dos flotadores de nivel o interruptores de nivel que se activarán cuando el nivel de los tanques este más abajo o arriba de lo permitido enviando al principio unas señales de alarma de nivel bajo-bajo o alto-alto respectivamente. Después de cierto periodo la señal pagará de forma inmediata los equipos para protegerlos evitando que queden operando en vacío o evitar derramar y botar el agua potable al tanque al cual bombean.

Cada equipo sumergible debe poseer una chaqueta o camisa de refrigeración, esta consta de un tubo asegurado antes de la rejilla de succión hasta el final del motor eléctrico, la idea de este accesorio consta de obligar al agua de entrada que alimenta los equipos desde el tanque de 1500 m³ a ingresar desde la parte inferior pasando entre la camisa y la cara externa del motor asegurando una alta velocidad del agua para refrigerarlo tal como indica el fabricante del equipo.

En cada grupo de bombeo deben ser instalados válvulas tipo ventosa tanto en el tubo de alimentación desde el tanque de 1500 m³ como justo a la descarga, igualmente como el tubo de impulsión del sistema saldría por encima de la obra del pozo es necesario instalar otra ventosa después de codo de dirección y antes del medidor de flujo y otra antes de llegar al tanque bajo de 2000 m³ La Lucila II Estas ventosas deben ser triple efecto y doble

cámara, es decir tener la capacidad de evacuar y aspirar grandes volúmenes de aire y evacuar pequeñas acumulaciones de aire que se den mientras el equipo este bombeando. Deben ser en acero o hierro fundido para los casos de las descargas mientras que los que vienen desde el tanque pueden ser plásticas, las dimensiones y especificaciones se establecerán en el documento correspondiente. Se requerirán en total ocho (8).

Todo el sistema y/o cada grupo de bombeo deben poseer una serie de accesorios tales como válvulas, cheques, uniones flexibles tipo dresser y bridas universales tal como se describirán a continuación:

- Acoples flexibles tipo dresser: Se ubican siempre donde sea necesario absorber cualquier desalineación o error constructivo permisible en las tuberías o cerca donde se encuentren instalados accesorios que requieran su desmonte y obligue ciertos espacios de maniobra, se necesita uno a la descarga de cada grupo y uno a cada extremo del medidor de flujo, en total serán cinco (5).
- Cheques: Se requieren montar según recomendaciones dadas por expertos justo a las descargas después de la unión dresser de los grupos de bombeo, antes de presentarse un cambio de dirección en contra del flujo o después de algún medidor de caudal, por lo tanto, serán instalados un cheque por cada grupo a la descarga, uno después de macro y otro antes del codo que sube al tanque bajo de 2000 m³ en La Lucila II. Estos deberán ser lo más pequeños posibles debido a los espacios disponibles por lo tanto se especificarán tipo basculante (swing) resortado con cuerpo wafer. En conclusión, se requerirán cinco (5) cheques para este sistema.
- Válvula mariposa: Serán instaladas por cada grupo una justo a la succión y otra justo a la descarga después del cheque, con los diámetros posteriormente a especificar, igualmente con el fin de independizar el sistema de bombeo Casanova del nuevo La Lucila, es necesario ocho (8) válvulas en las tuberías de alimentación de cada sistema cuatro (4) de Ø24" y cuatro (4) de Ø16", estas válvulas de regulación de flujo tipo mariposa serán las más pequeñas disponibles debido al poco espacio existente en las instalaciones por lo tanto se especificarán el cuerpo tipo Lug, el accionamiento será corona tornillo sin-fin para evitar que por la presión ejercida por el agua bombeada se de apertura o cerramiento desde el interior. Otra válvula será instalada después del cheque a la altura del macromedidor y la última antes del codo de dirección hacia arriba del tanque bajo de 2000 m³ en la Lucila II. En total serán dieciséis (16) válvulas de diferentes diámetros para este sistema.
- Brida universal: Se requieren un total de trece (13) bridas universales de diferentes diámetros, cuatro (4) de Ø24" para realizar empalmes de las tuberías GRP de alimentación a la succión, cinco (5) para unir el múltiple de succión al sistema de bombeo y la alimentación de Ø24", otros dos (2) para modificar el múltiple de succión del sistema de Casanova y los restantes tres (3) para ser ubicadas cerca al tanque bajo 2000 m³ en La Lucila II.

En cada pozo se instalará un tubo sellado en la parte inferior con el fin de evitar que el agua exterior se cuele e ingrese al bombeo y donde ingresará el flujo desde el tanque de 1500 m³ hasta el bombeo.

La comunicación entre instalaciones es crucial para la correcta programación y aplicación de la filosofía de la operación de los sistemas.

Todas las especificaciones dimensionales y constructivas serán plasmada en el documento pertinente, en esta memoria se realizará el diseño electromecánico.

La tubería de conducción hasta el empalme con la tubería de actual será en GRP expuesta, igualmente en el tanque elevado La Lucila se instalará la nueva conducción hasta el tanque bajo en La Lucila II donde al interior de las instalaciones será expuesta.

2.2.2 SISTEMA DE REBOMBEO DEL NUEVO TANQUE BAJO LA LUCILA II A TANQUE ELEVADO LA LUCILA.

Este sistema contará con equipos de bombeo en superficie los cuales son más eficientes y fáciles de realizar seguimiento para la programación de los mantenimientos adecuados, la cantidad de equipos a instalar depende del caudal necesario de distribución con una proyección no menor a 15 años, este dato fue relacionado en el ítem 2.1 el cual corresponde a 85 l/s, de tal forma se planteará una filosofía de operación similar a la ya establecida en los demás bombeos operados por AGUA REGIONALES EPM S.A E.S.P donde en la actualidad existen tres (3) equipos bajos similares condiciones.

Para el tema de la capacidad de bombeo para cada equipo se realiza un análisis a partir de los tiempos de operación de los equipos, cantidad y muy importante siempre teniendo en cuenta la necesidad de tener un equipo de respaldo para casos que por cuestiones de daños o mantenimientos salga de operación una motobomba así sea por un corto o largo periodo, por tal motivo también se incluirá dentro del proyecto una serie de repuestos que por su trabajo presentarán altos desgaste mecánicos tales como los anillos de desgaste, sellos mecánicos, impulsores, rodamientos entre otros. Ver Tabla 2.8 para identificar las capacidades preliminares de cada equipo y cantidad de equipos necesarios para el sistema.

Tabla 2.8 Determinación de cantidad de equipos y capacidades preliminares entre el tanque bajo Lucila II y tanque elevado Lucila.

BOMBEO DESDE TANQUE BAJO LUCILA II A TANQUE ELEVADO LUCILA		
DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Caudal necesario nominal	85,00	l/s
Agua bombeada al día	2040,00	l/s/día
Altura estática máxima	38,15	m
Tiempo deseado de operación de los equipos	14,00	horas
Tiempo de operación de un equipo al día	145,71	l/s/día
Equipos en operación simultáneos	2	un
Caudal preliminar para equipo de bombeo	72,86	l/s

Como se evidencia anteriormente se estima un tiempo de operación al día de 14 horas dando como selección un equipo con capacidad de bombear casi 150 l/s y un segundo de respaldo o dos (2) equipos con operación simultanea de unos 73 l/s y un tercero de respaldo. Tal como se opera hoy día los sistemas de bombeo existen tres (3) equipos con

capacidad de 90 l/s dos (2) en forma simultánea según las necesidades (una líder y la otra secundaria, es decir, solo arranca cuando los niveles de en el tanque bajo descienden rápidamente y es necesario su inmediata operación, y una tercera como respaldo por lo tanto se concluye que la mejor alternativa será el suministro de tres equipos de bombeo con capacidad mínima de 73 l/s, ahora como el control de los equipos se realizará por medio de un variador de frecuencia que nos permitirá regular no solo las velocidades sino también las potencias y capacidades de cada uno de los equipos, en conclusión, se proyectará con al menos un sobre caudal de cada uno de los equipos de 15%, así la capacidad sería la identificada en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9. Capacidad seleccionada para cada equipo entre el Tanque bajo Lucila II y tanque elevado Lucila.

BOMBEO DESDE TANQUE BAJO LUCILA II A TANQUE ELEVADO LUCILA		
DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Caudal preliminar para equipo de bombeo	72,86	l/s
Porcentaje adicional de capacidad	15%	NA
Caudal para equipo de bombeo	83,79	l/s

Nota importante: Se lleva la capacidad a un estándar de 85 l/s para cada equipo.

Como ya se indicó anteriormente estos equipos serán accionados a través de un variador de velocidad por modificación de frecuencia, la velocidad de operación se calibra según las circunstancias del momento o como el operario crea conveniente, se establecerá un rango de variación de entre 50 a 60 Hz, se considera que operar un equipo eléctrico de alta potencia por debajo de 50 Hz disminuiría considerablemente el factor de potencia aumentando la generación de potencia reactiva que en si es genera un sobre costo y es multada por las empresas prestadoras de este servicio, estos variadores deben tener comunicación Modbus RTU hasta el PLC a fin de identificar los valores censados tales como, voltaje de alimentación, consumo de corriente, horas de operación de cada equipo, frecuencia a la cual trabajan, entre otros datos de importante interés. Deben tener un operador lógico desmontable y configuraciones independientes para operaciones locales, remotas y de local mantenimiento.

La parte electromecánica e hidráulica, el sistema de bombeo será provisto de cada uno de transmisores de presión a la succión y descarga con señales de 4 a 20 mA cableado hasta un tablero con un PLC que permita transmitir los valores e identificar mediante una pantalla HMI instalada en el mismo tablero o de forma remota al sistema SCADA a fin de corroborar las presiones de bombeo y succión, con esto no solo se puede corroborar la curva de operación del equipo tal como la suministra el proveedor sino también a futuro identificar si un equipo en específico está generando mayores pérdidas las cuales se pueden traducir en problemas con las válvulas a la salida, taponamientos en las tuberías o inconvenientes propio con la bomba, la ubicación en la succión se realiza de acuerdo a la verificación de evitar presión muy bajas que ocasionen cavitación.

En la parte de instrumentación es de vital importancia la instalación de un macromedidor o medidor de flujo del tipo inducción electromagnética por ley de Faraday que permita censar en flujo bombeado de hasta dos equipos de forma simultánea, bidireccional y cuando el tubo no esté completamente lleno, este debe tener comunicación Modbus hasta el PLC a

fin de identificar los valores medidos de igual forma que el determinado por los transmisores de presión, es medidor de flujo se instalará a la salida de los tres equipos para contabilizar el caudal, allí mismo será instalado un cuarto transmisor de presión, en la misma toma debe ser ubicado un manómetro a fin de corroborar las mediciones, es importante los rangos de medición para ambos instrumentos los cuales su máximo valor debe ser mayor y 10% adicional al shut-off dado por el fabricante de la motobomba.

Igualmente, el sistema debe estar provisto de sensores de temperatura tipo PT 100 instaladas justo a la descarga de cada bomba para censar la temperatura del agua bombeada, esta debe poseer un rango de 0 a 50°C, el fin de determinar la densidad del agua a tal temperatura y calcular la potencia hidráulica del equipo. Estas deben dar una señal de 4 a 20 mA y ser conectadas al PLC con el fin de brindar los datos anteriormente descritos hasta la HMI y SCADA.

En el tanque elevado a parte de la instalación de la sonda hidrostática se instalarán dos flotadores de nivel o interruptores de nivel que se activarán cuando el nivel de los tanques este más abajo o arriba de lo permitido enviando al principio unas señales de alarma de nivel bajo-bajo o alto-alto respectivamente. Después de cierto periodo la señal pagará de forma inmediata los equipos para protegerlos evitando que queden operando en vacío o evitar derramar y botar el agua potable al tanque al cual bombean.

Cada uno de estos instrumentos anteriormente descritos deberá ser acompañado con un sistema de protección eléctrico que serán instalados en el mismo tablero de control y potencia donde se instalará una UPS de 12V para la alimentación mientras no se encuentra energizado el sistema y capacidad de amperaje como para mantener encendido los instrumentos por al menos 1 hora.

En cada grupo de bombeo deben ser instalados válvulas tipo ventosa justo a la descarga de cada equipo, antes del medidor de flujo y otra antes de llegar al tanque elevado de La Lucila. Estas ventosas deben ser triple efecto y doble cámara, es decir tener la capacidad de evacuar y aspirar grandes volúmenes de aire y evacuar pequeñas acumulaciones aire que se den mientras el equipo este bombeando. Deben ser en acero o hierro fundido para los casos de las descargas mientras que los que vienen desde el tanque pueden ser plásticas, las dimensiones y especificaciones se establecerán en el documento correspondiente. Se requerirían en total cinco (5).

Todo el sistema y/o cada grupo de bombeo deben poseer una serie de accesorios tales como válvulas, cheques, uniones flexibles tipo dresser y bridas universales tal como se describirán a continuación:

- Acoples flexibles tipo dresser: Se ubican siempre donde sea necesario absorber cualquier desalineación o error constructivo permisible en las tuberías o cerca donde se encuentren instalados accesorios que requieran su desmonte y obligue ciertos espacios de maniobra, en total serán dos (2) ubicados en la tubería de succión en fibra de vidrio.
- Cheques: Se requieren montar según recomendaciones dadas por expertos justo a las descargas después la ampliación, para el tipo de motobombas que se desean instalar y aplicaciones recomendadas por expertos, se necesita válvulas triple Duty

con rango ajustable y sistema de retención que evitan la generación de golpes de ariete y ruidos al poseer un asiento suave para el disco, esto permite aislar la bomba del resto del sistema evitando que el agua se regrese, este tipo de válvulas son especiales para bombeos en paralelo como este. Se requieren en total una (1) para cada grupo, igualmente se instalará otro justo antes de subir la tubería hasta el tanque elevado.

- Válvula mariposa: Se necesitan dos (2) por cada grupo, uno (1) a la succión y otra (1) a la descarga después del cheque, igualmente se requieren una al inicio del múltiple de succión y otra (1) al final del múltiple de descarga, para las tuberías de impulsión, rebose y lavado del tanque bajo se necesitan seis (6) en total para independizar, by-pasear y asegurar estos recorridos. Todas estas válvulas bajo su correspondiente diámetro la cuales suman en total once (11), estas válvulas de regulación de flujo tipo mariposa serán las más pequeñas disponibles debido al poco espacio existente en las instalaciones por lo tanto se especificarán el cuerpo tipo Lug, el accionamiento será corona tornillo sinfín para evitar que por la presión ejercida por el agua bombeada se de apertura o cerramiento desde el interior
- Brida universal: En total se requiere dieciséis (16) elementos de este tipo todos de Ø12" correspondientes a las instalaciones de las válvulas de mariposa excepto tres (3) las cuales serán de menor diámetro e irán instaladas a la descarga de las motobombas.

La tubería de impulsión después de la caseta de bombeo será en GRP expuesta, para atravesar la vía que comunica ambas instalaciones (Lucila I con Lucila II) se ubicara bajo tierra según normas que apliquen, igualmente la que proviene de la PPAP hasta el tanque bajo, toda tubería al interior de la instalación de La Lucila II será expuesta también en GRP.

Todo al interior de esta instalación será completamente nuevo, para asegurar servicio al sector y teniendo en cuenta la alta capacidad de almacenamiento del tanque bajo, la estación contará con una planta eléctrica generadora con su respectivo tablero de transferencia automática. Estas condiciones y especificaciones serán detalladas en el ítem 7.6.

Igualmente para facilitar la instalación y mantenimiento de cada uno de los equipos se hace necesario contar con un sistema de izaje y desplazamiento al interior de la caseta de bombeo en caso que se requiera intervenir tales equipos y movilizarlos a algún sitio, por lo tanto, se instalará un puente grúa birraíl, es decir, de doble desplazamiento transversal y longitudinal, a parte del polipasto con la capacidad de elevar y descarga cargas, la selección contará a partir del fabricantes y proveedor después de definir la máxima carga a elevar y transportar de manera segura con un factor de seguridad de al menos 1.3.

La comunicación entre instalaciones es crucial para la correcta programación y aplicación de la filosofía de la operación de los sistemas.

Todas las especificaciones dimensionales y constructivas serán plasmadas en el documento pertinente, en esta memoria se realizará el diseño electromecánico.

Todo el tema de alimentación eléctrica para los equipos de bombeo, tableros, planta eléctrica a tablero de transferencia, iluminación, lámparas de emergencia, protecciones de toda índole y muchas más serán calculadas y representadas en la memoria de cálculo correspondientes a instalaciones eléctricas.

2.2.3 EQUIPO DE BOMBEO PARA ACHIQUE SUMERGIBLES DEL POZO CASANOVA Y LA LUCILA

Este equipo es vital para el correcto funcionamiento, operatividad y vida útil de todos los equipos e instrumentos de los sistemas. Como los equipos de bombeo de Casanova y futuramente los de La Lucila están al interior de pozo con dimensiones de 14.5 x 9.4 metros y de profundidad desde la parte más superior de unos 5.2 metros aproximadamente son susceptibles a su inundación debido a lluvias, Turbo es una zona con inviernos bastantes fuertes con unas precipitaciones al año de 2426 mm al año, contándose con meses invernales en hasta 304 mm como dato histórico. Igualmente hay una serie de ductos que pasan los muros que evacuan el agua acumulada en el terreno que se evacua al interior del pozo que proviene del nivel freático externo de la planta a fin de evitar su concentración y licuación del terreno.

La bomba de achique estará situada en un pozo pequeño más profundo de dimensiones 2 x 0.8 metros y una profundidad de 0.6 metros respecto al nivel de apoyo de los equipos, esta evacua el agua acumulada a través de un tubo PVC hasta un caño ubicado a 60 metros de distancia.

Este equipo de bombeo debe ser instalado en la misma ubicación donde se encuentra el actual, el cual está en precarias condiciones debido a su uso constante, bajo las mismas condiciones y puntos operativos de caudal y cabeza.

Se debe cambiar toda la acometida eléctrica de la motobomba hasta el tablero de arranque directo al igual que toda la tubería de impulsión aumentando justo a la descarga en una pulgada tomando como referencia la actual. Ver Figura 2.10a y 2.10b.



Figura 2.10a Pozo para bombeo sumergible de achique



Figura 2.10b Pozo para bombeo sumergible de achique

La motobomba se instalará en la misma posición en la cual se encuentra la actual, sus características y especificaciones se detallarán en el documento correspondiente.

Para realizar un correcto trabajo es necesario (mientras no se den precipitaciones) lavar completo el pozo de la bomba de achique a fin de instalar el nuevo equipo para evitar su rápido deterioro al ingresarlo en tales condiciones operativas.

2.2.4 ADECUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO POR POZO PROFUNDO VILLA MARÍA AL INTERIOR DE LA PPAP

Tal como se identificó en el registro fotográfico del ítem 2 donde se detalla los pozos que actualmente operan están totalmente automatizados y otros dos en proyectos lo cual se ha ejecutado con recursos propios que al final afectan a la población, se hace obligatorio la adecuación del pozo al interior lo cual requiere realizar una serie de inversiones relativamente pequeñas tales como: fundición de placa de concreto alrededor, instrumentos de medición, tubería de impulsión hasta la torre de aireación al interior de la PPAP con sus respectivos accesorios, el equipo en la actualidad cuenta con su respectiva tubería de impulsión al interior del pozo y la motobomba, los cuales están en muy buenas condiciones físicas y operativas.

La capacidad del pozo y lo concesionado por parte de la corporación autónoma regional CORPOURABÁ es de hasta 16 l/s por 16 horas al día, lo cual corresponde a más de 920 m³, lo cual es suficiente para abastecer más de 2700 viviendas con un promedio de consumo mensual de 10 m³ y sin considerar las pérdidas en el sistema.

Según lo anterior se procede a plasmar los requerimientos necesarios para dejar totalmente funcional bajo los parámetros actuales de operación:

Actualmente la tubería de impulsión por fuera del pozo es de Ø6" y después del macromedidor mecánico por turbina se reduce a Ø3", lo cual es totalmente contraproducente en el ámbito de eficiencias energéticas, igualmente este medidor no es para nada apto para funcionar en tales condiciones ya que el agua captado de pozo posee altas concentraciones de hierro que se adhieren a toda la tubería y en especial a este dispositivo lo cual afecta y altera cualquier medida de medición de caudal. Ver Figura 2.11a y 2.11b.



Figura 2.11a Dirección de impulsión desde el pozo hasta el tanque de aireación y filtración.

Figura 2.11b Sistema de bombeo pozo Villa María (29 de abril de 2016)

La propuesta de modernizar, optimizar y automatizar esta captación alterna por pozo profundo es configurarla de forma similar a como se encuentran en operación lo demás sistemas paralelos a este, tal como pozo Salazar, Nueva Esperanza y Maná.

A partir de lo anterior se inicia con las especificaciones a mayor detalle de todos y cada uno de los elementos a utilizar en los sistemas fin de asegurar tanto la confiabilidad de los equipos como su compatibilidad a fin de evitar reprocesos y/o sobrecostos innecesarios.

3 NORMAS Y REFERENCIAS EQUIPO DE BOMBEO

Especificaciones Generales de Construcción de las Empresas Públicas de Medellín, la norma NTC 2050 o Código Eléctrico Nacional (CEN), RETIE, las normas NTC, AISI, ANSI, ASME, AWWA, DIN, IEEE, IEC, ISO, SSPC, NEMA y VDE, ICONTEC o NEC salvo donde se especifique lo contrario. Se entiende que regirá la última edición aprobada de cada una de ellas.

Los equipos, tableros de control y potencia deberán ser diseñados y dimensionados de tal manera que se obtenga alta eficiencia, resistencia, rigidez y estabilidad funcional, sin que se produzcan fallas súbitas ni deformaciones permanentes para las condiciones normales de operación especificadas o que estén fuera de lo generalizado para dichas celdas para tal fin se debe cumplir con lo dispuesto en el artículo 20.23.1.1 del RETIE.

Nota importante: la ubicación de algunos accesorios de identificaran en el ítem 7 mediante una serie de imágenes y señalizaciones, igualmente con este mismo documento será entregado una serie de planos correspondientes a cada sistema a ejecutar.

4 ESPECIFICACIONES EQUIPOS DE BOMBEO

4.1 BOMBEOS SUMERGIBLES DESDE PPAP VILLA MARÍA TANQUE DE 1500 M3 HASTA TANQUE BAJO EN LUCILA II DE 2000 M3

En la Tabla 4.1 y 4.2 se determinan las características que deben poseer el conjunto motor-bomba sumergible para el bombeo desde la PPAP de Villa María y el conjunto motor-bomba de superficie tipo carcasa partida para el rebombeo desde el tanque bajo las especificaciones allí determinadas para ser tomadas como base para ambos sistemas, igualmente para las especificaciones no mencionadas se debe cumplir HI/ANSI “Centrifugal – Vertical General Pump Standard”, EN 9906, JIS B 8301 “Rotodynamic pumps – Hydraulic performance acceptance test Grades 1 and 2”.

Tabla 4.1. Especificaciones para equipos de bombeo de bombeo sumergibles

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE BOMBEO SUMERGIBLES DESDE PPAP VILLA MARÍA TANQUE DE 1500 M3 HASTA TANQUE BAJO EN LUCILA II DE 2000 M3	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Características Comerciales	
Marca	Especificar
País de Origen	Especificar
Referencia	Especificar
Modelo	Especificar
Cantidad a suministrar	3
Características Operativas	
Tipo de equipo de bombeo	Tipo sumergible para pozo profundo
Altura total dinámica [m]	40.6
Caudal operativo [l/s]	85
Eficiencia total mínima de la bomba en el punto de operación con válvula antirretorno [%]	75
Velocidad nominal del motor y bomba [rpm]	3600 - 1800
shut-off	30% por encima del Punto de operación
NPSH requerido [m]	Especificar
Presión máxima de operación teniendo en cuenta golpe de ariete	160 mca
Caudal máximo operativo (extremo derecho de la curva)	115 %
El caudal operativo no debe ser menor al 90% del caudal del BEP	Requerido
Desviación admisible para la altura total dinámica	± 5%
Desviación admisible para el Caudal	± 8%
Desviación admisible para la eficiencia de la bomba	- 5%
Voltaje de alimentación nominal [V]	460
Protección IP del motor	68
Corriente nominal requerida [I]	Especificar
Eficiencia del motor [%]	Especificar
Aislamiento del motor	Clase F o superior
Frecuencia nominal [Hz]	60
Factor de potencia	Especificar
Potencia motor punto operativo [hp]	≤ 75
Motor Apto para operar con variador de frecuencia [VDF]	Requerido
Características Constructivas	
Tipo de bomba	Motobomba sumergible, tipo lapicero, de carcasas partidas radialmente del tipo multietapa
Material de carcasa	Hierro fundido ASTM A48, DIN GG-20, GG-25, GG-30, GG-35, GG-40, hierro nodular,

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE BOMBEO SUMERGIBLES DESDE PPAP VILLA MARÍA TANQUE DE 1500 M3 HASTA TANQUE BAJO EN LUCILA II DE 2000 M3	
Especificaciones técnicas	Solicitado
	ASTM A-536, DIN GGG-40, GGG-50, acero al carbono fundido ASTM A-216, DIN GS-C25, GS-45 o equivalentes en otra norma o de materiales de mayor resistencia mecánica y a la corrosión y aptos para el bombeo de agua tratada
Material de Impulsor	Acero inoxidable 304/316
Tipo impulsor	Cerrado
Material Ejes	Acero Inox. 416
Número de etapas	Especificar
Cantidad Sellos Mecánicos bomba (#)	Especificar
Material sello mecánico	Especificar
Cámara de Aceite(SI/No)	Especificar
Rejilla de succión	Acero Inoxidable 316/304 SS
Tornillería de todo el conjunto motor – bomba incluyendo tuercas y arandelas	Acero Inox. 316/304 SS
Tipo de Acople Motor Bomba	Acople rígido
Buje fijación impulsor	Acero Inox. 316 10 Cr10Ni2Mo
Anillos de desgaste	Acero inoxidable 416 o Bronce Cu-8Sn
Diámetro de la Bomba máximo incluyendo paso de cable y camisa de refrigeración [mm]	350
Diámetro del motor máximo [mm]	260
Longitud del motor	Especificar
Longitud bomba	Especificar
Diámetro de la descarga	Especificar
Longitud cheque	Especificar
Longitud total	Especificar
Peso del conjunto motor, bomba, cheque (Kg)	Especificar
Camisa de Refrigeración	Requerida
Diámetro camisa de refrigeración	Especificar
Cable flexible multihilo apto para ser sumergible de acuerdo a la capacidad del motor.	Requerido
Longitud cable desde el motor sin empalmes hasta caja de conexión [m]	15
Diámetro de descarga de la bomba [in]	Especificar
Tipo de descarga	Brida ANSI B16.5 clase 150
Protección de motor en agua hasta un nivel de [m]	20
Doble Sensor de temperatura introducidos en los devanados del motor del tipo PT100, incluye cables sin	Requerido


CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE BOMBEO SUMERGIBLES DESDE PPAP VILLA MARÍA TANQUE DE 1500 M3 HASTA TANQUE BAJO EN LUCILA II DE 2000 M3	
Especificaciones técnicas	Solicitado
empalmes, lo anterior según norma (IEC 60034-25 y IEC 60034-1841) o (Nema MG1-31 y Nema MG1-32)	
Material carcasa del motor eléctrico	Acero Inox. 304
Cojinetes guías del eje en el motor	Grafito
Anexos	
Certificado de Balanceo Dinámico.	Requerido
Curva de selección (Punto Operativo, Potencia, NPSHreq, Eficiencia)	Requerido
Catálogo de Motor	Requerido
Catálogo de la bomba	Requerido
Plano de ensamble motor y bomba	Requerido
Certificado RETIE del motor	Requerido
Garantía conjunto Motor Bomba	Especificar
Certificado por parte de la empresa fabricante y, en caso de tercerizar la consecución del equipo, anexar el certificado del fabricante al proveedor	Requerido

Nota 4.1: Cada equipo deberá ser entregado con kits de repuestos que incluya un (1) impulsor fundido, un (1) juegos de anillos de desgaste superior e inferior. Se exige que personal avalado por el fabricante este en sitio para determinar las recomendaciones y capacitaciones correspondientes, igualmente debe estar presente al momento de realizar las pruebas iniciales.

Nota 4.2: Las bombas deberá contar con válvula de retención o anti retorno, en el cabezal de descarga y deberá ser preferiblemente del tipo tobera, esta válvula debe ser parte integral de la bomba y su curva operativa H vs Q, la tendrá en cuenta, o sea que la curva operativa de la bomba involucra las pérdidas generadas por la válvula de retención.

Formulario de Característica Garantizada de las motobombas

Para la evaluación de la oferta se debe diligenciar completamente el formulario de características garantizadas.

Características comerciales		 <p>FORMULARIO DE CARACTERISTICAS</p> <p>GARANTIZADAS MOTOBOMBAS</p>
Marca de Bomba		
Referencia de Bomba		
Marca de Motor		
Referencia de Motor		
Características Hidraulicas		
Punto de Operación		
Q(L/s)		
Hd (m H ₂ O)		
Eficiencia %		
NPSHA req		
Presion maxima de prueba(m)		
Característica Electricas del Motor		
Potencia nominal(Kw)		
Voltaje nominal(V)		
Corriente nominal(A)		
Factor potencia a plena carga		
Velocidad sincronica (rpm)		
Frecuencia nominal(Hz)		
Potencia de operación(Kw)		
Eficiencia de operacion(%)		
Calibre del cable de los motores		
% de corriente al arranque (%)		
Sensor temperatura devanados tipo		
Cantidad de sensores pt100		
Características Geometricas		
Longitud motor(m)		
longitud bomba(m)		
Longitud total (m)		
Tipo de acople motor bomba		
Diametro de impulsor(mm)		
Numero de etapas		
diametro externo maximo(m)		
Peso de la bomba(Kg)		
Peso del motor(Kg)		
Peso total del ensamble(kg)		
Valvula de retencion interna (Si, No)		
Características Físicas		
Material de impulsores		
Material de la carcasa de la bomba		
Material del eje de la bomba		
Material de bujes de la bomba		
Material Chapa motor		
Material cojinetes radiales motor		
Material cojinetes de empuje motor		
Material camisa de refrigeración		
Características especiales		
Frecuencia minima operativa Hz		
frecuencia maxima operacion Hz		
velocidad de rotacion a 60Hz		
longitud del cable de potencia en m		
Pruebas certificadas en fabrica		
Motor		
Motor sin carga (Si, no)		
Motor con rotor bloqueado (Si, no)		
Motor a plena carga (Si, no)		
Medicion de eficiencia y factor de pot (Si, no)		
Relacion voltaje con rotor bloqueado (Si, no)		
Chequeo sobrepotencia (Si, no)		
Resistencia devanados del estator (Si, no)		
Bomba		
Pruebas a cada bomba para obtener		
Altura total, Potencia al freno, eficiencia, NPSH requerido, Vs caudal. (Si, No)		
Manual de operacion y mantenimiento, (si, No)		
Anexos		
Numero de Hojas anexadas		
Anexe las hojas solicitadas en la parte posterior de la siguiente forma:		
1- Curva (Hd) vs (Q)		4- Curva de Eficiencia(n) vs Caudal(Q)
2- Curva de NPSH (m) vs Caudal(Q)		5- Plano dimensional de Motor
3- Curva de Potencia(P) vs Caudal(Q)		6- Plano dimensional de Bomba
		7- Plano de Ensamble
		8- Catalogo de bomba(español o ingles)
		9- Catalogo de motor(español, o ingles)
		10-Catalogo de sensores(esp, o ingles)

➤ **Consideraciones constructivas adicionales:**

- Las bombas deben ser fabricadas por procesos de fundición y maquinado, no se aceptan diseños o especificaciones con carcasas, o impulsores troquelados.
- Los impulsores serán, cerrados, fundidos y álabes múltiples, dinámica y estáticamente balanceados con ángulos y curvatura bien definida, y correctamente maquinados y pulidos, para ofrecer superficies lisas que minimicen las pérdidas

hidráulicas internas, en acero inoxidable, resistentes a los esfuerzos mecánicos y a los desgastes producidos por el agua a mover.

- El conjunto del eje e impulsores deberá ser dinámica y estáticamente balanceado y deberá asegurarse el diseño para evitar que se igualen las velocidades críticas con la velocidad de funcionamiento, para que el equipo no entre en resonancia y pueda destruirse o trabajar con vibraciones excesivas que conlleven a un funcionamiento inadecuado y desgaste prematuro de las partes.
- Serán de grado y diseño adecuado para resistir las presiones, esfuerzos y desgaste a que estarán sometidos sin que haya deformaciones permanentes y con resistencia a la fatiga, maquinados y pulidos con precisión y de acuerdo con las tolerancias, acabados y ajustes apropiados de acuerdo con lo recomendado por las normas ANSI B4.1, B4.2 ó B32.4, ISO, DIN o equivalentes, según las piezas a ensamblar, casquillos, manguitos o camisas de desgaste en bronce o acero inoxidable de cualquiera de los mismos materiales permitidos para los impulsores o ejes.
- El grupo motor-bomba se debe suministrar totalmente ensamblado.
- **El conjunto debe tener acople rígido para que el motor maneje todas las cargas, tanto las directas como las inversas, en los casos en que estas se presenten.**
- Deberá ser instalada a 4 metros de profundidad aproximadamente, sin embargo, el contratista debe verificarlo con el levantamiento del pozo.
- Debe instalarse una camisa de refrigeración en acero inoxidable con tubo estandarizado (no se acepta láminas roladas de bajo calibre), la cual forzará a que todo el flujo bombeado pase a lo largo de la superficie del motor refrigerándolo. El diámetro interno de la camisa de refrigeración debe ser elegido de tal forma que permita la refrigeración adecuada a la superficie del motor. Para una mejor refrigeración del motor, la velocidad de flujo a lo largo de la superficie de éste debe ser: 0,5 – 2 m/seg. Esta deberá tener un sistema de seguridad por tornillería contra el cuerpo de la bomba y de fácil extracción para limpieza y mantenimiento del motor eléctrico, no se debe instalar ningún soporte o sistema de aseguramiento en la parte baja de la succión entre la camisa y el motor para evitar su fácil obstrucción por posibles lodos.
- Los ejes serán de acero inoxidable de alta resistencia. Serán de grado y diseño adecuado para resistir las presiones, esfuerzos y desgaste a que estarán sometidos sin que haya deformaciones permanentes y con resistencia a la fatiga, maquinados y pulidos con precisión y de acuerdo con las tolerancias, acabados y ajustes apropiados de acuerdo con lo recomendado por las normas ANSI B4.1, B4.2 ó B32.4, ISO, DIN o equivalentes, según las piezas a ensamblar, casquillos, manguitos o camisas de desgaste en bronce o acero inoxidable de cualquiera de los mismos materiales permitidos para los impulsores o ejes. Los bujes guías de rotación serán en grafito.
- El motor eléctrico deberá ser tipo jaula de ardilla
- El motor trabajará a 460 voltios AC, 60 Hertz (nominal), en una red trifásica, pero debe permitir la variación de su velocidad por variación de frecuencia, variando la frecuencia entre 40 y 60 Hz.
- El motor debe tener protección contra inmersión total de agua hasta un nivel de 20 metros
- Los cojinetes de los motores deben ser en grafito.
- Los bujes guías serán de grafito.

- El motor debe tener dos sensores de temperatura en devanados tipo PT-100, con cable incluido no menor a 20 metros sin empalmes.
- La potencia del motor debe ser un 20% por encima de la máxima operativa de una bomba, en su punto de trabajo, según la curva del sistema.
- La motobomba debe suministrarse con cable encauchetado para las condiciones de potencia máxima requerida (potencia nominal), y una longitud mínima de 10 metros(en todos los casos se deberá verificar esta longitud y validar la llegada a la caja de empalme), se debe tener en cuenta que parte del cable está sumergido en el pozo, por lo que el mismo debe ser seleccionado adecuadamente para que no se sobrecaliente en esta condición, y sea el adecuado para la corriente que circulará por cada uno de ellos en ambas condiciones (el sumergido y el instalado externamente) según normatividad vigente NTC 2050.
- Los cables deberán tener un aislamiento de 2 Kv.
- Los motores deberán ser eléctricos de inducción, y deberán soportar sin daño alguno, como mínimo cinco arranques por hora.

El motor debe estar diseñado para trabajar en continuo en una frecuencia fija en el rango solicitado.

El motor debe tener cojinete de empuje inferior para las cargas de funcionamiento normal, pero también debe tener sistema de soporte de cargas invertidas en el caso de que estas se presenten.

- Los motores deberán ser capaces de desarrollar la potencia nominal en forma continua, al voltaje y frecuencia nominal, y deberán permitir sin problemas la variación de su velocidad. Teniendo en cuenta las consideraciones de aumento de temperatura establecidas por las normas, y serán diseñados para trabajo pesado.
- Los motores serán puestos en marcha a través de arranques suaves con rampa de arranque a través de los variadores de velocidad, y también tendrán parada suave con el mismo mecanismo.
- Se deben suministrar planos de conexión y cableado eléctrico para su correcta instalación, manual de operación y mantenimiento, plano de ensamble de la bomba, y un listado detallado con todos los elementos constructivos para facilitar la adquisición de repuestos.
- Las camisas se fijarán rígidamente en el extremo superior, pero además tendrán topes o guías en el otro extremo para evitar vibraciones y ruidos no deseados

➤ **Pruebas de las bombas:**

Cada una de las bombas deberá ser sometida por el fabricante a pruebas en fábrica para obtener las curvas características de cabeza dinámica, potencia al freno y eficiencia y NPSHR contra caudal y la prueba hidrostática de presión. Las pruebas deberán hacerse de acuerdo con la norma DIN 1944 clase I, EN ISO 9906 Clase 2B, ASME, JIS o con la indicada por el fabricante previa aceptación de LAS EMPRESAS.

De cada una de las pruebas que se realicen, se deberán entregar dos (2) copias de sus protocolos, como parte de los manuales generales de la estación de bombeo.

- EL PROPONENTE deberá informar cuales pruebas acostumbra y se propone realizar el fabricante a las bombas como parte de su programa de control de calidad, sin costo adicional para LAS EMPRESAS.
- Motor sin carga: Mediciones de corriente, voltaje, frecuencia, velocidad, deslizamiento, potencia, torque nominal, torque máximo y factor de potencia.
- Motor con el rotor bloqueado: Mediciones de corriente, voltaje, frecuencia, torque y potencia consumida.
- Motor a plena carga: Mediciones de corriente, voltaje, frecuencia, velocidad, deslizamiento, potencia y factor de potencia, torque nominal
- Mediciones de eficiencia y factor de potencia: Al 100%, 75% y 50% de carga.
- Medición de la relación de voltaje con rotor bloqueado del motor.
- Chequeo de sobre potencia.
- Resistencia de los devanados del estator.
- Se entregarán las curvas características de cabeza dinámica, potencia, eficiencia y NPSHR contra caudal y la prueba hidrostática de presión.
- De cada una de las pruebas que se realicen, se deberán entregar dos (2) copias de sus protocolos, como parte de los manuales generales de la estación de bombeo.
- Planos, catálogos e información técnica a suministrar con las bombas.
- Como parte del manual general de la estación de bombeo, se deberán entregar los manuales de instalación, operación y mantenimiento de las motobombas, planos de dimensiones principales, planos de despiece y de partes de repuesto, planos de montaje de conjunto, reportes de pruebas en fábrica y todas las curvas características de operación de las bombas, a saber, Q vs H, Q vs NPSHR, Q vs eficiencia.

4.2 BOMBEO DE SUPERFICIE TIPO CARCASA PARTIDA (SPLITCASE) DESDE TANQUE BAJO EN LUCILA II DE 2000 M3 HASTA TANQUE ELEVADO LUCILA DE 500 M3

Tabla 4.2. Especificaciones para equipos de bombeo de rebombeo tipo carcasa partida de superficie.

BOMBEO DE SUPERFICIE TIPO CARCASA PARTIDA (SPLITCASE) DESDE TANQUE BAJO EN LUCILA II DE 2000 M3 HASTA TANQUE ELEVADO LUCILA DE 500 M3	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Características Comerciales	
Marca	Especificar
País de Origen	Especificar
Referencia	Especificar
Modelo	Especificar
Cantidad a suministrar	3
Características Operativas	
Tipo de equipo de bombeo	Tipo superficie carcasa partida (Splitcase) horizontal
Altura total dinámica [m]	41.4

BOMBEO DE SUPERFICIE TIPO CARCASA PARTIDA (SPLITCASE) DESDE TANQUE BAJO EN LUCILA II DE 2000 M3 HASTA TANQUE ELEVADO LUCILA DE 500 M3	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Caudal operativo [l/s]	85
Eficiencia total mínima de la bomba en el punto de operación [%]	75
Velocidad máxima nominal del motor y bomba [rpm]	1800
shut-off	30% por encima del Punto de operación
NPSH requerido [m]	Especificar
Tamaño de la bomba	Especificar
Lubricación de sellos	forzado
Presión máxima de operación teniendo en cuenta golpe de ariete	160 mca
Caudal máximo operativo (extremo derecho de la curva)	115 %
El caudal operativo no debe ser menor al 90% del caudal del BEP	Requerido
Desviación admisible para la altura total dinámica	± 5%
Desviación admisible para el Caudal	± 8%
Desviación admisible para la eficiencia de la bomba	- 5%
Voltaje de alimentación nominal [V]	460
Protección IP del motor	55
Corriente nominal requerida [A]	Especificar
Eficiencia del motor	IE3
Aislamiento del motor	Clase F o superior
Frecuencia nominal [Hz]	60
Factor de potencia	Especificar
Potencia motor punto operativo [hp]	≤ 75
Motor Apto para operar con variador de frecuencia [VDF]	Requerido
Características Constructivas	
Tipo de bomba	Doble succión carcasa partida horizontal debe incluir base para motor, acople flexible y bomba ya acopladas
Material de la carcasa	Hierro fundido ASTM A48, DIN GG-20, GG-25, GG-30, GG-35, GG-40
Material de Impulsor	Acero inoxidable 304/316 o Níquel Bronce Aluminio
Tipo impulsor	Cerrado de doble succión
Material Ejes	Acero Inox. 416
Cantidad Sellos Mecánicos bomba (#)	Especificar
Material sello mecánico	Especificar
Cámara de Aceite(SI/No)	Especificar

BOMBEO DE SUPERFICIE TIPO CARCASA PARTIDA (SPLITCASE) DESDE TANQUE BAJO EN LUCILA II DE 2000 M3 HASTA TANQUE ELEVADO LUCILA DE 500 M3	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Tornillería de todo el conjunto motor – bomba incluyendo tuercas y arandelas	Acero Inox. 316/304 SS
Tipo de Acople Motor Bomba	Acople flexible
Buje fijación impulsor	Acero Inox. 316 10 Cr10Ni2Mo
Anillos de desgaste	Acero inoxidable 416 o Bronce Cu-8Sn
Longitud del motor	Especificar
Longitud bomba	Especificar
Longitud total	Especificar
Altura total	Especificar
Ancho total	Especificar
Peso del conjunto motor, bomba, cheque (Kg)	Especificar
Cable flexible multihilo de conexión apto para ser sumergible, calibre de acuerdo a la capacidad el motor	Requerido
Longitud cable sin empalmes [m]	25
Tipo de succión	Brida ANSI B16.5 8" clase 125
Tipo de descarga	Brida ANSI B16.5 6" clase 125
Sensor de temperatura embebidos en los devanados en cada una de las fases del motor del tipo PT100 con cables incluidos sin empalmes, según (IECC 60034-25 y IEC 60034-1841) o (Nema MG1-31 y Nema MG1-32)	Requerido
Material carcasa del motor eléctrico	Aluminio
Cojinetes guías del eje en el motor	Rodamientos bola de alto rendimiento
Acople flexible entre ejes de motor y bomba	Alta absorción de desalineación entre planos y ángulos
Anexos	
Certificado de Balanceo Dinámico.	Requerido
Curva de selección (Punto Operativo, Potencia, NPSHreq, Eficiencia)	Requerido
Catálogo de Motor	Requerido
Catálogo de la bomba	Requerido
Plano de ensamble motor y bomba	Requerido
Certificado RETIE del motor	Requerido
Garantía conjunto Motor Bomba	Especificar
Certificado por parte de la empresa fabricante y, en caso de tercerizar la consecución del equipo, anexar el certificado del fabricante al proveedor	Requerido

Nota 4.2: Cada equipo deberá ser entregado con kits de repuestos que incluya un (1) impulsor fundido, un (1) juego de anillos de la carcasa, un (1) juego de anillos del impulsor, un (1) de rodamientos, un (1) juego completo de sellos mecánicos, si cada equipo de

bombeo posee dos (2) sellos se deberán suministrar seis (6) en total para todo el sistema. Se exige que personal avalado por el fabricante este en sitio para determinar las recomendaciones y capacitaciones correspondientes, igualmente debe estar presente al momento de realizar las pruebas iniciales.

➤ **Consideraciones constructivas adicionales:**

- Las bombas deben ser fabricadas por procesos de fundición y maquinado, no se aceptan diseños o especificaciones con carcazas, o impulsores troquelados.
- Los impulsores serán, cerrados de doble succión, fundidos y álabes múltiples, dinámica y estáticamente balanceados.
- El conjunto del eje e impulsores deberá ser dinámica y estáticamente balanceado y deberá asegurarse el diseño para evitar que se igualen las velocidades críticas con la velocidad de funcionamiento, para que el equipo no entre en resonancia y pueda destruirse o trabajar con vibraciones excesivas que conlleven a un funcionamiento inadecuado y desgaste prematuro de las partes.
- Serán de grado y diseño adecuado para resistir las presiones, esfuerzos y desgaste a que estarán sometidos sin que haya deformaciones permanentes y con resistencia a la fatiga, maquinados y pulidos con precisión y de acuerdo con las tolerancias, acabados y ajustes apropiados de acuerdo con lo recomendado por las normas ANSI B4.1, B4.2 ó B32.4, ISO, DIN o equivalentes, según las piezas a ensamblar, casquillos, manguitos o camisas de desgaste en bronce o acero inoxidable de cualquiera de los mismos materiales permitidos para los impulsores o ejes.
- El grupo motor-bomba se debe suministrar totalmente ensamblado.
- El conjunto debe tener preferiblemente acople flexible para absorba cualquier desalineación permisible identificada por el fabricante del mismo.

➤ **Pruebas de las bombas:**

- EL PROPONENTE deberá informar cuales pruebas acostumbra y se propone realizar el fabricante a las bombas como parte de su programa de control de calidad, sin costo adicional para LAS EMPRESAS.
- Motor sin carga: Mediciones de corriente, voltaje, frecuencia, velocidad, deslizamiento, potencia, torque nominal, torque máximo y factor de potencia.
- Motor con el rotor bloqueado: Mediciones de corriente, voltaje, frecuencia, torque y potencia consumida.
- Motor a plena carga: Mediciones de corriente, voltaje, frecuencia, velocidad, deslizamiento, potencia y factor de potencia, torque nominal
- Mediciones de eficiencia y factor de potencia: Al 100%, 75% y 50% de carga.
- Medición de la relación de voltaje con rotor bloqueado del motor.
- Chequeo de sobre potencia.
- Resistencia de los devanados del estator.
- Se entregarán las curvas características de cabeza dinámica, potencia, eficiencia y NPSHR contra caudal y la prueba hidrostática de presión.
- De cada una de las pruebas que se realicen, se deberán entregar dos (2) copias de sus protocolos, como parte de los manuales generales de la estación de bombeo.
- Planos, catálogos e información técnica a suministrar con las bombas.
- Como parte del manual general de la estación de bombeo, se deberán entregar los manuales de instalación, operación y mantenimiento de las motobombas, planos de

dimensiones principales, planos de despiece y de partes de repuesto, planos de montaje de conjunto, reportes de pruebas en fábrica y todas las curvas características de operación de las bombas, a saber, Q vs H, Q vs NPSHR, Q vs eficiencia.

4.3 BOMBA SUMERGIBLE DE ACHIQUE PARA POZO DE BOMBEO EN LA PPAP VILLA MARÍA

Este equipo de bombeo es de vital importancia para la vida útil e integridad de los sistemas de bombeo allí ubicados ya que evita inundaciones provocadas por precipitaciones en la zona o desagües internos de filtración del terreno.

La bomba deberá tener la succión en la parte inferior a fin de poder succionar el agua con mayor facilidad, igualmente tener en cuenta que la bomba estará sumergida 60 cm en este nivel se encenderá a fin de evitar uno mayor, el sistema deberá contar con sensores de interruptor por nivel tipo flotador.

Tabla 4.2. Especificaciones para equipos de bombeo de rebombeo tipo carcasa partida de superficie.

BOMBEO SUMERGIBLE DE ACHIQUE PARA POZO DE BOMBEO EN LA PPAP VILLA MARÍA	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Características Comerciales	
Marca	Especificar
País de Origen	Especificar
Referencia	Especificar
Modelo	Especificar
Cantidad a suministrar	1
Características Operativas	
Tipo de equipo de bombeo	Sumergible vertical con soportes e impulsor centrífugo
Altura total dinámica [m]	12
Caudal operativo [l/s]	5
Eficiencia total mínima de la bomba en el punto de operación [%]	70
Velocidad máxima nominal del motor y bomba [rpm]	1800 - 3600
shut-off	30% por encima del Punto de operación
NPSH requerido [m]	Especificar
Lubricación de sellos	Especificar
Caudal máximo operativo (extremo derecho de la curva)	115 %
El caudal operativo no debe ser menor al 90% del caudal del BEP	Requerido
Desviación admisible para la altura total dinámica	± 5%
Desviación admisible para el Caudal	± 8%
Desviación admisible para la eficiencia de la bomba	- 5%
Voltaje de alimentación nominal [V]	220V Monofásico

BOMBEO SUMERGIBLE DE ACHIQUE PARA POZO DE BOMBEO EN LA PPAP VILLA MARÍA	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Protección IP del motor	68
Corriente nominal requerida [A]	Especificar
Eficiencia del motor	Especificar
Aislamiento del motor	Clase F o superior
Frecuencia nominal [Hz]	60
Factor de potencia	Especificar
Potencia motor punto operativo [hp]	2
Características Constructivas	
Tipo de bomba	Centrifuga
Material de la carcasa	Acero Inoxidable
Material de Impulsor	Acero inoxidable 304/316
Tipo impulsor	Cerrado de doble succión
Material Ejes	Acero Inox. 416
Cantidad Sellos Mecánicos bomba (#)	Especificar
Material sello mecánico	Especificar
Cámara de Aceite(SI/No)	Especificar
Tornillería de todo el conjunto motor – bomba incluyendo tuercas y arandelas	Acero Inox. 316/304 SS
Tipo de Acople Motor Bomba	Acople rígido
Buje fijación impulsor	Acero Inox. 316 10 Cr10Ni2Mo
Anillos de desgaste	Acero inoxidable 416 o Bronce Cu-8Sn
Longitud de motor	Especificar
Longitud bomba	Especificar
Longitud total	Especificar
Altura total	Especificar
Ancho total	Especificar
Peso del conjunto motor, bomba, cheque (Kg)	Especificar
Cable encauchetado de conexión	Especificar
Longitud cable encauchetado desde el motor sin empalmes [m]	10
Tipo de succión	Abierta con rejilla control de basuras
Tipo de descarga	Roscada hembra NPT
Protección de motor en agua hasta un nivel de [m]	10
Sensor de temperatura en devanados tipo PT100 con cables incluidos sin empalmes	Requerido
Material carcasa del motor eléctrico	Inoxidable o hierro fundido
Anexos	
Certificado de Balanceo Dinámico.	Requerido
Curva de selección (Punto Operativo, Potencia, NPSHreq, Eficiencia)	Requerido
Catálogo de Motor	Requerido
Catálogo de la bomba	Requerido

BOMBEO SUMERGIBLE DE ACHIQUE PARA POZO DE BOMBEO EN LA PPAP VILLA MARÍA	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Plano de ensamble motor y bomba	Requerido
Garantía conjunto Motor Bomba	Especificar
Certificado por parte de la empresa fabricante y, en caso de tercerizar la consecución del equipo, anexar el certificado del fabricante al proveedor	Requerido

Nota importante: Cada una de las especificaciones a continuación descritas se indicará un subítem relacionada a la instalación correspondiente a fin de tener claridad el sitio adecuado, no se indicará su posición determinada, pero si la cantidad, para verificar e identificar su ubicación se debe remitir a los planos proporcionados.

4.4 MOTOBOMBA SUMERGIBLE TIPO LAPICERO DE POZO PROFUNDO VILLA MARÍA

Tabla 4.3. Especificaciones equipo de bombeo

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EQUIPO DE BOMBEO POZO APARTADÓ		
Especificaciones técnicas	Solicitado	Ofertado
Características Comerciales		
Marca	Especificar	
País de Origen	Especificar	
Referencia	Especificar	
Modelo	Especificar	
Cantidad a suministrar	1	
Características Operativas		
Altura total dinámica [m]	98	
Caudal operativo [l/s]	16	
Eficiencia total mínima de la bomba en el punto de operación con la válvula anti retorno [%]	75	
Velocidad máxima nominal del motor y bomba [rpm]	3600	
shut-off	30% por encima del Punto de operación	
NPSH requerido [m]	7.5	
Presión máxima de operación teniendo en cuenta golpe de ariete	200 mca	
Caudal máximo operativo (extremo derecho de la curva)	115 %	
El caudal operativo no debe ser menor al 90% del caudal del BEP	Requerido	
Desviación admisible para la altura total dinámica	± 5%	
Desviación admisible para el Caudal	± 8%	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EQUIPO DE BOMBEO POZO APARTADÓ		
Especificaciones técnicas	Solicitado	Ofertado
Desviación admisible para la eficiencia de la bomba	- 5%	
Voltaje de alimentación nominal [V]	460	
Corriente nominal requerida [I]	Especificar	
Eficiencia del motor [%]	Especificar	
Aislamiento del motor	Clase F o superior	
Frecuencia nominal [Hz]	60	
Factor de potencia	Especificar	
Potencia motor punto operativo [hp]	Especificar	
Motor Apto para operar con variador de frecuencia [VDF]	Requerido	
Características Constructivas		
Tipo de bomba	Motobomba sumergible, tipo lapicero, multietapas	
Material de tazonos	Hierro fundido ASTM A48, DIN GG-20, GG-25, GG-30, GG-35, GG-40	
Material de Impulsor	Acero inoxidable 304/316	
Tipo impulsor	Cerrado	
Material Ejes	Acero Inox. 416	
Número de etapas	Especificar	
Cantidad Sellos Mecánicos bomba (#)	Especificar	
Material sello mecánico	Especificar	
Cámara de Aceite(SI/No)	Especificar	
Rejilla de succión	Acero Inoxidable 316/304 SS	
Tornillería de todo el conjunto motor – bomba incluyendo tuercas y arandelas	Acero Inox. 316/304 SS	
Tipo de Acople Motor Bomba	Acople rígido	
Buje fijación impulsor	Acero Inox. 316 10 Cr10Ni2Mo	
Anillos de desgaste	Bronce Cu-8Sn	
Válvula cheque roscada NPT	Hierro fundido Dúctil	
Diámetro de la Bomba máximo incluyendo paso de cable [mm]	200	
Diámetro del motor máximo [mm]	200	
Longitud del motor	Especificar	
Longitud bomba	Especificar	
Diámetro de la descarga	Especificar	
Longitud cheque	Especificar	
Longitud total	Especificar	
Peso del conjunto motor, bomba, cheque (Kg)	Especificar	
Camisa de Refrigeración	Requerida	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EQUIPO DE BOMBEO POZO APARTADÓ		
Especificaciones técnicas	Solicitado	Ofertado
Diámetro camisa de refrigeración	Especificar	
Cable flexible multihilo apto para ser sumergido, calibre de acuerdo a la capacidad del motor	Requerido	
Longitud cable desde el motor sin empalmes [m]	98	
Protección de motor en agua hasta un nivel de [m]	150	
Doble Sensor de temperatura introducidos en los devanados del motor del tipo PT100, incluye cables sin empalmes, lo anterior según norma (IECC 60034-25 y IEC 60034-1841) o (Nema MG1-31 y Nema MG1-32)	Requerido	
Material carcasa del motor eléctrico	Acero Inox. 304	
Cojinetes guías del eje en el motor	Grafito	
Anexos		
Certificado de Balanceo Dinámico.	Requerido	
Curva de selección (Punto Operativo, Potencia, NPSHreq, Eficiencia)	Requerido	
Catálogo de Motor	Requerido	
Catálogo de la bomba	Requerido	
Plano de ensamble motor y bomba	Requerido	
Certificado RETIE del motor	Requerido	
Garantía conjunto Motor Bomba Cheque	Especificar	
Certificado por parte de la empresa fabricante y, en caso de tercerizar la consecución del equipo, anexar el certificado del fabricante al proveedor	Requerido	

Nota 5.1: El equipo deberá ser entregado con kits de repuestos que incluya un (1) impulsor fundido, dos (2) juegos de anillos de desgaste, una (1) chaveta o buje de fijación según el método constructivo, dos (2) kits completos de sello mecánico, prisioneros y tornillos de acople entre bomba y motor eléctrico.

Nota 5.2: La bomba deberá contar con válvula de retención o anti retorno, en el cabezal de descarga y deberá ser preferiblemente del tipo tobera, esta válvula debe ser parte integral de la bomba y su curva operativa H vs Q, la tendrá en cuenta, o sea que la curva operativa de la bomba involucra las pérdidas generadas por la válvula de retención.

➤ **Consideraciones constructivas adicionales:**

- Las bombas deben ser fabricadas por procesos de fundición y maquinado, no se aceptan diseños o especificaciones con carcazas, o impulsores troquelados.
- Los impulsores serán, cerrados, fundidos y álabes múltiples, dinámica y estáticamente balanceados.
- La bomba debe tener cheque incorporado después de la última etapa en acero inoxidable, resistentes a los esfuerzos mecánicos y a los desgastes producidos por el agua a mover
- El conjunto del eje e impulsores deberá ser dinámica y estáticamente balanceado y deberá asegurarse el diseño para evitar que se igualen las velocidades críticas con la velocidad de funcionamiento, para que el equipo no entre en resonancia y pueda destruirse o trabajar con vibraciones excesivas que conlleven a un funcionamiento inadecuado y desgaste prematuro de las partes.
- Serán de grado y diseño adecuado para resistir las presiones, esfuerzos y desgaste a que estarán sometidos sin que haya deformaciones permanentes y con resistencia a la fatiga, maquinados y pulidos con precisión y de acuerdo con las tolerancias, acabados y ajustes apropiados de acuerdo con lo recomendado por las normas ANSI B4.1, B4.2 ó B32.4, ISO, DIN o equivalentes, según las piezas a ensamblar, casquillos, manguitos o camisas de desgaste en bronce o acero inoxidable de cualquiera de los mismos materiales permitidos para los impulsores o ejes.
- El grupo motor-bomba se debe suministrar totalmente ensamblado.
- **El conjunto debe tener preferiblemente acople rígido para que el motor maneje todas las cargas, tanto las directas como las inversas en el caso de que estas se presenten.**
- Deberá ser instalada a 107 metros de profundidad aproximadamente, sin embargo, el contratista debe verificarlo con el levantamiento del pozo.
- Debe instalarse una camisa de refrigeración, la cual forzará a que todo el flujo bombeado pase a lo largo de la superficie del motor refrigerándolo. El diámetro interno de la camisa de refrigeración debe ser elegido de tal forma que permita la refrigeración adecuada a la superficie del motor. Para una mejor refrigeración del motor, la velocidad de flujo a lo largo de la superficie de éste debe ser: 0,5 – 2 m/seg. Esta será en acero inoxidable con espesor mínimo de 2.7 milímetros 0 calibre 12 con sistema de seguridad por tornillería contra el cuerpo de la bomba y de fácil extracción para limpieza y mantenimiento del motor eléctrico, no se debe instalar ningún soporte o sistema de aseguramiento en la parte baja de la succión entre la camisa y el motor para evitar su fácil obstrucción por posibles lodos.
- El motor eléctrico deberá ser tipo jaula de ardilla
- El motor trabajará a 460 voltios AC, 60 Hertz (nominal), en una red trifásica, pero debe permitir la variación de su velocidad por variación de frecuencia, variando la frecuencia entre 40 y 60 Hz
- El motor debe tener protección contra inmersión total de agua hasta un nivel de 110 metros.
- Los cojinetes de los motores deben ser en grafito.
- Los bujes guías serán de grafito
- El motor debe tener dos sensores de temperatura en el devanado, del tipo PT-100, con cable incluido no menor a 90 metros sin empalmes.
- El motor eléctrico deberá ser fabricado según normas internacionales que rigen la fabricación de estos equipos.

- La potencia del motor debe ser un 20% por encima de la máxima operativa de una bomba, en su punto de trabajo, según la curva del sistema.
- Se aceptará el incremento de temperatura que admita la norma de fabricación del motor.
- La motobomba debe suministrarse con cable flexible multihilo apto para sumergir, con calibre de acuerdo a la capacidad de motor, las condiciones de potencia máxima requerida (potencia nominal), y una longitud mínima de 90 metros, se debe tener en cuenta que parte del cable está sumergido en el pozo, por lo que el mismo debe ser seleccionado adecuadamente para que no se sobrecaliente en esta condición, y sea el adecuado para la corriente que circulará por cada uno de ellos en ambas condiciones (el sumergido y el instalado externamente) según normatividad vigente NTC 2050.
- El motor deberá ser eléctrico de inducción, y deberá soportar sin daño alguno, como mínimo cinco arranques por hora.
- La chapa, o carcasa del motor deberá ser en acero inoxidable.
- **El motor debe estar diseñado para trabajar en continuo en una frecuencia fija en el rango solicitado.**
- **El motor debe tener cojinete de empuje inferior para las cargas de funcionamiento normal, pero también debe tener sistema de soporte de cargas invertidas en el caso de que estas se presenten.**
- El motor deberá ser capaz de desarrollar la potencia nominal en forma continua, al voltaje y frecuencia nominal, y deberán permitir sin problemas la variación de su velocidad. Teniendo en cuenta las consideraciones de aumento de temperatura establecidas por las normas, y serán diseñados para trabajo pesado.
- El motor será puesto en marcha a través de arranques suaves con rampa de arranque a través de los variadores de velocidad, y también tendrán parada suave con el mismo mecanismo.
- Se deben suministrar planos de conexión y cableado eléctrico para su correcta instalación, manual de operación y mantenimiento, plano de ensamble de la bomba, y un listado detallado con todos los elementos constructivos para facilitar la adquisición de repuestos.

➤ **Pruebas de las bombas:**

- EL PROPONENTE deberá informar cuales pruebas acostumbra y se propone realizar el fabricante a las bombas como parte de su programa de control de calidad, sin costo adicional para LAS EMPRESAS.
- Motor sin carga: Mediciones de corriente, voltaje, frecuencia, velocidad, deslizamiento, potencia, torque nominal, torque máximo y factor de potencia.
- Motor con el rotor bloqueado: Mediciones de corriente, voltaje, frecuencia, torque y potencia consumida.
- Motor a plena carga: Mediciones de corriente, voltaje, frecuencia, velocidad, deslizamiento, potencia y factor de potencia, torque nominal
- Mediciones de eficiencia y factor de potencia: Al 100%, 75% y 50% de carga.

- Medición de la relación de voltaje con rotor bloqueado del motor.
- Chequeo de sobre potencia.
- Resistencia de los devanados del estator.
- Se entregarán las curvas características de cabeza dinámica, potencia, eficiencia y NPSHR contra caudal y la prueba hidrostática de presión.
- De cada una de las pruebas que se realicen, se deberán entregar dos (2) copias de sus protocolos, como parte de los manuales generales de la estación de bombeo.
- Planos, catálogos e información técnica a suministrar con las bombas.
- Como parte del manual general de la estación de bombeo, se deberán entregar los manuales de instalación, operación y mantenimiento de las motobombas, planos de dimensiones principales, planos de despiece y de partes de repuesto, planos de montaje de conjunto, reportes de pruebas en fábrica y todas las curvas características de operación de las bombas, a saber, Q vs H, Q vs NPSHR, Q vs eficiencia.

5 ESPECIFICACIONES DE ACCESORIOS DE CONTROL Y REGULACION EN LAS DESCARGAS E IMPULSIONES

En los siguientes ítems se especifica los elementos como válvulas y cheques necesarios para el sistema, diámetros, materiales constructivos, presiones de operación, cantidades y normas a cumplir

Estos accesorios serán utilizados para el manejo de agua potable por lo tanto deberán cumplir y se exigirán todo lo relacionado a elementos no tóxicos y aptos para este trabajo.

5.1 VÁLVULAS TIPO MARIPOSA

La función de este elemento es permitir el control del caudal bombeado mediante un accionamiento mecánico que impida el retroceso del disco.

Tabla 5.1. Especificaciones técnicas hidráulicas y operativas para la válvula tipo mariposa

Características hidráulicas y operativas	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Marca	Especificar
País de Origen	Especificar
Referencia	Especificar
Modelo	Especificar
Norma de fabricación	ANSI, AWWA, EN, DIN o MSS SP
Diámetro nominal y cantidades	Ver Tabla 5.2 de diámetros, cantidades e instalaciones
Presión nominal mínima	PN16
Bridas ANSI B16.5 Clase 150 bajo la ISO 5211	Requerido
Reductor tipo sinfín corona auto-bloqueante	Requerido
Material y protección Reductor	Hierro fundido resistente a la corrosión con Protección IP 67

Características hidráulicas y operativas	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Tipo de reductor	Corona sinfín con volanta y marcación para identificar la posición de la mariposa al interior
Hermeticidad completa bidireccional	Requerido
Resistir presión diferencial bajo una velocidad mínima de 3 m/s	Requerido
Pruebas en fábrica bajo la norma AWWA C-504 o DIN 3230	Requerido
Factor de seguridad del cuerpo según presión nominal de trabajo a cero fugas	1.5
Factor de seguridad del asiento según presión nominal de trabajo a cero fugas	1.1
Válvula de doble excentricidad	Requerido
Tipo de cuerpo	Lug
Material del cuerpo	Hierro fundido nodular EN-GJS-400-15 y EN-GJS-500-7
Material y fijación del disco	Acero Inox. 316 fijado al eje doblemente pinado
Material del eje	Acero Inox. 316 o 316L
Tornillería	Acero Inox. A2, A4, 316 o 316L
Tipo de empaque	Teflonado ubicado en el cuerpo
Material del anillo de retención	Acero Inox. 304, 316 o 316L
Material y tipo de buje	Doble buje en los extremos en Acero Inox. 316 teflonado
Material Prensaestopa	Acero Inox 316
Material Estopa	Teflón
Certificación del Recubrimiento	Bajo la norma ANSI/ NSF61, GSK o DVGW, KIWA para uso de agua potable
Espesor total del recubrimiento epóxido aplicado en fábrica [μm]	200
Anexos	
Catálogo del producto	Requerido
Catálogo del producto, donde contenga una descripción, materiales de las partes, planos y vistas detalladas para la evaluación.	Requerido
Curvas características del elemento en función del Coeficiente de Caudal [C_v o K_v] según posición	Requerido
Torque operativo	Requerido

Nota 5.1: No se admiten elementos remanufacturados y se debe entregar constancia de fábrica de su fecha de fabricación, fecha de prueba y descripción en español o en inglés, igualmente la marca del fabricante, el diámetro nominal, presión de trabajo y flecha de indicación de la dirección del flujo entre otras características. Solo se debe entregar la información pertinente al producto ofrecido para evitar confusiones en la evaluación de la propuesta.

Tabla 5.2 Cantidades y diámetros de válvulas mariposa

Instalación	Diámetro [in]	Cantidad
Bombeo en PPAP Villa María	12	4
	16	7
	24	4
Bombeo La Lucila II	12	5
	8	3
Tanque elevado Lucila	12	4
Pozo profundo Villa María	6	1
Suministro de repuestos	24	2
	16	4
	12	4

5.2 VÁLVULA TIPO VENTOSA

Las válvulas deberán permitir la expulsión de gran cantidad de aire durante el llenado de la tubería y admisión durante su drenaje o ante una presión negativa, al igual que liberar aire en pequeñas cantidades cuando la tubería esté presurizada.

Esta válvula será instalada sobre una válvula de bola inoxidable tipo 4 tornillos

Tabla 5.3. Especificaciones técnicas hidráulicas y operativas para la válvula tipo Ventosa.

Características hidráulicas y operativas	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Marca	Especificar
País de Origen	Especificar
Referencia	Especificar
Modelo	Especificar
Norma de fabricación	ANSI, AWWA, EN, DIN o MSS SP
Presión de cerramiento hermético [bar]	0.3
Factor de seguridad del cuerpo según presión nominal de trabajo a cero fugas	1.5
Ventosa de triple efecto (expulsión de grandes y pequeños volúmenes de aire a la presión operativa y admisión de grandes volúmenes de aire)	Requerido
Orificio de admisión y expulsión de aire para evitar contrapresiones aprovechando el diámetro efectivo de la ventosa	Requerido
Cantidad a Suministrar	Ver Tabla 5.4 para identificar cantidades, diámetros e instalaciones.
Protección de escape	Filtro o malla de acero Inox.
Tipo de cuerpo	Simple o doble cámara
Material del cuerpo	Fundición de hierro dúctil ASTM A536, GGG40, GGG50 o acero fundido ASTM A216 o equivalentes europeos No se aceptan válvulas plásticas

Características hidráulicas y operativas	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Tapa desmontable	Requerido
Bridas	ANSI B16.5 Clase 150 para PN20
Tipo de obturador	Esférico o cilíndrico con tapas cilíndricas
Material del obturador	Acero Inox. 304 o 316
Material del asiento flexible desmontable del obturador y piezas intercambiables	Elastómero EPDM, NBR u otro apto para agua potable
Tornillería interna y externa	Acero Inox. A2, 304 a 316
Certificación del Recubrimiento	Bajo la norma ANSI/ NSF61, GSK o DVGW, KIWA para uso de agua potable
Espesor total del recubrimiento epóxico aplicado en fábrica [μm]	200
Anexos	
Certificado DVGW o NSF del elemento apto para trabajo con agua potable bajo la ISO 9001:2008 vigente	Requerido
Catálogo del producto	Requerido
Despiece de las partes con planos y vistas detalladas para la evaluación	Requerido

Nota 5.2: No se aceptan válvulas plásticas ni de distribución primaria o secundaria.

Tabla 5.4 Cantidades y diámetros de ventosas

Instalación	Diámetro [in]	Cantidad
Bombeo en PPAP Villa María	2	4
	1/2	4
Bombeo La Lucila II	2	1
Tanque elevado Lucila	2	1
Pozo profundo Villa María	1	1
Suministro de repuestos	2	4
	1/2	3

5.3 VÁLVULA DE CHEQUE TIPO BASCULANTE (SWING) RESORTADO CON CUERPO WAFER

La válvula cheque basculante (Swing) debe ser con cuerpo Wafer, tener su punto de pivote por fuera de la línea de flujo, esta debe poder operar de forma horizontal o vertical.

En el punto del pivote debe haber un resorte que cierre el flujo anticipadamente. Este accesorio será instalado entre el acople flexible tipo dresser y la válvula mariposa.

Tabla 5.5 Especificaciones de cheque tipo basculante

Características hidráulicas y operativas	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Marca	Especificar
País de Origen	Especificar

Características hidráulicas y operativas	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Referencia	Especificar
Modelo	Especificar
Norma de fabricación	ANSI, AWWA, EN, DIN o MSS SP
Diámetro nominal	Ver Tabla 5.6 para identificar cantidades, diámetros e instalaciones
Presión nominal mínima [bar]	PN16
Instalación entre bridas ANSI B16.5 Clase 150 bajo la ISO 5211	Requerido
Tipo de asiento	O-ring
Ubicación de instalación del asiento	En el cuerpo o válvula
Material de asiento	Acero Inox. o EPDM elastomérico
Material del cuerpo	Acero inox.
Material del obturador	Acero Inox.
Material de la tornillería	Acero Inox A2, 304 o 316
Material del resorte	Acero Inox 304 o 316
Material del resto de componentes	Acero Inox
Anexos	
Catálogo del producto	Requerido
Despiece de las partes con planos y vistas detalladas para la evaluación	Requerido
Curvas características del elemento en función del Coeficiente de Caudal [Cv o Kv] según posición	Requerido
Torque operativo	Requerido
Certificado DVWG o NSF del elemento apto para trabajo con agua potable bajo la ISO 9001:2008 vigente	Requerido

Nota 5.3 Solo se debe entregar la información pertinente al producto ofrecido para evitar confusiones en la evaluación de la propuesta. La información entre catálogo, formulario de características garantizadas y planos debe ser consistente, de no serlo la oferta se descartará técnicamente.

Tabla 5.6 Cantidades y diámetros de cheque tipo basculante

Instalación	Diámetro [in]	Cantidad
Bombeo en PPAP Villa María	12	4
Pozo profundo Villa María	6	1
Suministro de repuestos	12	3

5.4 VÁLVULA DE BOLA CIERRE RÁPIDO 4 TORNILLOS

Esta válvula debe ser un elemento de calidad y brindar confiabilidad tanto por su manufactura como por sus componentes internos.

Estas válvulas se requerirán para ser instaladas en los codos de descarga de los pozos donde se instalará la válvula tipo ventosa, en los manifold para toma y medida de presión que será ubicada antes de la válvula mariposa entre otros.

Tablas 5.7 Especificaciones técnicas válvula de bola cierre rápido de 4 tornillos

Características hidráulicas y operativas	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Marca	Especificar
País de Origen	Especificar
Referencia	Especificar
Modelo	Especificar
Norma de fabricación	ANSI, AWWA, EN, DIN o MSS SP
Diámetro nominal	Ver Tabla 5.8 para identificar cantidades, diámetros e instalaciones
Rosca Hembra NPT	Requerido
Presión nominal mínima	PN 16
Material de fabricación	Inox 304/316 o bronce
Obturador en acero inox 304 o teflón	Requerido
Operación de 1/4 de vuelta o 90°	Requerido
Palanca en acero inox 304 o 316	Requerido
Anexos	
Catálogo del producto	Requerido
Despiece de las partes con planos y vistas detalladas para la evaluación	Requerido
Certificado DVWG o NSF del elemento apto para trabajo con agua potable bajo la ISO 9001:2008 vigente	Requerido

Tabla 5.8 Cantidades y diámetros de válvula de bola cierre rápido de 4 tornillos

Instalación	Diámetro [in]	Cantidad
Bombeo en PPAP Villa María	2	4
	1/2	3
Pozo profundo Villa María	1	1
Bombeo La Lucila II	2	
Tanque elevado Lucila	2	
Suministro de repuestos	2	3
	1/2	3

Importante es la Tabla 5.8 solo se identifican las válvulas de bola ubicadas como de seguro para ventosas, en los casos de los manifold de presión se incluirán en su respectivo ítem.

5.5 ACTUADORES ELÉCTRICOS MULTIVUELTA VÁLVULA MOTORIZADA

Los actuadores eléctricos multivuelta para intemperie, deben cumplir las siguientes especificaciones:

Especificaciones Mecánicas:

- El acople de la válvula al actuador, debe ser acorde al tipo de válvula a operar, se tendrán actuadores en el reductor de la mariposa.
- Debe tener un indicador de posición digital sobre el actuador, que indique cual es la posición de la válvula.
- Debe permitir que se pueda instalar en cualquier posición.
- Debe tener un grado de protección IP68-6 metros-72 horas o nema 6P- con un mínimo de 6 operaciones, contra ingreso de sólidos y líquidos.
- La carcasa debe ser en un material resistente, recubierto con pintura epóxica que garantice la resistencia a la corrosión en ambientes húmedos, inmersión temporal y ante presencia de gases como: CO₂ y H₂S. Los tornillos sujetadores y accesorios externos deben ser de material no oxidable.
- El reductor interno del actuador debe ser auto bloqueante tipo sinfín- corona. Por efectos de mantenimiento solo se permite un solo reductor.
- Debe tener una protección mecánica de sobre torque, que evite cualquier daño interno de los equipos dada esta condición.
- El cierre de las válvulas es dextrógiro, es decir, que las válvulas cierran cuando la volante de operación local sea movida en el sentido de las manecillas del reloj.
- Debe proveerse con calentamiento de interior tanto en la electrónica como la potencia.
- Se debe proveer con una volante para operación manual de emergencia, al activarse se debe engranar la volante y simultáneamente desembragar el motor, y viceversa. Al energizar el motor automáticamente se debe desembragar la volante. Durante el servicio del motor la volante no debe girar. El embrague se dará a través de una palanca, botón o mecanismo similar.
- Debe ser posible seleccionar la operación local eléctrico mientras el actuador está en operación eléctrica remota, o dar arranque al motor del actuador mientras la palanca de selección manual/automático está asegurada en manual, sin causar daño al tren impulsor.
- Debe ser posible la desconexión eléctrica y mecánica del motor, sin que se drene el lubricante de la caja de engranajes a otros compartimentos.
- Deberán incluirse los prensacables para todos los cables de entrada y salida (para diámetros de cables estandarizados) que separadamente deban ingresar al convertidor (Potencia y control) que sean de IP68- 6 metros-72 horas o nema 6P- contra ingreso de sólidos y líquidos. Estos se deben entregar instalados en el actuador, deben ser de acero inoxidable o de latón con recubrimiento en níquel.
- Se deben incluir con el actuador, el kit de herramientas necesarias para retiro de tapas y ajustes internos.
- Tanto el motor como el actuador tendrán una placa de identificación, fijada de forma segura, de manera que no pueda ser removida o dañada durante el embalaje, embarque, instalación, operación o mantenimiento.

Especificaciones Eléctricas

- Los actuadores serán adecuados para uso a un sistema Trifásico con **voltaje nominal de 208/220 Voltios**, a 60 Hz. La variabilidad de voltaje permisible debe ser el +/- 10% respecto al nominal exigido. No se permiten aproximaciones de los

voltajes nominales. Los motores serán de encapsulado totalmente sin ventilación (TENV Totally Enclosed Non Ventilated)

- Los aislamientos de todos los componentes del motor eléctrico deben ser mínimo Clase F, con un ciclo de trabajo S2-15.
- Debe tener la capacidad de realizar mínimo 60 arranques por hora
- El motor será desenergizado en caso de que no pueda girar cuando intente mover una válvula o un componente atascado.
- El motor debe ser protegido contra altas temperaturas a través de un termistor garantizando las condiciones de trabajo previamente mencionadas.

Control

- Los actuadores deben ser programables de la siguiente manera:
- Cierre: Deberá ser programable para que sea continuo o escalonado, en un intervalo de tiempo que se ingrese al actuador y que sea modificable.
- Apertura: Deberá ser programable para que sea continuo o escalonado, en un intervalo de tiempo que se ingrese al actuador y que sea modificable. El intervalo de tiempo de apertura será distinto al de cierre.
- Los actuadores deben poder comandarse eléctricamente, tanto local como remotamente.
- Medición de posición sin contacto mediante encoder absoluto o incremental (en el caso de ser incremental, se deberá entregar dos baterías de repuesto originales por cada actuador suministrado). No se admiten potenciómetros o reóstatos que sufren desgaste. El actuador siempre debe reconocer en qué posición se encuentra cuando sea energizado, es decir, dada una falta de energía y un movimiento manual, al retornar la energía automáticamente debe auto referenciarse para así evitar daños en componentes de la válvula, reductor o actuador.
- Debe ser posible ajustar el torque, el número de vueltas, y configurar los contactos de indicación remota, sin necesidad de remover ninguna cubierta del actuador (no intrusivo). El ajuste de torque será como mínimo entre el 50% a 100% del torque nominal.
- La unidad de mando debe tener dos (2) dispositivos de control independientes (desconexión por torque y desconexión por carrera) para desconectar el actuador en la posición final por carrera o por torque.
- El actuador incluirá una pantalla digital local, que muestre desde que este completamente cerrado hasta que esté completamente abierto.
- Se deben incluir en el actuador indicadores de color: correspondientes a posición de abierta, cerrada o falla.
- Se debe suministrar una licencia de software para el PC con carta de autorización para utilizarlo con sus respectivas actualizaciones, que corra bajo Windows XP y Windows 7; para bajar información, configurar o parametrizar el actuador. Igualmente se deben entregar los cables para puerto USB y accesorios necesarios para la comunicación entre ambos equipos.

Selectores y perillas locales

- Integrados al actuador deben estar los controles locales para Apertura, Cierre y Parada y un selector Local/Desconectado/Remoto.

Cableado y Terminales

- El cableado interno será con cable flexible (stranded) aislado, de grado tropical, de calibre apropiado para el control y la potencia respectiva del motor. Cada cable debe estar claramente identificado en sus extremos.
- Los bornes de conexión deben estar embebidos en un bloque de terminales de un compuesto de alta resistencia mecánica.
- El compartimiento de terminales (Potencia) debe estar separado de los demás componentes eléctricos internos (Control) del actuador por medio de sellos herméticos a prueba de agua IP68-6 metros-72 horas o nema 6P.

Comunicación

- Para la conexión del actuador eléctrico al (PLC), se deberá incluir una tarjeta con protocolo Modbus RTU con protección contra sobre tensiones integrada, a través de una interfaz física que garantice la comunicación de los equipos para separaciones de los mismos, hasta de 100 metros.
- Esta comunicación debe permitir generar los comandos de abrir, cerrar, parar y comando prioritario de emergencia (ESD), desde el PLC; así como visualizar como mínimo la información de tipo analógica o digital que se especifique a continuación:
- Señal analógica de posición
- Señal analógica de torque
- Posición del selector (Local/desconectado/remoto)
- Señal colectiva de avería (falla en la alimentación, disparo del térmico, pérdida del voltaje de control etc)
- Señal de paro por sobretorque
- Señal de paro por límite de carrera (totalmente cerrado o abierto)
- Debe ser capaz de enviar una señal análoga y una digital de otros instrumentos.

Medio de configuración

- Para la programación deberá tener la posibilidad de ser a través de un computador portátil vía bluetooth y/o cable con puerto USB o comunicación infrarroja.

Certificado de prueba de funcionamiento

- Cada actuador debe ser probado en su funcionamiento, y los certificados individuales de prueba serán suministrados.

Pruebas mínimas realizadas

- Punto de disparo de la medición del par en ambas direcciones de la carrera para apertura y cierre.
- Determinar la corriente al punto de disparo del máximo par.
- Obtener la velocidad de salida del actuador.
- Efectuar prueba de alto voltaje.
- Ajuste y verificación de los interruptores de límite de apertura y cierre, para operar tan cerca de los extremos de la carrera como sea práctico hacerlo.

- Cada actuador debe ser operado totalmente abierto y cerrado al menos tres (3) ciclos completos, después de haber efectuado los ajustes necesarios.
- Capacidad de efectuar la operación de posición abierta y cerrada del actuador utilizando el operador manual.
- Capacidad de deshabilitar la operación del operador manual sobre el actuador.
- Prueba de protocolos de comunicación
- Cada actuador debe tener un certificado de las pruebas arriba mencionadas. El certificado debe estar de acuerdo a los procedimientos de control de calidad del fabricante.

No se admiten elementos remanufacturados y se debe entregar constancia de fábrica de su fecha de fabricación, fecha de prueba y descripción en español o en inglés.

5.6 UNIONES UNIVERSALES FLEXIBLES RÍGIDAS TIPO DRESSER

Los sistemas de bombeo requieren una serie de uniones flexibles tipo dresser, entre tuberías sin necesidad de instalar bridas.

Tabla 5.9 Especificaciones uniones universales

Características técnicas generales de la unión mecánica flexible	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Uniones Universales flexibles deben ser conformes a las normas ANSI/AWWA C219, fabricadas en acero al carbón.	Requerido
Las uniones y sus empaques serán fabricados para una presión de trabajo mínima de 1,40 MPa. (200 psi) y probadas a presiones de 2,45 MPa. (350 psi.). Cuando se utilicen uniones con elementos metálicos tendrán un recubrimiento anticorrosivo según las especificaciones de la norma AWWA C 550, los cuales además tendrán un mejoramiento para prevenir los desgastes ocasionados en la manipulación de transporte y almacenamiento.	Requerido
La rigidización consiste en tener tres extensiones a cada lado del tubo separadas de tal manera que exista el espacio suficiente de desmontar. Las extensiones rigidizantes deberá hacerse en láminas de 1/2 pulgada soportadas con pie amigos.	Requerido
Estas se unirán con espárragos de diámetro 3/4 de pulgada y con tuercas a ambos lados.	Requerido

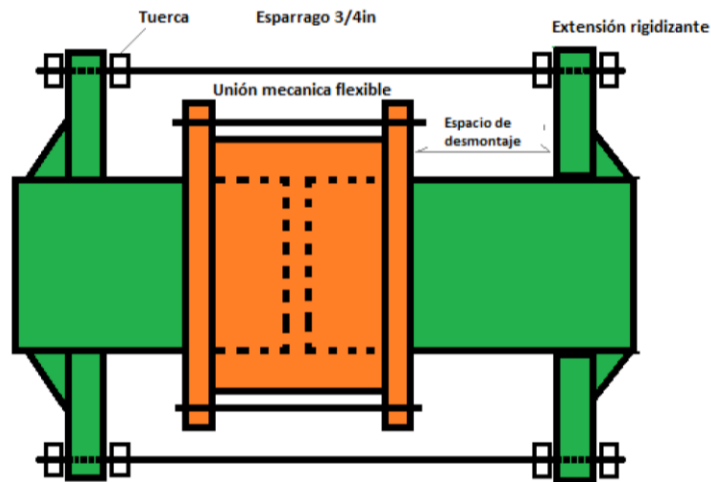


Figura 5.1 Esquema de instalación unión dresser con sistema de aseguramiento

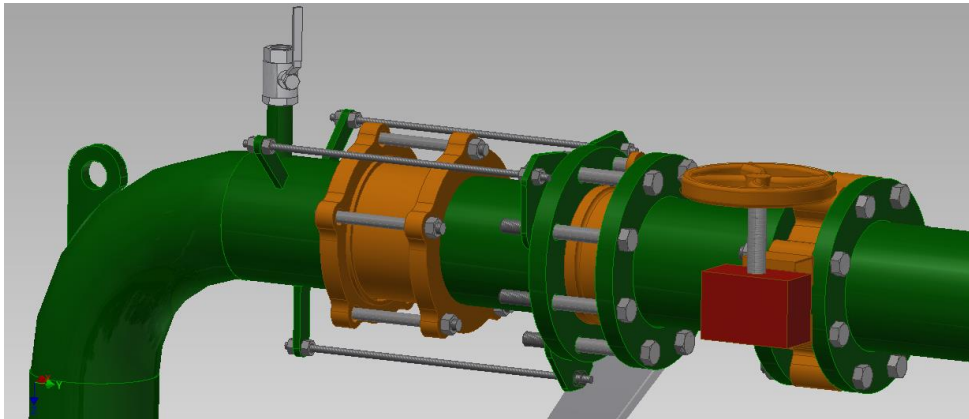


Figura 5.2 Sistema de acople entre codo de descarga y sistema de conducción.

En la Tabla 5.10 se determina la cantidad de acoples tipo dresser a utilizar en el proyecto electromecánico identificando sus características correspondientes que pueden cambiar según el material de tubos a unir o acoplar.

Tabla 5.10 Cantidades y diámetros de las uniones flexibles tipo dresser

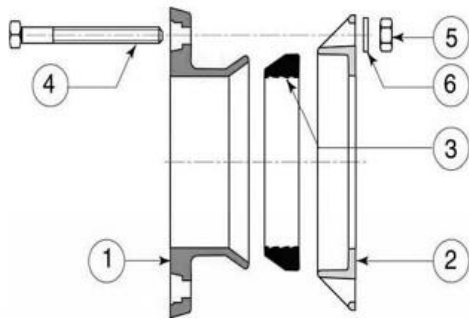
Instalación	Características	Diámetro [in]	Cantidad
Bombeo en PPAP Villa María	Tubos de acero a ambos lados	12	4
	Tubos de acero y GRP	12	4
Tanque elevado Lucila	Tubos de GRP a ambos lados	12	4

5.7 BRIDAS UNIVERSALES PARA ACOPLE DE TUBOS LISOS

Estos accesorios son necesarios en ubicaciones donde se requiere instalar un elemento de control de flujo, sea válvula mariposa o cheque a fin de ahorrarse un niple bridado. El empaque de la brida universal dependerá del tipo de tubo a asegurar.

Tabla 5.11 Especificaciones bridas universales

Características técnicas generales de la unión mecánica flexible	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Bridas Universales flexibles deben ser conformes a las normas ANSI/AWWA C219, fabricadas en acero al carbón.	Requerido
Las uniones y sus empaques serán fabricados para una presión de trabajo mínima de 1,40 MPa. (200 psi) y probadas a presiones de 2,45 MPa. (350 psi.). Cuando se utilicen uniones con elementos metálicos tendrán un recubrimiento anticorrosivo según las especificaciones de la norma AWWA C 550, los cuales además tendrán un mejoramiento para prevenir los desgastes ocasionados en la manipulación de transporte y almacenamiento.	Requerido
Las bridas serán bajo el estándar ANSI B16.1 clase 150	Requerido
Estas se unirán con espárragos de diámetro 3/4 de pulgada y con tuercas a ambos lados.	Requerido



ITEM	PARTES	MATERIALES	RECUBRIMIENTO
1	Cuerpo	FGS	Resina epoxy
2	Prensa	FGS	Resina epoxy
3	Sello	EPDM	
4	Perno	Acero	Galvanizado
5	Tuerca	Acero	Galvanizado
6	Golilla	Acero	Galvanizado

Figura 5.3 Esquema de la brida universal

Tabla 5.12 Cantidades y diámetros de las uniones flexibles tipo dresser

Instalación	Características	Diámetro [in]	Cantidad
Bombeo en PPAP Villa María	Tubos de acero	16	7
	Tubos de GRP	24	4
Pozo profundo Villa María	Tubos de acero	6	1
Bombeo La Lucila II	Tubos de acero	8	4
	Tubos de acero	12	6

Tamaño de Uniones según Diámetro nominal y exterior de Tubería de <u>Acero, PVC y HD</u>						
Diámetro Nominal Tubería		Tamaño Nominal de unión mecánica		Diámetro Exterior de Tubería (mm)		
				Acero (A)	PVC	HD
Equivalente Americano	Equivalente Europeo	Diámetro nominal de la unión (pulg)	Diámetro nominal de la unión (mm)	Según ANSI B36.10 ANSI B36.19	Según ASTM D2241	Según EN545 /ISO2531
Tamaño Nominal de tubería (NPS) – pulg	Diámetro Nominal (DN) - mm			SCH40 SCH STD	RDE 21 RDE 13.5	C25 C30 C45
2	50	2	50	60.3		NA
2 ½	65*	73	2 1/2	73		77
3	80	80	3	88.9		98
4	100	100	4	114.3		118
5**	125	125	5	141.3		144
6	150	150	6	168.3		170
8	200	200	8	219.1		222
10	250	250	10	273.0		274
12	300	300	12	323.9		326
14	350	350	14	355.6		378
16	400	400	16	406.4		429
18	450	450	18	457.2		480
20	500	500	20	508		532
22***	550	550	22	558.8	NA	NA
24	600	600	24	609.6	NA	635
*El diámetro nominal para HD es 60						60
**En PVC dicho tamaño no es comercial						
*** Es un diámetro muy poco comercial para válvulas y accesorios						

Figura 5.4 Tabla de especificaciones uniones mecánicas flexibles.

Tabla 5.13 Especificaciones uniones mecánicas

Características técnicas generales de la unión mecánica flexible	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Uniones Universales flexibles deben ser conformes a las normas ANSI/AWWA C219 o norma EN correspondiente.	Requerido
material de la manga será en acero al carbón 1020 o un acero superior en resistencia	Requerido
Los anillos deberán ser fabricados en hierro nodular ASTM A 536 grado 60-40-18 o grado 65-45-12 o podrá ser EN-GJS-400-15 o EN-GJS-500-7. La fundición deberá estar libre de socavaciones y rechupes o porosidades.	Requerido

Características técnicas generales de la unión mecánica flexible	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Las uniones y sus empaques serán fabricados para una presión de trabajo a la nominal y una presión de prueba de 1.5 veces la nominal.	Requerido
La manga y los anillos deberán estar pintados bajo la norma AWWA C210, C550 o equivalente europeo.	Requerido
Los espárragos serán bajo ASTM A193 grado B8 clase1 (304), o bajo norma europea A2 o A4	Requerido
Las tuercas serán fabricadas según ASTM A194 grado8 (304), o bajo norma europea A2 o A4	Requerido
Las arandelas planas serán en 304.	Requerido
Los asientos flexibles deben ser EPDM o NBR que cumpla la norma ASTM D2000	Requerido

5.8 VÁLVULA TRIPLE DUTY

Las válvulas Triple Duty ayudan a hacer que el sistema opere tan eficientemente como sea posible, reduciendo el consumo de energía del sistema y ahorrando con ello dinero. Adicionalmente se ahorra espacio, tiempo y más dinero ya que provee diseños compactos que incorporan múltiples características, reduciendo el número de productos y materiales requeridos en la instalación y sobre todo reduce el espacio requerido en los cuartos de bombeo.

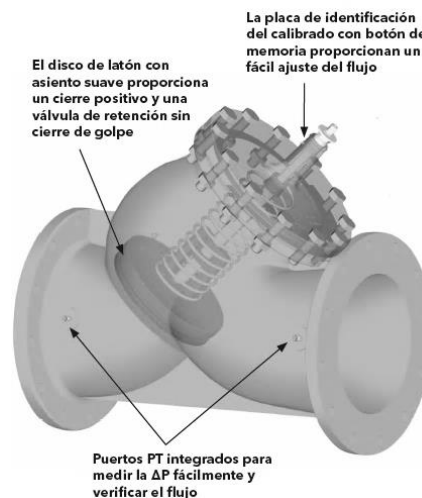


Figura 5.3 Esquema de la válvula triple Duty

La placa de calibrado en la válvula Triple Duty ajusta el rango de flujo y el botón de retención permite fácilmente reajustar la válvula después del cierre. El diseño del disco con asiento suave previene que haya ruido y daño potencial que pueda estar asociado con el ruido de la válvula. Esto también proporciona un cierre positivo permitiéndole aislar la bomba del resto del sistema. La válvula de retención previene que el flujo regrese y evita la circulación por gravedad en bombas multietapas y en sistemas de bombeo en paralelo, previniendo daños en la bomba y transferencia de calor no deseado a través del sistema.

Tabla 5.14 Especificaciones técnicas hidráulicas y operativas para la válvula triple Duty.

Características hidráulicas y operativas	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Marca	Especificar
País de Origen	Especificar
Referencia	Especificar
Modelo	Especificar
Norma de fabricación	ANSI, AWWA, EN, DIN o MSS SP
Diámetro nominal [in]	8
Cantidades proyecto	3
Cantidades suministros	1
Presión nominal mínima	PN16
Bridas ANSI B16.5 Clase 150 bajo la ISO 5211	Requerido
Hermeticidad completa bidireccional	Requerido
Resistir presión diferencial bajo una velocidad mínima de 3 m/s	Requerido
Pruebas en fábrica bajo la norma AWWA C-504 o DIN 3230	Requerido
Material del cuerpo	Hierro fundido nodular EN-GJS-400-15 y EN-GJS-500-7
Material y fijación del disco	Acero Inox. 316 fijado al eje doblemente pinado
Tornillería	Acero Inox. A2, A4, 316 o 316L
Tipo de empaque	Teflonado ubicado en el cuerpo
Material del anillo de retención	Acero Inox. 304, 316, 316L o bronce
Certificación del Recubrimiento	Bajo la norma ANSI/ NSF61, GSK o DVGW, KIWA para uso de agua potable
Espesor total del recubrimiento epóxico aplicado en fábrica [μm]	200
Anexos	
Catálogo del producto	Requerido
Catálogo del producto, donde contenga una descripción, materiales de las partes, planos y vistas detalladas para la evaluación.	Requerido
Curvas características del elemento en función del Coeficiente de Caudal [Cv o Kv] según posición	Requerido
Torque operativo	Requerido

6 ESPECIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS DE MEDIDA

Cada uno de los sistemas de bombeos debe incluir una serie de instrumentos electrónicos que permitan monitorear y asegurar la eficiencia y rendimiento del bombeo a fin de transmitir cualquier información con respecto a caudales, presión, niveles, temperaturas, lo cual es crucial para determinar en qué momento el equipo debe ser extraído o intervenido para mantenimiento, así como para establecer los parámetros de operación durante la configuración para su automatismo.

Nota importante: EL CONTRATISTA realizará la instalación, tendido del cableado o acometida de alimentación y transmisión de datos tipo Modbus y configuración de todos los equipos que suministrará, adicionalmente deberá incluir dentro del suministro la programación de todos los instrumentos y garantizar en común acuerdo con el proveedor del sistema de control la comunicación de todos los instrumentos suministrados por él.

Toda la instrumentación debe aterrizarse adecuadamente, se conectará a tierra únicamente en el lado de los tableros.

6.1 MEDIDOR ELECTROMAGNÉTICO DE CAUDAL

El medidor electromagnético o macro-medidor para las especificaciones técnicas se precisa que cuando se hace referencia al medidor electromagnético o medidor simplemente, se debe interpretar como el conjunto primario es donde residen las bobinas y los electrodos y el elemento secundario como la unidad electrónica.

Nota importante: Para los sistemas principales de bombeo y rebombeo se instalarán después de los tres grupos de bombeo a fin de censar la cantidad total de caudal bombeado entre tubos de Ø12" acero, en el caso del pozo profundo se instalará después de la válvula mariposa para tubería de Ø6" acero, igualmente se instalarán dos equipos de estos en cada red o tubo de salida del tanque elevado para la distribución a la comunidad en tubos de Ø12" teniendo en cuenta cada uno de los accesorios necesarios para su operatividad, confiabilidad e integridad. Todos los medidores a instalar deben de ser la misma casa fabricante para garantizar compatibilidad en todos los sistemas relacionados a datos y comunicación.

Este medidor deberá cumplir todas las especificaciones detalladas en la Tabla 6.1, se deberá instalar al menos 5 diámetros libres de cualquier accesorio aguas arriba y 4 diámetros libres aguas abajo.

Tabla 6.1 Especificaciones técnicas del medidor electromagnético

Características técnicas generales de la medición	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Marcas	Especificar
País de Origen	Especificar
Referencia	Especificar
Modelo	Especificar
Norma de fabricación	Especificar
Diámetro nominal	Ver Tabla 7.2 para identificar los diámetros, instalaciones y cantidades necesarias
Presión nominal mínima	PN 16
Medidor tipo inducción electromagnética por ley de Faraday	Requerido
Precisión máxima permisible para velocidades mayores de 0.5 m/s	0.2%

Características técnicas generales de la medición	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Repetitividad permisible para velocidades mayores 0.5 m/s	0.15%
Error máximo permisible en condiciones óptimas de 5 diámetros aguas arriba y 5 diámetros aguas abajo	± 0.5%
Capacidad de medición y resistencia de velocidades de -5 m/s a 10 m/s	Requerido
Capacidad de medición de flujo bidireccional y capacidad de totalizarlo	Requerido
Características técnicas Elemento Primario	
La excitación de las bobinas debe producirse mediante la pulsación de una señal de corriente directa. El equipo debe tener una señal de respuesta lineal y directamente proporcional a la rata instantánea de caudal del líquido.	Requerido
Todos los electrodos deben ser en acero inoxidable 316.	Requerido
Con el fin de garantizar la exactitud y minimizar los errores causados por los efectos de la conductividad interna de la tubería adyacente al elemento primario, se debe utilizar como criterio de diseño una relación L/D (longitud/diámetro) de 1.5 o mayor para diámetros igual o menores a DN600.	Requerido
Debe proveerse con sensores de detección de tubería vacía para minimizar las inexactitudes en la totalización.	Requerido
Características técnicas Elemento Secundario	
Debe ser de electrónica integrada al tubo.	Requerido
El material del encerramiento del convertidor deberá ser aluminio o acero inoxidable.	Requerido
Debe ser diseñado para operación con una tensión de línea continua desde 24 a 30 VDC.	Requerido
Los convertidores deben ser intercambiables entre sí, para medidores de igual o diferentes diámetros, sin que esto afecte la configuración del conjunto medidor o que se requiera recalibración del conjunto.	Requerido
La unidad electrónica del convertidor debe ser de estado sólido y controlado por microprocesador. Todos los parámetros de operación deben ser configurables por el usuario localmente a través de un arreglo de teclado óptico, magnético o capacitivo (no se aceptan pulsadores, ni membranas) y una pantalla de visualización que permita la operación desde el exterior del instrumento, sin necesidad de remover ninguna cubierta. Esto con el propósito de garantizar que en todo momento se conserve el grado de protección especificado. La programación también se deberá poder hacer a través de un computador	Requerido
La pantalla integral del convertidor debe tener al menos dos (2) líneas de 12 caracteres alfanuméricos cada una para visualización de la rata instantánea de caudal, el totalizador (ambos en unidades de ingeniería de lectura directa) e indicadores de estado del equipo.	Requerido
Cuerpo	

Características técnicas generales de la medición	
Especificaciones técnicas	Solicitado
El cuerpo debe ser bridado bajo la ANSI 16.5 clase 150, las bridas deben ser soldadas al cuerpo.	Requerido
Las distancias entre caras de bridas del medidor (FTF) debe cumplir BS ISO 13359	Requerido
Las bridas deben ser en acero al carbón con pintura epóxica, se aceptan en acero inoxidable 316.	Requerido
El cuerpo debe ser en acero inoxidable.	Requerido
Comunicaciones	
Modbus RTU.	Requerido
Suministrar una salida discreta (salida por transistor o por relevo).	Requerido
Para el caso de falla de la alimentación debe tener retención de la configuración, en memorias EEPROM o similares, sin requerir baterías de respaldo.	Requerido
Protección contra transitorios de voltaje en el bus de campo modbus.	Requerido
Software y Programación	
Las unidades básicas requeridas son L/s y m ³ /s (múltiplos y submúltiplos) para caudal y m ³ (múltiplos y submúltiplos) para los totalizadores. La pantalla debe ser de fácil visualización en áreas de luz solar directa o zonas de baja iluminación. Para este efecto debe suministrarse con iluminación interna.	Requerido
Debe tener un algoritmo de reducción de ruido y auto diagnósticos continuos con indicación en caso de detectar alguna falla.	Requerido
Los medidores deben estar en capacidad de interactuar (software y hardware internos incluidos) con un sistema externo (software y hardware) de tal manera que se pueda obtener un Certificado Impreso de Verificación de la Calibración del equipo. Esto con el propósito de obtener reportes que soporten los requerimientos de Calidad ISO 9000 de la empresa y que permitan la trazabilidad en el desempeño del instrumento durante su vida útil. No se admiten protocolos de chequeo con multímetros o elementos similares. El software deberá poder correr en los sistemas operativos Windows 2000 y XP o 7.	Requerido
El sistema debe contar con password, para evitar cualquier modificación de la programación del equipo por personal no autorizado	Requerido
El menú de configuración debe ser en idioma inglés o español.	Requerido
Recubrimiento Externo	
Las partes del medidor que sean en acero al carbón deben tener un tratamiento especial (pintura, revestimiento etc.) que los proteja de los ambientes corrosivos que se dan en las cámaras de medición, donde hay alta presencia de humedad, vapor de agua clorada y los rayos directos del sol, igualmente la pintura o recubrimiento debe tener una alta adherencia, resistencia química y resistencia a la abrasión. Lo anterior debe	Requerido

Características técnicas generales de la medición	
Especificaciones técnicas	Solicitado
garantizar que no haya deterioro alguno en las bridas, con el montaje adecuado del medidor	
Acorde a la norma EN ISO 12944-1, la durabilidad de pintura de pintura debe ser alta.	Requerido
Según EN ISO 12944-2, la pintura deberá resistir ambientes C5-M.	Requerido
Recubrimiento Interno	
Su aplicación es para agua cruda con contenido de arenas, debe ser suministrado con recubrimiento interno de caucho duro o mejor.	Requerido
Aspecto Constructivo y Protección	
IP de los elementos primario: IP67	Requerido
Tipo de construcción: Electrónica integrada, es decir, elemento secundario ubicado sobre el tubo del medidor.	Requerido
Prensacables	
Debe suministrarse para el medidor los prensacables fabricados en acero inoxidable o aluminio, del mismo grado IP del medidor, para todos los cables que separadamente deban ingresar al convertidor (potencia, comunicaciones, señales). Deben entregarse instalados.	Requerido
El diámetro de los cables 4x16 AWG para potencia y 4x22 para comunicación Modbus son de 8mm a 12mm aprox.	Requerido
Sistema de Puesta a Tierra	
Se deben suministrar dos anillos de puesta a tierra construidos en acero inoxidable SS 304 (o un material de mayor resistencia a la corrosión).	Requerido
Kit de cable de tierra y accesorios, para aterrizar el medidor de acuerdo a lo sugerido en los manuales.	Requerido
Garantía.	
Se debe ofrecer garantía con atención en el sitio de montaje del equipo que será en el Municipio de Turbo Departamento de Antioquia y las atenciones serán realizadas por un técnico especialista certificado en fábrica.	Requerido
Ubicación para el montaje	
El medidor de caudal electromagnético se deberá montar aguas arriba de la válvula mariposa teniendo en cuenta que se debe respetar una separación mínima de 5 diámetros de esta y se debe respetar una separación de 3 diámetros a cualquier elemento instalado aguas abajo del medidor.	Requerido
Anexos	
Catálogo del producto	Requerido
Certificado de pruebas bajo cumplimiento de la OIML R49 medidores clase 1	Requerido
Certificado de calibración (húmeda) contra un medidor maestro que sea aceptado por el "National Institute of Science and Technology" NIST o entidad similar (PTB, BIPM, UK, CNCR, CENAM, etc), la calibración debe realizarse mínimo en dos	Requerido

Características técnicas generales de la medición	
Especificaciones técnicas	Solicitado
puntos del rango de operación y adjuntar los resultados con el equipo garantizando curva de operación.	
Certificado por parte de la empresa fabricante y, en caso de tercerizar la consecución del equipo, anexar el certificado del fabricante al proveedor	Requerido

Nota 6.1: Se permite diámetro reducido. No se admiten medidores del tipo inserción ni cuerpo wafer.

Tabla 6.2 Especificación de cantidades, diámetro e instalación de los medidores de caudal electromagnéticos.

Instalación	Diámetro [in]	Cantidad
Bombeo en PPAP Villa María	12	1
Pozo profundo Villa María	6	1
Bombeo La Lucila II	12	1

6.2 TRANSMISOR DE PRESIÓN

El instrumento es de vital importancia para permitir censar la presión manométrica al interior de los sistemas de bombeo mediante una transferencia de datos de 4 a 20 mA, uno de estos deberá ser instalado en el pozo profundo Villa María en un manifold entre válvulas de bola cierre rápido de 4 tornillos para que en caso de requerirse mantenimiento se pueda acceder a este sin necesidad de afectar el sistema de bombeo, para los sistemas de bombeo en la PPAP se necesitarán uno (1) para cada grupo y uno (1) totalizador, mientras que para el rebombeo en la Lucila II serán dos (2) por cada grupo, a la succión y descarga, y al final antes del macromedidor. Estos deben cumplir las exigencias descritas en la Tabla 6.3

Tabla 6.3 Especificaciones para transmisor de presión

Características técnicas generales de la medición	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Marca	Especificar
País de Origen	Especificar
Referencia	Especificar
Modelo	Especificar
Norma de fabricación	Especificar
Cantidad a suministrar	Ver Tabla 6.4 cantidades específicas por cada instalación
Condiciones Hidráulicas	
Rango de operación del transmisor de 0 – 100 metros columna de agua [mca]	Requerido
Condiciones de Metrología y Operativas	
SPAN Configurable	Requerido

Características técnicas generales de la medición	
Especificaciones técnicas	Solicitado
El error máximo permisible será $\pm 0.2\%$ del rango.	Requerido
El Transmisor de presión debe ser calibrado hidráulicamente en fábrica (Calibración húmeda) contra un medidor maestro que sea aceptado por el "National Institute of Science and Technology", NIST ó entidad similar (PTB, BIPM, UK, CNCR, CENAM, CEM etc.). La calibración debe realizarse mínimo en tres puntos del rango de trabajo y sus resultados deben adjuntarse con cada equipo ya que su curva de calibración deberá ser garantizada.	Requerido
Elemento Primario	
Tipo de sensor	Celda de medición cerámica, seca, Hastelloy, o material de mayor especificación.
Material del cuerpo	Aluminio, Hastelloy, 316 o material de mayor especificación.
Elemento Secundario	
Deberá tener un display digital con botones capacitivos u ópticos no se aceptan pulsadores mecánicos.	Requerido
El voltaje de alimentación será de 12 a 30 VDC o un rango más amplio.	Requerido
Debe tener funciones para diagnóstico de la celda.	Requerido
Material de la carcasa (Elemento secundario): Aluminio con pintura epóxica o en inoxidable 316. La pintura será de acorde a la norma EN ISO 12944-1, la durabilidad de pintura de pintura debe ser alta. Según EN ISO 12944-2, la pintura deberá resistir ambientes C5M.	Requerido
Protocolo o señal de comunicación: 4–20 mA (análoga).	Requerido
Conexión eléctrica: Dos hilos tanto para potencia, como para señal de corriente y uno para Conexión de tierra.	Requerido
Conexión al proceso roscada de diámetro menor o igual a una pulgada.	Requerido
Se deberá instalar protección contra transitorios de voltaje en el lazo 4- 20 mA.	Requerido
Aspectos Constructivos y Protección	
IP del elemento primario:	IP68
Prensacables	
Debe suministrarse para la celda de presión los prensacables fabricados en acero inoxidable o aluminio, del mismo grado IP del medidor. Deben entregarse instalados.	Requerido
El diámetro de los cables 4x16 AWG.	Requerido
Ubicación para el Montaje	
Toma de presión por parte del transmisor debe ser después de la válvula mariposa en el sentido del flujo	Requerido
Anexos	
Catálogo del producto	Requerido

Características técnicas generales de la medición	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Certificado de pruebas bajo cumplimiento de la OIML R49 medidores clase 1	Requerido
Certificado de calibración (húmeda) contra un medidor maestro que sea aceptado por el “National Institute of Science and Technology” NIST o entidad similar (PTB, BIPM, UK, CNCR, CENAM, etc), la calibración debe realizarse mínimo en dos puntos del rango de operación y adjuntar los resultados con el equipo garantizando curva de operación.	Requerido
Certificado por parte de la empresa fabricante y, en caso de tercerizar la consecución del equipo, anexar el certificado del fabricante al proveedor.	Requerido

Tabla 6.4 Identificación de cantidades y ubicaciones de cada transmisor de presión.

Instalación	Cantidad	Ubicación
Bombeo en PPAP Villa María	3	Uno por cada grupo y en la descarga antes de válvula mariposa
	1	Antes de la válvula mariposa y posterior al macromedidor
Pozo profundo Villa María	1	En la descarga antes de válvula mariposa
Bombeo La Lucila II	3	A la descarga de cada grupo entre la válvula mariposa y la válvula triple duty
	3	A la succión de cada grupo en la reducción excéntrica
	1	Después del macromedidor
Suministro de repuestos	2	

6.3 MEDIDOR DE NIVEL SONDA HIDROSTÁTICA

Este tipo de instrumentos nos permite conocer los niveles y/o profundidades del espejo de agua o de ubicación de la succión de los equipos en el caso de las motobombas de pozo profundo, igualmente se implementarán en los tanques para determinar qué tan llenos o vacíos están y serán cruciales para asegurar la filosofía de la operación de todos los sistemas de bombeo y rebombeo.

Tabla 6.5 Especificaciones medidor de nivel o sonda hidrostática

Características técnicas generales de la medición	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Marca	Especificar
País de Origen	Especificar
Referencia	Especificar
Modelo	Especificar
Norma de fabricación	Especificar

Características técnicas generales de la medición	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Cantidad a suministrar	Ver Tabla 6.6 para identificar los sitios de instalación y los rangos necesarios
Rango de medición	
Error máximo permisible	
± 0.2 % del rango	
Elemento Primario	
Material del cuerpo	Acero inoxidable 316 o superior
Alimentación de voltaje.	12 a 30 VDC
Salida de corriente.	4 a 20 mA (análoga).
Debe tener protección contra sobretensiones interna.	Requerido
Conexión eléctrica por dos hilos para la alimentación, como para señal de corriente y uno para Conexión de tierra.	Requerido
Debe suministrarse mínimo 120 m metros de cable continuo, apto para trabajo sumergido que permita realizar la conexión en el tablero.	Requerido
Diámetro de la sonda.	Igual o menor a 30mm
Instalar protección contra transitorios de voltaje en el lazo 4- 20 mA.	Requerido
Ubicación para el Montaje	
El medidor de nivel hidrostático se debe montar al mismo nivel de la rejilla de succión de la bomba que está aproximadamente a 107 metros de la superficie del terreno, confirmar con el instalador de la bomba, teniendo la precaución de asegurarlo adecuadamente con amarres plásticos.	Requerido

Tabla 6.6 Identificación de rangos y cantidades de medidor de nivel o sonda hidrostática según instalación.

Instalación	Cantidad	Rangos
Tanque de 1500 m3 para sistema de bombeo de La Lucila	1	0 a 10 mca con cable de 10 m
Pozo profundo Villa María	1	0 a 200 mca con cable de 200 m
Tanque bajo 2000 m3 Lucila II	1	0 a 10 mca con cable de 10 m
Suministro de repuestos	2	0 a 10 mca con cable de 10 m

6.4 MANÓMETRO

Este elemento será paralelo al transmisor de presión y de igual forma medirá la presión del sistema como medio de respaldo en caso tal que el transmisor se descalibre o genere una medida inconsistente. Será ubicada en todo aquello sistema de manifold de presión.

Se deberá incluir todos los niples y racores necesarios para realizar su instalación sobre el manifold de presión ubicados en todos los sistemas.

Para realizar todas las conexiones correspondientes de los manómetros se deberán utilizar los sellos o teflón para evitar cualquier fuga.

Tabla 6.7 Especificaciones Manómetros

Características técnicas generales de la medición	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Marca	Especificar
País de Origen	Especificar
Referencia	Especificar
Modelo	Especificar
Norma de fabricación	Especificar
Cantidad a suministrar	11
Rango de precisión	0 a 20 bares o 0 a 300 psi
Unidades de identificación	Bares y psi
Los manómetros deben ser amortiguados en glicerina, su caja de construcción debe ser en acero inoxidable.	Requerido
Debe tener diafragma para evitar la intrusión de sólidos en el mecanismo.	Requerido
La conexión al proceso con racor NPT Ø1/2".	Requerido
El manómetro se debe suministrar con su válvula de guarda tipo bola toda en acero inoxidable correspondiente para las mismas condiciones de presión, con conexión al proceso NPT 1/2" y válvula de purga de 1/4". Los niples y racores también deben ser en acero inoxidable 304.	Requerido
Anexos	
Certificado de calibración trazable por un laboratorio reconocido por la ONAC, SIC o jerarquía superior, esto aplica para todos menos el medidor de caudal electromagnético.	Requerido

Nota 6.2: Suministro debe ser completamente nuevo, no se permiten elemento re-manufacturados, no se permiten elementos desgastados por efectos de almacenamiento.

6.5 TRANSMISOR DE PRESIÓN TIPO PT100

TAG: TT-A10, TT-A20, TT-A30, TT-B10, TT-B20, TT-B30, TT-C10, TT-C20, TT-C30.

Transmisor para montaje en cabezal forma B, norma DIN EN 50446.

Características

Funciones de diagnóstico:	Circuito abierto, circuito en corto, error en cableado, falla de Hardware
Tipo de entrada:	1 entradas - RTD PT100 3 hilos
Salida:	4-20mA
Linealización:	Temperatura lineal, resistencia lineal, voltaje lineal
Aislamiento galvánico:	2kV AC
Tiempo de respuesta:	< 1 s
Indicación:	Pantalla LCD 2 líneas
Voltaje:	24 VDC
Resolución:	Conversor A/D 15 bit o mayor
Grado de protección:	IP 67

Material de la carcasa: Aluminio con pintura epóxica o en inoxidable 316.

La pintura será de acorde a la norma EN ISO 12944-1, la durabilidad de pintura de pintura debe ser alta. Según EN ISO 12944-2, la pintura deberá resistir ambientes C4.

Debe incluir placa en acero inoxidable marcada con el TAG del equipo según P&ID anexo

Clasificación según Norma NFPA 820

El transmisor será instalado en una zona clasificada según la NFPA820 Clase I Grupo D División 2 por la posible presencia de gases explosivos.

6.6 SWITCHE DE NIVEL TIPO ELECTRODOS

TAG: LSL/LSH-A00, LSL/LSH-B00, LSL/LSH-C00, LSH-A01, LSH-A02, LSH-B01, LSH-B02, LSH-C01, LSH-C02.

El sistema de control de respaldo para el nivel del tanque será un medidor nivel conductivo, el cual se basa en la medición de la resistencia eléctrica del medio que se quiere controlar. Los electrodos en contacto con el medio recogen dicha información al cerrar el circuito eléctrico entre los distintos electrodos y la transmiten al relé de nivel que actuará según su modo de trabajo. Su función será activar / desactivar un relé en de acuerdo al límite de nivel del líquido alcanzado alto o bajo.

Para el desarrollo de la aplicación de control en el PLC, se tendrá en cuenta que las señales de este medidor se tendrán como respaldo del medidor de nivel tipo radar, de tal forma que las acciones de control se toman con base en el medidor tipo radar y en caso de falla actuara con el sensor de electrodos.

Para protección de las motobombas:

La posición del primer electrodo de comando estará a 1 metro por encima del fondo para alarmar por bajo nivel y sacar de servicio el bombeo, y el segundo electrodo de comando estará para el caso de la PPAP a 3.8 metros, para tanque bajo 9.7 por encima del fondo para la reposición de las condiciones operativas de cada bombeo, el electrodo común se posicionará a 5 centímetros del fondo.

Para la alarma por colmatación.

La posición del primer electrodo de comando estará a 30 centímetros por encima del fondo para la reposición de la alarma por colmatación, y el segundo electrodo de comando estará 120 centímetros por encima del fondo para la alarma de colmatación de la reja, el electrodo común se posicionará a 5 centímetros del fondo.

Rango de medición

Para los TAG LSL/LSH-A00, LSL/LSH-B00, LSL/LSH-C00:

Longitud para nivel bajo: 12 mts

Longitud para nivel alto: 3 mts

Para los TAG: LSH-A01, LSH-A02, LSH-B01, LSH-B02, LSH-C01, LSH-C02.
Longitud para nivel alto: 6 mts.

Características

Tipo de sensor:	Conductivo con tres (3) varillas aisladas o en acero inox.
Tensión de electrodos:	17 Vca aislados.
Distancia máxima	
Control - electrodos:	50 m.
Cantidad de contactos:	Dos (2) contactos doble tiro (DPDT)
Grado de protección:	IP 66 según IEC 60529
Tipo de conexión:	Rosca NPT 1 ½"
Material de sensor:	Acero inoxidable 316
Principio físico:	Conductivo
Alimentación:	masa positiva o negativa 24 VDC.
Capacidad máxima:	5 A @ 250 Vca; 5 A @ 24 Vcc

Las varillas deberán ser recortables a medida durante la instalación.

Para los equipos que se instalarán después de las rejillas: El mismo equipo deberá contar con la medición de nivel bajo y nivel alto.

Para los equipos que se instalarán en el foso de bombas: Solo se medirá nivel alto.

Debe incluir placa en acero inoxidable marcada con el TAG del equipo según P&ID anexo.

7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA SUCCIÓN E IMPULSIÓN DIRECTAMENTE DE LOS BOMBEO.

A continuación, se describirá todas las especificaciones necesarias que se deben cumplir con respecto a todos los elementos y sus respectivos accesorios a la impulsión para los sistemas de bombeo, rebombeo de la Lucila y pozo profundo, todas estas descripciones deben cumplirse con el fin de mantener la integridad de todo el conjunto.

7.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA TUBERÍA DE ACERO AL CARBÓN

Se presenta toda la información acerca de las especificaciones de las tuberías, niples, bridas, accesorios, esquema de pinturas entre otras, estas aplicaran para cada uno de los elementos a fabricar de todos los elementos, no se especificarán para cada pieza ya que aplican para todos y aquellos elementos que se identificaran en los planos correspondientes.

Los materiales para las tuberías se identificarán en los planos, según esta descripción se exige la requerida a usar en los sistemas cumpliendo con las especificaciones plasmadas en la Tabla 7.1, en la Tabla 7.2 se determina los diámetros de tuberías a utilizar en los sistemas, las cantidades el contratista deberá identificarlas en los planos.

Los diámetros nominales se clasificarán según la ANSI los cuales se manejan en pulgadas, para el caso de otro de tipo de tubería en diferente material se recurrirá a lo norma que aplique para especificar sus características.

Tabla 7.1 Especificaciones de la tubería de impulsiones

Características técnicas generales de la tubería de impulsión	
Especificaciones técnicas	Solicitado
La tubería en acero al carbón será según ASTM A53 grado B debe fabricarse bajo la norma ANSI/ASME B36.19. Cumpliendo el código ANSI- ASME B31.3.	Requerido
Para las tuberías y accesorios de los manifold de presión y toma de muestras serán en acero inoxidable también bajo las mismas indicaciones	Requerido
La manufactura del tubo debe ser sin costuras.	Requerido
El espesor debe ser según SCH 40 o STD para todos los diámetros de tubería	Requerido
Para acero al carbón el material será según ASTM A53 grado B. Para acero inoxidable el material debe ser ASTM A312 tipo 304/316.	Requerido
Deberá presentarse antes de cualquier proceso de manufactura la tubería “cruda” con marcaciones legibles, según ASTM A53, donde indique: Diámetro, Schedule, Material y Grado, lote de colada. El lote, diámetros, espesores debe ser consistente con el certificado de colada.	Requerido
Anexos	
Certificados de colada del material de dichos componentes, consistentes con la norma ASTM A53, cumpliendo los valores máximos y la compensación de carbón por manganeso. Debe ser consistente con los lotes de producción marcada en la tubería.	Requerido

Nota 7.1: Las dimensiones de las tuberías deben ser acorde a los planos anexos correspondientes al diseño de los sistemas de bombeo a la descarga e impulsión.

Tabla 7.2 Diámetros de tuberías en acero a utilizar en los sistemas.

Instalación	Diámetro	Función
Bombeo en PPAP Villa María	10"	Impulsión justo a la descarga de la bomba
	12"	Codo de descarga e impulsión hasta empalme a tubería GRP
	16"	Succión después de tubo de 24 GRP
	18"	Camisa de pozo para aislamiento de bombeo
Pozo profundo Villa María	6"	Impulsión hasta empalme a tubería polietileno
Bombeo La Lucila II	6"	Aunque no se utiliza tubería de 6, se requiere fabricar una reducción concéntrica de 8 a 6
	8"	Tubería a la descarga de las bombas después de reducción
	12"	Succiones y descarga en todo el sistema

7.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA TUBERÍA PEAD

Dentro del alcance de estas especificaciones solo se utilizará en una instalación tubería de polietileno ya que para el resto se implementarán tubos en acero y GRP, para esta instalación las especificaciones se detallarán en la Tabla 7.3 y solo aplican para la tubería de impulsión del sistema de bombeo por pozo profundo al interior de la PPAP Villa María.

El contratista debe asumir no solo el suministro sino también la instalación bajo tierra y la pega de los codos del mismo material y especificaciones los cuales se detallan en el ítem 7.6, la tubería irá bajo tierra al menos 1.4 metros hasta que llegue al tanque de aireación, esta debe ser asegurada contra la cara del tanque en concreto, todo esto asumido por el contratista, al finalizar el tramo superior debe ser instalado un codo PEAD o de polietileno direccionando hacia abajo para evacuar el agua captada del pozo.

Tabla 7.3 Especificaciones tubería PEAD

Características técnicas generales de la tubería de impulsión PEAD	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Diámetro Nominal	DN 160
Presión Nominal	PN 16
RDE	11
Cantidad [m]	35
Procesos de control de las Dimensiones y Tolerancias	NTC 3358
Procesos de control de las Resistencia Hidrostática	NTC 3578
Procesos de control de las Reversión Longitudinal	NTC 4451-1
Anexos	
Certificados de prueba según la Norma Técnica Colombiana 4585.	Requerido

7.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS REDUCCIONES DE ACERO

Los sistemas incluyen una serie de reducciones tanto normalizadas o estándar como fabricadas, esta última deberán ser fabricadas según longitudes tal como se indica en los planos, los espesores en lámina de acero al carbón A53 será de 1/4" o 6 mm según sea de mayor comercialización.

Tabla 7.4 Especificaciones reducción acero al carbón

Características técnicas generales de la tubería de impulsión	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Diámetro nominal de las reducciones	Ver Tabla 7.4 para verificar cantidades y diámetros
La reducción en acero al carbón debe fabricarse bajo la norma ANSI/ASME B16.9.	Requerido
La manufactura de la reducción debe ser sin costuras.	Requerido
El espesor debe ser según SCH 40.	Requerido
Para acero al carbón el material será según ASTM A53 grado B.	Requerido
Deberá presentarse antes de cualquier proceso de manufactura la reducción "cruda" con marcaciones legibles, según ASTM A53, donde indique: Diámetro, Schedule, Material y Grado, lote de	Requerido

Características técnicas generales de la tubería de impulsión	
Especificaciones técnicas	Solicitado
colada. El lote, diámetros, espesores debe ser consistente con el certificado de colada.	

Tabla 7.5 Cantidades y ubicaciones de cada reducción

Instalación	Cantidad	Descripción
Bombeo en PPAP Villa María	3	10" x 8" concéntrica estándar
	3	12" x 10" concéntrica estándar
Bombeo La Lucila II	1	12" x 8" concéntrica estándar
	3	8" x 6" concéntrica fabricada
	3	12" x 8" excéntrica fabricada

7.4 ESPECIFICACIONES DE BRIDAS FORJADAS EN ACERO

Para validar la cantidad de bridas y diámetros el contratista debe remitirse no solo a la Tabla 7.5 donde se identifica los diámetros de tubería a utilizar, sino también a los planos correspondientes, solo se acepta unas bridas modificadas y es la que se deben soldar a los codos de descarga del bombeo sumergible tanto Lucila como pozo profundo villa Maria, siendo brida de Ø18" a tubo de Ø12" por tres unidades y brida Ø12" a tubo de Ø6" para codo de descarga respectivamente, tener presente que cada brida debe traer maquinada un prensa cables para la sujeción del cable de potencia de las bombas; este accesorio está sujeto al diámetro del cable suministrado por el fabricante de las bombas.

Tabla 7.6 Especificaciones bridas forjadas

Características técnicas generales de bridas forjadas	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Las bridas comprendidas entre Ø1/2" y Ø24", deben ser suministradas bajo norma ANSI/ASME B16.5, tanto en los requerimientos de perforación, espesor, tolerancias.	Requerido
El tipo de brida será tipo slip-on con superficie de contacto con realce (raised face).	Requerido
Las bridas deben ser forjadas, no se permiten bridas fundidas ni cortadas de láminas.	Requerido
El material de las bridas y de cualquier otro componente forjado será un ASTM A105N.	Requerido
Las bridas se deben soldar con tres cordones externos y con uno interno, siguiendo la normatividad ASME Pressure vessel code.	Requerido
Clase de brida	150

Todas las bridas serán de la clase 150 a no ser que se especifique lo contrario en planos, siendo el caso las bridas que acoplan a las bombas de superficie de la Lucila II por medio de las reducciones fabricadas en su menor diámetro las cuales son bajo la clase 125.

7.5 ESPECIFICACIONES DE CODOS EN ACERO AL CARBÓN

Para poder direccionar el flujo a un sitio dado es necesario implementar una serie de codos de acero, en la Tabla 7.7 se identifican sus especificaciones y en la 7.4 las cantidades y

diámetros según instalaciones solo para el caso de los codos en acero, para los codos en PEAD verificar el ítem 7.6.

Tabla 7.7 Especificaciones codos radio largo forjados

Características técnicas generales de codos radio largo forjados	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Los codos deben ser forjados y suministrados bajo la norma dimensional ANSI B16.9 para soldar a tope. Los componentes serán de SCH STD o 40.	Requerido
No se permiten accesorios manufacturados de láminas o tubería cortada. El material de estas será del mismo material de la tubería.	Requerido
Los codos deben ser tipo “codo radio largo” .	Requerido
No se debe soldar en ningún momento alguna brida directamente sobre el codo, siempre debe instalarse un niple o tramo de tubo para evitar interferencias al momento de ensamblar el sistema con su respectiva tornillería.	Requerido

Tabla 7.8 Cantidades y ubicaciones de los codos

Instalación	Cantidad	Descripción
Bombeo en PPAP Villa María	8	90° radio largo de 12”
	1	45° radio largo de 12”
Pozo Profundo Villa María	3	90° radio largo de 6”
Bombeo La Lucila II	2	90° radio largo de 12”
	4	45° radio largo de 12”
	1	90° radio largo de 8”
	3	45° radio largo de 8”

7.6 ESPECIFICACIONES DE CODOS EN PEAD

Tabla 7.9 Especificaciones codos PEAD

Características técnicas generales de la tubería de impulsión PEAD	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Diámetro Nominal	DN 160
Presión Nominal	PN 16
RDE	11
Cantidad [m]	Ver tabla 7:10
Procesos de control de las Dimensiones y Tolerancias	NTC 3358
Procesos de control de las Resistencia Hidrostática	NTC 3578
Procesos de control de las Reversión Longitudinal	NTC 4451-1
Anexos	
Certificados de prueba según la Norma Técnica Colombiana 4585.	Requerido

Tabla 7.10 Cantidades y ubicaciones de los codos

Instalación	Cantidad	Descripción
Pozo Profundo Villa María	3	90° radio largo

7.7 ESPECIFICACIONES DE TEE BRIDADA REDUCIDA A LA SALIDA

Para continuar con la filosofía estructural del sistema de succión para los sistemas de bombeo, es necesario contar con dos (2) nuevos accesorios para dirigir el flujo de a los equipos por medio de un múltiple de succión, considerando instalaciones futuras, por lo tanto, se instalará una TEE a cada costado para direccionar el flujo. Ver Tabla 7.11 para especificaciones técnicas.

Tabla 7.11 Especificaciones de TEE reducida bridada

Características técnicas generales de TEE bridada con reducción a la salida	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Las TEE deben ser forjados y suministrados bajo la norma dimensional ANSI B16.1	Requerido
No se permiten accesorios manufacturados de láminas o tubería cortada. El material de estas será del mismo material de la tubería.	Requerido
Tee debe ser reducida a la salida 24" x 24" x 16" bridada ANSI B16.5 clase 125	Requerido
Cantidad a suministrar e instalar	2

7.8 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LOS ESQUEMAS DE PINTURA

Estas especificaciones aplican para todos y cada uno de los elementos en acero al carbón y otros elementos aquí identificados.

Preparación de superficie: Los trabajos de preparación de superficies están normalizados por varias asociaciones internacionales siendo las más difundidas la norma Americana STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCI (SSPC SP), NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS (NACE) y la norma ISO 8501-11988 definiendo en cada categoría los distintos procedimientos requeridos para realizar una correcta limpieza de superficie previo a la aplicación de un revestimiento o pintura.

Normas SSPC SP: La metodología utilizada se basa en la comparación de la superficie tratada con el patrón de la norma.

Normas ISO 8501-1 1988: La metodología utilizada se basa en la comparación de la superficie tratada con el patrón de la norma con transparencias.

El producto deberá garantizar en su totalidad el color de la referencia indicada y limpieza según normas especificadas en tabla 7.12. así también como el espesor mínimo de pintura exterior, el cual debe ser de 200 micras, se recomienda tres (3) capas de pintura especificada en la tabla referenciada.

Nota Importante: Al momento de realizar el montaje de cada uno de los elementos en acero al carbón, sea tubería, codos, Tee, bridas, deben haber sido realizadas por las normas de limpieza de la SSPC, NACE o NTC. y pintadas en al menos una capa de anticorrosivo para su posterior retoque aplicación de las otras dos capas faltantes.

Tabla 7.12 Especificaciones esquema de pintura

Características técnicas generales del esquema de pintura	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Pintar externamente válvulas, cheques y otros accesorios.	RAL 2003
Pintar externamente Motor (en caso tal que el esquema de pintura de fábrica sea mejor y mayor al expuesto en estas especificaciones se dejará el inicial)	RAL 5013
Pintar externamente tubería	RAL 6016
Pintar externamente guardas, barandas de escaleras y plataformas según norma NTC 1461	RAL 1003
Pintar externamente base con recubrimiento de acabado en un solo componente a base de caucho sintético resistente a aguas saladas, dulces y a temperatura máxima de 60°C en seco y 40°C en inmersión.	Requerido
Toda las pinturas y recubrimientos deben cumplir la norma NFS 61	Requerido
La aplicación de la pintura se debe hacer con pistola y aire comprimido. Internamente con rodillo o con pistola u otro método que garantice los espesores mínimos y sus tolerancias.	Requerido
Pintura Externa	
La superficie externa se debe acondicionar para pintar con una limpieza con chorro abrasivo hasta tener un acabado SSPC-SP5, adicionalmente se contempla la posibilidad de grado SSPS-SP11 en las zonas donde con chorro abrasivo no se pueda.	Requerido
1ra capa) Epoxi-zinc triple, espesor 3 mills.	Requerido
2da capa) Epóxico, espesor 3mills.	Requerido
3ra capa) Pintura de Poliuretano, espesor 2mills.	Requerido
Pintura Interna	
Todos los recubrimientos internos deben ser con pintura apta para agua potable, la misma debe ser certificada por el fabricante de la pintura de acuerdo al lote aplicado. La superficie interna se debe acondicionar para la pintura con una limpieza de acabado SSPC-SP2, SSPC-SP3 y donde hubiere lugar a SSPC-SP5.	Epoxi-zinc triple, espesor 3 mills.
	Pintura epóxica de alto contenido de sólidos, espesor 12mills.
Se debe realizar recubrimiento y protección interna de la tubería de la red de conducción (cabezales de succión y descarga) según norma AWWA C104/A21.4, AWWA C116/A 21.16, AWWA D104, AWWA C550, NTC 2629, NTC 4777, NTC 747, el fabricante de la tubería deberá realizar en sitio la reparación del recubrimiento en las juntas internas garantizando su homogeneidad.	Requerido
Anexo	

Características técnicas generales del esquema de pintura	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Certificado de medición de espesores en al menos 5 puntos distanciados equitativamente	Requerido
Certificado del tipo de pintura aplicada apta para agua potable.	Requerido

Nota 7.2: Se aclara que ni los ejes, ni el acople, ni las placas de características deben ir pintados.

Nota 7.3: La pintura se debe aplicar después de cortes y soldaduras.

Nota 7.4: La instrumentación no se debe pintar.

Nota 7.5: Todos los recubrimientos internos deben ser con pintura apta para agua potable, debe ser certificada por el fabricante de la pintura cuando se inicie el contrato.

Nota 7.6: El producto con mala preparación de la superficie, mala aplicación del recubrimiento, por exceso o deficiencia de capa de pintura, no se recibirán.

Nota Importante 01: Se deberá dar una garantía por calidad de pintura de al menos tres (3) años después de su aplicación, cualquier generación de óxido presentada durante este tiempo será corregido lo más pronto posible.

Nota Importante 02: En todos los casos EL CONTRATISTA deberá suministrar el certificado de conformidad del recubrimiento exigido por el Reglamento Técnico de Tuberías (Resolución 1166 y 1127 del anterior MAVDT) y sus respectivos anexos, también deberá verificar que los lotes certificados corresponden a los lotes entregados.

7.9 ESPECIFICACIONES DE SOLDADURA PARA ELEMENTOS DE ACERO AL CARBÓN

Las siguientes especificaciones aplicarán para todos y cada uno de los elementos a soldar en acero al carbón usando las mejores prácticas y normas de seguridad

Tabla 7.13 Especificaciones de soldadura

Características técnicas generales de soldadura aplicada	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Se debe preparar la superficie antes de aplicar cualquier cordón de soldadura realizando lo filetes técnicamente recomendados según espesores y cantidad de soldadura a aplicar para asegurar la correcta penetración y unión entre elementos.	Requerido
Los electrodos a utilizar son: el 6010 para el primer cordón, los siguientes tres cordones para el relleno y presentación será 7018. Siguiendo la normativa ASME -IX	Requerido
El inspector debe tener certificación vigente. Este deberá hacer la inspección final y hacer la recepción de las soldaduras.	Requerido
Se debe realizar inspección visual al 100% de la soldadura aplicada y certificar por medio de un inspector calificado en END (de tintas penetrantes o ultrasonido) El porcentaje de inspección será al 100% de las juntas.	Requerido
Anexo	

Características técnicas generales de soldadura aplicada	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Se debe preparar la superficie antes de aplicar cualquier cordón de soldadura realizando lo filetes técnicamente recomendados según espesores y cantidad de soldadura a aplicar para asegurar la correcta penetración y unión entre elementos.	Requerido
Certificado del soldador vigente por uno organismo nacional reconocido.	Requerido
Informe de resultados de inspección en la soldadura	Requerido
Libro de soldadura	Requerido
Registro fotográfico de fabricación	Requerido

Nota 7.7: Niples con soldaduras porosas, irregulares, incompletas, no se recibirán.

Nota 7.8: La tubería soldada a tope para SCH40 debe tener mínimo 3 cordones de soldadura y debidamente filteadas.

Nota Importante: Se deberá realizar pruebas con tintas penetrantes alrededor de las soldaduras entre bridas y tubos a fin de corroborar su correcta funcionalidad y método de aplicación. Se debe dejar constancia un registro fotográfico. No se recibirá trabajos de soldadura antiestéticos o que se observen con porosidades y/o mala penetración en las soldaduras, los cordones entre tubos y bridas, entre tubos y entre otras piezas debe ser totalmente homogéneo y consistente en todo el perímetro, para bases de soporte no se acepta láminas pandeadas por exceso calor producido por altas temperaturas

7.10 ESPECIFICACIONES DE TORNILLERÍA, INCLUYE ESPÁRRAGOS O VARILLAS ROSCADAS, TUERCAS Y ARANDELAS

Para la instalación de la tornillería se debe realizar con los diámetros estándares según las bridas a utilizar en sus respectivos tubos, en algunos casos donde las bridas asegurarán algún accesorio como válvulas o cheques con cuerpo lug y wafer respectivamente y requerirán varillas roscadas con tuerca a ambos lados.

Para el sistema de tornillería entre bridas, para anclaje, de seguridad entre otros se deberá tener muy en cuenta el tipo de material exigido, no se permitirá la combinación de grados entre tornillos o varillas roscadas, cada una con sus respectivas tuercas y arandelas. Es muy importante que después de asegurada la tuerca contra la cara del elemento roscada en un tornillo determinado, este último deba sobresalir entre 3 a 10 hilos.

Las características de la tornillería deben ir de acorde a la norma ANSI B16.5, esto incluye diámetro, longitud, maquinado y cantidad requerida.

El material de la tornillería deberá ser en acero inoxidable, la tuerca deberá tener un grado diferente al perno o espárrago de tal forma que no forme grano, para evitar la corrosión por par galvánico o su fundición al momento del apriete

Los espárragos serán Inoxidable 304 bajo ASTM A193 grado B8 clase1 Rosca UNC clase 2A, las tuercas serán fabricadas según ASTM A194 grado 8M Rosca UNC clase 2B material Inoxidable 316, las arandelas planas serán fabricadas en acero Inoxidable 304. El ensamble

será con lubricante sólido a base de níquel y grafito, se requieren dos tuercas y dos arandelas por esparrago.

Información del y Tamaño nominal de la Válvula y Bidas		Diámetro nominal del esparrago, tuerca y arandela	Longitud de esparrago	Componentes por válvula Bridada-Brida según diámetro		
Diámetro nominal de válvula(NPS)	Diámetro nominal de válvula(DN)			Espárragos/ válvula bridada-bridada	Tuercas por válvula bridada-bridada	Arandelas por válvula bridada-bridada
In	Mm	pulg.	mm	un/válvula	un/válvula	un/válvula
2	50	5/8	82.55	8	16	16
2 ½	65	5/8	88.9	8	16	16
3	80	5/8	88.9	8	16	16
4	100	5/8	88.9	16	32	32
5	125	3/4	95.25	16	32	32
6	150	3/4	101.6	16	32	32
8	200	3/4	107.95	16	32	32
10	250	7/8	114.3	24	48	48
12	300	7/8	120.65	24	48	48
14	350	1	133.35	24	48	48
16	400	1	133.35	32	64	64
18	450	1	146.05	32	64	64
20	500	1 1/8	158.75	40	80	80
24	600	1 1/8	171.45	40	80	80

Figura 7.1 descripción de tornillería a utilizar

Nota Importante: No se permite pintar la tornillería, no se requiere tuercas de seguridad teflonadas ni arandelas de presión, toda la tornillería debe ser ANSI. La tornillería de aseguramiento del múltiple de descarga y salida del pozo para el bombeo Lucila en la PPAP Villa María deberá ser grado 5 para asegurar confiabilidad e integridad de los sistemas. Se necesita para orden de registro e informativo la orden de compra para corroborar tal grado o un registro fotográfico donde se visualice tal propiedad.

Importante: solo se acepta especificaciones diferentes de tornillería las que vengán directamente con los equipos de bombeo o con la válvula triple duty.

Tabla 7.14 Especificaciones Tornillería en general

Características técnicas generales de la tornillería	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Las características de la tornillería deben ir de acorde a la norma ANSI B16.5, esto incluye diámetro, longitud y maquinado.	Requerido
Los espárragos o varillas roscadas será bajo ASTM A193 grado B8 clase 1. Rosca UNC clase 2A.	Requerido
Las tuercas serán fabricadas según ASTM A194 grado 8M. Rosca UNC clase 2B.	Requerido
Las arandelas planas	Requerido
El ensamble será con lubricante sólido a base de níquel y grafito para aceros inoxidable, marcas: Molycote, Loctite o similar. Si el ítem se requiere instalado deberá incluirse en el costo unitario.	Requerido
Material para la tornillería, tuercas, arandelas y varillas roscadas especificadas como grado 2 serán galvanizados, para los especificados como grado 5 serán en acero al carbón,	Requerido
Las cantidades deberán ser corroboradas por el contratista según la cantidad de uniones o acople a realizar entre tubos y accesorios.	Requerido
El torque aplicado a la tornillería durante el ensamble de los equipos se realizará con un torquímetro que marque el torque	

Nota 7.9: Se requieren dos tuercas por esparrago y dos arandelas por esparrago.

Nota 7.10: El ensamble será con lubricante sólido a base de bronce con el fin de evitar sobre cargar a torque la tornillería y facilitar a futuro el desmonte de los mismos sin problema.

Nota 7.11: Para válvulas con cuerpo wafer o lug la longitud de las varillas roscadas se deben considerar de tal forma que entre caras de la válvula más 1/8 de espesor del empaque. Se requiere la mita de tuercas y arandelas.

Las varillas roscadas para aseguramiento de acople flexible tipo dresser serán del mismo diámetro de la tornillería de las bridas con su correspondiente diámetro, serán de material galvanizado grado 2, el agujero para este sistema de seguridad será de 1/8" por encima del solicitado para permitir cierta holgura durante la instalación de los mismos.

No se acepta en ningún caso instalar tornillos galvanizados o de acero con tuercas inoxidable o dispares, ambos elementos al igual que las arandelas serán del mismo material.

Se exige que después de torqueado el tornillo contra la tuerca el primero sobresalga al entre 3 y 10 hilos de rosca. No se acepta que el tornillo quede escondido al interior de la tuerca después de terminado el ensamble. En caso que la varilla roscada o tornillo se deforme deberá ser cambiado, se recomienda seguir procedimiento de apriete de uniones bridadas según norma ASME sección VIII Div 1 Apendice 2, ASME B31.3 Process Piping.

7.11 ESPECIFICACIONES DE EMPAQUES ENTRE BRIDAS

Tabla 7.15 Especificaciones empaques

Características técnicas generales de los empaques	
Especificaciones técnicas	Solicitado
El empaque debe ser conformes al ANSI B16.21	Requerido
El material será de neopreno reforzado con nylon internamente de 1/8 in de espesor	Requerido
El corte de los empaques debe ser completamente circular, no se permiten cortes con tijeras u otra herramienta que no le dé la forma adecuada, tanto interna como externa.	Requerido
No se aceptan empaques cuyo diámetro exterior intercepte las zonas de la tornillería	Requerido
No se aceptan empaques cuyo diámetro interior intercepte las zonas de flujo del agua	Requerido
Cantidad	El contratista realizará el proceso de revisar la cantidad de empaques que requiere, no se acepta ningún empalme entre bridas sin empaque.

Nota Importante: Para asegurar la no existencia de fugas mientras se arranca u opera cualquiera del sistema de bombeos aquí definidos, se hace indispensable la concentricidad y paralelismo entre caras de bridas. El empaque entre las bridas de Ø18" del soporte para los grupos de bombeo en la PPAP es crucial no solo para evitar que el agua de alimentación de los tanques sino también para evitar el ingreso de agua contaminada al sistema.

7.12 ESPECIFICACIONES DE PERNOS DE ANCLAJE TIPO CUÑA

Tabla 7.16 Especificaciones de pernos de anclaje

Características técnicas generales de los pernos	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Diámetro nominal del tornillo	Según diámetro de agujero de las bases de los equipos de bombeo de superficie para Lucila II, para los bombeos de PPAP y pozo profundo serán de Ø1/2"
Longitud total	Al menos 6" de longitud para cualquiera de los casos
Cantidad	Serán identificados por las contratitas para los 6 grupos de bombeo y el soporte del pozo profundo
Material de fabricación	Inoxidable 304
Marca Power Fasteners o similar	Requerido
Características de los pernos de anclaje	cabeza roscada y tuerca hexagonal

Nota 7.12: Los pernos de anclaje deberán ser instalados a golpe de martillo

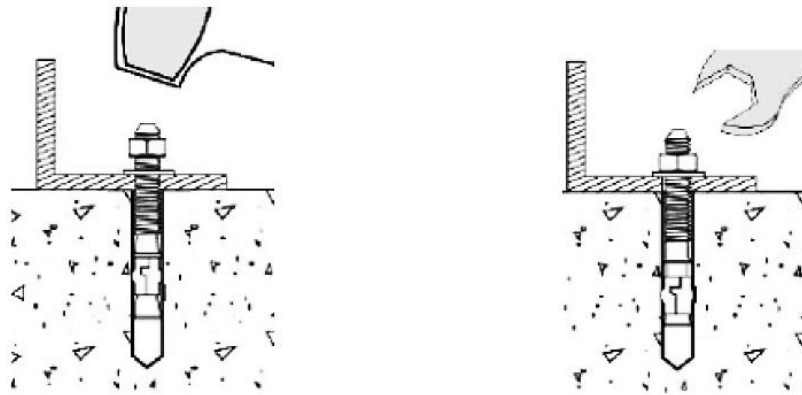


Figura 7.2 Instalación de pernos de anclaje

7.13 ESPECIFICACIONES DE SOPORTE PARA TUBERÍAS EN ACERO ESTRUCTURAL

Con el fin de brindar confiabilidad y resistencia para soportar toda la tubería de descarga y de succión, estos soportes deberán realizarse en sitio teniendo en cuenta cualquier tolerancia respecto al ideal. En total se requerirán 9 soportes, 4 para los múltiples de succión y descarga de los grupos de Casanova y Lucila, 4 para el sistema de succión principal, 2 a cada lado y serán ubicados debajo de la Tee y otros para el codo de dirección hacia arriba. Los planos de fabricación de para estos se representa en los planos correspondientes

Tabla 7.17 Especificaciones soporte para tuberías

Características técnicas generales de soporte para tubería	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Sistema de acero para soportar las cargas hidráulicas estables y transitorias, además de los pesos del niple.	Requerido
Estará compuesto de una abrazadera cuyos semicírculos están elaborados de lámina de ¼ in. Cada semicírculo debe tener un empaque de neopreno de 1/8 de in. La abrazadera deberá tener pernos de acero galvanizado grado 2 con sus respectivas tuercas,	Requerido
Los perfiles verticales e inclinados será perfil estándar “H”, este aplica para los apoyos de los múltiples y codo de salida del pozo.	Requerido
El soporte para las Tee de la succión principal deberá realizarse	
Los pernos de fijación son de anclaje tipo cuña identificados en el ítem 7.12	Requerido
Deberán ser pintados con anticorrosivos y dos capas de pintura gris.	Requerido
Cantidad a suministrar e instalar	4 para los múltiples de succión y descarga de los grupos de Casanova y Lucila

Características técnicas generales de soporte para tubería	
Especificaciones técnicas	Solicitado
	4 para el sistema de succión principal, 2 a cada lado y serán ubicados debajo de la Tee
	1 para el codo de dirección hacia arriba.

Para el sistema de captación por pozo profundo también se requiere un soporte para la tubería de acero de impulsión donde se encuentran ubicados los instrumentos, la característica del material para su fabricación se detalla en la Figura 7.3 y para sus dimensiones en el plano correspondiente.

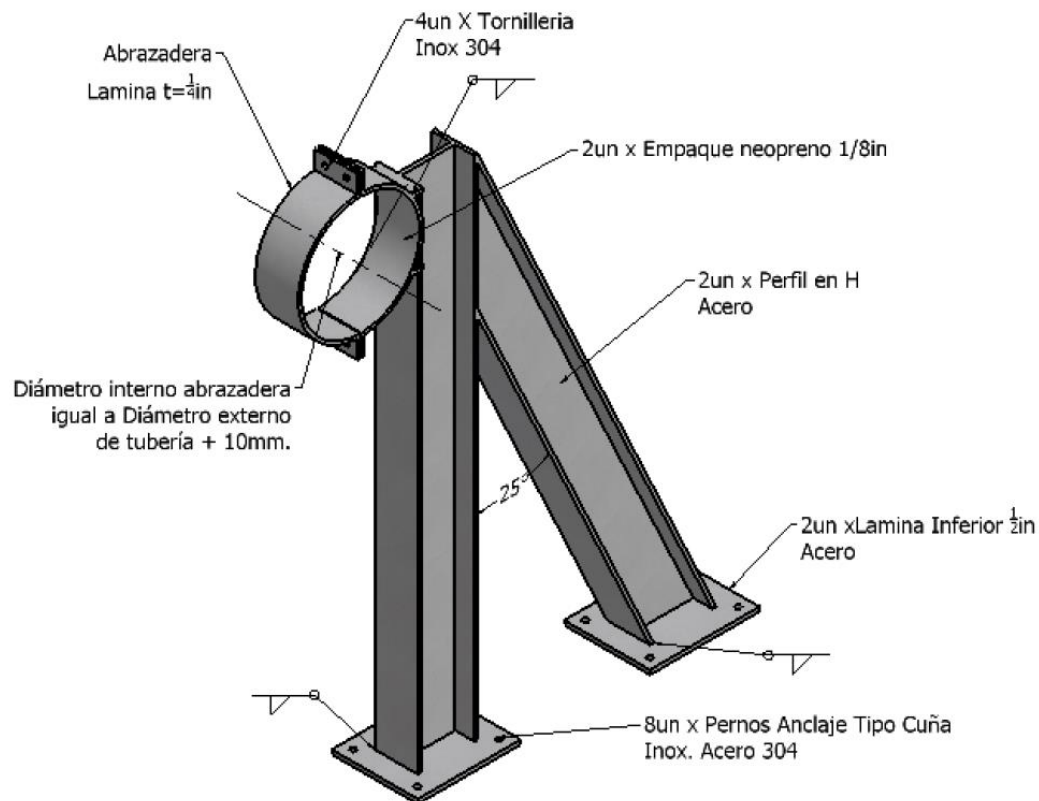


Figura 7.3 sistema de soporte para tubería sistema de bombeo pozo profundo Villa María

7.14 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MANGUERA DE IMPULSIÓN CON ACOPLE CÓNICOS Y ACCESORIOS

Tabla 7.18 Especificaciones manguera de impulsión

Características técnicas generales de la tubería de impulsión	
Especificaciones técnicas	Solicitado
La manguera debe ser diseñada y comercializada especialmente para la aplicación de pozo profundo en la extracción de agua	Requerido

subterránea, diseñada para que resista el peso de la bomba, manguera, columna de agua, y torsiones de arranques y paradas.	
La manguera debe ser de 6 pulgadas de diámetro, debe resistir hasta 200 mca o 300 psi de presión, y suministrarse de longitud de 81 m. Debe ser aprobada para consumo humano comprobado con su respectivo certificado.	Requerido
Debe suministrarse acoples cónicos en acero inoxidable 316, con su respectiva unión roscada que se instalan en la bomba y en el niple de salida. Con su respectivo mecanismo de vaciado de columna.	Requerido
El sistema de aseguramiento de la manguera debe ser resistente a las presiones y tensiones correspondientes, en caso de que la masa sea roscada para los tornillos de aseguramiento se debe usar contratuerca tipo de seguridad con teflón e inoxidable	Requerido
Anexos	
Certificado de calidad donde indique el tipo de material fabricada, características y propiedades de la manguera	Requerido
Catálogos de instalación de los acoples y la manguera	

8 MONTAJE E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO, REBOMBEO, EQUIPO PARA ACHIQUE, SISTEMA DE GENERACIÓN DE HIPOCLORITO EN SITIO.

8.1 ESQUEMA GENERAL DEL MONTAJE E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO LA LUCILA EN LA PPAP VILLA MARÍA

Para la fabricación e instalación de todo el sistema electromecánico e hidráulico del bombeo inicial desde el tanque de 1500 m³ en la PPAP Villa María hasta el tanque bajo de 2000 m³ en la Lucila II se anexan los planos generales y específicos de los equipos y elementos que componen todo el sistema, así como cualquier ampliación y/o modificación de lo existente.

En la Figura 8.1 se identifica los cambios necesarios que hay que realizar a las tuberías de alimentación de los bombeos y la instalación de una serie de accesorios, estos son necesarios para poder aislar y/o compartir los tanques de 1500 m³ de Casanova y La Lucila.

Se requiere modificar el múltiple de succión para el sistema de bombeo de Casanova donde se recortará el tubo de Ø16" en acero para permitir la instalación de válvulas mariposas y bridas universales y brindar la independización entres sistemas, igualmente se adicionarán unas válvulas al final para tener en cuenta para futuras ampliaciones. Estos tubos adicionales y accesorios serán tenidos en cuenta para el cálculo de pérdidas a la succión.

La descarga del sistema de bombeo se realizará hacia arriba del pozo para no intervenir la obra civil que encierra todo el pozo y evitar cualquier accidente con el terreno que se pueda deslizar y afectar la integridad de trabajadores y/o los mismos sistemas de bombeo. Por lo tanto, después del múltiple de descarga se instalarán una serie de codos que proyecten la descarga hacia arriba para posteriormente montar todo el sistema de medición de caudal y rodear la planta hasta el empalme con la tubería de impulsión actual de la Lucila I.

Nota importante: Los equipos de bombeo se encuentran al interior de los tubos de Ø16" en acero aislados del exterior donde se comunican con la alimentación de Ø24"

en GRP. Todas las especificaciones puntuales de cada elemento serán identificadas en el documento correspondiente.

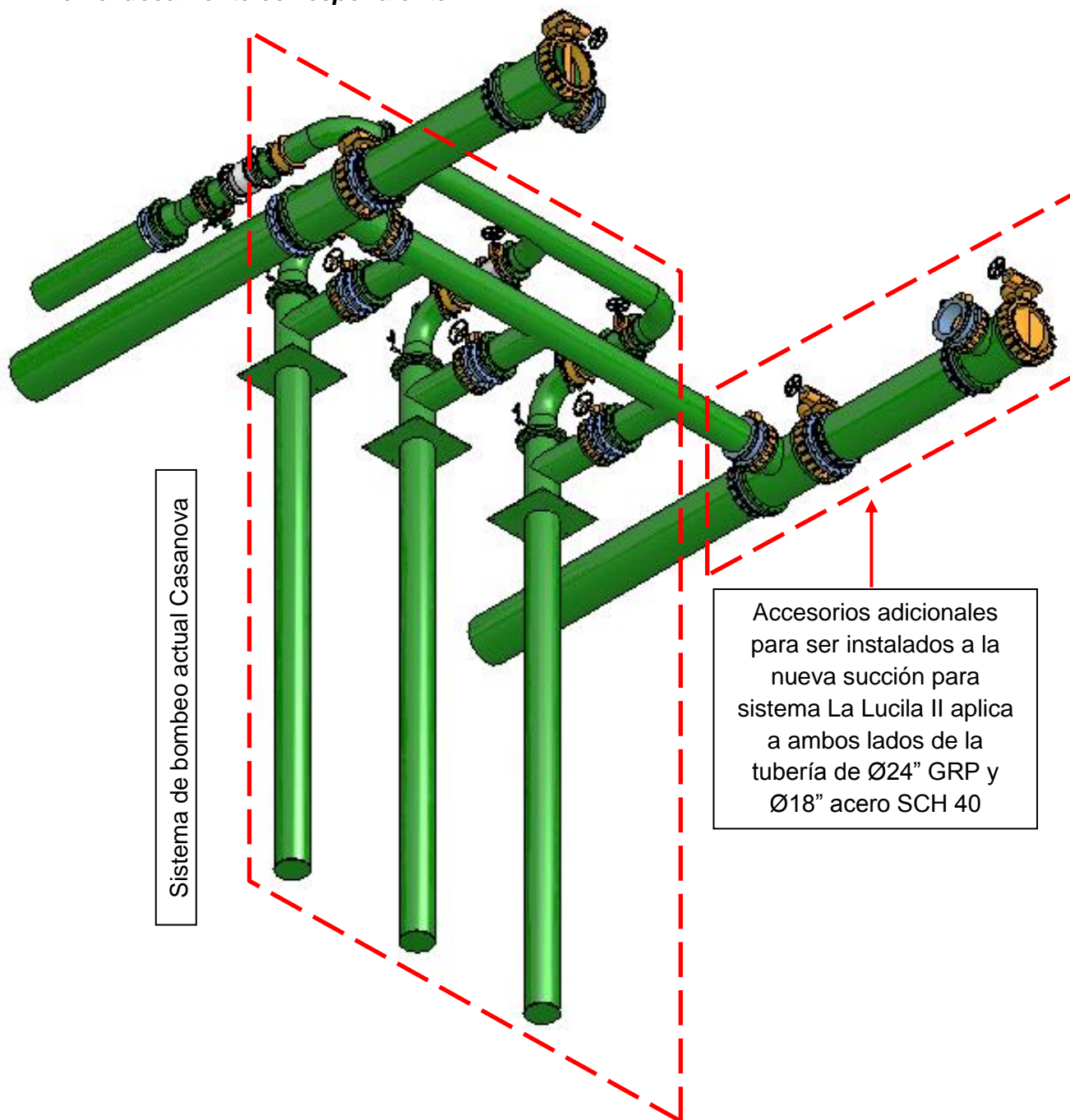


Figura 8.1 Vista isométrica baja del esquema del sistema de bombeo pozo Casanova y tubos de alimentación desde tanques de 1500 m3.

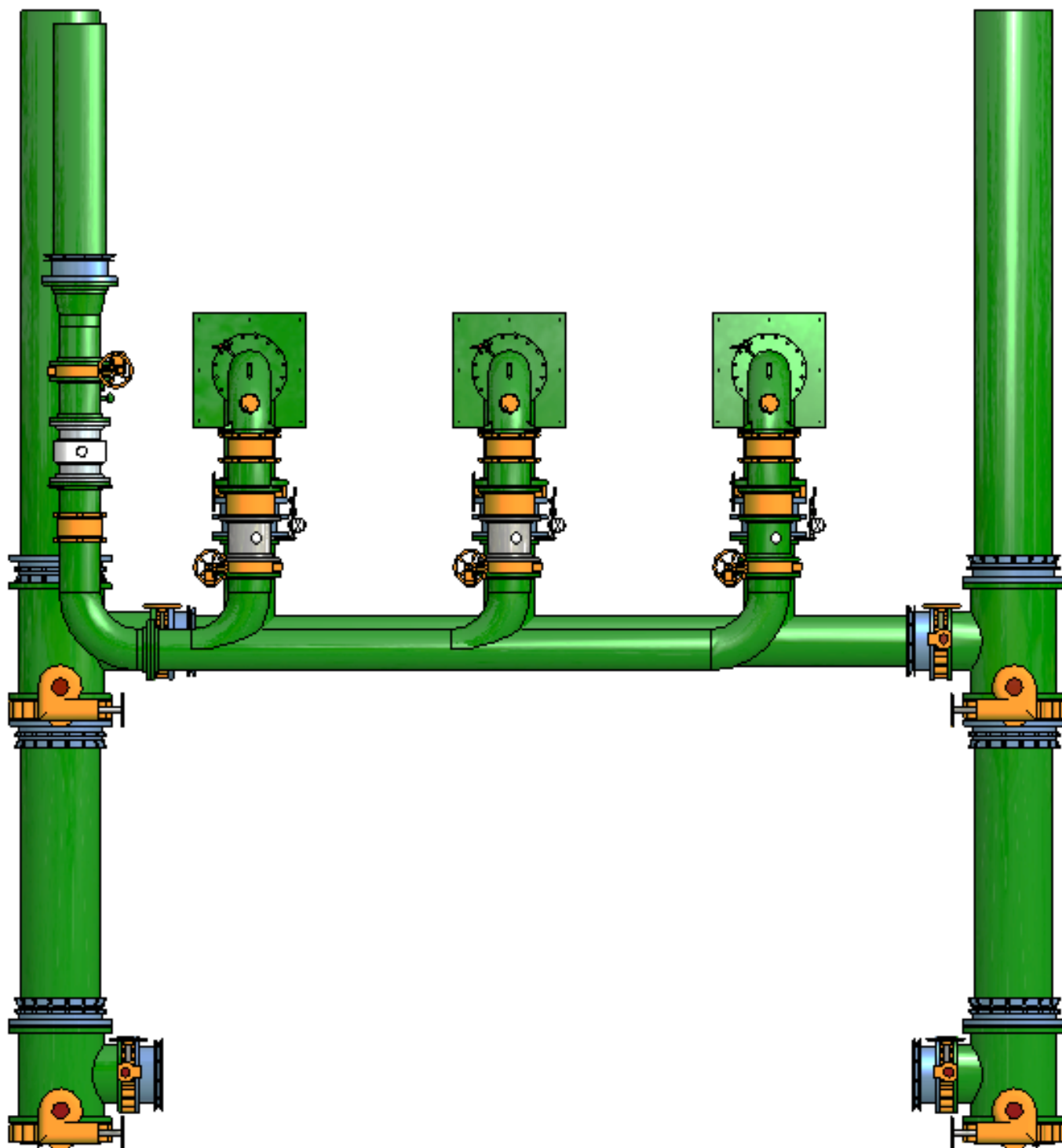


Figura 8.2 Vista superior del esquema del sistema Casanova y modificación en las succiones. Ver Tabla 8.1 elementos nuevos para su identificación.

Tabla 8.1 Identificaciones de elementos en el nuevo sistema de succión entre Casanova y la Lucila II según Figura 8.2.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	Modificación del múltiple de succión para el sistema de Casanova	1
2	Brida universal para tubo de acero de Ø16" entre múltiple y válvula mariposa de Ø16" de Casanova	2
3	Válvula de mariposa de Ø16" con cuerpo tipo lug para independizar entrada de tanques a Casanova	2
4	Válvula de mariposa de Ø24" con cuerpo tipo lug para independizar entrada de tanques a La Lucila II	2
5	Brida universal para tubo de acero de Ø24" entre válvula mariposa de Ø24" y nuevo tubo GRP	2
6	Tubo GRP de Ø24" con long. de 2.3 metros	2
7	Brida universal para tubo de acero de Ø24" entre nuevo tubo GRP y nueva TEE de 24 x 24 x 16	2
8	TEE bridada ANSI B36.1 con reducción a la salida en acero de 24 x 24 x 16	2
9	Válvula de mariposa de Ø16" con cuerpo tipo lug para independizar entrada de tanques a Lucila II	2
10	Brida universal para tubo de acero de Ø16" entre múltiple y válvula mariposa de Ø16" de Lucila II	2
11	Válvula de mariposa de Ø24" con cuerpo tipo lug para aplicaciones futuras	2

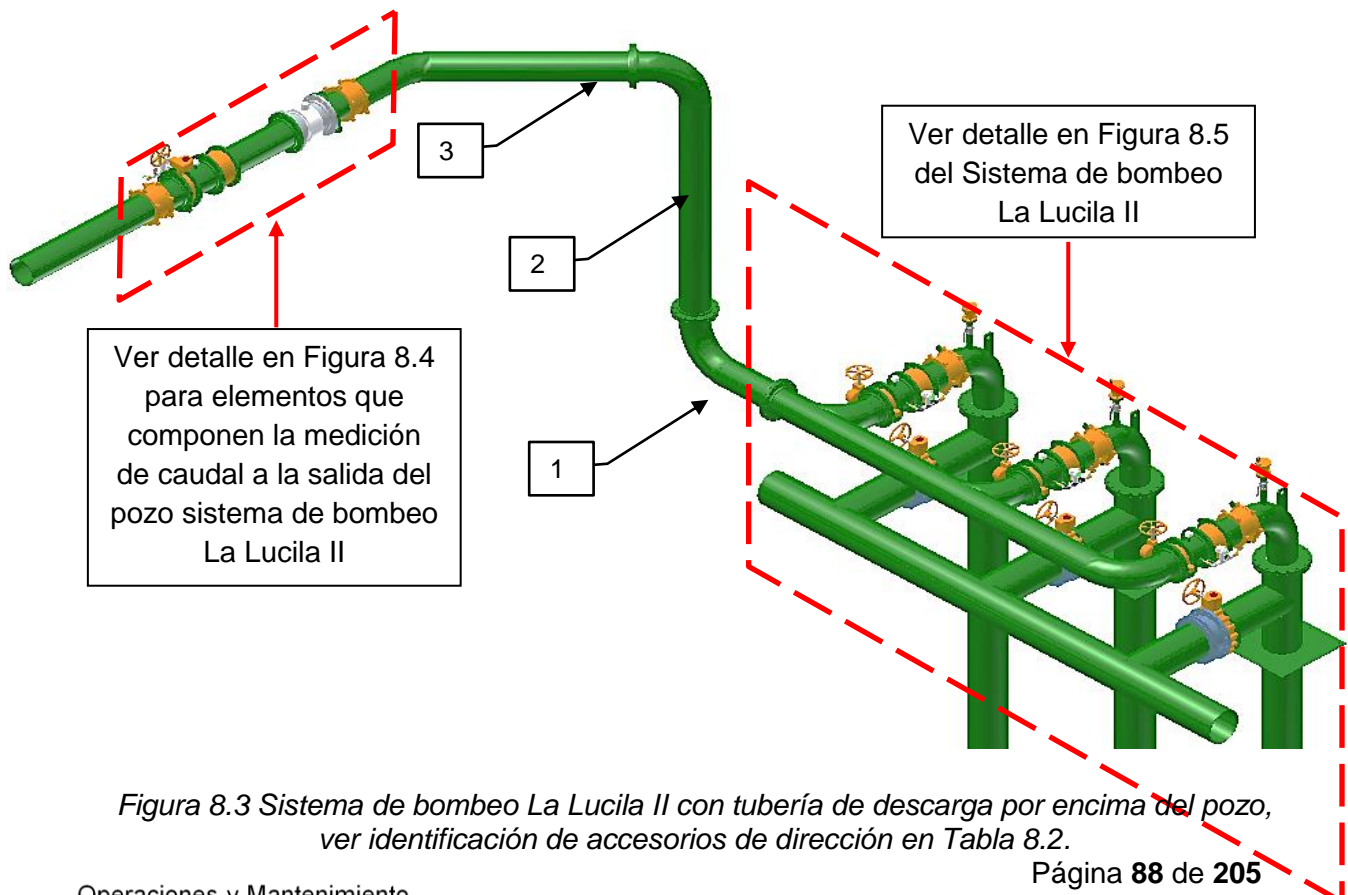


Figura 8.3 Sistema de bombeo La Lucila II con tubería de descarga por encima del pozo, ver identificación de accesorios de dirección en Tabla 8.2.

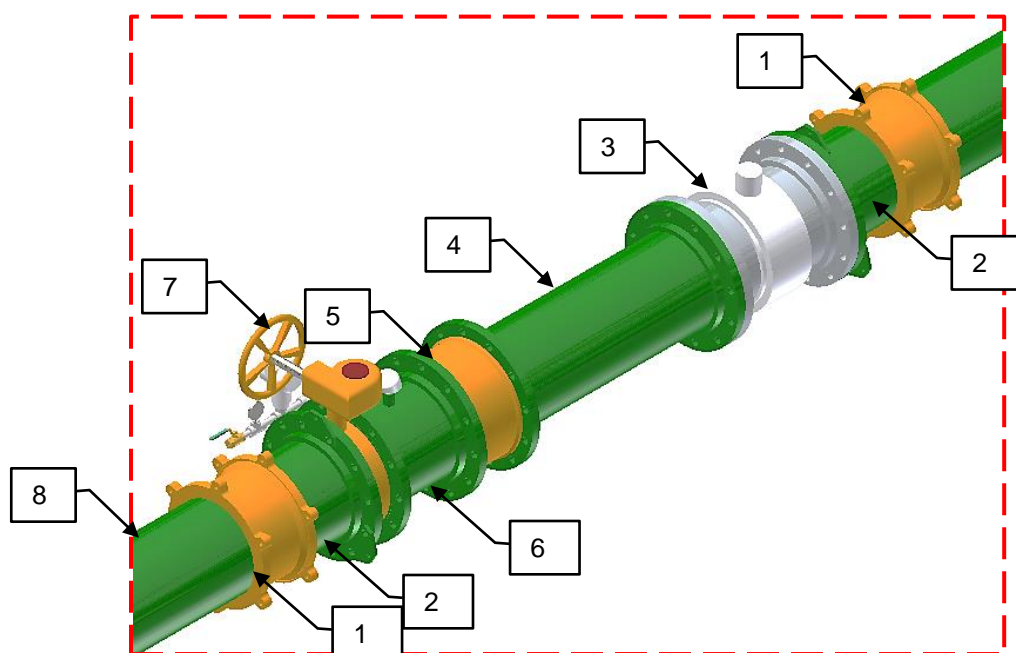


Figura 8.4 Detalle del sistema de medición de caudal a la descarga del bombeo de la Lucila a la salida del pozo. Ver identificación de elementos en Tabla 8.3

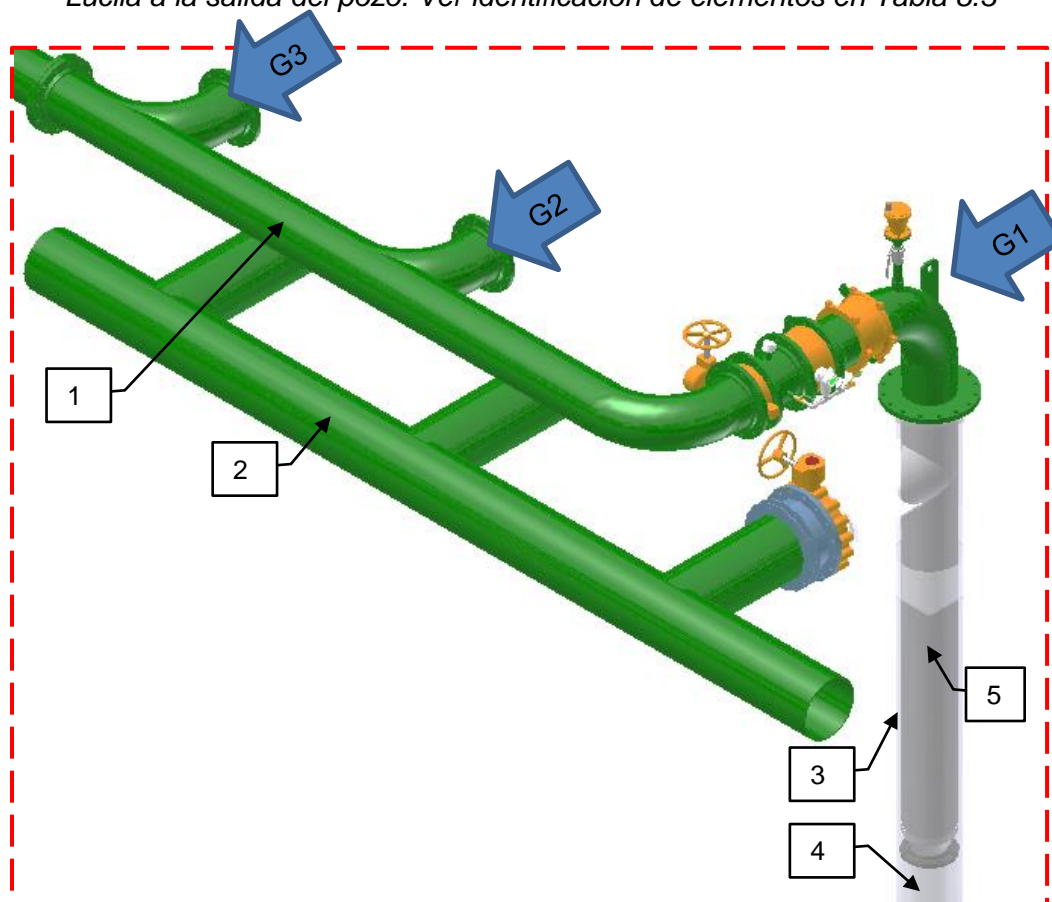


Figura 8.5 Detalle del sistema de bombeo de la Lucila. Ver identificación de elementos en Tabla 8.8 y detalle del bombeo en Figura 8.4.

Tabla 8.2 Identificaciones de elementos en el nuevo sistema de dirección salida del pozo de la Lucila II según Figura 8.3.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT
1	Tubo y codo de 90° radio largo de Ø12" acero SCH 40 bridado en ambos extremos para direccionar flujo de descarga hacia arriba	1
2	Tubo y codo de 90° radio largo de Ø12" acero SCH 40 bridado en ambos extremos para direccionar flujo de descarga hacia en paralelo al terreno.	1
3	Tubo y codo de 45° radio largo de Ø12" acero SCH 40 bridado en un extremo y liso en otro para instalación de acople flexible tipo dresser.	1

Tabla 8.3 Identificaciones de elementos en el nuevo sistema de medición de caudal a la descarga del bombeo de la Lucila a la salida del pozo según Figura 8.4.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT
1	Acople Flexible tipo dresser de Ø12" para unión de tubos de acero instalación en medio del sistema de medición	2
2	Tubo de Ø12" acero SCH 40 con brida a un extremo para aseguramiento entre tubos para acople dresser	2
3	Macromedidor para medición de flujo o caudal de Ø12" tipo electromagnético bidireccional con comunicación tipo Modbus	1
4	Tubo de Ø12" acero SCH 40 con brida en ambos extremos para acople entre macromedidor y cheque general	1
5	Cheque Ø12" tipo compuerta basculante cuerpo wafer	
6	Tubo de Ø12" acero SCH 40 con brida en ambos extremos para acople entre cheque y válvula de mariposa, allí se instalará un múltiple de presión.	1
7	Válvula de mariposa de Ø12"	1
8	Tubo de Ø12" acero SCH 40 con brida a un extremo para proceder con la instalación de la tubería de impulsión de Ø300 mm en GRP hasta empalme con la de acero actual	1

Tabla 8.4 Identificaciones de elementos en el nuevo bombeo de la Lucila a la salida del pozo según Figura 8.5.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT
1	Múltiple de descarga con tubo Ø12" y codos de 90° radio largo acero SCH 40 y bridas en todos sus extremos	1
2	Múltiple de succión con tubo Ø12" acero SCH 40 sin bridas en todos sus extremos, con otros tubos instalados en perpendicular para alimentar los bombeos	1
3	Tubo Ø18" acero SCH 40 con base de soporte de parte del sistema sellado en su parte inferior para aislar el agua de alimentación de la externa por lluvia o filtraciones hacia el pozo y brida superior para acople con codo de impulsión	1
4	Ubicación para instalación de motobomba sumergible con especificaciones a calcular	3
5	Tubo Ø10" acero SCH 40 para impulsión con bridas y reducciones de Ø8" a Ø10" hacia la bomba, de Ø10" a Ø12" soldado con el codo de 90° radio largo de Ø12" para direccionamiento	3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT
6	Grupo de bombeo #1	1
7	Grupo de bombeo #2	1
8	Grupo de bombeo #3	1

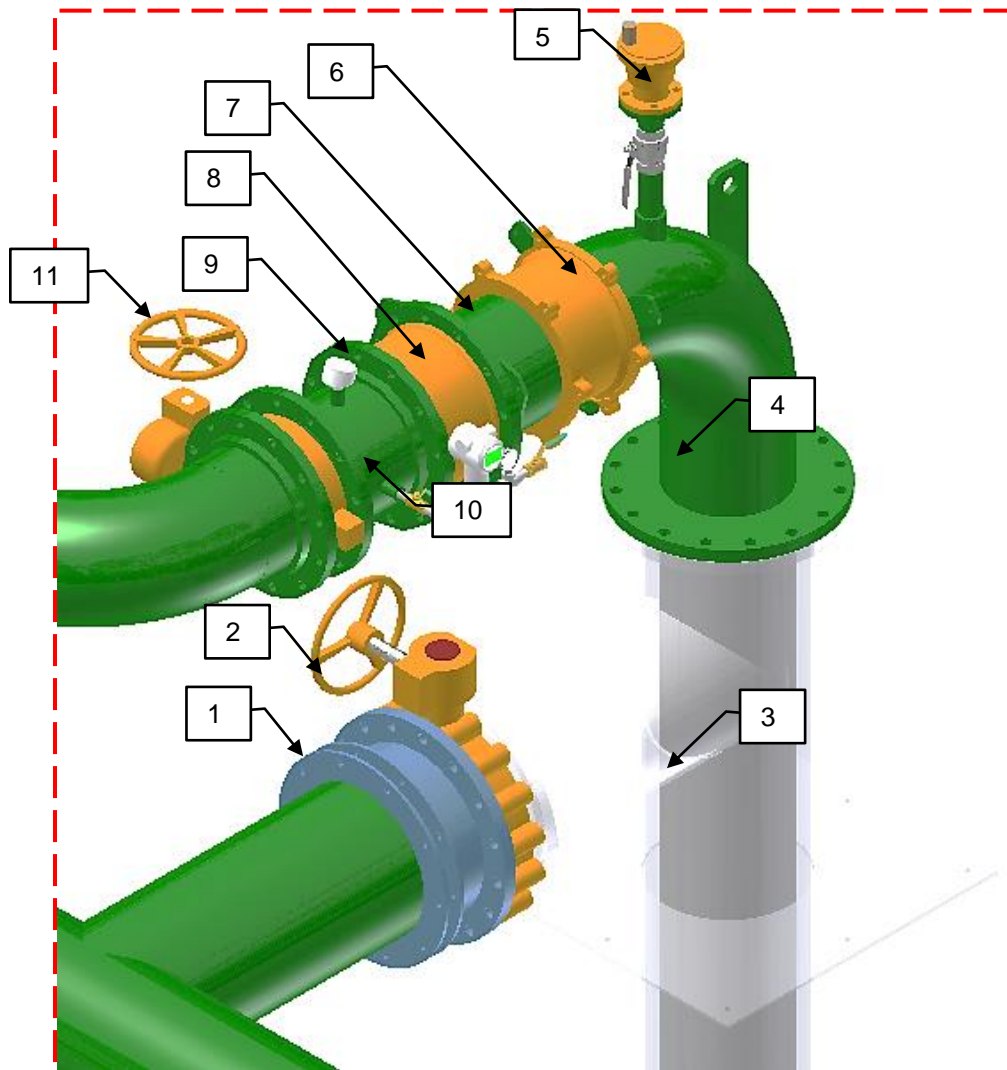


Figura 8.6 Detalle de bombeo de la Lucila II. Ver identificación de elementos en Tabla 8.5.

Tabla 8.5 Identificaciones de elementos en el nuevo bombeo de la Lucila a la salida del pozo según Figura 8.6.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT
1	Brida universal para tubo de acero de Ø12" entre tubo de múltiple de succión y válvula mariposa de Ø12"	3
2	Válvula de mariposa de Ø12" con cuerpo tipo lug para independizar entrada de cada grupo de bombeo desde el tanque	3
3	Tubo Ø18" acero SCH 40 con base de soporte de parte del sistema sellado en su parte inferior para aislar el agua de alimentación de la	3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT
	externa por lluvia o filtraciones hacia el pozo y brida superior para acople con codo de impulsión	
4	Tubo Ø10" acero SCH 40 para impulsión con bridas y reducciones de Ø8" a Ø10" hacia la bomba, de Ø10" a Ø12" soldado con el codo de 90° radio largo de Ø12" para direccionamiento	3
5	Válvula tipo ventosa de triple efecto en acero para la expulsión e ingreso de altas y pequeñas cantidades de aire al sistema, debe ser instalado también una serie de elementos para su control.	3
6	Acople Flexible tipo dresser de Ø12" para unión y absorción de cualquier desalineación entre el múltiple de descarga y la impulsión del bombeo	3
7	Tubo de Ø12" acero SCH 40 con brida a un extremo para aseguramiento entre tubos para acople dresser	3
8	Cheque Ø12" tipo compuerta basculante cuerpo wafer	3
9	Tubo de Ø12" acero SCH 40 con brida en ambos extremos para acople entre cheque y válvula de mariposa, allí se instalará una PT 100 para la medición de la temperatura del agua bombeada	3
10	múltiple de presión para la instalación de un manómetro y transmisor de presión	3
11	Válvula de mariposa de Ø12" para realizar pruebas de cada equipo simulando diferentes cabezas de presión.	3

En la Figura 8.7 se identifica el recorrido de la tubería de impulsión desde la salida del sistema de medición hasta el empalme con la tubería actual en hierro fundido de La Lucila, esta se tendrá en cuenta para realizar el cálculo de las pérdidas por conducción. Esta será en GRP expuesta y bajo las mismas dimensiones de la tubería de acero y de hierro. La especificación de esta se realizar en el documento correspondiente.

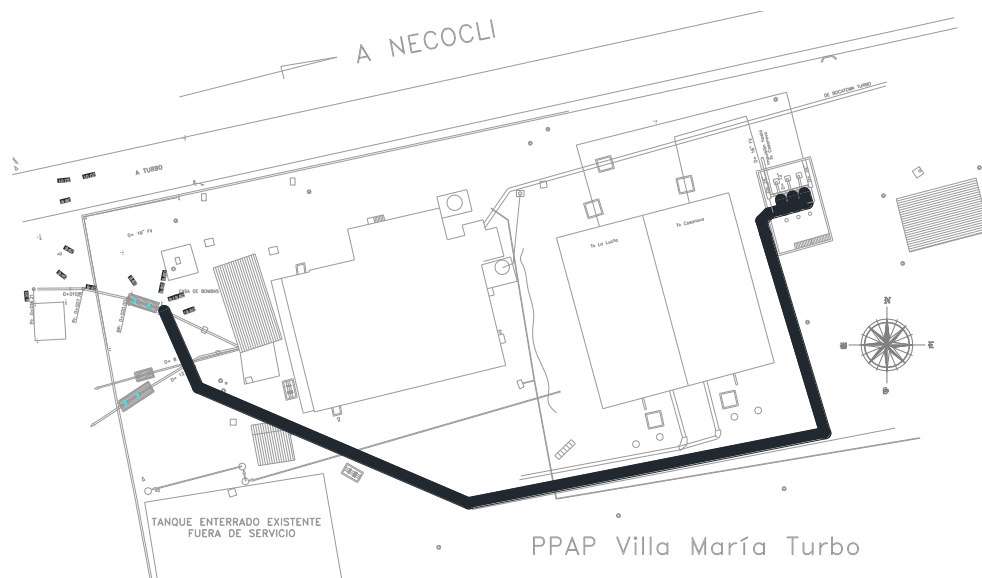


Figura 8.7 Esquema de la tubería de impulsión al interior de la PPAP de Villa María en Turbo para el sistema de bombeo de La Lucila II.

Los diseños correspondientes a las obras civiles necesarias serán expuestos en las memorias de cálculos junto con sus respectivos planos y firmados por el profesional responsable y competente del área.

En la Figura 8.8a y Figura 8.8b se identifica el esquema de bombeo desde la PPAP hasta el tanque bajo de 2000 m³, indicando las cotas de nivel para las ubicaciones de equipos, espejos de agua entre otros.

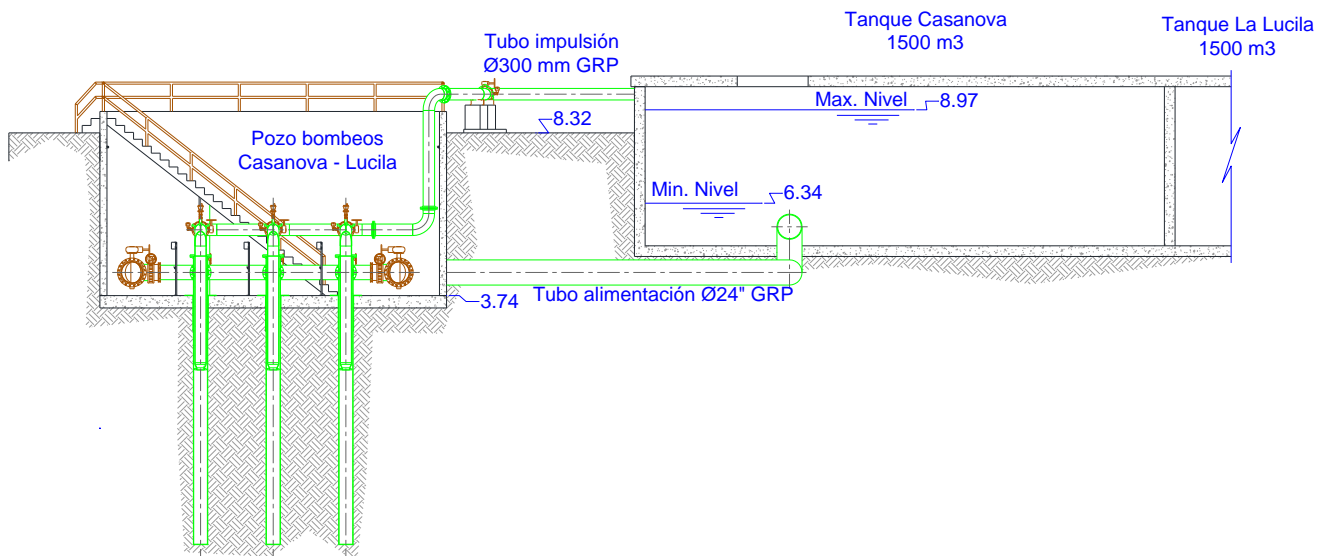


Figura 8.8a Cotas de nivel de bombeo y espejos de agua para el sistema de La Lucila II entre PPAP y Tanque bajo de 2000 m³

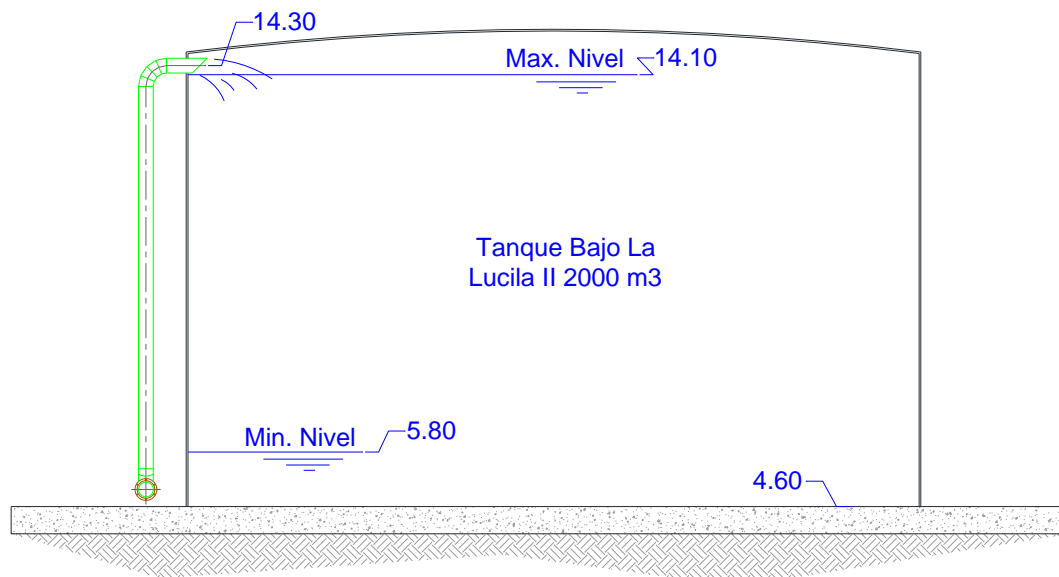


Figura 8.8b Cotas de nivel de bombeo y espejos de agua para el sistema de La Lucila II entre PPAP y Tanque bajo de 2000 m³

En las figuras 8.9 a 8.18 se identifica las instalaciones de todo este sistema de bombeo por equipos sumergibles al interior del pozo de la PPAP de Villa María.

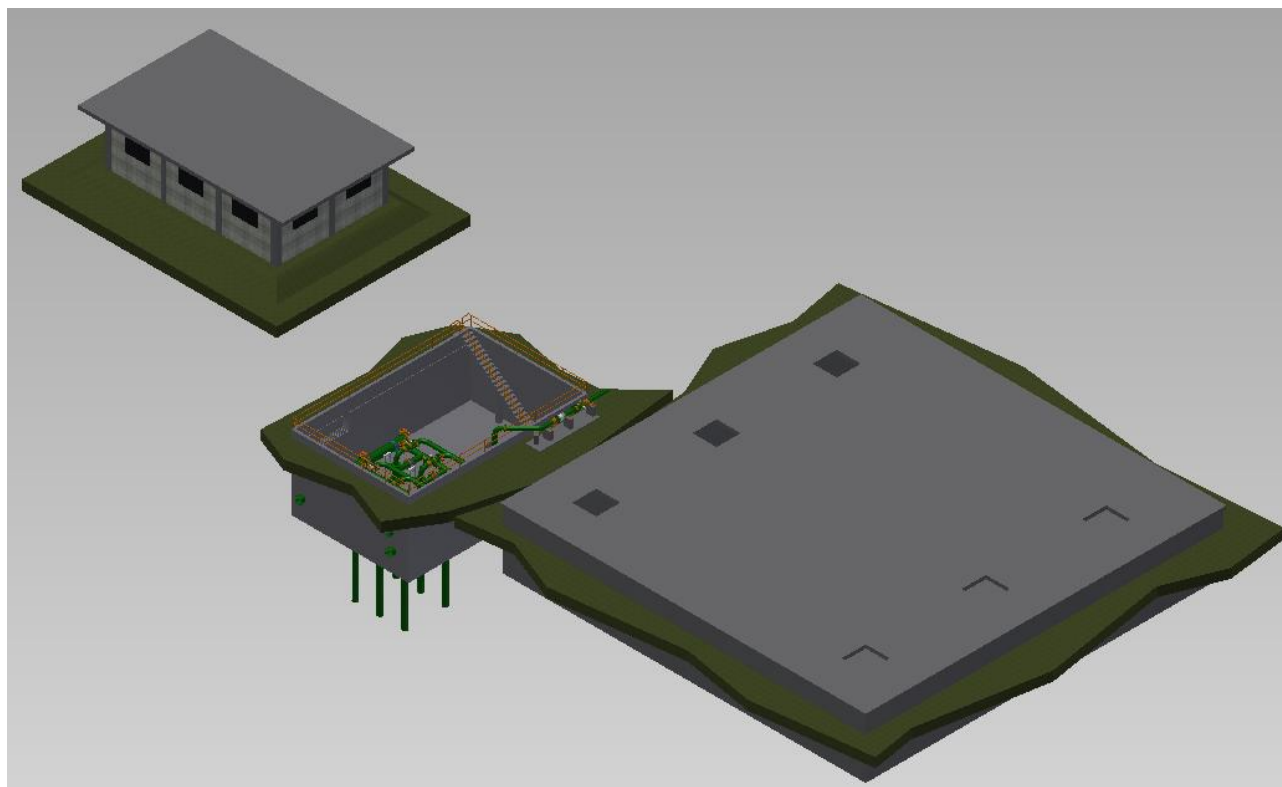


Figura 8.9 Esquema general isométrico sistema de bombeo en la PPAP.

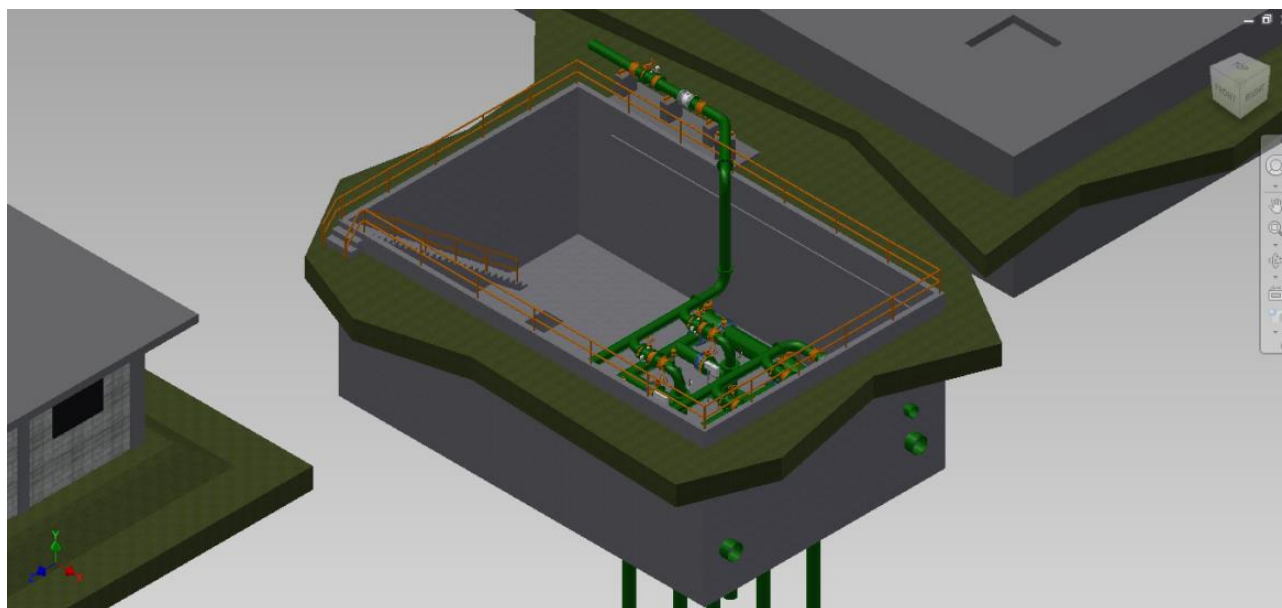


Figura 8.10 Vista isométrica de la instalación de bombeo en la PPAP.

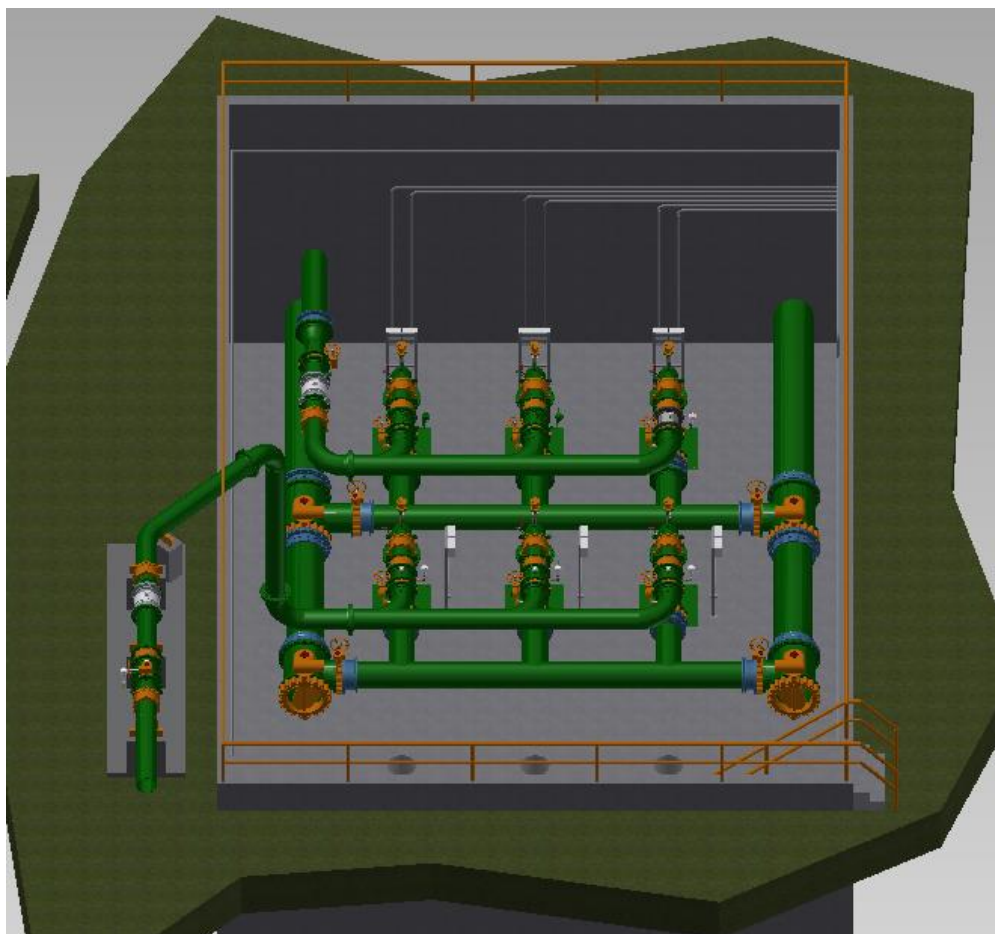


Figura 8.11 Vista frontal elevada de la instalación de bombeo en la PPAP.

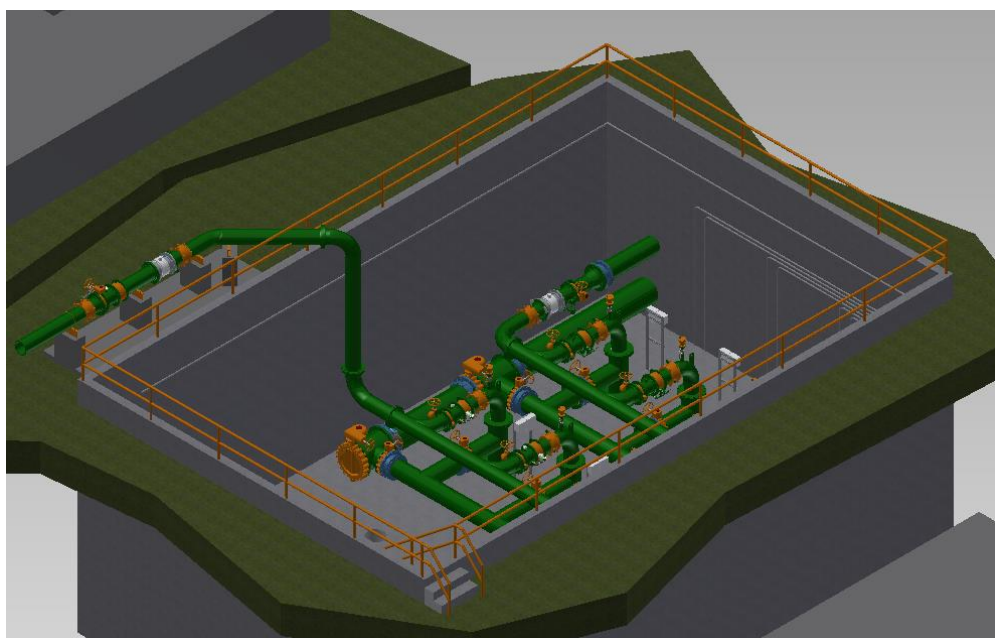


Figura 8.12 Vista isométrica de la instalación de bombeo en la PPAP.

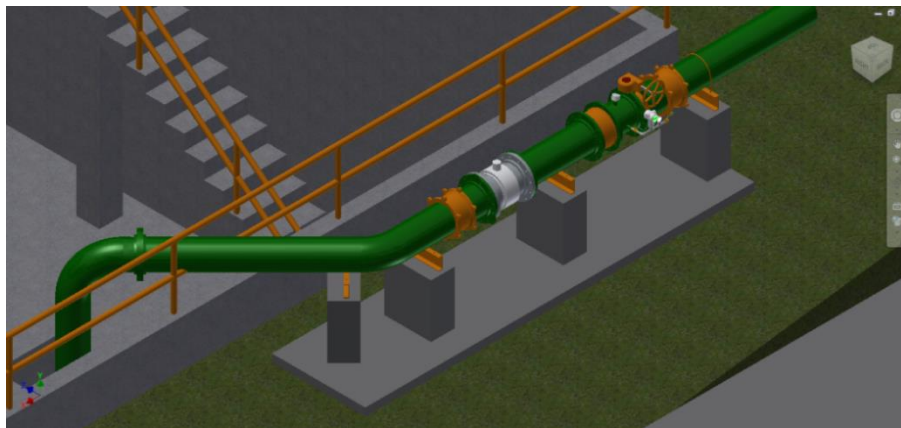


Figura 8.13 Detalle del sistema de medición de caudal a la salida del pozo del bombeo.

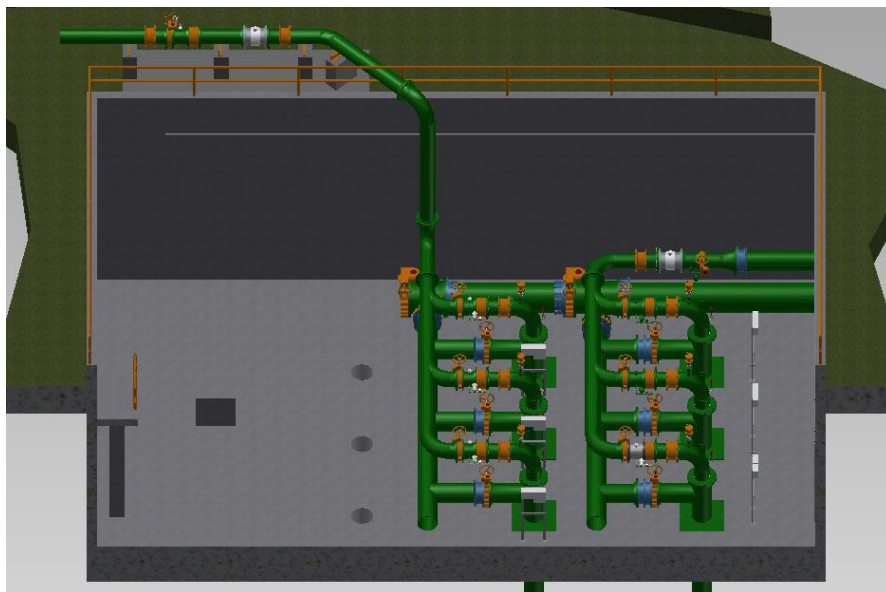


Figura 8.14 Vista diagonal lateral del sistema de bombeo en la PPAP.

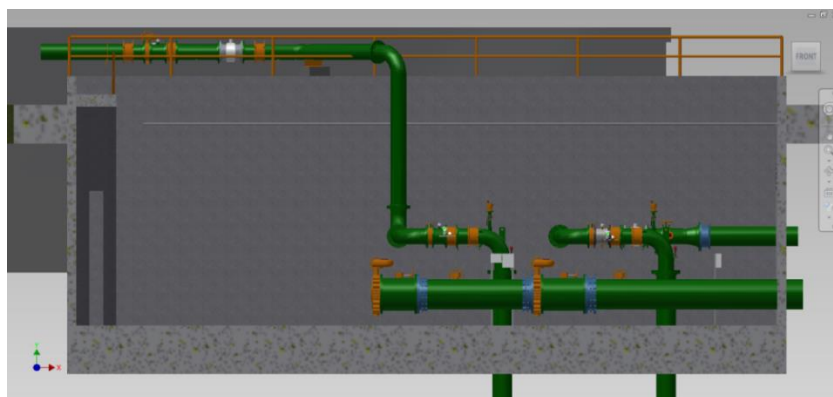


Figura 8.15 Vista de sección lateral para identificación de las tuberías y accesorios de succión para alimentación del bombeo.

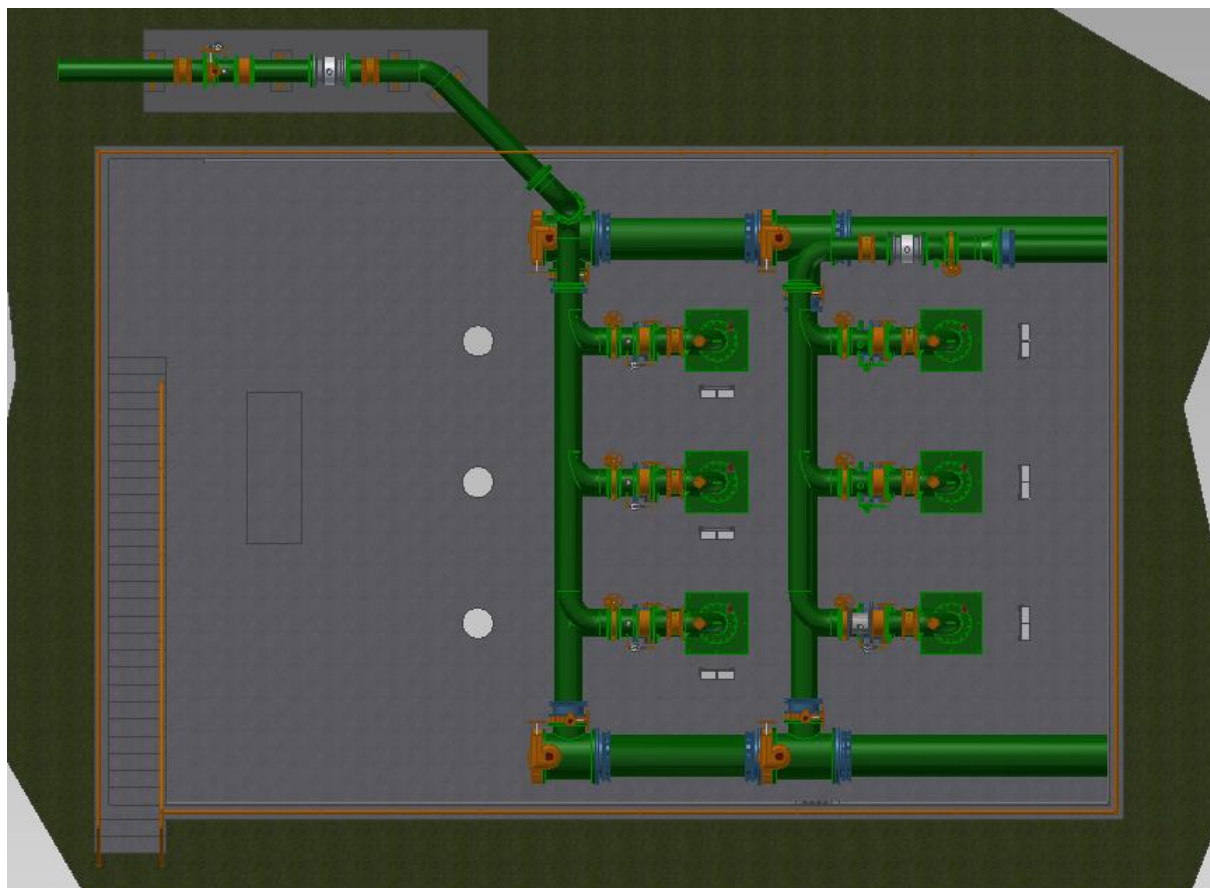


Figura 8.16 Vista superior de todo el sistema de bombeo en la PPAP.

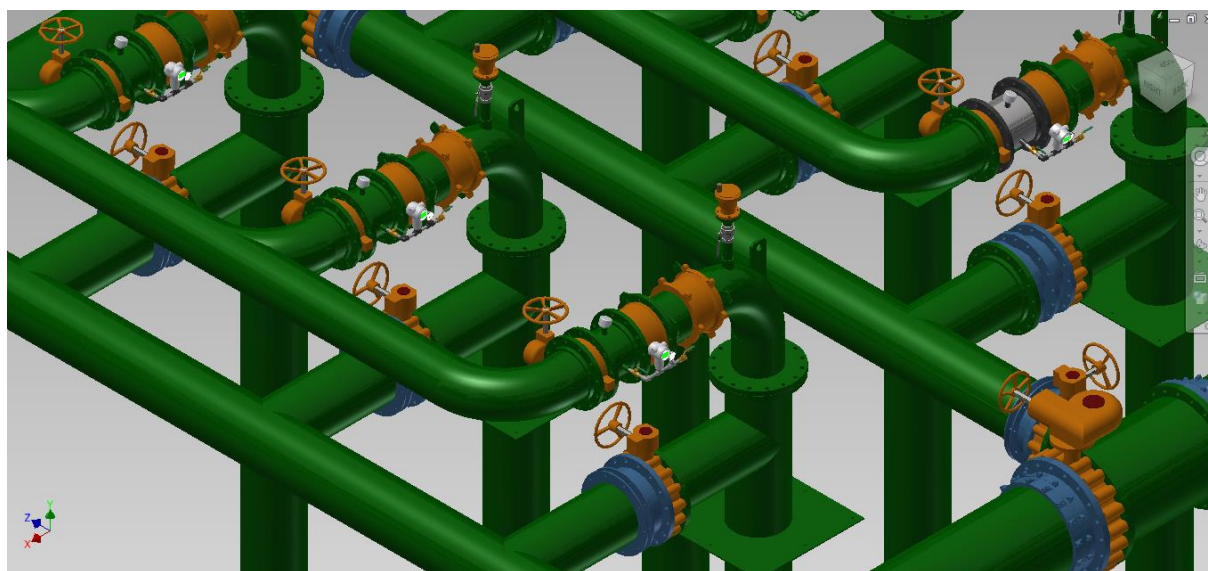


Figura 8.17 Detalle de accesorios a la salida de cada grupo de bombeo, múltiple de succión, descarga entre otros.

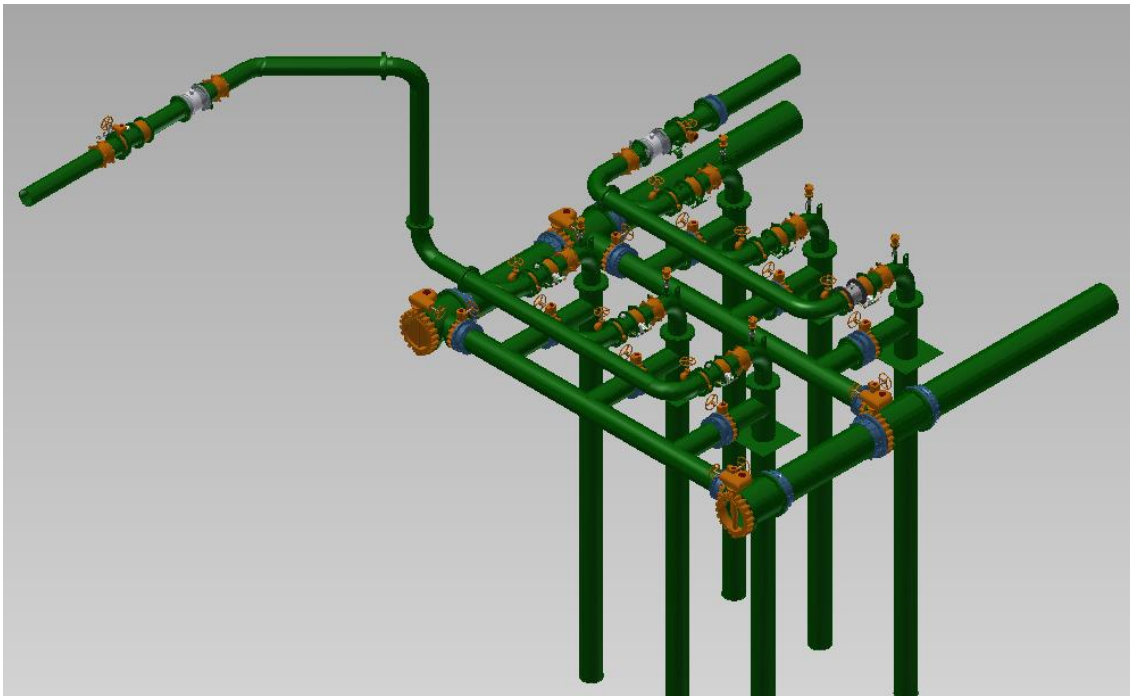


Figura 8.18 Vista isométrica aislada de los sistemas de bombeo Casanova y La Lucila en la PPAP Villa María.

8.2 ESQUEMA GENERAL DEL MONTAJE E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE REBOMBEO EN LA LUCILA II

En la Figura 8.19 y siguiendo las indicaciones de simbologías hidráulicas se identifica la configuración todo el sistema de bombeo proyectado, este es solo esquemático. Los cambios de flujo como los codos a 90° serán radios largos, en caso de ser necesarios según los puntos de instalación se cambiarán y especificarán cuando corresponda, igualmente se valida la necesidad de instalación del medidor de caudal, transmisores de presión a la descarga y succión, medidores de temperatura entre otros.

Se instalarán válvulas a la entrada y salida de los múltiples de succión y descarga respectivamente para en caso de ser necesario aislar los sistemas de bombeo para su posible intervención. Cabe resaltar que toda ubicación donde se instale una válvula mariposa se considerará una unión flexible tipo dresser o una brida universal a fin de facilitar su montaje o desmontaje sea cual sea el caso.

En las Figuras 8.21a y 8.21b se identifica el esquema de rebombeo desde la el tanque bajo de 2000 m3, hasta el elevado indicando las cotas de nivel para las ubicaciones de equipos, espejos de agua entre otros, estas son determinantes para determinar si sus ubicaciones son favorable o contrarias para los equipos de bombeo, estas cotas de elevación son determinadas en los respectivos planos Topográficos anexados al documento global los cuales fueron realizados y firmados por personal competente en el área.

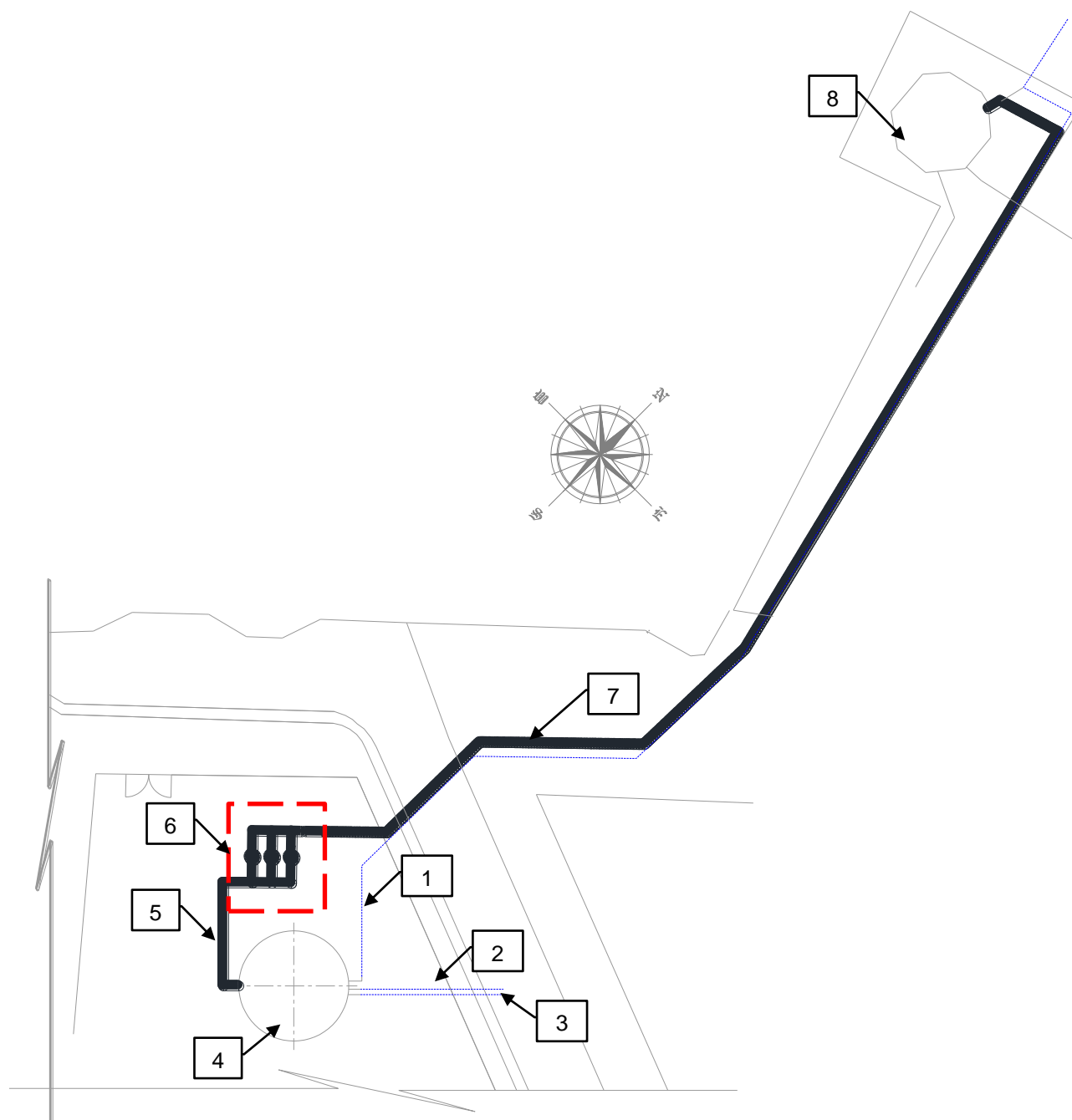


Figura 8.19 Esquema de succión y descarga del sistema de rebombeo del tanque bajo de 2000 m³ al elevado actual. Ver Tabla 8.6 para identificar instalaciones y Figura 8.20 detalle del sistema preliminar de bombeo

Tabla 8.6 Identificación de instalaciones según figura 8.19

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
------	-------------

1	Tubería de impulsión desde el bombeo de la PPAP hasta tanque bajo de 2000 m3
2	Tubería de rebose
3	Tubería de lavado
4	Nuevo tanque bajo de 2000 m3 Lucila II
5	Tubería de succión para nuevo rebombero
6	Sistema de rebombero Lucila II de tanque bajo a elevado actual
7	Tubería de impulsión hasta tanque elevado de 500 m3 actual
8	Tanque elevado actual

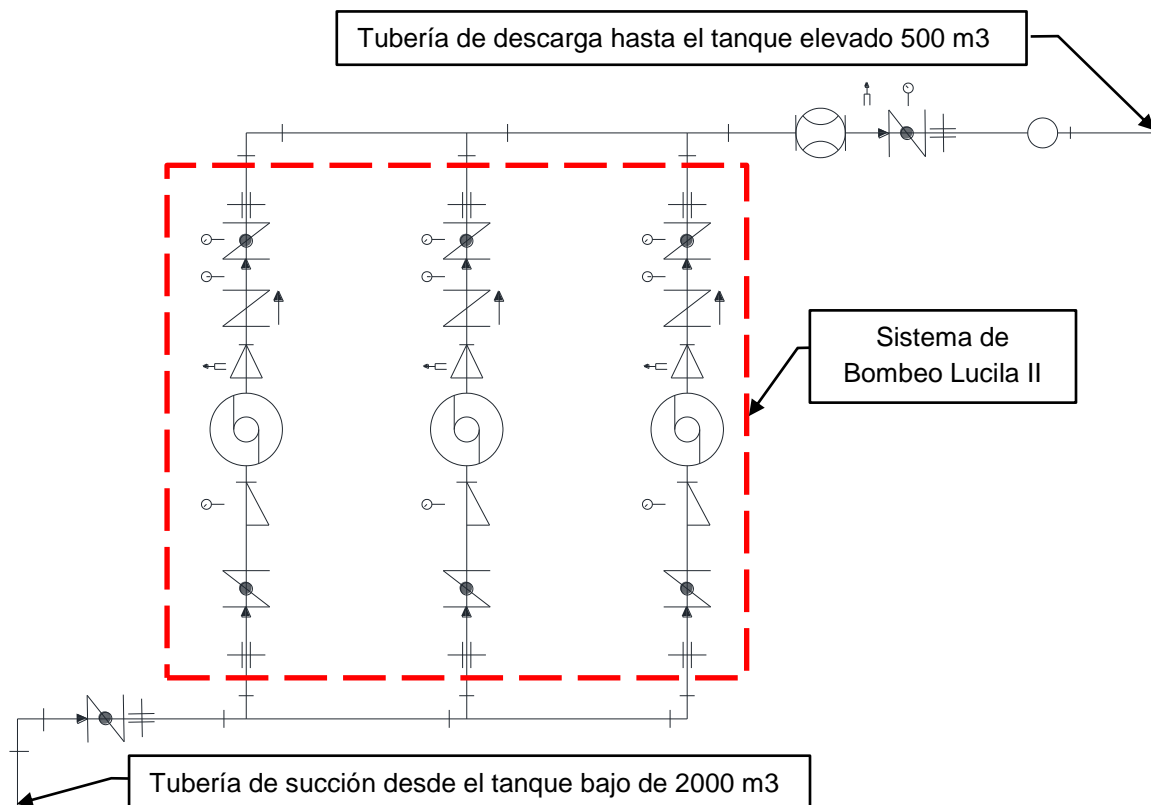


Figura 8.20 Esquema simbólico del sistema de rebombero entre tanque bajo de 2000 m3 y tanque elevado La Lucila II.

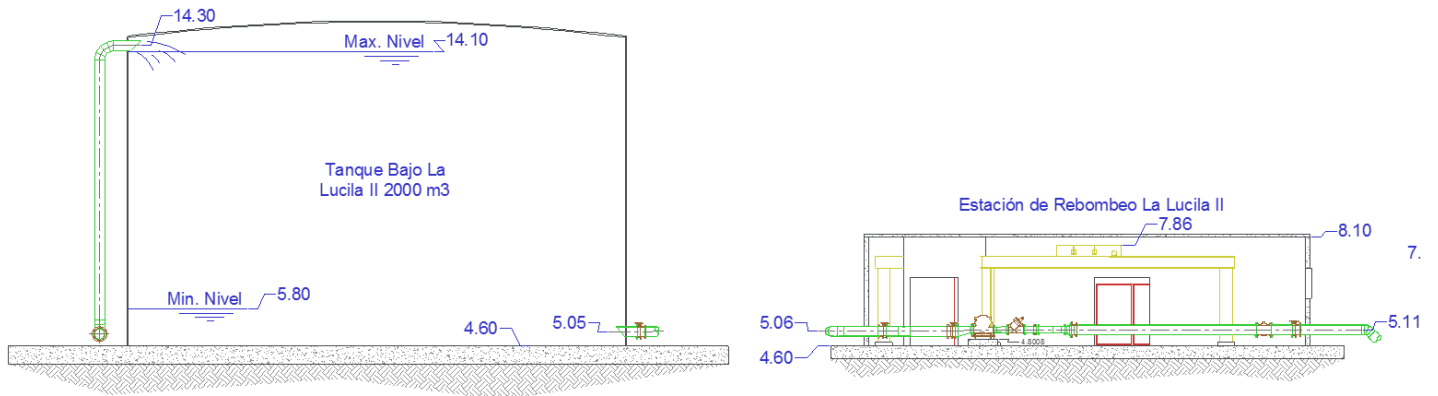


Figura 8.21a Cotas de nivel de rebombeo y espejos de agua para el sistema de La Lucila II entre Tanque bajo de 2000 m³ y tanque elevado.

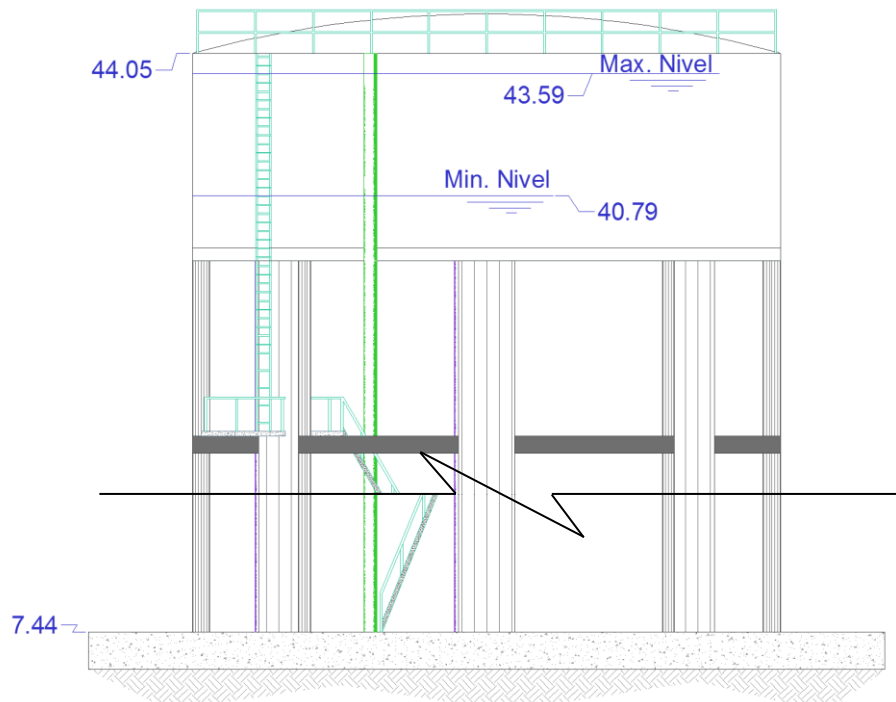


Figura 8.21b Cotas de nivel de rebombeo y espejos de agua para el sistema de La Lucila II entre Tanque bajo de 2000 m³ y tanque elevado.

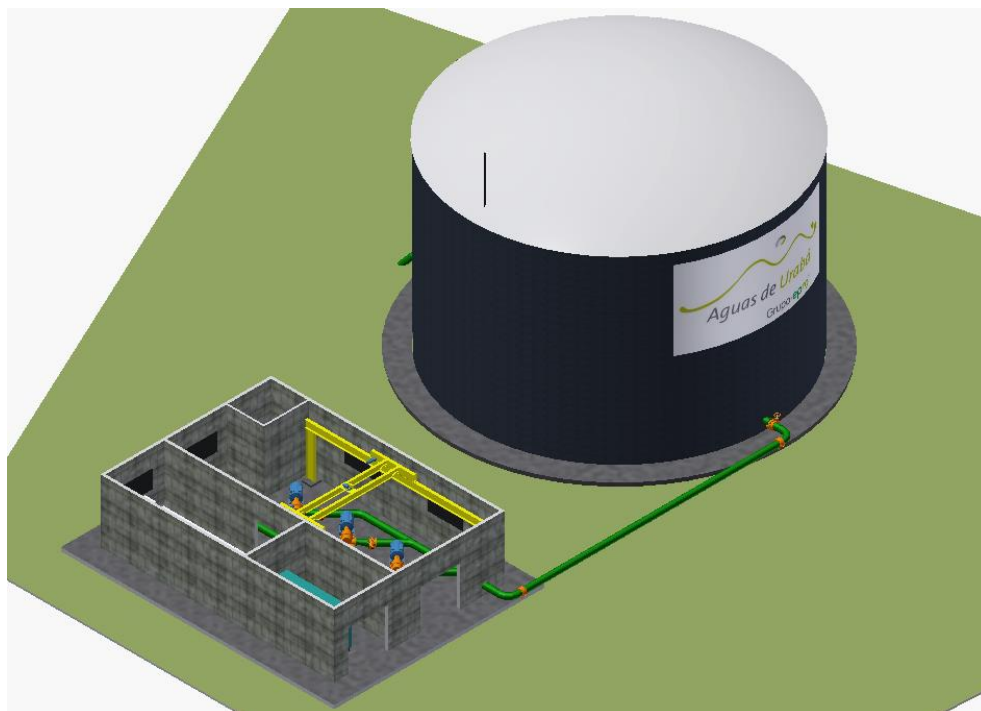


Figura 8.29 Esquema general isométrico instalación de rebombeo

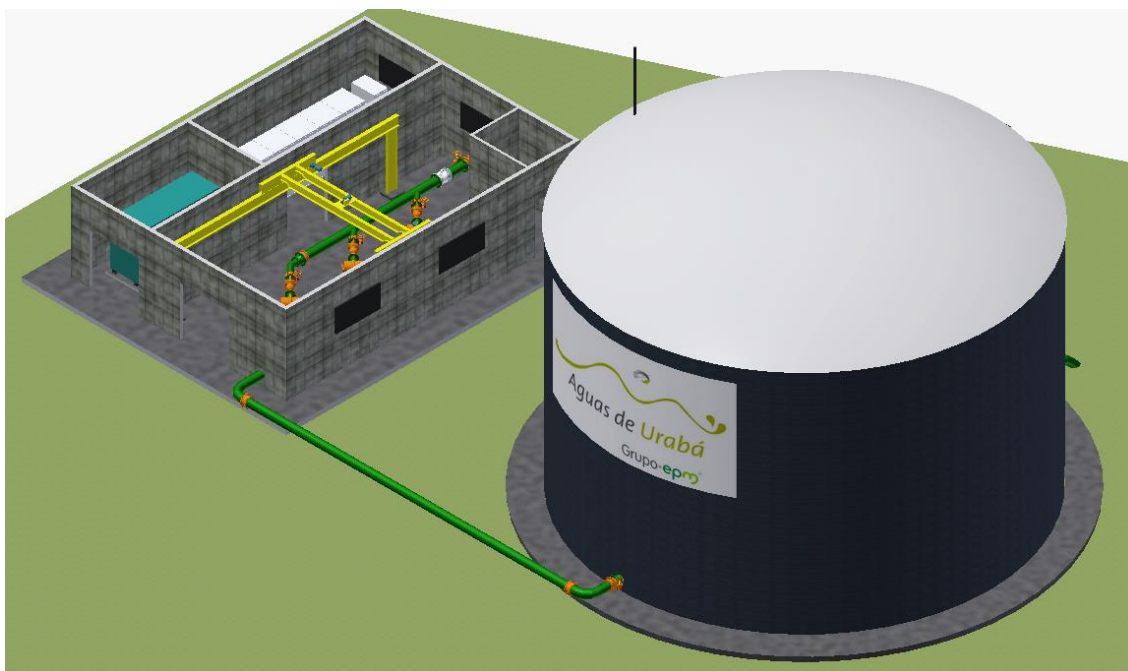


Figura 8.22 Esquema general isométrico instalación de rebombeo

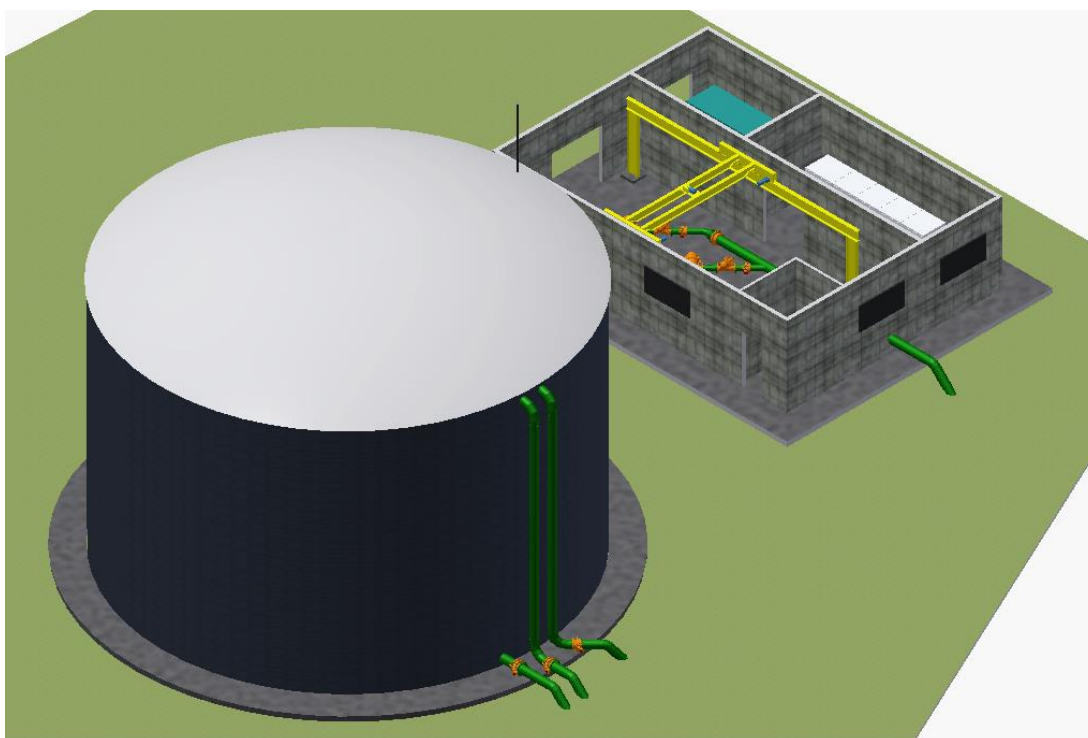


Figura 8.23 Esquema general isométrico instalación de rebombero

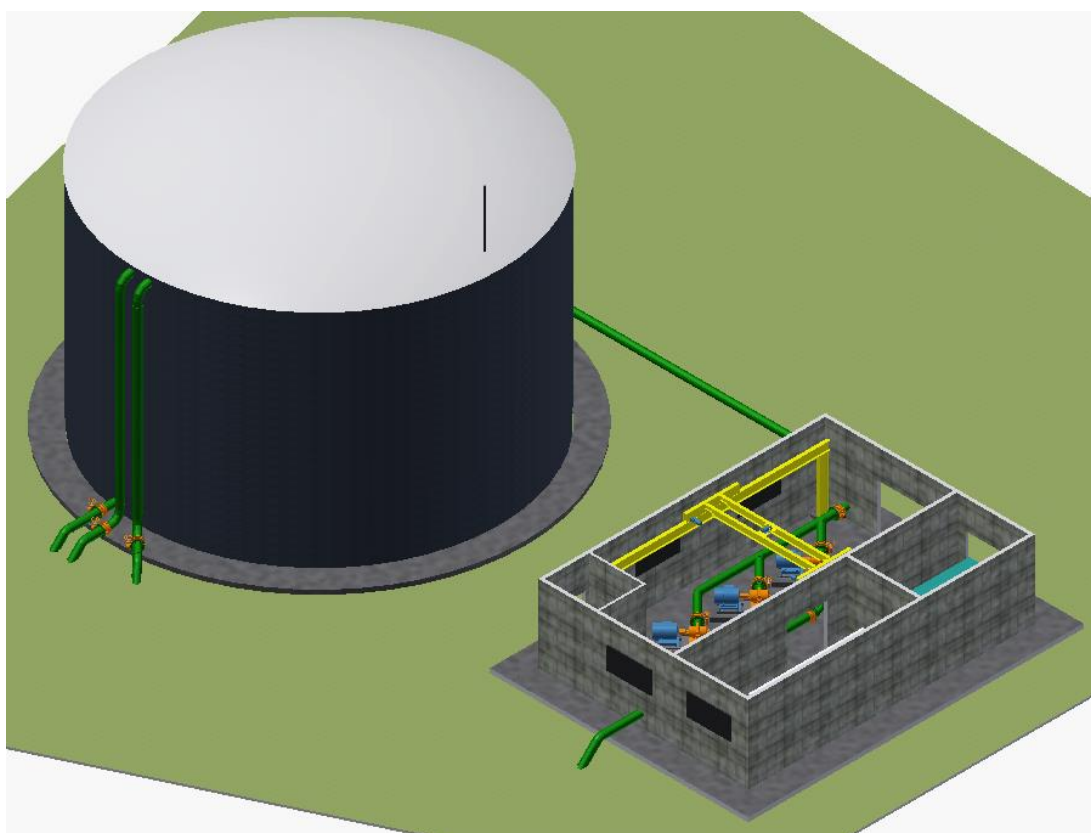


Figura 8.24 Esquema general isométrico instalación de rebombero

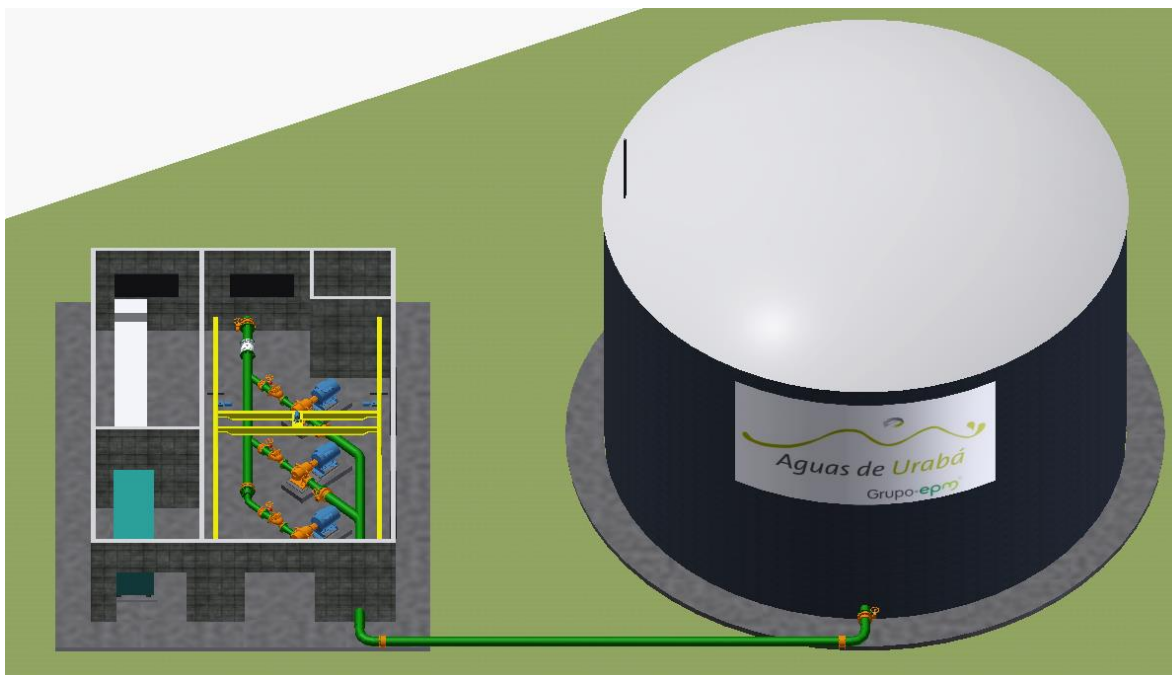


Figura 8.25 Esquema general frontal elevado de la instalación de rebomdeo

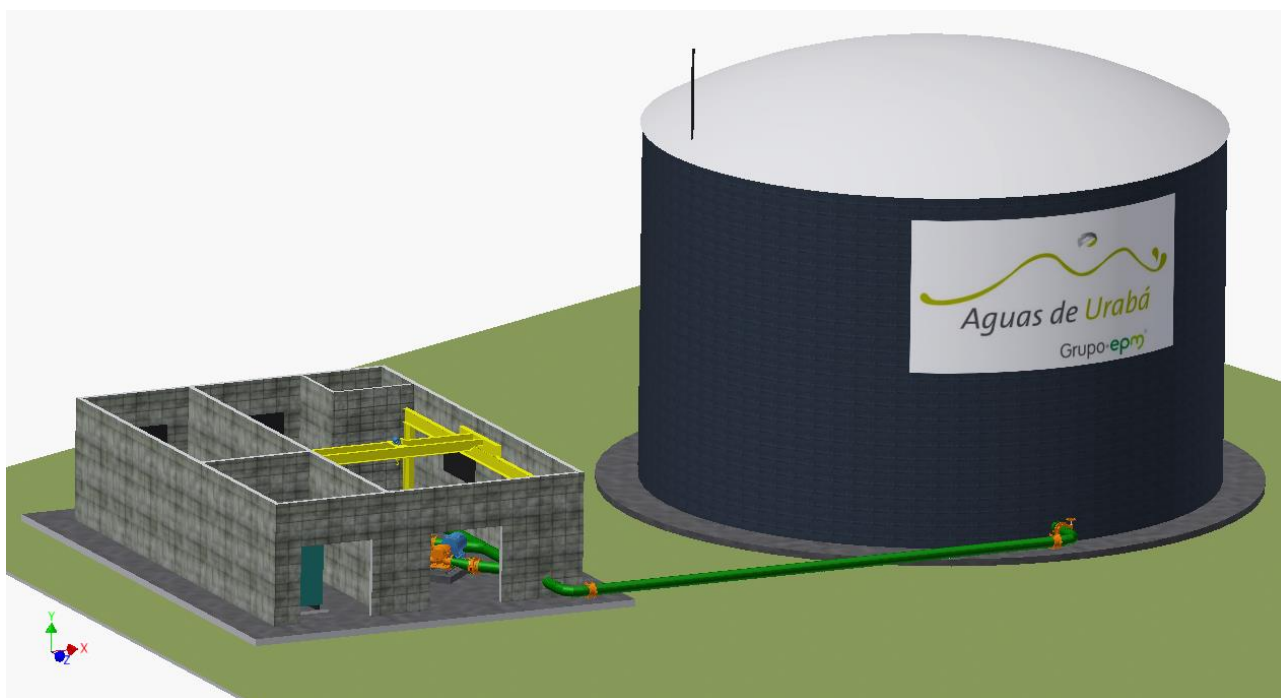


Figura 8.26 Esquema general isométrico instalación de rebomdeo

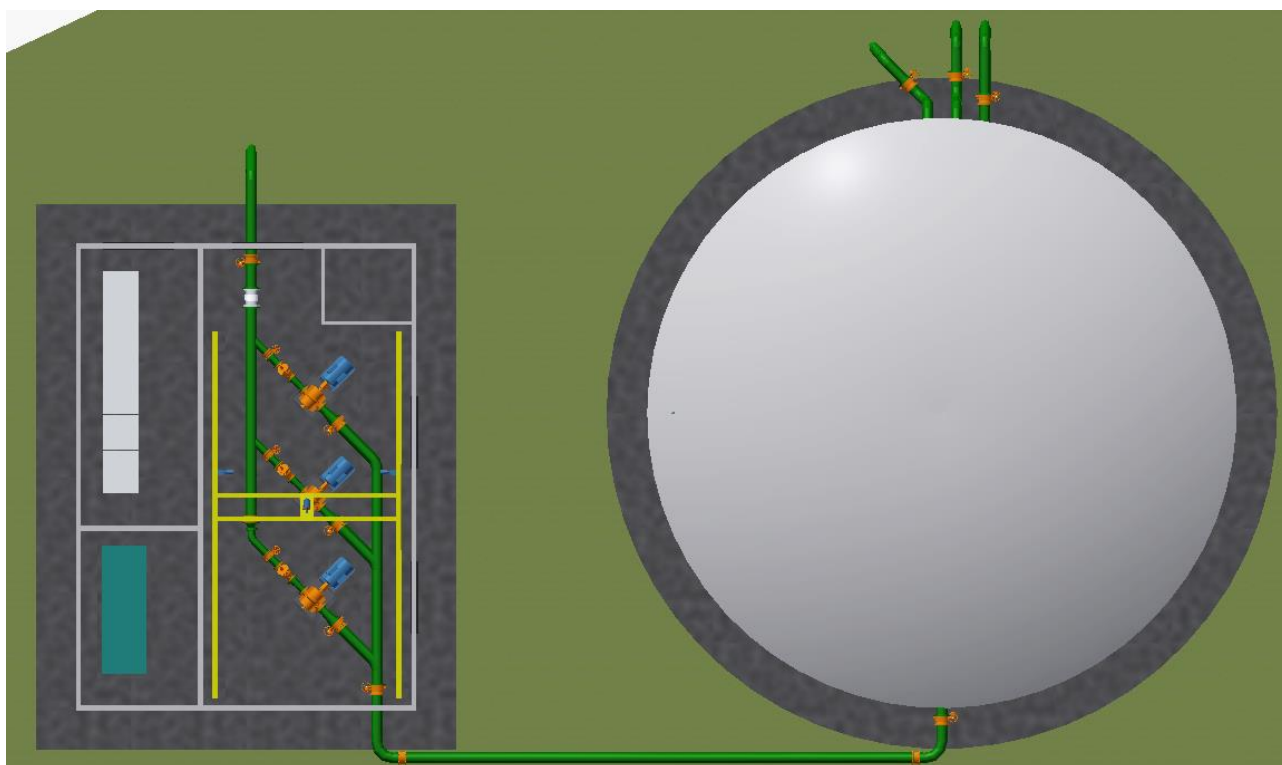


Figura 8.27 Esquema general superior instalación de rebomdeo

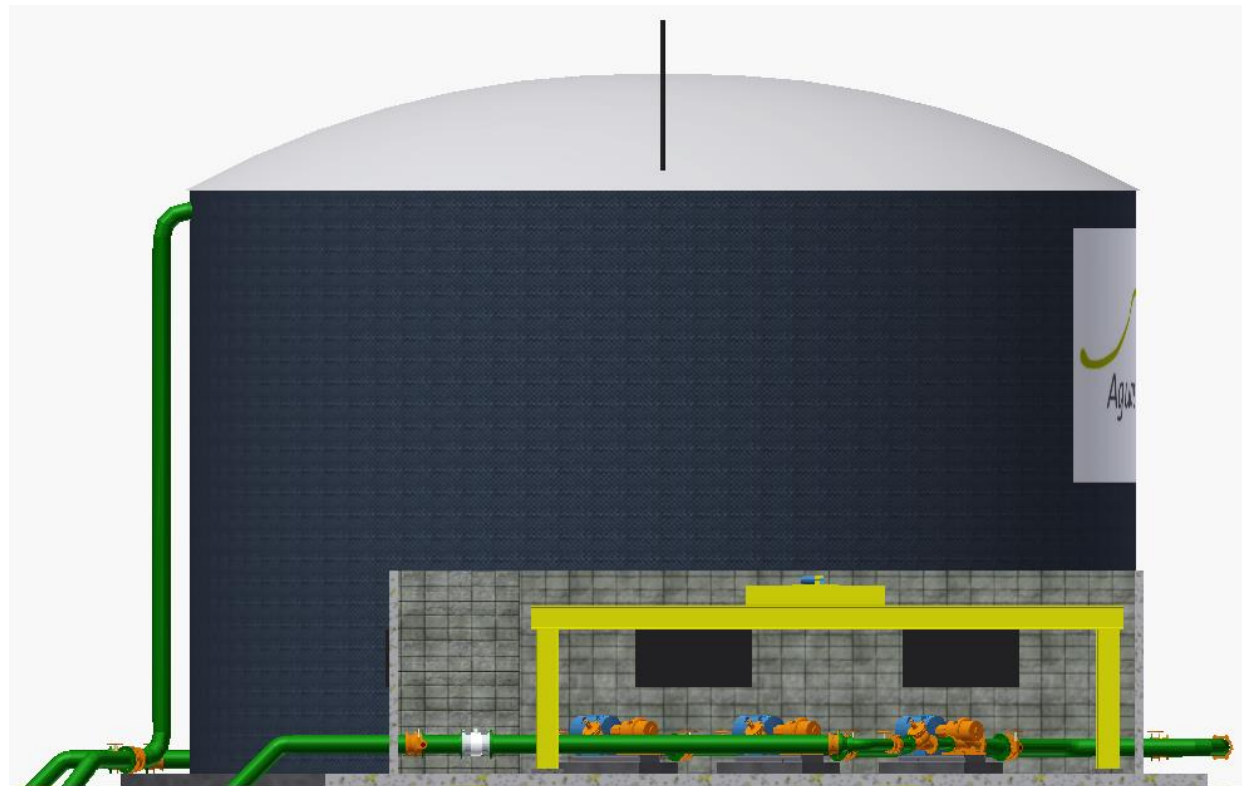


Figura 8.28 Esquema general sección lateral instalación de rebomdeo

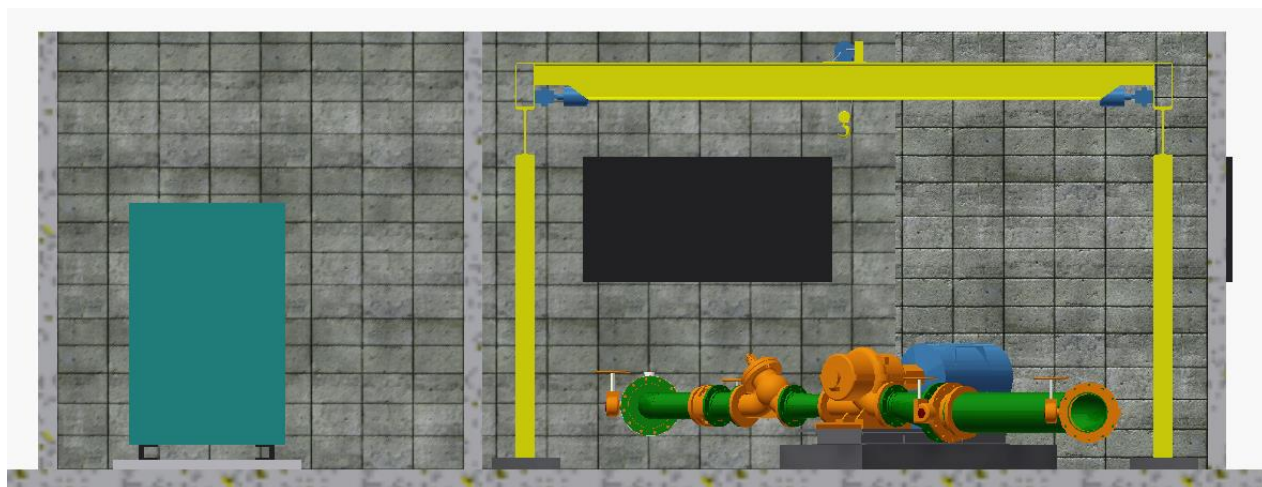


Figura 8.29 Esquema de bombeo sección frontal

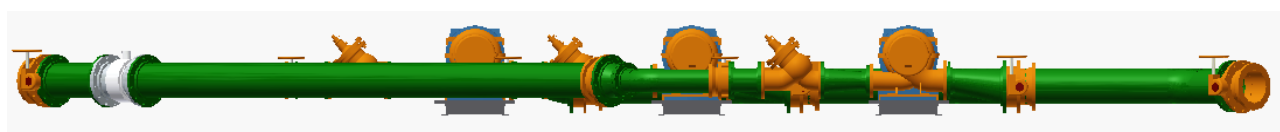


Figura 8.30 Esquema lateral de bombeo.

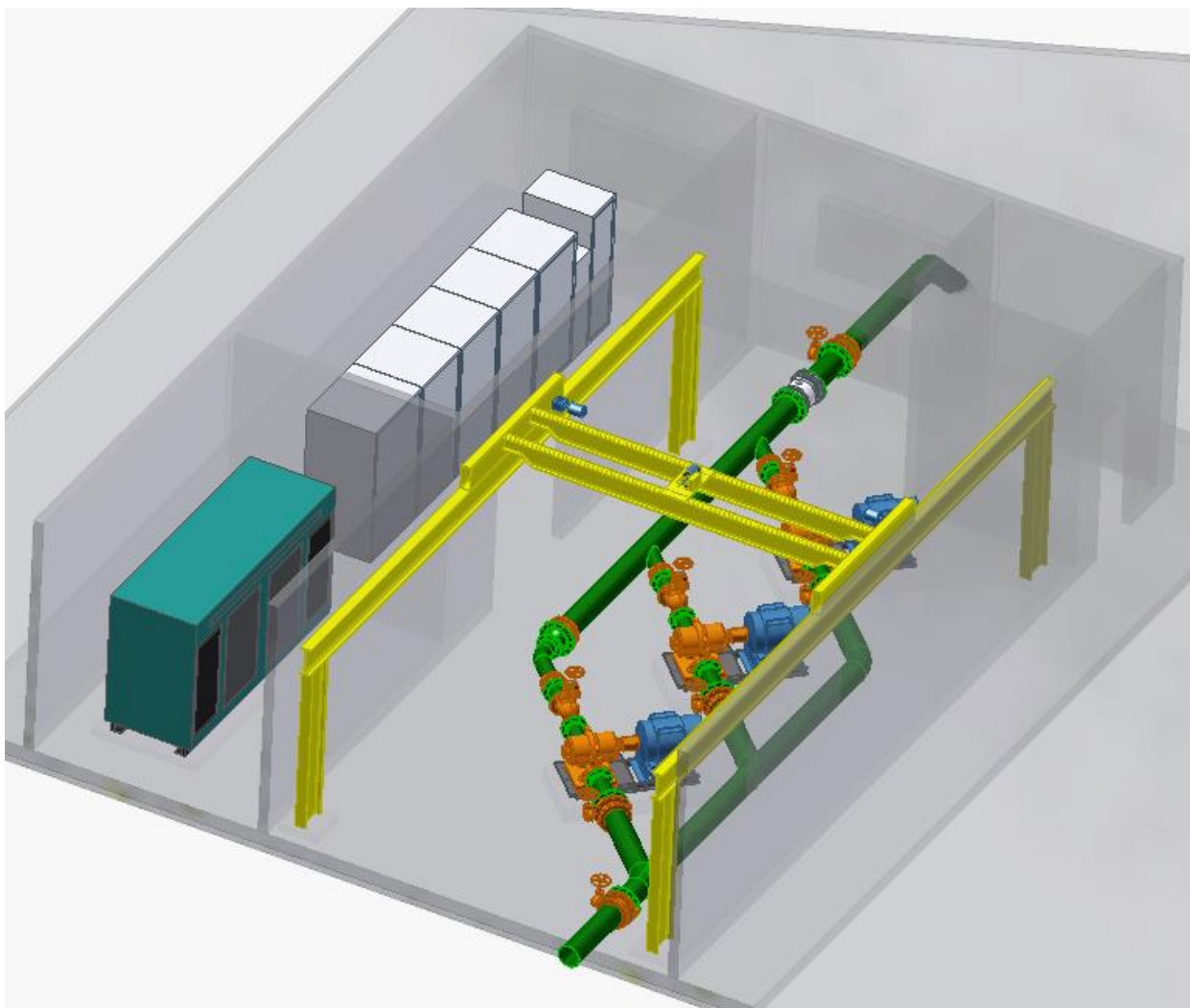


Figura 8.31 Esquema caseta de bombeo isométrico.

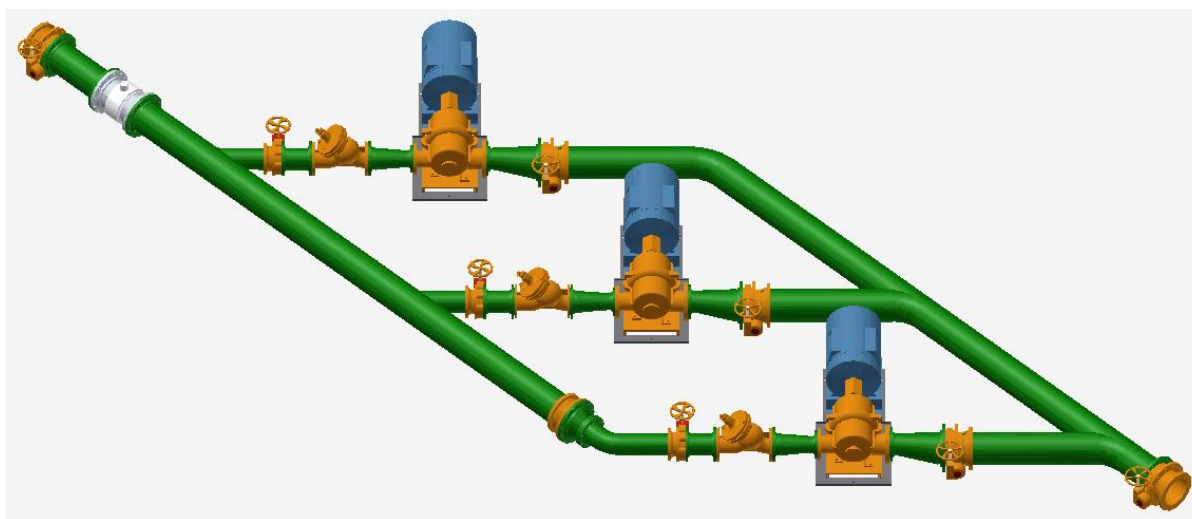


Figura 8.32 Esquema frontal elevado de bombeo.

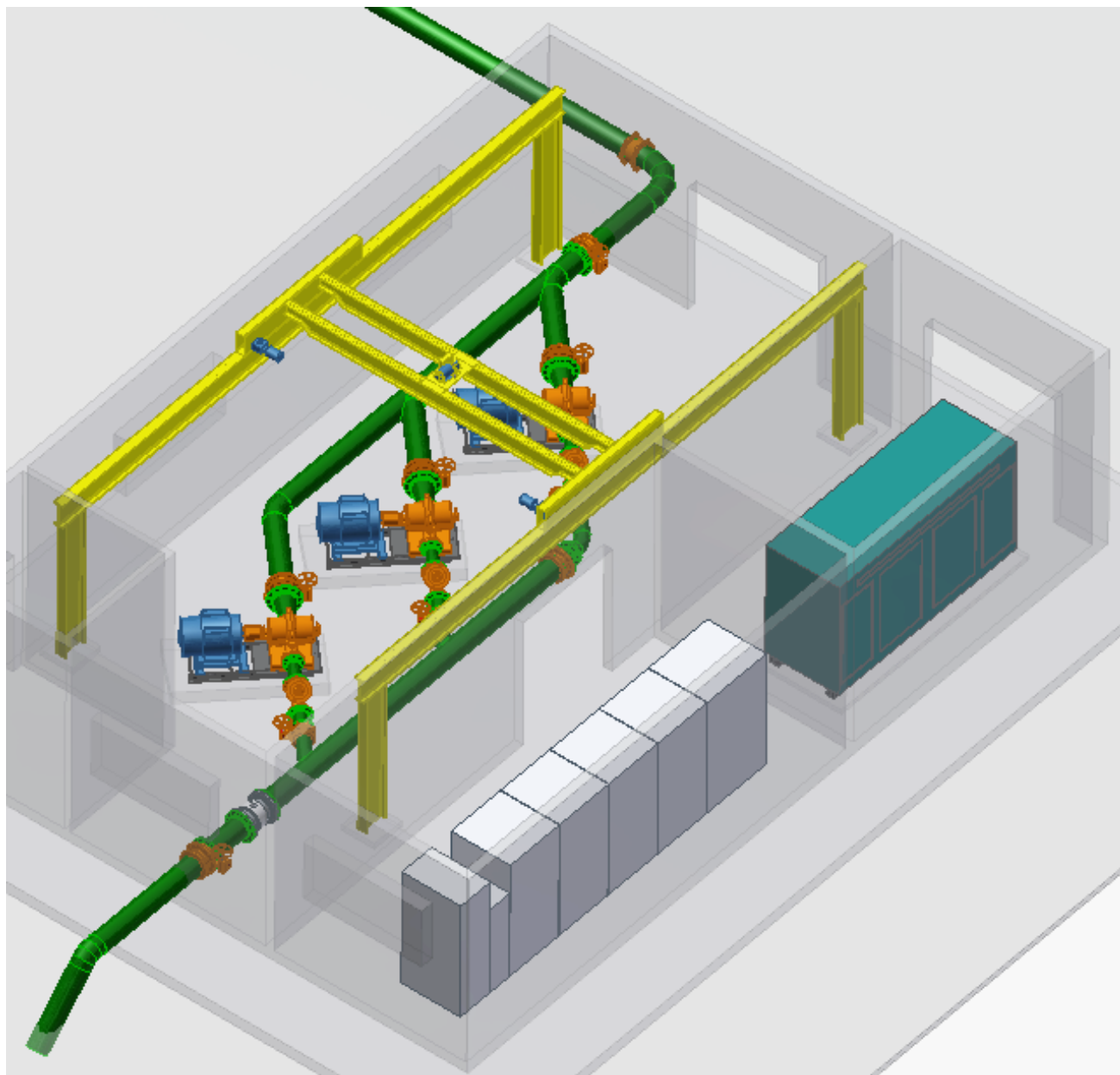


Figura 8.33 Esquema caseta de bombeo isométrico.

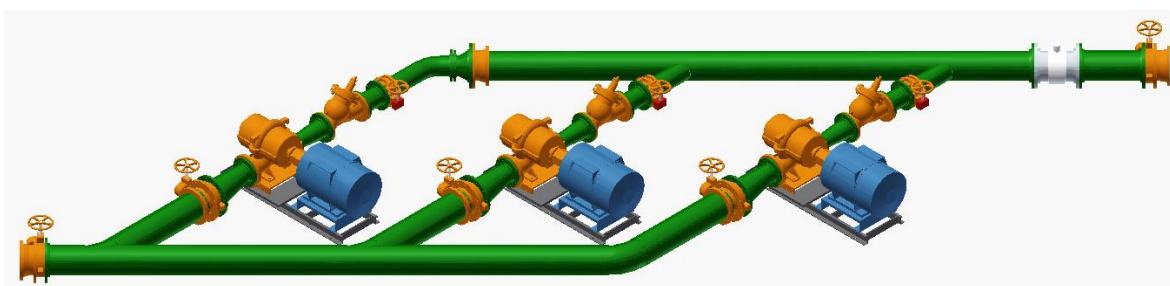


Figura 8.34 Esquema posterior elevado de bombeo.

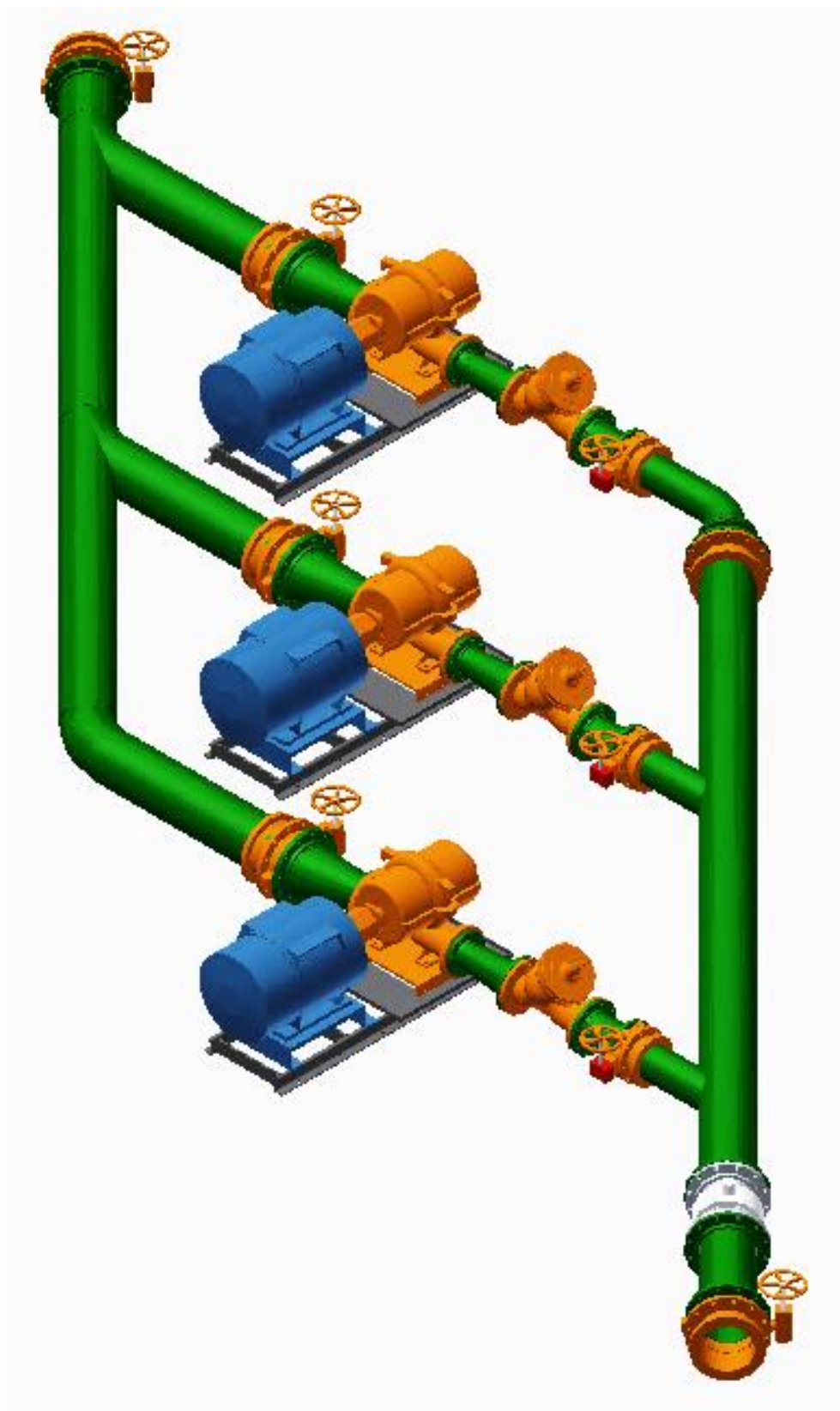


Figura 8.35 Esquema lateral elevado de rebombeo.

8.3 ESQUEMA GENERAL DEL MONTAJE E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO DE CAPTACIÓN ALTERNA POR POZO PROFUNDO

En la figura 8.36 se identifica un esquema preliminar el sistema de bombeo de la captación alterna del pozo profundo al interior de la PPAP Villa María denominado con el mismo nombre

La capacidad del pozo y lo concesionado por parte de la corporación autónoma regional CORPOURABÁ es de hasta 16 l/s por 16 horas al día, lo cual corresponde a más de 920 m³, lo cual es suficiente para abastecer más de 2700 viviendas con un promedio de consumo mensual de 10 m³ y sin considerar las pérdidas en el sistema.

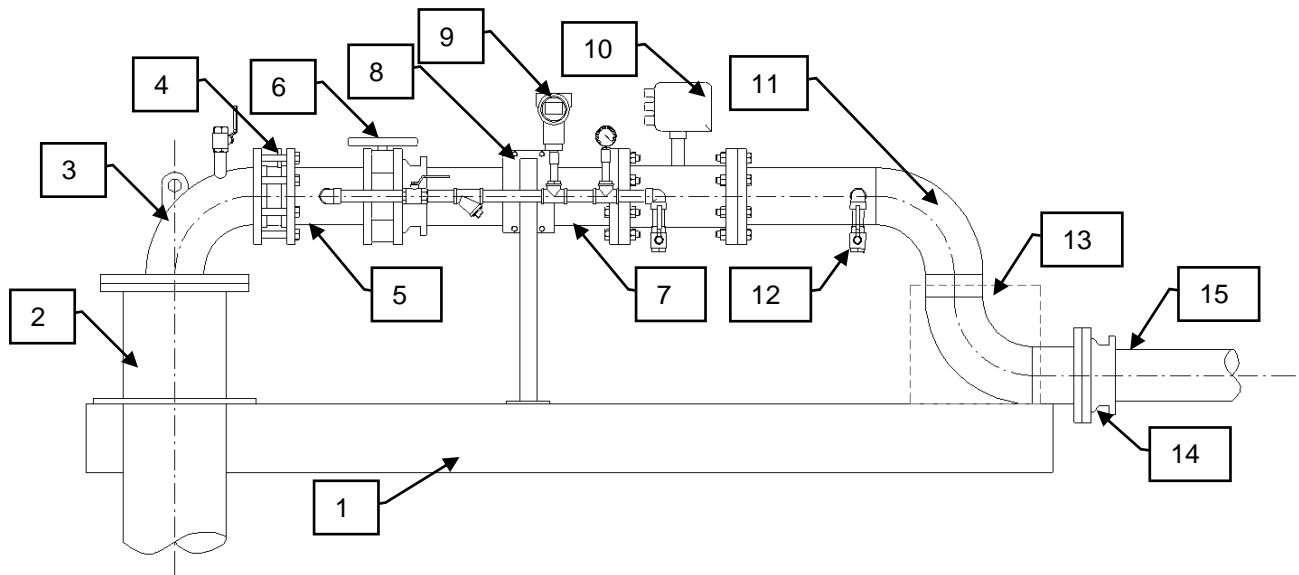


Figura 8.36 Esquema de descripción de ítems para sistema de bombeo pozo profundo de captación alterno al interior de la PPAP. Ver Tabla 8.7.

Tabla 8.7 Identificación de elementos y accesorios para el sistema de bombeo pozo profundo de captación alterno al interior de la PPAP

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Placa de concreto reforzada para soporte de todo el sistema dimensiones de 2.8 x 1.8 metros	1
2	Sistema de soporte para codo de descarga en tubo de Ø12" acero SCH 40 con placa de anclaje de 0.5x 0.5 con brida superior tipos ANSI clase 150, con agujeros y protecciones de coraza para cableado de potencia al motor y tubos en PVC de Ø1" para aireación y otro para la sonda hidrostática.	1
3	Codo de descarga 90° acero Ø6" radio largo SCH 40 bridado a ambos lados ANSI clase 150	1
4	Cheque Ø6" tipo compuerta basculante cuerpo wafer PN16	1
5	Tubo Ø6" acero SCH 40 con bridas a los extremos ANSI clase 150 long 250 mm	1

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
6	Válvula mariposa Ø6" con volanta y reductor de corona-sinfín cuerpo lug PN16	1
7	Tubo Ø6" acero SCH 40 con bridas a los extremos ANSI clase 150 long 650 mm	1
8	Soporte estructural para tubería de Ø6" con vigas IPE 120 y láminas de anclaje de 1/4" en acero	1
9	Manifold de presión con manómetro, filtros, válvulas de 4 tornillos, codos, Tees, y transmisor de presión.	1
10	Medidor de flujo o macromedidor electromagnético de Ø6" con bridas ANSI clase 150 PN 16	1
11	Tubo Ø6" acero SCH 40 con bridas a los extremos ANSI clase 150 con dos codos radio largo de 90° acero SCH 40 para dirección hacia la aireación.	1
12	Manifold para toma de prueba de agua	1
13	Tabique en concreto para empotramiento de codo de dirección hacia aireación.	1
14	Brida universal de Ø6" para tubo de acero y otro para polietileno bridas ANSI clase 150 PN16	2
15	Tubería en polietileno DN150 PN16 RDE17 con dos codos a 90° long 30 metros	1

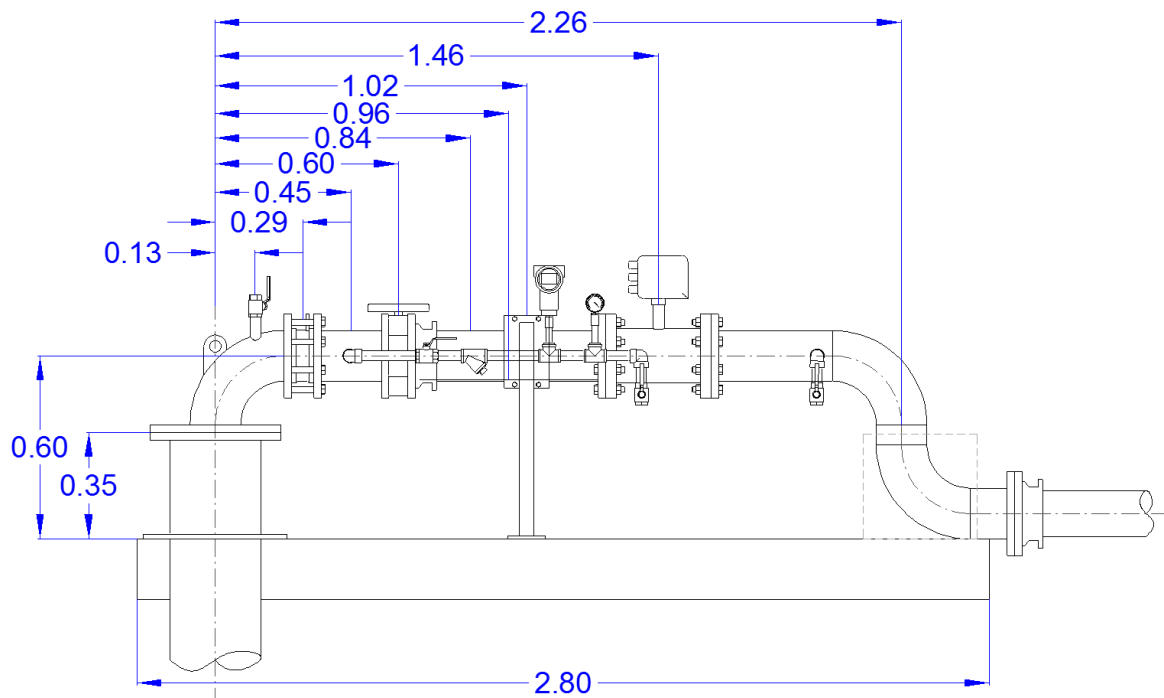


Figura 8.8 Esquema dimensional de las adecuaciones a sistema de bombeo pozo profundo de captación alterno al interior de la PPAP

8.4 ESQUEMA GENERAL DEL MONTAJE E INSTALACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO SUMERGIBLE PARA ACHIQUE

Este equipo es vital para el correcto funcionamiento, operatividad y vida útil de todos los equipos e instrumentos de los sistemas. Como los equipos de bombeo de Casanova y futuramente los de La Lucila están al interior de pozo con dimensiones de 14.5 x 9.4 metros y de profundidad desde la parte más superior de unos 5.2 metros aproximadamente son susceptibles a su inundación debido a lluvias, Turbo es una zona con inviernos bastantes fuertes con unas precipitaciones al año de 2426 mm al año, contándose con meses invernales en hasta 304 mm como dato histórico. Igualmente hay una serie de ductos que pasan los muros que evacuan el agua acumulada en el terreno que se evacua al interior del pozo que proviene del nivel freático externo de la planta a fin de evitar su concentración y licuación del terreno.

La bomba de achique estará situada en un pozo pequeño más profundo de dimensiones 2 x 0.8 metros y una profundidad de 0.6 metros respecto al nivel de apoyo de los equipos, esta evacua el agua acumulada a través de un tubo PVC hasta un caño ubicado a 60 metros de distancia.

Este equipo de bombeo debe ser instalado en la misma ubicación donde se encuentra el actual, el cual está en precarias condiciones debido a su uso constante, bajo las mismas condiciones y puntos operativos de caudal y cabeza.

Se debe cambiar toda la acometida eléctrica de la motobomba hasta el tablero de arranque directo al igual que toda la tubería de impulsión aumentando justo a la descarga en una pulgada tomando como referencia la actual. Ver Figura 8.11a y 8.11b.



Figura 8.11a Pozo para bombeo sumergible de achique



Figura 8.11b Pozo para bombeo sumergible de achique

La motobomba se instalará en la misma posición en la cual se encuentra la actual, sus características y especificaciones se detallarán en el documento correspondiente.

8.5 SISTEMA DE CLORACIÓN

Esta implementación para generación de cloro en sitio estará compuesta de dos sistemas, el equipo propiamente dicho para generación de cloro o hipoclorito en sitio, y de un sistema de medición de cloro residual para automatizar las dosificaciones de cloro en el agua estableciendo parámetros de calidad y brindando seguridad a los operarios de la PPAP al no estar interviniendo directamente tales equipos. Las necesidades están plasmadas, así como las especificaciones para cada uno.

8.5.1 ESQUEMA GENERAL DEL MONTAJE E INSTALACIÓN DE EQUIPO GENERACIÓN DE HIPOCLORITO

El sistema de cloración es uno de los sistemas principales con los cuales debe contar toda planta potabilizadora ya que se encarga de desinfectar el agua para su tratamiento, cada vez las normas y reglamentos son más rigurosos y exigen unos márgenes de cloro residual cada vez más pequeños, como se enunció anteriormente, el sistema actual aunque opera con algunas novedades y su capacidad alcanza para las nuevas necesidades este no es confiable ni a corto plazo ya que cuando se ejecute este proyecto para mediados de 2018 este estará completamente desactualizado y posibles problemas en sus dosificaciones, por lo tanto se hace primordial no solo su optimización sino también su automatización teniendo en cuenta todos y cada uno de sus accesorios y sistema periféricos y de seguridad para su implementación.

Para el montaje del nuevo sistema se estima implementar un sistema de generación en sitio el cual representa las siguientes ventajas por encima del método actual en operación:

- Eliminación de riesgos por manipulación, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- Producción bajo demanda y control de proceso.
- Ahorros en costos de operación.
- Disponibilidad de producto las 24 horas.
- Igual calidad en el agua tratada.
- Reducción del impacto ambiental en caso de fugas.

Para la instalación de estos sistemas se requiere de un espacio lo suficientemente grande como para instalar los equipos y almacenar la materia prima; en la PPAP como va salir de operación los cuatro equipos de bombeos identificados en el ítem 2, todo ese espacio queda totalmente disponible, por lo tanto, no será necesario adecuar ni realizar obras civiles al interior para tal fin.

El sistema se contemplará completamente automatizado con mediciones de caudal y medición en línea de cloro residual para identificar en el sistema la cantidad de dosificaciones que se deben realizar al agua captada a la entrada de la PPAP, por lo tanto, se requerirá implementar todos estos accesorios. En la figura 8.12 se identifica un diagrama básico del sistema a implementar.

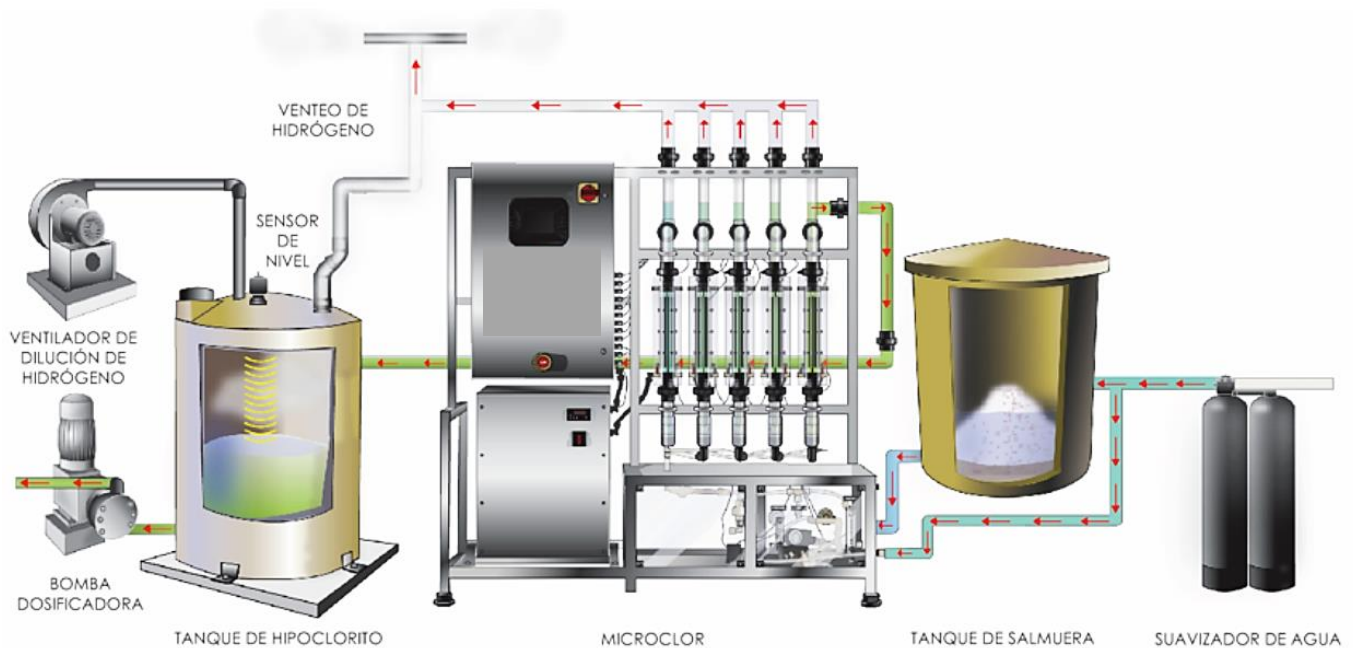


Figura 8.12 Diagrama básico de montaje del sistema de generación de cloro in-situ

El proceso constará de lo siguiente a partir de lo identificado en la Figura 8.12

- El tanque o silo generador de salmuera recibe la SAL (NaCl) a granel para ser diluida con agua suavizada y constituir una salmuera concentrada al 30%. Esta sal estará lista para ser activada y transformada en producto químico bajo demanda cada vez que el proceso lo requiera.
- Posteriormente, la salmuera es diluida nuevamente hasta 3% con y es bombeada hacia las celdas electrolíticas verticales para ser electrolizada con corriente DC proveniente del transformado/rectificador.
- El proceso electrolítico en las celdas genera hidrógeno como subproducto produciendo un efecto de empuje que transporta la solución electroquímica hacia la siguiente celda, ayuda a controlar la temperatura del proceso y al mismo tiempo depura las platinas de celda.
- El hidrógeno es venteado al exterior de manera segura de forma e independiente en cada una de las celdas y el producto generado (hipoclorito de sodio al 0,8%) es llevado al tanque de almacenamiento. Este tanque es dimensionado usualmente para proveer de 24 a 48 Hr. de reserva.
- Un sistema de dosificación automático toma la solución desinfectante / oxidante generada y la inyecta en los puntos de cloración de forma proporcional para mantener en todo momento el residual exigido.

Para la correcta operación del sistema se deben tener algunas consideraciones a fin de brindar la mejor compatibilidad y extraer el mejor provecho de tal equipo, estas son:

- La fuente de agua debe ser agua potable y debe estar libre de aditivos para polímeros, floculantes, coagulantes y anti-incrustantes. Ver Tabla 8.8

Tabla 8.8 Recomendaciones de la calidad del agua suministrada

Recomendaciones Suministro de Agua	
Agua potable	50-60 Psi, 5-27°C
pH	6,5 - 8,5
Dureza [Ca/Mg]	< 10ppm (desde el suavizador)
Contenido Orgánico Total	< 1ppm
Hierro	< 200ppb
Manganeso	< 10ppb
Niquel	< 5ppm
Fluor	< 2ppm
Cobre	< 5ppb

- La sal que se usa para el sistema de generación in-situ (OSHG) debe ser preferiblemente un cristal de calidad gruesa / sal seca solar. Esta sal no debe contener aglutinantes orgánicos (pellets de sal no son aceptables), y cumplir con las siguientes especificaciones ver Tabla 8.9.

Tabla 8.9 Recomendaciones de la calidad de la sal suministrada

Recomendaciones suministro de Sal	
Porcentaje de NaCl (peso)	96,3% Mín
Sulfato de Calcio	0,3% Máx
Cloruro de Magnesio	0,06% Máx
Cloruro de Calcio	0,1% Máx
Sulfato de Magnesio	0,02% Máx
Insolubles	0,1% Máx
Humedad (H2O)	3% Máx
Plomo	0,0007% Máx
Cobre	0,0003% Máx
Hierro (Fe)	0,002% Máx
Flúor	0,01% Máx

Para determinar el equipo correspondiente es necesario plantear las necesidades que se tienen actualmente al interior de la PPAP de Turbo para poder establecer las capacidades del sistema a implementar, en la Tabla 8.10 se indica las características, demandas de cloro y en la Tabla 8.11 se proporciona de una vez las capacidades de los tanques para almacenamiento de sal e hipoclorito mediante una autonomía de almacenamiento de insumos de unos 15 días.

Tabla 8.10 Características de operación y consumo.

Características de operación de la PTAP TURBO	
Caudal de diseño de la Planta	190 L/S
Caudal promedio de producción	140 L/S
Caudal mínimo de operación	140 L/S
Dosis de Cloro Máxima Total (precloración/desinfección/postcloración)	9,00 ppm
Dosis de Cloro Promedio Total (precloración/desinfección/postcloración)	5,00 ppm
Residual salida planta	1,10 ppm
Ciclo de producción diario	24,00 horas

Demanda diaria estimada de Cloro	
Demanda Máxima Total diaria de Cloro	324,9 lb
Demanda Promedio Total diaria de Cloro	252,0 lb
Demanda Mínima	140,0 lb

Tabla 8.11 Datos de capacidad de almacenamiento.

Cálculo de volumen Tanque de Salmuera

Selección tanque de Salmuera	
Capacidad de almacenamiento de sal por lt de agua	2,65 lb
Sal promedio requerida para operación diaria	888 lb
Autonomía de almacenamiento de sal deseada	15 días
Capacidad requerida tanque de Salmuera	5.025 lt

Volumen de solución generada y Tanque de Producto

Selección de tanque de Producto	
Volumen de Hipoclorito generado por hora	709 lt
Volumen promedio de Hipoclorito generado al día	14.288 lt
Autonomía de almacenamiento de Producto sugerida	5 días
Capacidad requerida tanque de Producto	71.442 lt

En la Figura 8.13 y Tabla 8.12 se identifica cada uno de los elementos, equipos, accesorios e instrumentos para la implementación del sistema de generación de cloro in-situ totalmente automatizado a partir de los caudales, tomas de muestras de la calidad de agua captada.

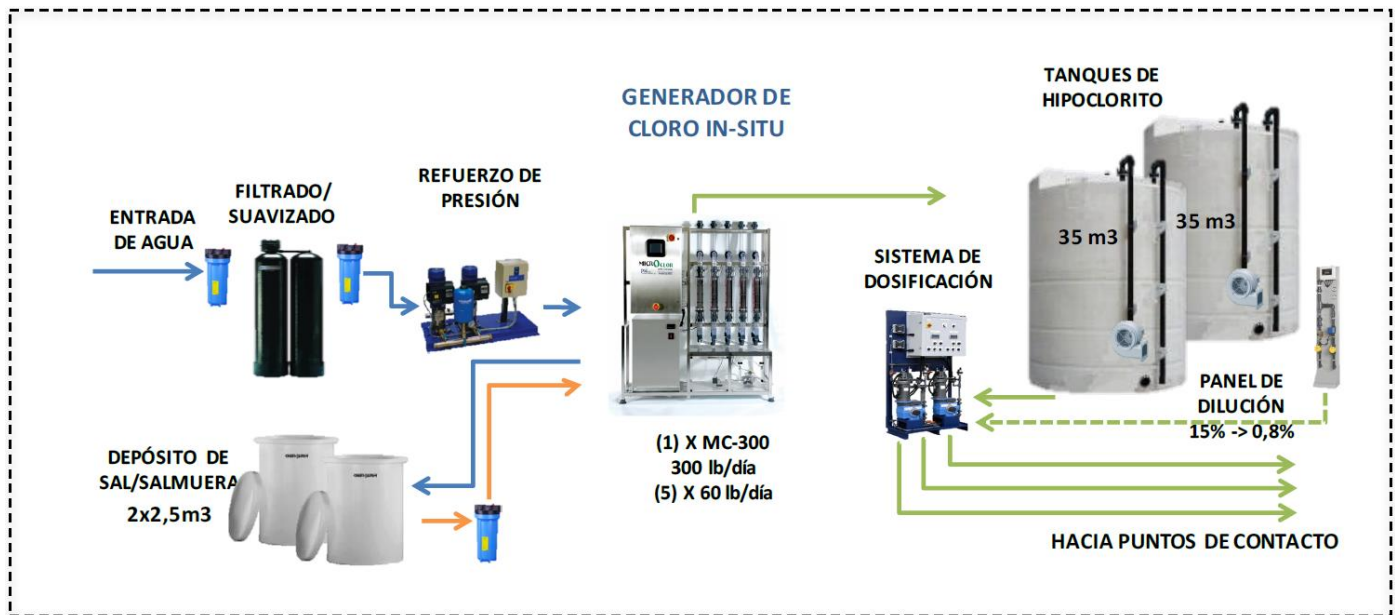


Figura 8.13 Esquema de sistema a implementar al interior de la PPAP de Turbo.

Tabla 8.12 Identificación de elementos necesarios para la implementación, optimización y automatización del sistema de generación de cloro in-situ.

GENERADOR EN SITIO DE HIPOCLORITO CON CAPACIDAD DE 400 LB		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT
1	Suministro, transporte, instalación y puesta en funcionamiento de un sistema de generación in sitio de Hipoclorito con capacidad de 400 lb/día para tratar hasta 160 l/s compuesto de: Panel de control con PLC y pantalla HMI, Gabinete con transformador de 36 kVA trifásico para 300 VAC a 300VDC@80A, Conjunto de cinco (5) celdas electrolíticas con capacidad de 60 lb/día cada una con equipo de bombeo, medidores de flujo y demás accesorios necesarios,	1
2	Suministro, transporte, instalación y puesta en funcionamiento de elementos periféricos requeridos en el proceso tales como: Sistema de bombeo por acumulación con equipo multi-etapa, Soplador de dilución de hidrógeno, Sistema ablandador de agua del tipo resina de intercambio iónico hasta para 200 ppm@ 700 l/h, Tanque para almacenamiento de sal con capacidad de al menos 2.5 m3 en polietileno o fibra de vidrio, Control de nivel para tanques por medio de un tubo PVC transparente con switch de nivel y electroválvula para preparación, Tanque de almacenamiento para hipoclorito generado de 35 m3 en fibra de vidrio con conexiones para ingreso de ventilación, venteo, sensores de nivel entre otros, Transductores para control de nivel a tanque de hipoclorito con alcance de las dimensiones de los tanques y salida a 4 a 20 mA, Sensor para detección de presencia de hidrógeno, Sistema de lavado de celdas con capacidad mínima de 5 galones y bomba manual o eléctrica de al menos 8 GPM, Kit de análisis de hipoclorito de sodio con todos sus reactivos, frascos, tijeras, tubos de suministro, pipetas entre otros	1

GENERADOR EN SITIO DE HIPOCLORITO CON CAPACIDAD DE 400 LB		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT
3	Bomba para dosificación de hipoclorito generado para cloración para caudal de hasta 400 l/h con sus respectivos accesorios, Bomba para dosificación de hipoclorito generado para precloración para caudal de hasta 150 l/h con sus respectivos accesorios, Bomba para dosificación de hipoclorito generado para postcloración para caudal de hasta 100 l/h con sus respectivos accesorios, Respaldo para equipos de bombeo de dosificación de 400 l/h, con un filtro Y, una válvula de contrapresión y 4 válvulas de inyección	1
4	Interconexión eléctrica de los elementos periféricos del sistema, sistema de control de nivel de salmuera, transductor de nivel de tanque de Hipoclorito, Ventilador de dilución de Hidrógeno, Detector de presencia de Hidrógeno, suministro, transporte e instalación de toda la Interconexión hidráulica para las líneas de agua, líneas de salmuera y líneas de hipoclorito	1

Especificaciones técnicas del medidor de caudal por ultrasonido sobre canaleta abierta tipo Parshall.

- Controlador:
 - ✓ Controlador de alta precisión para caudal en canal abierto bajo una precisión (± 1 mm, tolerancia 3 m)
 - ✓ Nivel, volumen, monitorización de caudal en canal abierto
 - ✓ Medición por ultrasonido
 - ✓ Estándar: 0,1 % del rango o 2 mm (0.08 inch), se aplica el valor más alto
 - ✓ Resolución 0,6 mm (0.02 inch), tolerancia 3 m (9.84 ft)
 - ✓ Frecuencia 0-52 khz
 - ✓ Navegador web para programación local con interfaz intuitiva basada en la web
 - ✓ Entrada 0-50VDC
 - ✓ Salida 4-20 mA
 - ✓ Pantalla LCD Extraíble
 - ✓ Montaje Interior / Exterior
 - ✓ Comunicaciones HART 7.0 USB
 - ✓ Cantidad 1
- Sensor:
 - ✓ Sensor ultrasónico de nivel/caudal
 - ✓ Alcance máx: 8m
 - ✓ Alcance mín: 0,3m
 - ✓ Temp. Máx: 65°C
 - ✓ Frecuencia: 44 khz
 - ✓ Conexión 1" NPT
 - ✓ Cantidad 1

8.5.2 ESQUEMA GENERAL DEL MONTAJE E INSTALACIÓN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO DE RESIDUAL DE CLORO

Para poder operar el sistema de generación de cloro y realizar las dosificaciones respectivas es necesario implementar todo un sistema de medición de caudal y medición de cloro residual el cual montarán mediciones en los puntos A, B, C y D para identificar la cantidad de cloro realizando dosificaciones automáticas según datos arrojados y caudal censado.

Tabla 8.13 Identificación de elementos necesarios para la implementación, optimización y automatización del sistema de generación de cloro in-situ

GENERADOR EN SITIO DE HIPOCLORITO CON CAPACIDAD DE 300 LB		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT
1	Suministro transporte, instalación y puesta en funcionamiento de Controlador Medición de Caudal Canal abierto (± 1 mm, tolerancia 3 m) por ultrasonido con salida de 4 a 20 mA y pantalla LCD Extraíble y sensor ultrasónico de nivel y caudal con alcance máximo de 8 m y mínimo de 0.3 m	1
2	Suministro transporte, instalación y puesta en funcionamiento de Controlador monitor de cloro residual con 2 sensores amperométrico de cloro y 2 sensores amperométricos de cloro residual con salida de 4 a 20 mA	1

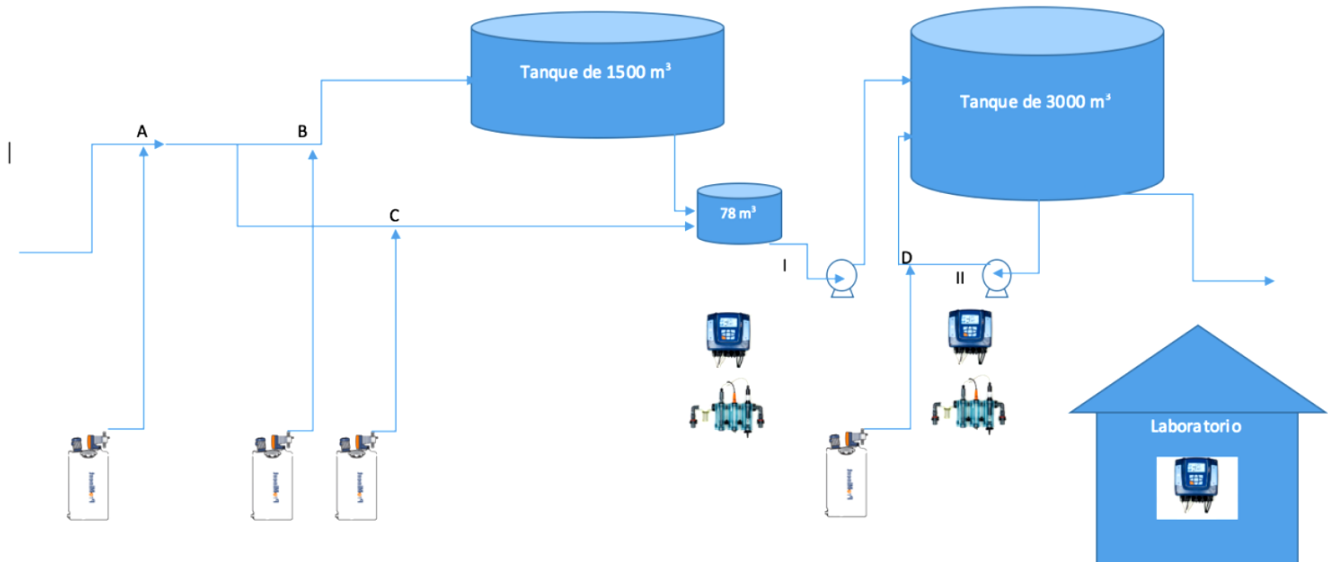


Figura 8.14 Esquema de sistema medición de caudal y medición de cloro residual al interior de la PPAP de Turbo.

Especificaciones técnicas del sistema para medición de cloro residual

- Controladores Monitor Compactos:
 - ✓ Parámetro: Cloro residual
 - ✓ Resolución 0,001 ppm

- ✓ Precisión 0,3 % del rango de medición
 - ✓ Técnica de Control P/PID
 - ✓ Control 2 regulaciones bilaterales
 - ✓ Señales de Perturbación Caudal a través de mA o frecuencia
 - ✓ Salidas Ajustables
 - ✓ Relé de Alarma 250V, 3A , 700 VA tipo de contacto del interruptor inversor.
 - ✓ Conexión Eléctrica 90-253 VAC, 50/60 Hz.
 - ✓ Temperatura Ambiente 0-60 °C
 - ✓ Clase de Protección Montaje Pared: IP 67 /
 - ✓ Montaje Armario Distribución: IP 54
 - ✓ Homologaciones CE
 - ✓ Material Cuerpo PC con equipamiento guardafuego.
 - ✓ Cantidad 2
- Controladores Principal para visualización
 - ✓ Bajo las mismas especificaciones anterior
 - ✓ Cantidad 1 para ser ubicada en el laboratorio.
 - Alojamiento Sensor Amperométrico de Cloro
 - ✓ Producto ALOJAMIENTO SENSOR Ref.: DGMA101T010
 - ✓ Material PVC transparente. Juntas FKM.
 - ✓ Soporte PP.
 - ✓ Temperatura Máxima 60 °C.
 - ✓ Presión Máxima 6 bar hasta 30 °C / 1 bar hasta 60 °C
 - ✓ Caudal Máximo 80 lph
 - ✓ Caudal Recomendado 40 lph
 - ✓ Salida Análoga 1 de 0/4-20 mA con aislamiento galvánico
 - ✓ Salida de Control
 - ✓ 1 salida de frecuencia de pulsos para controlar la bomba y 1 relé de alarma
 - ✓ Conexión Hidráulica Conector Roscado de PVC DN 10
 - ✓ No. Módulos 1 modulo para sensor de cloro.
 - ✓ Grado de Protección IP 67
 - ✓ Peso 0,5 kg
 - ✓ Cantidad
 - Sensores Amperométricos de Cloro Residual
 - ✓ Producto Sensor Cloro Libre
 - ✓ Parámetro Cloro Libre (ácido hipocloroso HOCl)
 - ✓ Rango de Medición 0,01 a 5,0 mg/l
 - ✓ Método de Referencia Usado DPD1
 - ✓ Rango de pH 5,5 a 8,0
 - ✓ Rango de Temperatura 5 – 45 °C
 - ✓ Presión Máxima 1 bar
 - ✓ Caudal Entrada en la Toma Muestras 30 a 60 lph (en DGMA) necesario caudal constante.
 - ✓ Alimentación Eléctrica 16 – 24 VCC técnica de dos conductores
 - ✓ Señal de Salida 4 – 20 mA alcance de medición, con compensación de temperatura, sin calibración, sin aislamiento galvánico

- ✓ Compensación Temperatura Pt 100 Integrado, Compensación en el Regulador COMPACT.
- ✓ Principio de Medición Amperométrico, 3 electrodos, sin membrana
- ✓ Cantidad

8.6 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL MONTAJE

Tabla 8.14 Especificaciones del montaje

Características técnicas generales del soporte para tubería de conducción	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Las instalaciones de los tubos horizontales tendrán una tolerancia respecto al plano horizontal de +/- 3" (segundos).	Requerido
Las instalaciones de los tubos Verticales tendrán una tolerancia respecto al plano vertical de +/- 1" (segundos).	Requerido
Las bridas respecto a los tubos deben tener perpendicularidad máxima una deflexión de 0.25%.	Requerido
La brida ciega modificada para soporte de las bombas sumergibles, deberá llevar prensa cable en bronce o acero inoxidable, debidamente maquinado en un centro metal mecánico, IP 68.	Requerido

Instrumentos de control y verificación Dimensional

- Prisma de topografía y trípode de fijación
- Goniómetro
- Fluxómetros de 5m y 10m
- Taquímetro
- Rugosímetro
- Medidor de espesores ultrasónico
- Regla rígida en inoxidable
- Escuadra rígida en inoxidable
- Plomada

Herramientas

- Carro-grúa de montaje
- Equipos de soldador
- Equipo de oxicorte
- Planta generadora para soportar el requerimiento energético del montaje
- Diferencial
- Pulidoras para discos de corte, pulidoras con discos de grata
- Bomba de inundación
- Tarraja y Machuelos
- Taladro percutor
- Series de Llaves: Bocafija, inglesa, Stillson, Allen.
- Destornilladores de pala y estrella.
- Extensiones de energía
- Andamios y diferencial mecánico de cadena para izaje.

- Extractor y Reflectores
- Prensas en C
- Martillo de goma

Consumibles

- Electroodos revestidos
- Discos de corte
- Discos pulidoras
- Discos de grata
- Brocas de acero y brocas de muro.
- Pinturas y Epóxico
- Gases para oxicorte
- Pintura de altos solidos
- Pintura para exterior.

Equipo de seguridad industrial

- Los equipos deben cumplir los estándares Naciones (NTC) e internacionales (OSHA).
- Guantes retardantes al fuego, Uniforme de trabajo. El uniforme debe estar marcado con el nombre de la empresa contratista.
- Gafas de seguridad oscuras con protección de rayos UV y gafas de seguridad claras.
- Casco de seguridad Dieléctrico.
- Botas punta de acero, dieléctricas.
- Mascara de soldadura. Capucha retardante al fuego
- Arnés, mosquetones de seguridad y eslingas.
- Señalización adecuada.

Nota 8.1: Es responsabilidad del montador verificar que se cumplan con todas las condiciones de seguridad antes de proceder con el trabajo de montaje y de seleccionar el personal capacitado para esto.

8.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE LOS NIPLES DE TOMA MUESTRAS

El acceso a las variables del sistema se realiza a través de válvulas instaladas en niples especiales, que eviten la corrosión interna, estos niples son llamados niples toma muestra, la señal es transportada a través de tubería flexible de cobre hasta un niple de medición que tiene varias ramificaciones para instalar varios instrumentos, a éste se le llama múltiple de medición. Para el caso que el elemento tenga elemento primario y secundario, ambos se instalaran sobre el múltiple.

A continuación, se describirá los componentes requeridos para la instalación de la instrumentación

Tabla 8.15 Especificaciones niple de toma muestra

Características técnicas generales de los niples toma de muestras	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Las tomas muestras son aquellos niples que salen perpendicularmente de la tubería, sirven para instalar equipos que miden variables físico químicas del agua, son de diámetro nominal de 1in o menos. Constan de una válvula bola en acero inoxidable con rosca hembra en ambos lados, un niple en acero inoxidable en un extremo con una roca macho, y un refuerzo circular para la soldar a la tubería.	Requerido
La tubería en acero inoxidable debe suministrarse bajo la norma ANSI/ASME B36.19. SCH40.	Requerido
Características niple de medida	
El material del múltiple será en acero inoxidable DN25.	Requerido
Tendrá una válvula de bola DN25 para la entrada	Requerido
Tendrá una válvula de bola DN25 para la purga.	Requerido
Es aquel que se conecta al niple de toma muestra, tendrá un número de salidas igual a la instrumentación que se le instalará, además de una salida con una válvula de descargue, para purgarla de aire.	Requerido
Cada instrumento requiere de una válvula de bola de DN25 NPT de 4 tornillos, la apertura y cierres de esta no deben tener interferencia con los instrumentos de medida.	Requerido
Los ejes horizontales de todos los múltiples de la estación se ubicarán en el mismo nivel de referencia de la tubería de conducción	Requerido
Las válvulas deben ser tipo bola en acero inoxidable para una presión de 200 mca.	Requerido
Racores en bronce para acoplamiento de los elementos de medida	Requerido
Los cortes, dobleces y deformaciones se deberán realizar con las herramientas adecuadas para este tipo de trabajo. No se permiten dobleces sin herramienta.	Requerido

Nota 8.2: La toma de entrada de agua para el múltiple de medición se hará antes de la válvula mariposa.

Nota importante: Se deberá soldar medias uniones roscadas en acero al carbón simples de al menos 3000 lbs que soporten la aplicación de soldadura sin deformarse, esto debido a temas de transporte para evitar que cualquier niple soldado al tubo de conducción se fracture o dañe por algún golpe. La ubicación de las uniones tanto para toma de presiones como para toma de muestras de agua se especifica en los planos anexos del sistema de bombeo.

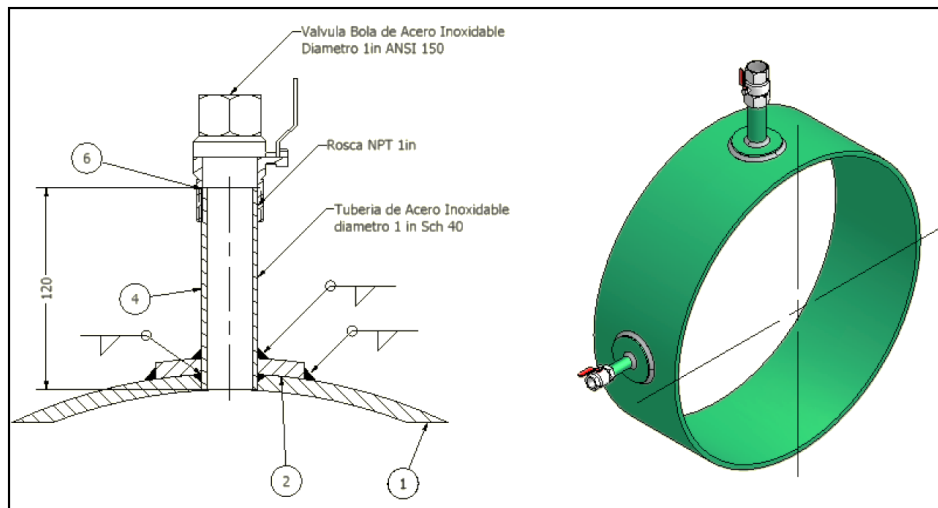


Figura 8.15 Esquema de instalación de niple con sobresano, no se debe aplicar soldadura al interior de tubo.

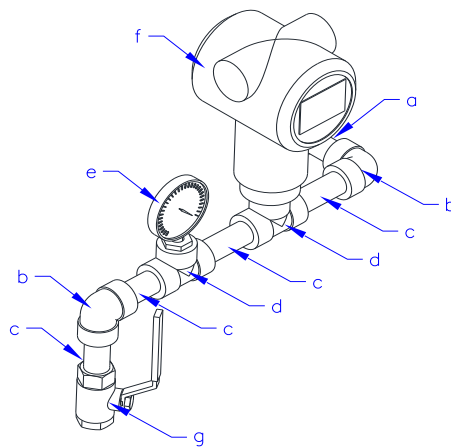


Figura 8.16 Esquema de instalación, montaje y armado de sistema de toma muestra para presión.

Tabla 8.16 Identificación de elementos y componentes del sistema toma muestra

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES MANIFOLD PRESIÓN		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
a	Tubo Ø1/2" sch 40 inox 304 Rosc. NPT Long. 150 mm	1
b	Codo 90° Ø1/2" sch 40 inox 304 Rosc. NPT	2
c	Tubo Ø1/2" sch 40 inox 304 Rosc. NPT Long. 100 mm	4
d	TEE Ø1/2" sch 40 inox 304 Rosc. NPT	2
e	Manómetro de carátula 0-200 psi con racor de Ø1/2" a Ø1/4" con racores correspondientes	2
f	Transmisor de presión 0 a 100 mca com. 4-20 mA	1
g	Válvula tipo bola DN12 inox o bronce 304 4 tornillos cierre rápido	2

Nota 8.3: la tubería DN25 puede ser reemplazada por tubería Ø1" mientras se conserven los espesores de pared exigidos, para este caso sch 40. La tubería al ser inoxidable no debe pintarse.

Nota 8.4: Todos los empalmes entre nipes, válvulas, accesorios e instrumentos de presión deben ser roscados usando cinta tipo teflón para evitar cualquier fuga y facilitar posteriormente cualquier desmonte o desarme para mantenimiento.

Nota 8.5: Para rigidizar el sistema de toma de presiones es necesario soldar o apernar una abrazadera contra la estructura en viga que soporta la tubería del bombeo con el fin de no sobre esforzar la soldadura entre tubos y evitar que el manifold quede en cantiléver.

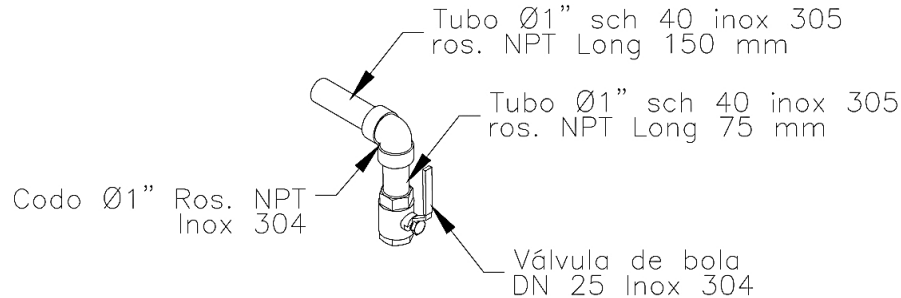


Figura 8.17 Niple toma de muestra después de macro-medidor.

Nota importante: para asegurar el correcto ensamble de los manifold de presión y toma de muestra, las válvulas de bola deben ser tipo 4 tornillos para facilitar el roscado en los extremos evitando desensambles consecutivos.

8.8 ESPECIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DIGITALES Y ANÁLOGOS

Tabla 8.17 Especificaciones de instrumentos digitales y análogos

Características técnicas generales de los niples toma de muestras	
Especificaciones técnicas	Solicitado
La celda de presión y manómetro de impulsión de cada estación de bombeo debe instalarse antes de la válvula de impulsión general.	Requerido
Todo niple de medida debe tener una válvula bola de acero inoxidable roscada, tanto para aislar (válvula de guarda) el niple de la tubería principal como para purgar agua o aire a la salida de este	Requerido
La PT100 del motor y celda hidrostática debe subir separados de los cables de potencia del mismo. Deben amarrarse con correas especiales que no se degraden o cristalicen en el tiempo, separadas a 1 metro de distancia.	Requerido
Debe referenciarse la parte inferior de la celda hidrostática a la altura de la rejilla de succión de la bomba.	Requerido
El medidor de caudal debe tener al menos cinco diámetros aguas arriba libre de distorsión y tres diámetros aguas abajo libre de distorsión.	Requerido
Se deben entregar todos los instrumentos con los convertidores o transductores necesarios para que den salida de 4 a 20mA.	Requerido
Todos los instrumentos deben ser programados en un SPAN adecuado y con unidades de presión en metros columna de agua, caudal en litros por segundo, nivel en metros de columna de agua.	Requerido
Todas las carcasas de los instrumentos deben estar aterrizadas adecuadamente y de manera independiente del cable de instrumentación.	Requerido
Los cables de instrumentación que vienen con apantallamiento deben estar aterrizados adecuadamente en la tierra del tablero.	Requerido
Los cables de instrumentación no deben instalarse cerca a los cables de potencia.	Requerido
El IP de la instrumentación se debe respetar en el cableado, por lo tanto, la conexión se hará a través de prensacables en acero inoxidable o aluminio y que garantice la protección IP 68.	Requerido
Todo cableado interno como externo debe ir marcado con el número consistente con el plano. Para cableado interno deberá ser con termo incogible y para el cableado externo con lámina de aluminio.	Requerido
Anexos	
Catálogo y manuales completos de los elementos	Requerido

Características técnicas generales de los niples toma de muestras	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Certificados de calibración ante los entes correspondientes	Requerido

9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS ELÉCTRICOS.

9.1 INFORMACIÓN GENERAL.

En esta sección se definen las especificaciones técnicas para el suministro, montaje y puesta en servicio de todo un sistema de control alimentación eléctrica para los bombeos de Lucila en PPAP Villa María, rebombeo en Lucila, de pozo profundo al interior de la PPPA, accesorios y sistemas en tanque elevado Lucila, todos estos localizados en el municipio de Turbo, toda esta implementación requerirá suministrar, transportar, instalar y poner en funcionamiento cada uno de estos sistemas utilizando las mejores prácticas, últimas tecnologías y la mejor calidad en equipos. a continuación, se establecerán las necesidades para operar de forma remota y con total capacidad cada uno de estos sistemas, para tener claridad de los equipos y accesorios a instalar se enumerarán todo lo necesario individualizando cada sistema, las especificaciones técnicas a plasmar son generales y aplican para todo el proyecto, el tema relacionado con cantidades será indicado en el listado de obra, en caso de ser necesario se identificará tal característica en el ítem correspondiente.

El fin de establecer estas especificaciones a los equipos y elementos eléctricos que compondrán las estaciones y sitios de bombeo, rebombeo, captación, achique, entre otros es dejar totalmente operativo y de forma autónoma los sistemas cumpliendo todo aquel reglamento vigente bajo una certificación por parte de centro avalado por la ONAC

9.2 NORMAS

Los trabajos objeto de estas especificaciones, se regirán por las siguientes normas:

- | | |
|--|----------|
| • Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas | RETIE |
| • Institute of Electrical and Electronics Engineers | IEEE |
| • Instituto Colombiano de Normas Técnicas | ICONTEC |
| • <i>National Electric Manufacturers Association</i> | NEMA |
| • <i>American Society for Testing and Materials</i> | ASTM |
| • <i>American Society for non-Destructive Testing</i> | ASNT |
| • <i>American Welding Society</i> | AWS |
| • Normas de Empresas Públicas de Medellín distribución energía | EE.PP.M |
| • CODIGO ELECTRICO COLOMBIANO | NTC 2050 |
| • Reglamento Técnico de luminacion y de alumbrado público | RETILAP |

El CONTRATISTA deberá acatar las normas técnicas colombianas existentes, en los casos en que sea aplicable.

Nota Importancia: Los sistemas de alimentación eléctrica deberá ser suministrado, montado y puesto en servicio de tal manera que se obtenga alta eficiencia, resistencia, rigidez y estabilidad funcional, sin que se produzcan fallas súbitas ni deformaciones permanentes para las condiciones normales de operación especificadas o que estén fuera de lo generalizado.

En ambas instalaciones se requerirá instalar transformadores y una serie de tableros de control y potencia para accionar y mantener los equipos de bombeos de forma segura. En los siguientes ítems se especifican cada uno de los requerimientos y exigencias necesarias para sus respectivas acometidas y sistemas eléctricos correspondientes.

9.3 LOS PARÁMETROS DEL SISTEMA AL CUAL ESTARÁN CONECTADOS LOS EQUIPOS en la PPAP Villa María

Tabla 9.1 Los parámetros del sistema

TENSIÓN REFERENCIA EPM.	
TENSIÓN NOMINAL, KV	13.2
TENSIÓN MÁXIMA, KV	17.5
FRECUENCIA, HZ.	60
NÚMERO DE FASES	3
TENSIÓN SOPORTADA AL IMPULSO (BIL) * KV	20
TENSIÓN A FRECUENCIA-INDUSTRIAL, KV	40
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN SUBESTACIÓN KA	25

Importante: El contratista debe validar la información detallada en la Tabla 9.1 ante EPM energía para consolidar tales parámetros con su respectiva verificación en planimetría.

9.4 ACOMETIDAS 460/254 VAC en ppap villa maría

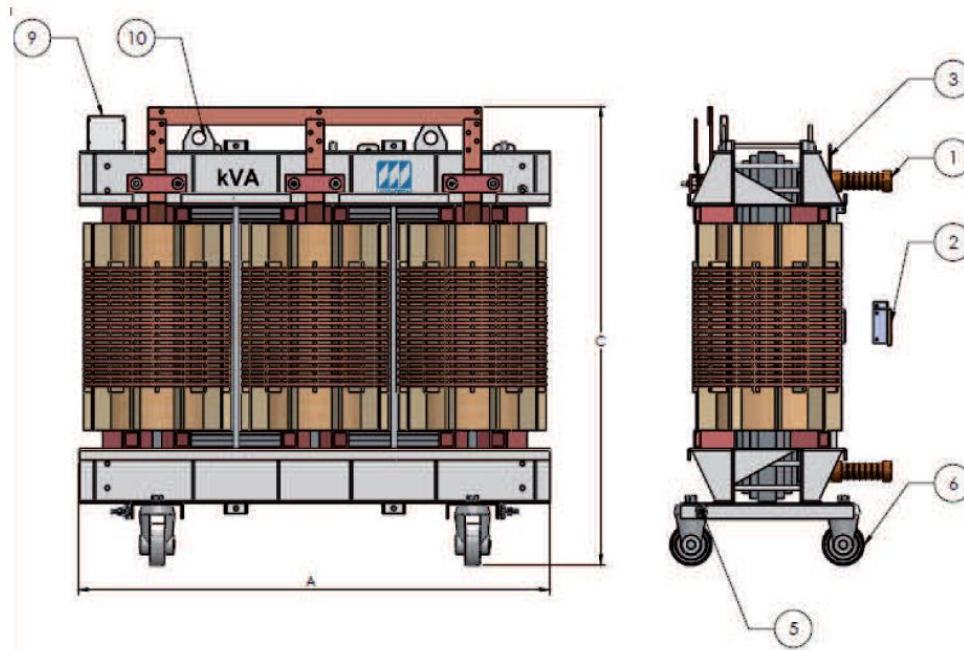


Figura 9.1 Esquema de transformador seco a instalar en caseta existente en sitio.

Tabla 9.2 Descripción de componente de transformador seco a instalar

DESCRIPCION	
1	AISLADORES ALTA TENSION
2	CONMUTADOR
3	SOPORTE PARARRAYO
4	PARARRAYOS (OPCIONAL)
5	ATERRIAJE TRANSFORMADOR
6	RUEDAS BIDIRECCIONALES (OPCIONAL)
7	TERMOMETRO (OPCIONAL)
8	CAJA DE CONEXIONES (OPCIONAL)
9	PLACA DE CARACTERISTICAS
10	OREJA PARA IZAR TRANSFORMADOR

No se instalarán acometidas ni elementos de iluminación al interior de la instalación ya que está ya cuenta con estas.

Toda la acometida de la primaria hasta el transformador será extraída desde la existente, tener en cuenta que todos y cada uno de los tablero actuales y futuros poseen su red de conducción hasta el pozo, pero el contratista deberá corroborar tal información, y en caso tal instalar cualquier otra acometida para su correcto funcionamiento de forma segura y concreta siguiendo todos los procedimientos estipulados en las normas correspondientes, con previa aprobación y revisión de la interventoría y aval de la Gerencia del proyecto.

9.5 LOS PARÁMETROS DEL SISTEMA AL CUAL ESTARÁN CONECTADOS LOS EQUIPOS EN LA LUCILA II

Tabla 9.3 Los parámetros del sistema

TENSIÓN REFERENCIA EPM.	
TENSIÓN NOMINAL, KV	13.2
TENSIÓN MÁXIMA, KV	17.5
FRECUENCIA, HZ.	60
NÚMERO DE FASES	3
TENSIÓN SOPORTADA AL IMPULSO (BIL) * KV	20
TENSIÓN A FRECUENCIA-INDUSTRIAL, KV	40
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN SUBESTACIÓN KA	25

9.6 ACOMETIDAS 460/254 VAC EN LUCILA II

Suministro e instalación de BAJANTE desde caja medidor en tubería metálica galvanizada de 3" y 4". Incluye accesorios y elementos de fijación (cinta band-it, Hebillas y marcación) conforme a norma RA2-026

Suministro e instalación de CANALIZACIÓN en tubería PVC DB de 4" para acometida eléctrica secundaria por zona blanda según norma EPM RS1-036. Incluye obra civil, botada de escombros y demás accesorios necesarios para su correcta instalación.

Suministro e instalación de BAJANTE en tubería metálica galvanizada de 2". Incluye accesorios y elementos de fijación, para la acometida de la bomba.

Suministro e instalación de CANALIZACIÓN en tubería PVC DB de 3" para acometida eléctrica secundaria por zona blanda según norma EPM RS1-036 para la acometida de la bomba. Incluye obra civil, botada de escombros y demás accesorios necesarios para su correcta instalación.

Suministro e instalación de CANALIZACIÓN en tubería PVC DB de 1" para cable de antena radio de comunicaciones, alumbrado exterior, etc, zona blanda según norma EPM RS1-036. Incluye obra civil, botada de escombros y demás accesorios necesarios para su correcta instalación.

Suministro e instalación de PUESTA A TIERRA según Norma RA6-010 Tierras EPM. Incluye descarga de Caja Contador, tableros, equipos y cerramiento.

Suministro e instalación de LÍNEA TRIFÁSICA acometida en baja para 95 A, más el neutro en cable THHN-THWN calibre 2 + 4 AWG.

Suministro e instalación de LÍNEA TRIFÁSICA acometida en baja para la motobomba, más el neutro en cable THHN-THWN calibre 2 + 4 AWG.

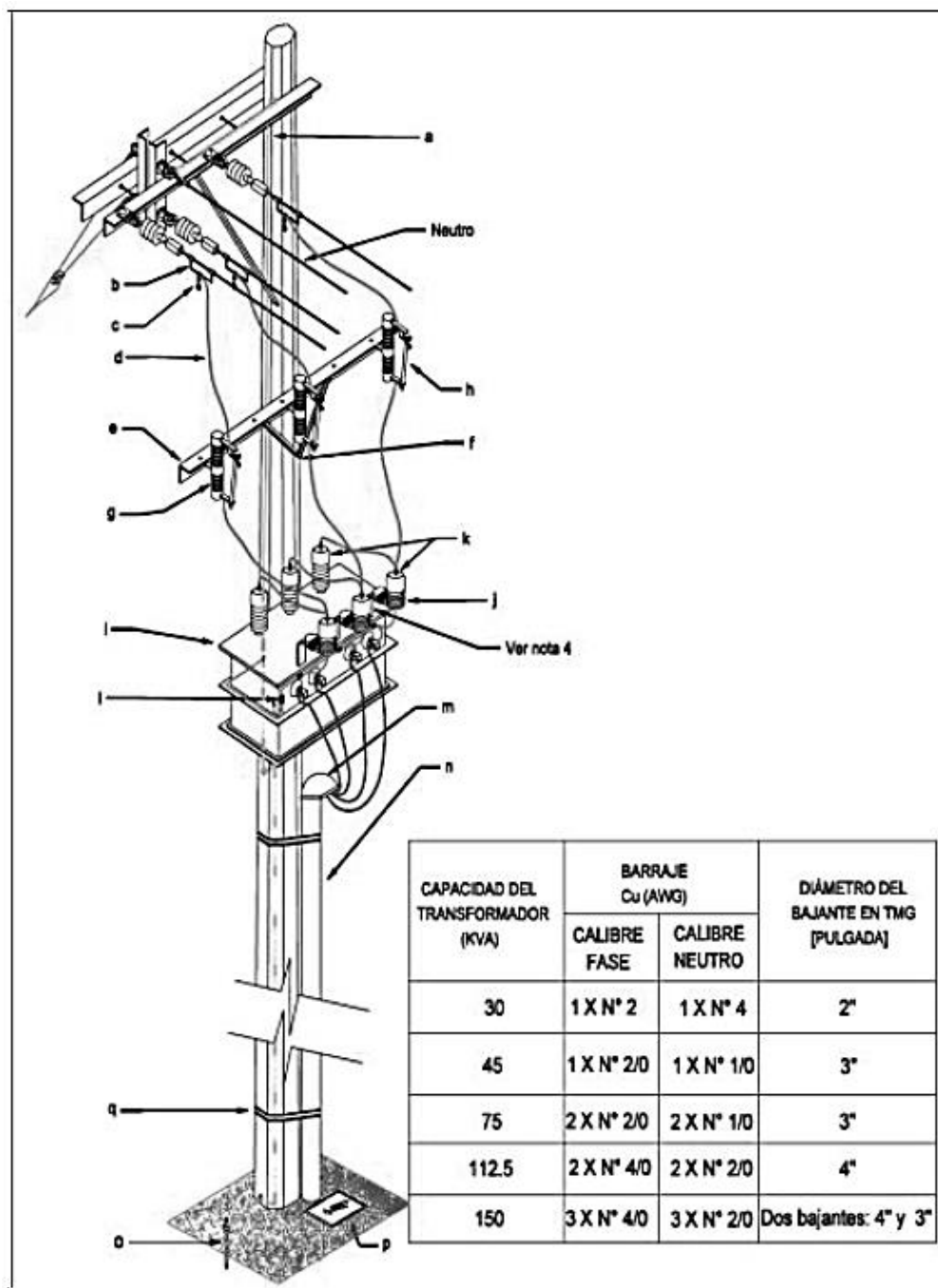


Figura 9.2 Esquema general de la distribución energía EPM. Norma EPM RA2-026.

Nota Importante: los Calibres de los cables de potencia para la motobomba deben ser revisados después de concretar el diseño definitivo del sistema.

Suministro, transporte e instalación de una (1) CAJA DE PISO y según normas de EE.PP.M. Incluye excavación, botada de material sobrante, concreto, mortero, bloques de concreto, herraje tipo pesado, tapa tipo pesado y demás elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento según norma RS3-003 de EE.PP.M..

Suministro e instalación de postes en concreto de 12 m 1050 kg para montaje de transformador y para la punta Franklin, según Normas EPM. Incluye obra civil, pintura botada de escombros y todo lo necesario para su correcta instalación y operación.

9.7 INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERNAS Y EXTERNAS PARA FUERZA E ILUMINACIÓN EN LA LUCILA II

Estas obras de solo aplican para los trabajos a realizar en las nuevas instalaciones de la Lucila II donde todos estos elementos serán nuevos y se implementarán con el fin de brindar seguridad y visibilidad el interior durante la noche, estas obras no son necesarias en al PPAP Villa María ya que la configuración actual y las obras existentes cumplen las normas videntes y están en buenas condiciones.

Validar información de ubicación y especificaciones en los planos correspondientes, el contratista deberá entregar toda la cometida, instalaciones en total funcionalidad. Se debe contemplar todo el tendido del cableado desde la estación o cuarto de control del tablero auxiliar hasta cada uno de los postes

Los sistemas de infraestructura de tubos y tuberías y sus accesorios deben ser diseñados conforme a las prescripciones de la última edición de las siguientes normas:

Tabla 9.4 Norma aplicable para instalaciones externas

RETIE 2013	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE
NTC 2050	Norma Técnica Colombiana

Características constructivas.

EL PROPONENTE suministrará e instalará todo el sistema de tubo Conduit y tubería eléctrica metálica y de PVC, uniones, conduletas, cajas de paso, boquillas, reducciones, sellos, drenajes, tuercas, contratueras, curvas y prensaestopas, abrazaderas, grapas, tornillos, etc., y en general todos los accesorios necesarios para conformar el sistema completo de tuberías, de comunicaciones, potencia, instrumentación y control, sistema de puesta a tierra y apantallamiento, etc.

Para la instalación de la tubería expuesta se deben utilizar los accesorios adecuados como el perfil montaje 41mm x 41mm, ranurado 9/16pulgx 29mm, con las siguientes especificaciones:

- Material: Lamina “Cold Rolled” doblada en frio con ranuras continuas con pestañas rígidas en su interior.
- Acabado: Galvanizado en caliente según normas ICONTEC 2076, ICONTEC 3320 y ASTM123
- Dimensiones:
- Espesor: 2.5mm
- Alto 41 mm
- Ancho: 41mm

Cuando la tubería tiene su eje perpendicular al perfil se utilizarán los fijadores para asegurarla. Ver figura 10.1

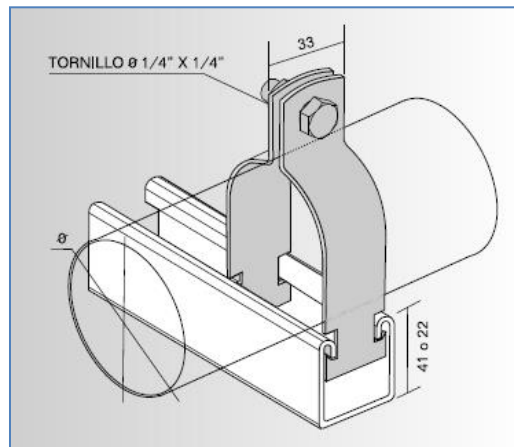


Figura 9.3 Especificaciones para soportes.

Las especificaciones de los fijadores son:

- Material: Lamina de acero “Hot Rolled” troquelada o en platica de acero
- Acabado: Galvanizado en caliente según normas ASTM123/ASTM 153
- Diámetro de tubería: 1 pulgada
- Debe incluir tornillo de central.

Dependiendo del área de la instalación (bombeo), se emplearán los siguientes tipos de tuberías:

- Metálica tipo IMC, interior o exterior, expuestas a la vista, en áreas interiores no clasificadas y en lugares expuestos a daños mecánicos.
- PVC tipo DB en canalizaciones enterradas mínimo 45 cm.; si existen cruces de vías deberán ser embebidos en concreto.
- Flexible tipo “Liquid Tight” para juntas, acometidas a equipos con vibraciones, motores y bases independientes.
- Todos los tubos y tuberías serán instalados de acuerdo con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, la norma 2050 (Código Eléctrico Colombiano) y las enterradas para canalizaciones deberán cumplir adicionalmente las normas específicas de EPM para redes subterráneas, RS3.
- El trabajo del PROPONENTE incluye las perforaciones en estructuras, bases, pisos, cajas, paneles y otros para pasar, empotrar, fijar y/o anclar las tuberías y su posterior resane y/o relleno si es aplicable; LA EMPRESA o su representante aprobará según convenga las rutas de tubos y tuberías. EL PROPONENTE las verifica y confirma en la obra y las modifica, si es necesario, con el visto bueno de LA EMPRESA. Para los tubos con un diámetro mayor de 3/4” se usarán curvas prefabricadas y/o conduletas (caja oval). Se procurará en términos generales instalar los tubos con el mínimo de cruces y/o curvas permitidos por las normas técnicas.
- Los tubos y tuberías individuales se fijarán con grapas acorde al diámetro del tubo. Las huellas dejadas en los tubos por las llaves de tubo, por las prensas y otras herramientas deben ser reparadas con tratamiento apropiado para cada tipo de tubería. Igual tratamiento se dará a los cortes, dobladuras y extremos roscados

cuando la pintura o galvanizado se ha deteriorado o perdido. Las roscas se deberán reparar siempre con pintura anticorrosivo.

- No se admitirá el uso de tubería eléctrica de PVC en forma expuesta. Los accesorios (curvas, cajas, uniones, conduletas, etc.) serán consecuentes con el tipo de tubería e instalación.
- El montaje de tubería incluye su marcación, que se hará en la salida de los tableros, entrada a cajas o accesorios y entre éstos, de forma que sea fácilmente identificable cada tubería en todo su recorrido.
- En términos generales todo tipo de tubo o tubería asociada a las salidas de iluminación y tomacorrientes, interiores o exteriores, hará parte de la salida respectiva.
- El montaje de cada tipo de tubo asociado a acometidas de procesos (áreas de proceso) diferentes a áreas clasificadas incluye el montaje de curvas, conduletas, cajas, grapas, pernos y demás accesorios.
- En vista que la norma 3458 del ICONTEC no hace discriminación en cuanto a los colores de identificación del sistema de tubos “conduit” de las redes eléctricas, de telecomunicaciones y similares planteamos el siguiente código de colores para identificar dichas redes:

Tabla 9.5 Especificación de colores según sistema

SISTEMA	COLOR
Potencia	Naranja
Seguridad, Control y automatización	Blanco
Voz y Datos	Azul Oscuro
Iluminación	Verde Claro

El CONTRATISA suministrará y pondrá en servicio:

Tableros trifásicos de medida protección y control de acuerdo al diagrama unifilar. Se suministrará un transformador seco en resina de Doce (10) KVA 460-254/220-127 VAC, este alimentará las cargas descritas en dicho unifilar, así:

- Calefacción y/o ventilación e iluminación del gabinete de medida y protecciones, longitud aproximada 2m a 220 VAC, 10 A
- Calefacción y/o ventilación e iluminación del gabinete del VF, longitud aproximada 5 m a 220 VAC, 10 A,
- Circuito de iluminación longitud aproximada 14m, 10 A, 220 VAC con sus interruptores.
- Todos los interruptores tendrán contacto auxiliar para posición y disparo.
- Tres cajas a intemperie pueden ser del tipo poliéster reforzado en fibra de vidrio color RAL 7032, IP 66 de medidas aproximadas de: 40cmX40cmX30cm, para fijación en perfil tipo ceno. Se suministrarán las borneras (se sugiere del tipo WAGO) de potencia que permiten conectar los cables de salida del variador y los cables del motor bomba, y las borneras para las señales de instrumentación que van para el gabinete de control. Se sugiere que esta caja sea: a intemperie, Norma IP56 (Caja light steck ref. ST.44.721/N o similar) con placa de montaje (ref. S-000.046). estas solo aplican para el bombeo en la PPAP Villa María para cada grupo sumergible, estas serán instaladas a un costado para permitir espacio para la manipulación de los mismos.

- El sistema y los requerimientos de iluminación exterior se harán cumpliendo con los requerimientos del RETILAP. Se instalarán Seis (6) LÁMPARAS DE ALUMBRADO PUBLICO EPM tipo LED blanca con todos y cada uno de sus accesorios necesarios para su funcionamiento, con sus fotoceldas y brazos de mínimo 1.2 m de longitud, de 2" de diámetro, curvo, en acero galvanizado en caliente de acuerdo a las normas ASTM. Estarán ubicadas en los postes de concreto de 12 m de 510 KGF. Los herrajes para la fijación también serán en acero galvanizado en caliente, con su respectiva fotocelda.
- Igualmente serán instalados 3 reflectores de 200W LED luz blanca en la parte baja del tanque en dirección a este para su resalte, con haz de luz abierto evitando la contaminación hemisférica superior.
- Los conductores para los circuitos de alumbrado y tomas serán de cobre, su aislamiento será del tipo THW para 600 voltios y adecuada para una temperatura del conductor de 75° C. Los conductores deberán ser sólidos para calibres 3 x 10 AWG encauchetados, que cumplirán la norma ASTM B-3.
- Los circuitos de alumbrado y tomas serán independientes y aquellos que vayan por la misma tubería se deben alambrear con cables de diferentes colores, según el código manejado por EMPRESAS y previo acuerdo con la interventoría, para permitir una fácil identificación durante la conexión. El neutro se debe alambrear con conductor de aislamiento color blanco y el conductor para tierra con aislamiento color verde o verde con amarillo.
- Los empalmes de conductores de los circuitos de alumbrado y tomas sólo se permitirán en las cajas; dentro de los tubos no se deberán realizar empalmes.
- Todo el cableado de las lámparas en poste será por canalización subterránea y con cajas de paso según normas de EPM.
- Las luminarias deberán ser para montaje en poste de concreto de 12 metros y la acometida para ellas será a través de red subterránea en cajas al pie del poste con alimentación de la luminaria por el interior del poste. La carcasa de la luminaria será en aluminio fundido en una sola pieza, apta para montaje a la intemperie. El cuerpo debe ser construido para que albergue el bloque eléctrico sin dificultades para la operación y el mantenimiento, permitiendo acceso manual y reposición de las partes con extrema facilidad aún en el sitio de instalación. Los accesorios eléctricos deben de estar aislados del reflector, no permitiendo el paso de humedad, insectos, etc., con un sello efectivo y de fácil recambio en caso necesario. El reflector será electroabrillantado y anodizado que garantice sus propiedades reflectivas óptimas. El cierre se hará en vidrio plano templado, perfectamente transparente y las luminarias se suministrarán e instalarán con la bombilla y todos los herrajes necesarios para su fijación.
- El sistema de protección contra descargas atmosféricas y la malla de puesta a tierra; conformada por: una punta del tipo Franklin, mínimo de 60 cm de longitud que se instalarán en la parte superior del poste de 12 m de la antena de radio, con sus elementos propios de fijación, esta punta se roscará a la base de fijación y se conectará con cable de calibre mínimo 1/0 a la parte inferior a una varilla Cooperweld de 2.4 m, esta última, se conectará, además, a una configuración de tres (3) varillas que conforman un triángulo de 3 m x 3 m x 3 m, la que se hará en cobre desnudo en calibre 2/0 con sus respectivas colas para equipos, tableros, contador de energía y cerramiento en calibre 1/0 AWG desnudo. Se tendrán mínimo dos (2) cajas de inspección. La unión del cable a las varillas se hará con soldadura exotérmica y la conexión a la malla perimetral se hará en cable 1/0 con soldadura a la retícula y con

terminal 1/0 del tipo 3M a la malla de cerramiento. La ubicación y cantidad se referencia en los planos respectivos.

Nota importante: el contratista deberá realizar su propia prueba al terreno para corroborar que las especificaciones mostradas en el ítem anterior son la necesaria para la protección de los equipos eléctricos, electrónicos y personas de pasen o laboren en la instalación.

9.8 TRANSFORMADOR EN ACEITE (TA) 13200/460/254V DE 150 KVA PARA LA LUCILA II

El transformador será del tipo en aceite deberá ser diseñado y dimensionado de tal manera que se obtenga alta eficiencia, resistencia, rigidez y estabilidad funcional, sin que se produzcan fallas súbitas ni deformaciones permanentes para las condiciones normales de operación especificadas o que estén fuera de lo generalizado para dicho transformador.

- EL CONTRATISTA deberá suministrar un transformador del tipo en aceite (TA) de potencia de 150 KVA 13.2 KV / 460/254 V
- El TA se instalará en poste de 12 m, exterior.
- El TA será construido con materiales nuevos y de primera calidad y deberá tener certificación ISO de ICONTEC.
- Debe tener certificado que acredite que está **libre de PCB**.
- El TA se deberá construir y ajustar en fábrica, se someterán a las pruebas rutinarias del fabricante según norma NTC, se verificará el funcionamiento eléctrico y mecánico.
- El contratista realizara los trámites de revisión del transformador con EPM.

□□ Normas

El TA deberá cumplir con las partes aplicables de la última edición de las siguientes normas para materiales, diseño y pruebas:

- RETIE
- NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS NTC
- CODIGO ELCTRICO NACIONAL NTC 2050
- NORMAS ANSI-ANSI C-57.12.00
- NORMAS IEC-IEC-76

Tabla 9.6 Especificaciones para el transformador de 150 kVA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	EXIGIDA POR EPM
1	Normas de fabricación y pruebas	NTC
2	Referencia de fabricación tipo	Convencional
3	Potencia continua nominal a 40°C y 200 msnm en kVA	150
4	Tensión por el lado de alta en kV	13.2
5	Tensión por el lado de baja en V	460/254
6	Frecuencia nominal	60
78	Montaje	Exterior

9	Número de fases	3
10	Clase de aislamiento de los bujes de alta tensión en kV	
11	Nivel básico de aislamiento de los bujes de baja tensión en kV	
12	Nivel de aislamiento en el impulso básico de los devanados de alta en kV	
13	Tensión de prueba a frecuencia industrial durante un minuto en seco lado de alta tensión en kV	
14	Grupo de conexión	Dyn5
15	Polaridad	Sustractiva
16	Eficiencia a potencia nominal con factor de potencia de 95%	$\pm 2 \times 2.5\%$
17	Elevación promedio de temperatura en los devanados sobre temperatura ambiente en °C	65
18	Tipo de aceite	Mineral
19	Fabricante	
20	Factor k del transformador	≥ 9

9.9 TRANSFORMADOR SECO (TA) 13200/460/254V DE 300 KVA PARA EL SISTEMA DE BOMBEO EN LA PPAP

El transformador será del tipo en seco encapsulado en resina Clase F ahorrador deberá ser diseñado y dimensionado de tal manera que se obtenga alta eficiencia, resistencia, rigidez y estabilidad funcional, sin que se produzcan fallas súbitas ni deformaciones permanentes para las condiciones normales de operación especificadas o que estén fuera de lo generalizado para dicho transformador.

- EL CONTRATISTA deberá suministrar un transformador del tipo en seco encapsulado en resina Clase F ahorrador (TS) de potencia de 300 KVA 13.2 KV / 460/254 V
- El TS se instalará en la celda del transformador en la subestación tipo interior.
- El TS será construido con materiales nuevos y de primera calidad y deberá tener certificación ISO de ICONTEC.
- El TS se deberá construir y ajustar en fábrica, se someterán a las pruebas rutinarias del fabricante según norma NTC, se verificará el funcionamiento eléctrico y mecánico.
- El contratista realizara los trámites de revisión del transformador con EPM.

□ □ Normas

El TS deberá cumplir con las partes aplicables de la última edición de las siguientes normas para materiales, diseño y pruebas:

- RETIE
- NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS NTC

- CODIGO ELECTRICO NACIONAL NTC 2050
- NORMAS ANSI-ANSI C-57.12.00
- NORMAS IEC-IEC-76

Tabla 9.7 Especificaciones para el transformador de 300 kVA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	EXIGIDA POR EPM
1	Normas de fabricación y pruebas	NTC
2	Referencia de fabricación tipo	Seco
3	Potencia continua nominal a 40°C y 200 msnm en kVA	300
4	Tensión por el lado de alta en kV	13.2
5	Tensión por el lado de baja en V	460/254
6	Frecuencia nominal	60
78	Montaje	Interior
9	Número de fases	3
10	Clase de aislamiento de los bujes de alta tensión en kV	
11	Nivel básico de aislamiento de los bujes de baja tensión en kV	
12	Nivel de aislamiento en el impulso básico de los devanados de alta en kV	
13	Tensión de prueba a frecuencia industrial durante un minuto en seco lado de alta tensión en kV	
14	Grupo de conexión	Dyn5
15	Factor de potencia	0.9
16	Eficiencia a potencia nominal con factor de potencia de 95%	Menor al 3%
17	Elevación promedio de temperatura en los devanados sobre temperatura ambiente en °C	
18	Servicio	Continuo
19	Fabricante	
20	Factor k del transformador	>=9

9.10 TABLEROS DE PROTECCIÓN, CONTROL, VARIADOR DE VELOCIDAD Y SERVICIOS AUXILIARES.

Los tableros de protección, control y el del VF deberán ser fabricados con base en una estructura metálica, rígida e indeformable auto soportado, construidos en perfiles metálicos soldados o pernados entre sí, en lámina en acero galvanizado calibre 12 (2.7 mm)-14 (1.9mm) con refuerzos internos que no permitan la deformación de la lámina por su peso o por la instalación de equipos en ellas, deberán tener un esquema de pintura electrostática tal como indica el reglamento. Serán compartimentados en dos columnas de 2000 x 1000 x 800 y 200 x 800 x 500 mm cada uno aproximadamente, una con dos puertas tipo frente muerto para el montaje de los pulsadores selectores, indicador, mando rotativo con una puerta frontal lisa que las cubre, la otra con una puerta interior tipo frente muerto con los mandos rotativos con otra frontal lisa que la cubre, de tal forma que en la columna derecha

estará el breaker totalizador general de 460 V con mando rotativo exterior, los breaker totalizadores para el DPS y el primario del transformador para servicios auxiliares de 460/254-110 V, los breakers para la iluminación a 254 V, la calefacción, el breaker del secundario del transformador de servicios auxiliares, etc, en la otra columna de la izquierda se alojara en un compartimiento inferior con puerta independiente el breaker totalizador del variador de velocidad con mando rotativo externo, el variador de velocidad de 75 HP HD 460 V, 89 A, la reactancia de línea, el filtro dV/dt (De acuerdo al criterios de distancia esta protección activa se debe seleccionar y ser avalada por el ente interventor), y en un compartimiento superior con puerta independiente estará el PLC con la fuente, los minibreaker de protección a 24 VDC, un toma 110 V, baterías 24 Vdc, etc., en esta puerta se instalaran dos pulsadores iluminados de color verde y rojo, para arranque y paro respectivamente, un pulsador tipo hongo para el paro de emergencia con guarda de protección contra accionamiento involuntario, una lámpara color ambar para falla, un selector de dos posiciones con llave para bloqueo de tal forma que la llave solo puede ser extraída en la posición de bloqueado, un selector de tres posiciones para los modos de operación LOCAL MANTENIMIENTO - LOCAL OPERACIÓN - REMOTO, todas las protecciones deben tener contacto auxiliar para posición y disparo. Se deberán proveer medios de sujeción retirables para levantar el gabinete. El nivel de hermeticidad será IP65. -Los Gabinete, tableros, o cuadros de control y de protección deberán presentar la certificación de conformidad de producto RETIE de acuerdo al literal 20.23.1.1

Adicionalmente:

- Las bisagras interiores permitirán giros de las puertas de mínimo 150 grados.
- La disposición de aparatos en los tableros deberá ser sometida a la consideración de las EMPRESAS.
- Se deberá suministrar una placa de datos característico sin omitir detalles técnicos importantes y ubicada en un lugar visible. También, en la puerta se deben instalar placas metálicas con las características de los equipos de medida que están en el interior.
- La entrada y salida de los cables será por la parte inferior de los tableros.
- Los tableros se sujetarán a la losa por medio de pernos de anclaje. Todos los pernos y demás elementos de fijación deben ser incluidos en el suministro. La separación entre equipos montados en los tableros será tal que permita el fácil acceso.
- El alambrado y los bornes de los tableros deberán cumplir lo especificado en este pliego.
- El gabinete de protección permitirá una conexión de tierra de un cable No. 1/0 desnudo.
- El gabinete de protección deberá contener los equipos de protección y señalización necesarias y especificadas en esta contratación.
- El plano con el detalle de la celda de medida se pasará cuando se adjudique.

Estas son las características y las cantidades mínimas que deben tener los tableros:

Tabla 9.8 Especificaciones de componentes para Tablero de potencia y control

Características técnicas generales constructivas para el gabinete de potencia	
Especificaciones técnicas	Solicitado
Tablero de potencia	
NSX160H TM160D 3P3R O EQUIVALENTE	Requerido

Características técnicas generales constructivas para el gabinete de potencia	
Especificaciones técnicas	Solicitado
MANDO ROTATIVO PROLONGADO ESTÁNDAR NSX10 O EQUIVALENTE	Requerido
NSX100H TM25D 3P3R O EQUIVALENTE	Requerido
TRANSFORMADOR 12 KVA 460/220 - 110 V	Requerido
NSX100H TM40D 3P3R O EQUIVALENTE	Requerido
DPS 80 KA 277/480 V Y	Requerido
NSX100H TM40D 3P3R O EQUIVALENTE	Requerido
NSX100H TM16D 3P3R O EQUIVALENTE	Requerido
1 CONTACT AUXILIAR OF/SD/SDE/SDV (NS80 O EQUIVALENTE)	Requerido
NSX100H TM80D 3P3R O EQUIVALENTE	Requerido
MANDO ROTATIVO PROLONGADO ESTÁNDAR NSX10 O EQUIVALENTE	Requerido
VARIADOR DE VELOCIDAD YASKAWA 60HP-71A-460 VAC-HEAVY DUTY O EQUIVALENTE	Requerido
FILTRO DV/DT 83 AMPERIOS-3% IMPEDANCIA - 480VAC	Requerido
REACTANCIA DE LINEA 83 AMPERIOS-5% IMPEDANCIA - 480VAC	
SELECTOR 3POS. NA+NA MAN.CORTA	Requerido
PULS.LUM.LED 24V NA+NC VERDE	Requerido
CUERPO PULS. RASANTE NA NEGRO	Requerido
PULS.LUM.LED 24V NA+NC ROJO	Requerido
PULS. SETA PARADA EMERG.	Requerido
"SELECTOR 2POS." "NA" "C.LLAVE"	Requerido
RELÉ MINIATURA +LED 6A 4NANC 12VDC	Requerido
BASE RXM2 / 4, E/S MEZC, TORNILLO	Requerido
LÁMPARA Y MICROSWICHE	Requerido
ACCESORIOS DE CONEXIÓN Y MARCACIÓN	Requerido
TABLERO DE CONTROL	
TABLERO AUTOSOPORTADO EN ACERO INOX CALIBRE 12 Y 14 USO EXTERIOR	Requerido
QUICK PRD40R 1P+N	Requerido
FUENTE 24 VDC-5 AMP QUINT PHOENIX CONTACT O EQUIVALENTE	Requerido
UPS PHOENIX CONTACT 5 AMP	Requerido
BATERÍA DEL SISTEMA DE CONTROL. 12AH	Requerido
PROTECCIONES BUS DE CAMPO MODBUS, INCLUYE BASE. PHOENIX O EQUIVALENTE	Requerido
RELÉ INTERFAZ SALIDAS PLC 24 VDC PHOENIX O EQUIVALENTE	Requerido
PROTECCIONES ENTRADAS ANALÓGICAS. PHOENIX O EQUIVALENTE	Requerido
SUICHE INDUSTRIAL PARA RED DE DATOS ETHERNET	Requerido
CPU TWIDO ETHERNET 24E/16S R2A 24VDC O EQUIVALENTE	Requerido
CARTUCHO MEMORIA 64 K EEPROM O EQUIVALENTE	Requerido

Características técnicas generales constructivas para el gabinete de potencia	
Especificaciones técnicas	Solicitado
PILA TSX37 O EQUIVALENTE	Requerido
PUERTO RS485 BORNERO PARA CPU COMP O EQUIVALENTE	Requerido
EXP. AN. 4E 0-10V 0-20MA PT/NI100/1000	Requerido
C60H-DC 1 A 250 VCC	Requerido
HMI-STU855W según especificaciones	Requerido
C60H-DC 2 A 250 VCC	Requerido
OF+OF/SD:DOBLE CONTACTO SEÑALIZ.CONMUT	Requerido
IC60N 1P 1A C	Requerido
IC60N 1P 2A C	Requerido
IC60N 1P 6A C	Requerido
IOF+OF/SD:DOBLE CONTACTO SEÑALIZ.CONM	Requerido
RADIO DE COMUNICACIONES COMPLETO.	Requerido
LÁMPARA Y MICROSWICHE	Requerido
ACCESORIOS DE CONEXIÓN Y MARCACIÓN.	Requerido

- Se suministrará un DPS que mínimo deberá cumplir lo siguiente: 3 fases 4 hilos TIPO COMPACTO, CATEGORIA B, REF: TVS4HWA80X, 277/480, REQUIERE CERTIFICADO DE PRODUCTO RETIE O EQUIVALENTE
- La señalización de peligro en MT y BT deberá ser clara, ubicada en la parte frontal y en lugar visible, en material acrílico y normalizado.

9.10.1 TOMACORRIENTES

TOMA CORRIENTE MONOFÁSICO

Toma corriente monofásico doble con polo a tierra y tres hilos, para una corriente nominal de 15 A y tensión de alimentación de 120 VAC, 60 Hz, con terminal de tierra, tipo NEMA 5-15R y con su respectiva clavija, algunas de sus características son:

- Tener terminales de tornillo apropiados para recibir alambre de cobre
- Tener herrajes, tornillos y placa plástica.
- Suministrar la tapa o cubierta color beige de alta resistencia al impacto.
- Suministrar el tornillo para sujetar la tapa o cubierta a la toma.
- El terminal más plano y corto debe ser el de la fase.
- Deben tener claramente identificados los terminales de neutro y tierra.
- Debe garantizar la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas, térmicas y de flotabilidad del producto sus componentes y accesorios, de modo que no exista la posibilidad de que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se altere su desempeño y se afecte la seguridad.

TOMA CORRIENTE TIPO GFCI

Toma corriente monofásico doble con polo a tierra (2P+1T) con protección de falla a tierra (GFCI), para una corriente nominal de 15A y tensión de alimentación de 127 VAC, 60 Hz, con terminal de tierra, tipo NEMA 5-15R y con su respectiva clavija, algunas de sus características son:

- Tener terminales de tornillo apropiados para recibir alambre de cobre
- Tener herrajes, tornillos y placa plástica.
- Suministrar la tapa o cubierta de alta resistencia al impacto.
- LED indicador y autotest.
- Suministrar el tornillo para sujetar la tapa o cubierta a la toma.
- El terminal más plano y corto debe ser el de la fase.
- Deben tener claramente identificados los terminales de neutro y tierra.
- Debe garantizar la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas, térmicas y de flotabilidad del producto sus componentes y accesorios, de modo que no exista la posibilidad de que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se altere su desempeño y se afecte la seguridad.

TOMA CORRIENTE BIFÁSICO TRIFILAR

Toma corriente monofásico trifilar – dos polos, tres hilos, para una corriente nominal de 20 A y tensión de alimentación de 240 VAC, 60 Hz, con terminal de tierra, tipo NEMA 6-20R y con su respectiva clavija, algunas de sus características son:

- Tener terminales de tornillo apropiados para recibir alambre de cobre
- Tener herrajes, tornillos y placa plástica.
- Suministrar la tapa o cubierta de alta resistencia al impacto.
- Suministrar el tornillo para sujetar la tapa o cubierta a la toma.
- Deben tener claramente identificados los terminales.
- Debe garantizar la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas, térmicas y de flotabilidad del producto sus componentes y accesorios, de modo que no exista la posibilidad de que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se altere su desempeño y se afecte la seguridad.

9.11 EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).

En el gabinete protección control y del VF se incorporará un PLC con su rack, de acuerdo a lo descrito, que recibe las diferentes señales entradas-Salidas (I/O) análogas digitales de los diferentes equipos de campo, instrumentos y protecciones. A través del PLC, se ejecutan diferentes rutinas para el control del sistema de bombeo proveniente de la instrumentación, del variador de frecuencia (VF), equipos de campo y protecciones. Se procesará toda la información en el controlador lógico programable y se enviarán los comandos, señales de alarma, y disparo e indicaciones necesarias para controlar y supervisar el VF y otros equipos, el PLC se deberá enlazar con el sistema existente en aguas de Regionales, en la IHM de la planta Villa María se configurara una pantalla para el monitoreo y control del bombeo, también se entregara el mapeo de todas las señales para el SCADA DAS IP por lo que este PLC debe ser preferiblemente de la marca Schneider (facilitando la compatibilidad con el SCADA existente, sumado al contrato de repuestos que tiene actualmente Aguas Regionales con esta marca) o equivalente, con puerto de comunicación Ethernet y modbus RTU.

➤ También, será del alcance de esta contratación:

- Detalle de la red en MODBUS RTU para el VF del sistema de bombeo, y otros.

- El desarrollo del programa de control del PLC de acuerdo a la filosofía de control que será suministrada posteriormente.
- Todas las señales de las tarjetas de entrada y salida del PLC deberán ser cableadas a borneras de dos (2) niveles, donde el punto común sea el inferior y las respectivas I/O en el superior de éstas. Las salidas digitales se deberán multiplicar con relés de interposición tipo bornera para 24 V CD con piloto (led) indicador de estado y circuito de protección igual o similar a la marca PHOENIX CONTACT o WAGO o equivalente, de tal manera que ocupen el mínimo espacio
- Se suministrarán dos pulsadores iluminados tipo led, uno Verde y otro Rojo para arranque y paro respectivamente.
- Una lámpara de señalización tipo led color Ambar, para falla.
- Un pulsador tipo hongo para el paro de emergencia con su guarda de protección para accionamiento involuntario.
- Suministro de un selector de llave para bloqueo del control, la llave solo podrá ser retirada en la posición de bloqueado.
- Suministro de un selector de tres posiciones para las siguientes posiciones de izquierda a derecha: "LOCAL MANTENIMIENTO- LOCAL OPERACIÓN- REMOTO".
- EL CONTRATISTA deberá suministrar y cablear los minibreakers de control necesarios para realizar el agrupamiento y protección de las señales de entrada, salida y alimentación del PLC.
- Las placas de identificación serán de Graboplay, acero inox o similar con letras blancas fondo negro.
- En este tablero del VF donde estará el PLC se deberán instalar una toma doble polarizado para 120 V AC con polo a tierra.
- El voltaje de control deberá ser 120 V CA. y 24 V CD. Se suministrará una fuente con UPS incorporada para mínimo 5 A. El voltaje disponible para alimentación de los equipos de control como PLC, Radio, Suiche, etc, será de 24 voltios DC, las fuentes de alimentación deberán poseer aislamiento galvánico entre las tensiones de entrada y de salida, tener filtrado y elementos y/o circuitos de protección por sobrecarga, corto circuito y sobre / baja tensión para prevenir daños en el equipo; estos dispositivos deberán incluir alarmas para indicación local y remota.
- Se deberá cablear el enlace de comunicaciones en MODBUS RTU para el VF y demás equipos hasta la tarjeta de comunicaciones del PLC, utilizando los cables especiales que serán suministrados por el CONTRATISTA y sugeridos por los fabricantes de los equipos instalados.
- Se deberá cablear toda la instrumentación hasta el tablero de control y el PLC, utilizando los cables adecuados para instrumentación calibre 4x16 o 12x16 AWG que serán suministrados por el CONTRATISTA y sugeridos por los fabricantes de los equipos instalados.
- Todas las puertas del gabinete deberán llevar un (1) microsuiche por la para señalar al PLC si está abierta o cerrada y estarán en paralelo.
- Se deberá suministrar el software legal del PLC, y de aquellos equipos que lo necesiten. También, los elementos de programación para el control requeridos en esta aplicación.
- Entradas análogas 4...20mA cantidad mínima: 8
- Entradas Digitales en DC cantidad mínima: 12
- Salidas Digitales a transistor cantidad mínima: 12

- Puerto de comunicación Modbus RTU
- Puerto de comunicación Ethernet TCP IP.
- Pruebas en fábrica y en el sitio de los equipos con la programación correspondiente.
- Suministro de cable de control y accesorios para la instalación y conexión entre las celdas del VF donde está el PLC, los variadores de velocidad, el gabinete de medida y las protecciones.
- Cableado y conexión de la red MODBUS RTU.
- Cableado y conexión de las señales de control entre el gabinete donde está el PLC, el VF y el gabinete de protección y los otros equipos.
- Pruebas y puesta en servicio, se deberá garantizar la operación en automático sin interrupciones por fallas.
- Entrega de la documentación correspondiente a: software del sistema estándar, los códigos ejecutables para el software propio del suministrador y los códigos fuente para todos aquellos programas que sean desarrollados para el proyecto. Además, la información del software diseñado.
- EL CONTRATISTA deberá suministrar la documentación del usuario, incluyendo: Manual del usuario del sistema y el Manual de operadores con el propósito de facilitar las labores de mantenimiento y capacitación, donde se describan las funciones principales como; alarmas, registros, mensajes, entre otros.
- La programación y parametrización del PLC y la HMI, así como el diseño de la lógica de control, es alcance de esta contratación y deberán ser realizados por El contratista atendiendo los criterios y requerimientos del proyecto.
- El contratista estará a cargo también de la programación y configuración parcial que se requiera durante la ejecución, considerando que la puesta en marcha es secuencial en diferentes lapsos de tiempo, debiéndose garantizar la comunicación constante y continua con el centro de control.
- El PLC y la HMI deberán ser de la misma marca, de tal manera que se asegure la compatibilidad de los equipos y la facilidad de la programación.

9.12 FILOSOFÍA DE CONTROL.

El programa de control que se cargara en el PLC deberá considerar todas las entradas análogas y digitales para desarrollar la lógica de control de acuerdo a los parámetros de control que se suministraran en su momento, el control del bombeo se hará para que funcione en tres modos de operación, Local Mantenimiento, Local Operación y Remoto, el desarrollo de la lógica para cada modo se explicara antes de la puesta en marcha, el sistema de control del pozo Mana de Turbo se deberá integrar al sistema existente de ADU y al sistema de supervisión Dash IP mediante la programación de sus respectivas listas de señales, el formato que se utilizara para las señales será el de real escalizado en unidades de ingeniería, por esta razón se deberán utilizar equipos de los mismos fabricantes de los PLC y Radios existentes, para garantizar la compatibilidad.

- **Perfil de Usuarios:**

Deberán existir dos perfiles de usuarios, uno de operación y el otro de mantenimiento. Ambos con clave de ingreso diferentes. El de operación tendrá acceso a las variables operativas del proceso de bombeo del acuífero. El usuario Mantenimiento adicionalmente tendrá acceso a las variables que protegen los equipos.

- **Alarmas:**

Entiéndase como alarma, cuando algún parámetro del bombeo llega a un valor que si bien es manejable operativamente, envía una señal de atención al operador de bombeo, para anticiparse a eventualidades. Para que se active la señal de alarma cada parámetro se debe sostener activo un tiempo determinado, inicialmente configurado en 5 segundos, pero configurable independientemente en campo.

- **Disparo**

Entiéndase como disparo, un evento donde se debe apagar el bombeo para proteger su integridad y la de la prestación del servicio. La única forma de reiniciar el bombeo es mediante el pulsador de reset local o remoto, de acuerdo con la naturaleza de la falla, ya que algunas fallas se resetean automáticamente cuando desaparece la condición de falla y otras requieren la intervención de personal de operación o mantenimiento.

- Para que se active la señal de disparo cada parámetro se debe sostener un tiempo determinado, inicialmente configurado en 5 segundos, pero los tiempos serán configurables independientemente en campo.
- Las variables eléctricas de protección deberán ser parametrizadas en los variadores.

- **Configuración de campo**

Las alarmas, disparos, consignas y tiempos deben configurarse en el campo.

- **Rampa de variador**

- El bombeo debe tener una rampa de arranque de 15 segundos.
- El bombeo debe tener una rampa de parada de 20 segundos.
- Los valores de rampa también serán configurados en campo

- **Estabilidad de la señal**

El contratista deberá garantizar la estabilidad de las señales, es decir libres de ruidos, instrumentación correctamente aterrizada, cables correctamente aterrizados, transductores debidamente blindados, cables de potencia e instrumentación separados una distancia mínimo 40 cm, borneras de potencia y control separadas.

- **Modos De Operación.**

Los detalles de la filosofía de funcionamiento detallada para cada modo de operación se pasarán en su momento.

- Modo local Mantenimiento: Se hará toda la operación y a través del operador digital del variador de velocidad, sin que intervenga el PLC.
- Modo Local Operación. La operación la ejecuta el PLC a través del variador de velocidad, ejecutara la lógica de control con todas las protecciones.
- Modo remoto. Permitirá recibir los comandos de arranque y paro desde el la IHM del bombeo de la planta Villa Maria al tanque casanova y/o desde el Dash IP.

9.13 ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC.

Las siguientes son las señales que se cablearán al PLC:

Tabla 9.9 Especificaciones de las descripciones para el PLC

VARIABLE	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
%I :1/01		Totalizador principal cerrado
%I :1/02		Falla general protecciones
%I :1/03		Falla alimentación/protección cargador baterías
%I :1/04		Falla Variador
%I :1/05		Puerta(s) gabinete del VF y/o protecciones abierta(s)
%I :1/06		Local mantenimiento
%I :1/07		Remoto Grupo
%I :1/08		Local Operación
%I :1/09		Bloqueo Grupo
%I :1/10		Paro de emergencia Grupo
%I :1/11		Funcionando Grupo
%I :1/12		Disparo interruptor Variador
%I :1/13		Disparo control
%I :1/14		Arranque Bombeo
%I :1/15		Paro Bombeo
%I :1/16		Abierto-Disparado Iluminación y calefacción Grupo
%I :2/17		Sobre temperatura Grupo
%I :2/18		Abierto-Disparado Interruptor Servicios Auxiliares
%I :2/19		Bajo Nivel en pozo.
%I :2/20		Interruptor principal control cerrado
%I :2/21		Ausencia de tensión 120VAC (Fuente DC)
%I :2/22		Falla Fuente DC
%I :2/23		
%I :2/24		
%Q:1/1		Conexión Variador Grupo Uno
%Q:1/2		Lámpara Falla Grupo Uno
%Q:1/3		Lámpara funcionando Grupo Uno
%Q:1/4		Lámpara Parada Grupo Uno
%Q:1/5		Falla Externa
%Q:1/6		Variador Local/Rem
%AI :1/1		Caudal de descarga del Bombeo
%AI :1/2		Nivel pozo succión
%AI :1/3		Presión impulsión
%AI :1/4		Temperatura Devanados Motor Uno
%AI :1/5		
%AI :1/6		

9.14 ENLACE DE COMUNICACIONES.

El diagrama de la filosofía de comunicaciones se establece en el plano correspondiente, este se deberá integrar a la red de radios existente con punto de recepción en tanque Casanova para transferir los datos necesarios a los demás municipios con equipos totalmente compatibles con los actuales. Los radios solicitados permiten la interface de comunicaciones entre los equipos de campo configurados en una red de comunicaciones en Ethernet, cumpliendo un protocolo propietario IEEE 802.15.4 y permitiendo enviar y recibir, entre otros, diferentes comandos de operación e información general. Estos radios deberán ser instalados con las debidas cajas de protección de ser necesario. Su punto de instalación debe permitir una línea de vista limpia que facilite el enlace de comunicación con la red actual de AGUAS REGIONALES EPM S.A E.S.P antes AGUAS DE URABÁ S.A E.S.P. Se deben suministrar las acometidas y canalizaciones necesarias en cada elemento correspondiente para su correcto funcionamiento.

El sistema de comunicaciones que se suministre debe ser totalmente compatible con la plataforma de comunicaciones existente en Aguas de Urabá (CONOPY Motorola).

El diseño de la red de comunicaciones debe considerar la total integración de todos los puntos que actualmente existen y los nuevos puntos de instalación, con el fin de garantizar el mismo ancho de banda con el que se cuenta actualmente.

Los equipos deben cumplir mínimo con las siguientes especificaciones:

- El sistema debe operar en los rangos de frecuencia no licenciadas de 5,470–5,725 GHz ó 5,725–5,850 GHz.
- La tecnología a ser utilizada debe usar el método de acceso TDD (Time División Duplexing), permitiendo la configuración vía software del porcentaje de tráfico de Down Link y de Up Link. También debe utilizar técnicas de TDMA (Time División Multiple Access), con el objetivo de eliminar colisión de paquete con los canales de datos de la interfaz aérea.
- El sistema PMP (punto multipunto) debe permitir, operando en condiciones de línea de Visada (LOS), un alcance de hasta 3 Km en la banda de 5,470– 5,725 GHz, y de hasta 15 Km en la banda de 5,725–5,850 GHz
- La latencia bidireccional de la interfaz aérea debe ser menor o igual a 10ms, de forma a permitir la utilización de aplicaciones que requieran baja latencia, como por ejemplo VoIP y video.
- El sistema PMP (punto multipunto) debe poseer una sensibilidad nominal típica de receptor de -86 dBm o mejor.
- El sistema PMP (punto multipunto) debe permitir la configuración de potencia de transmisión vía de software hasta 23 dBm o más. Rango de datos RF 250 Kbps.
- Como el sistema PMP debe operar en bandas de frecuencia no licenciadas, la tecnología a ser utilizada debe presentar recursos para minimizar el impacto de interferencia interna y externa en el sistema:
 - ✓ El sistema PMP debe utilizar mecanismos de sincronización de los Puntos de Acceso que componen las estaciones de radio base, a fin de minimizar la interferencia interna en el sistema, permitiendo la extensión de la red mediante la adición de nuevas radios base con mínimo impacto en la red

- ✓ El sistema PMP (punto multipunto) debe permitir la operación con una relación Señal/Ruido nominal menor o igual a 3 dB, para operar en ambientes con ruido de piso elevado.
- El sistema PMP debe consistir de Células de cobertura de 360°, las cuales deben estar formadas por 1 o más Puntos de acceso con sectorización de 60° cada una. Los módulos Punto de Acceso (AP) y unidades CPE (clientes) deben utilizar antenas integradas a la radio. Debe permitir la utilización de reflectores externos pasivos en las radios del sistema PMP.
- Cada Punto de Acceso (AP) de la estación radio base debe ofrecer un ancho de banda adicional de hasta 14 Mbps (downlink + uplink), para un MTU de 1500 bytes. El sistema debe permitir la configuración por software del porcentaje de tráfico de downlink y uplink de cada célula. El sistema debe ofrecer CPEs con las siguientes capacidades de tráfico adicional (MIR):
 - ✓ Hasta 2 Mbps. (con posibilidad de expansión a 4 Mbps, 7 Mbps mediante de licencias de software)
 - ✓ Hasta 7 Mbps. (con posibilidad de expansión a 14 Mbps mediante licencias de software)
 - ✓ Hasta 14 Mbps.
- El sistema PMP (punto multipunto) debe permitir un reset para volver a la configuración de fábrica. El sistema PMP (punto multipunto) debe poseer un analizador de espectro gráfico integrado, como recurso para identificar potenciales fuentes de interferencia.
- El sistema PMP debe permitir la configuración de los parámetros CIR y MIR para cada CPE, a fin de definir los límites mínimos y máximos de tráfico, permitiendo, así, la implementación de planes de servicio diferenciados para cada CPE del sistema. El sistema punto multipunto debe implementar priorización de tráfico basada en TOS (Type of Service) o Diff Serv.
- El sistema PMP (punto multipunto) debe permitir la configuración de VLANs en las CPEs del sistema, con capacidad de crear hasta 4.000 VIDs distintas. Las CPEs del sistema PMP (punto multipunto) deben permitir la marcación (y posterior demarcación en la CPE destino) con tag VLAN de los frames no marcados que lleguen por la interfaz cableada Ethernet a la CPE. Las CPEs del sistema PMP (punto multipunto) deben permitir el tráfico de frames ya marcados con VLAN tag, de acuerdo a la configuración vía software. El sistema PMP (punto multipunto) debe permitir la configuración de una VLAN específica para fines de administración del sistema. El sistema debe permitir la configuración del recurso NAT en la CPE. El sistema PMP (punto multipunto) debe soportar por lo menos 3.000 direcciones MAC de estaciones de usuarios dentro de cada célula de 360 grados.
- El sistema PMP debe utilizar encriptación en los estándares DES, AES o equivalente. El sistema PMP debe implementar un mecanismo de autenticación en la interfaz aérea, de forma que sólo se puedan registrar en los puntos de acceso del sistema los módulos CPEs previamente registrados en la base de datos del servidor de autenticación.
- El sistema EMS ofrecido debe proporcionar recursos de autenticación de la interfaz aérea del sistema PMP, de forma que sólo se establezca un enlace de RF entre una CPE y un Punto de Acceso de sistema después de la validación por el sistema EMS. El sistema EMS debe poseer la capacidad de administrar las configuraciones de

Plan de Servicio y Perfil de VLAN de cada CPE del sistema de forma centralizada, de manera que estas configuraciones puedan ser enviadas a cada CPE del sistema en el momento de su autenticación. El sistema debe permitir la actualización remota de la versión de software de las radios, a partir de un punto central de la red, utilizando herramientas con entorno gráfico. El sistema PMP debe poseer una interfaz de configuración y administración WEB o SNMP amigable. El sistema PMP debe ser compatible con el protocolo de administración SNMPv2. El sistema PMP debe contar con un sistema de administración específico tipo EMS (Element Management System), el cual prevé la integración con sistemas tipo NMS. El sistema EMS ofrecido debe incluir por lo menos los siguientes recursos:

- ✓ Permitir el agendamiento de tareas
- ✓ Gráficos de performance de los elementos (ancho de banda y calidad de la interfaz de RF)
- ✓ Generación de alarmas y notificaciones vía e-mail
- ✓ Definición de los eventos que disparan las alarmas y notificaciones
- ✓ Definición de modelos de configuración de los módulos del sistema para permitir una reconfiguración rápida y consistente de la red

El CONTRATISTA deberá disponer de todo lo necesario para la correcta funcionalidad y operación del sistema de comunicación por radio, tales como torres, postes, estructuras, antenas y demás requerimientos para la óptima operación del sistema.

9.15 PROGRAMACIÓN HMI

9.15.1 ALCANCE DE LA PROGRAMACIÓN

EL CONTRATISTA deberá mantener una organización estándar en los despliegues en pantalla, siendo evidente la localización de las diversas funciones que se puedan llevar a cabo, de manera que una organización consistente en la pantalla ayude a establecer y preservar la orientación del usuario.

Esta organización deberá aplicar para todos los despliegues de la IHM.
Las IHM deberán cumplir con las siguientes características:

Cada despliegue deberá comenzar con un título o encabezado en la parte superior de la pantalla, describiendo brevemente el contenido o propósito del despliegue.

El estado del sistema de alarmas deberá ser visible en todos los despliegues y deberá ser desplegado a lo largo de la parte superior de la pantalla. Se indicará: TAG, descripción, estado, hora.

Deberá existir un botón para el reconocimiento de la alarma.

Los datos importantes del despliegue deberán estar ubicados en el centro de la pantalla, alineados a la derecha de la misma.

Los botones de control se deberán ubicar en la parte inferior a la derecha de la pantalla, justo debajo de los datos del despliegue y deben ser de forma rectangular.

Las gráficas de soporte y logos se deberán ubicar en la parte inferior del lado izquierdo de la pantalla.

Todas las pantallas deberán contar con botones de navegación que permitan acceder fácilmente a todos los despliegues de la IHM, deben estar agrupados y ubicados a lo largo de la parte inferior de la pantalla.

Los menús, se localizarán en la parte superior de la pantalla posterior al título.

Los despliegues que debe contener la IHM serán como mínimo los siguientes (esto no debe limitar la programación de la IHM por parte del CONTRATISTA, dado que otros despliegues pueden ser solicitados por EPM o sus filiales durante la puesta en servicio):

- Pantalla principal
- Pantalla de alarmas
- Pantalla de eventos
- Pantalla de enclavamientos
- Pantalla de medidas
- Pantalla de ajustes
- Diagrama eléctrico
- Pantalla de tendencias.
- Pop-Up de estado de equipo: Esta pantalla se abre al darle clic sobre cualquier equipo
- Pantalla de visualización de tanques

En la pantalla principal se deberá mostrar en todo momento el modo de control en el que se encuentra operando el sistema (local, remoto, mantenimiento).

En la pantalla de medidas se deberán presentar los valores de todas las variables involucradas en la operación del sistema. Los datos deberán ser agrupados por componente y deberán ser presentados en el mismo orden para cada grupo dependiendo del tipo de datos (temperatura, presión, etc.).

La pantalla de eventos debe registrar cualquier cambio en una variable digital, acceso como administrador, ordenes generadas por operador, además toda alarma es un evento.

El tamaño de la fuente utilizado para el despliegue de datos deberá ser tal que el usuario pueda leer fácilmente el texto a una distancia considerable, de ser necesario, para cumplir con esta condición, los datos deberán presentarse en varias páginas.

En general los despliegues de las IHM deberán contar con las siguientes características:

Para el texto se deberá usar Arial como fuente estándar.

Los textos en mayúsculas deberán ser utilizados únicamente en los títulos.

Todo el texto desplegado en las IHM debe ser en minúscula con la primera letra de la primera palabra en mayúscula.

El accionamiento de botones de control deberá invocar una caja de dialogo que confirme la acción.

La navegación entre diferentes ventanas debe ser simple, intuitiva y amigable, de manera que el usuario sea capaz de cambiar entre páginas o ventanas, rápida y fácilmente.

Las ventanas de advertencia o alarma deberán estar siempre visibles al usuario.

9.15.2 REPRESENTACIÓN DE ESTADOS Y CÓDIGO DE COLORES

Los símbolos a utilizar en estas representaciones deberán ser de acuerdo a lo establecido en la norma ANSI/ISA S5.1 - Instrumentación symbols and identificación.

El número de colores usado en la representación de los equipos y sistemas deberá ser el mínimo que provea la información suficiente. Una vez se ha asignado un uso a un color específico, ningún otro color debe ser usado para el mismo propósito.

El color general de fondo de los despliegues “color de background” será gris claro. La convención general de colores presentada en la Tabla 9.10, deberá ser acogida para el desarrollo de los despliegues de la IHM.

Tabla 9.10 Convención de colores

COLOR	SIGNIFICADO
Blanco	Indica elemento u objeto seleccionado por el operador
Magenta	Valor ingresado por el operador
Amarillo	Indica bloqueos y advertencias
Rojo (Parpadeante)	Indica alarmas no confirmadas
Rojo	Usado para indicar alarma persistente
Verde	Indica estado normal
Azul	Usado para indicar un símbolo estático, un texto o información de fondo
Gris Claro	Color general de fondo “background”

Las representaciones de los equipos serán dinámicas con objeto de visualizar gráficamente el estado de motores, bombas, válvulas, etc.

Para los diferentes componentes que conforman los sistemas se utilizará la convención de colores de la Tabla 9.11, para la representación dinámica de sus estados:

Tabla 9.11 Representación de estado de los equipos dinámicos

ESTADO DEL ELEMENTO	COLOR DEL SÍMBOLO (LÍNEAS)	COLOR DE LLENADO DEL SÍMBOLO	SÍMBOLO PARPADEANTE
Arrancado, girando (energizado)	Verde	Verde	Verde
Detenido, parado (desenergizado)	Línea de contorno del símbolo en verde	Ninguno	Ninguno
En transición de detenido a arrancado	Verde	Verde	Parpadeante en verde

En transición de arrancado a detenido	Verde	Verde	Parpadeante en verde
Falla (condición de alarma)	Rojo	Rojo	Ninguna

Para los componentes que permanecen estáticos durante la operación de los sistemas como líneas de interconexión y contornos se utilizará el código de colores que se presenta en la Tabla 9.12.

Tabla 9.12 Código de colores de líneas de interconexión

COLOR	TIPO DE LÍNEA
Amarillo	Líneas de aceite o tanques de aceite
Verde	Líneas de agua o válvula de admisión
Azul claro	Líneas y tanques de aire
Rojo	Sistemas contra incendio

En los despliegues eléctricos, se utilizará la convención de colores presentada en la Tabla 9.13 para la representación de las líneas eléctricas a diferentes niveles de tensión:

Tabla 9.13 Convención de colores para niveles de tensión

COLOR	NIVEL DE TENSIÓN
Negro	125 V CC
Café	120 V AC
Naranja oscuro	208 V AC
Cian	480 V AC
Azul	13,8 kV
Magenta	44 kV
Verde claro	500 kV

9.15.3 MÍMICOS

Los mímicos y/o diagramas de los sistemas deberán contener la mínima cantidad de detalles requerida para proporcionar la mejor representación del sistema. Detalles gráficos innecesarios como sombras o íconos detallados deben ser evitados.

Los puntos de inicio y fin de las líneas de flujo deberán ser etiquetados, o bien iniciar o terminar en componentes etiquetados.

La dirección de los flujos deberá ser claramente indicada por flechas distintivas.

Las líneas de flujo deberán ser codificadas de acuerdo a los colores especificados en este documento dependiendo del uso que represente en el sistema.

Se deberá evitar el solapamiento de las líneas de flujo, en caso de que esto ocurra se deberá indicar claramente de forma que no aparezcan como conexiones.

Para despliegues hidráulicos, el sentido del flujo deberá ser de izquierda a derecha. Para despliegues eléctricos el sentido de flujo deberá ser de arriba hacia abajo.

Se ajustará en la medida de lo posible, el aspecto externo y proporciones reales de los motores, bombas, válvulas y demás elementos.

Para aquellos elementos de los que se puede obtener lectura de los estados, alarmas, etc., al seleccionarlos, aparecerá la pantalla de control correspondiente donde se presenten los datos numéricos de las señales asociadas a éstos que reflejan su estado.

9.15.4 SELECCIÓN DE DESPLIEGUES

Esta función de control deberá permitir la selección de los diferentes despliegues del proceso descritos más adelante, así como las listas de alarmas, eventos y reportes de operación, y deberá contar con las funciones de retorno a la página anterior, avance a la página siguiente y entrada de datos.

9.15.5 EJECUCIÓN DE COMANDOS

Esta función deberá permitir la ejecución y cancelación de comandos, realizar comandos de abrir /cerrar, subir /bajar, arranque /paro; asignar consignas de operación; seleccionar modos de control, etc.

9.15.6 MANEJO DE ALARMAS

Esta función de control deberá permitir el reconocimiento y reposición visual (intermitencia) y sonora de las alarmas.

Desde el teclado alfanumérico deberá ser posible realizar, entre otras las siguientes sub-funciones:

- Introducir comentarios y anotaciones de operador en los despliegues de anotaciones, que enlacen con la maniobra operativa.
- Activar funciones del sistema.
- Adelantar acciones de actualización, mantenimiento, prueba y modificación del software del sistema en línea (función de acceso restringido controlado mediante código de entrada.)

9.15.7 DESPLIEGUES PARA MANEJO Y REPORTE DE ALARMAS

La alarma deberá ser mostrada automáticamente en la pantalla, en una línea de alarma de color rojo que reporte la última señal de alarma ocurrida y la fecha y hora con la resolución exigida para la marcación de eventos. Toda la línea deberá poseer una iluminación de intermitencia rápida mientras la alarma no sea reconocida por el operador.

Cada nueva alarma deberá anexarse a una lista en un orden estricto de tiempo.

El reconocimiento de la señal sonora y el reconocimiento de la alarma deberán ser independientes.

La reposición de la señal de alarma cuando ésta ha retornado a su estado normal hará que la señal sonora desaparezca, y que la línea correspondiente en la lista de alarma y el elemento en la página correspondiente retornen a su color normal.

La función o el programa encargado de realizar el manejo de las alarmas deberán cumplir con la siguiente secuencia identificados en la Tabla 9.14

Tabla 9.14 Convención de colores para niveles de tensión

CONDICIÓN	SEÑAL O SISTEMA (despliegue en el video)	COLOR	SEÑAL SONORA
Normal	Apagada	Verde	Desconectada
Alarma	Intermitencia rápida	Rojo	Conectada (tono intermitente rápido)
Reconocimiento (de una alarma mantenida)	Permanente	Rojo	Desconectada
Alerta (de retorno a condición normal)	Intermitencia lenta	Verde	Desconectada
Reposición	Apagada	Verde	Desconectada

9.16 VARIADOR DE FRECUENCIA (VF).

Los variador de frecuencia serán del tipo heavy duty; registrada en los datos de placa de los equipos, 60 HP y 460 VAC 71 A (una unidad para el equipo del pozo profundo de la PPAP) y de 75 HP a 460 V AC, 89 A (6 unidades para los equipos de bombeo y rebombeo de la PPAP y Lucila II), se recomienda el A1000 de Yaskawa que es la marca que está instalada en los bombes del sistema de acueducto de ADU para estandarizar los equipos y lograr la integración a las aplicaciones del sistema SCADA existente DAS-IP, aumentar la confiabilidad y disponibilidad del sistema y obtener flexibilidad en la operación y el mantenimiento, entre otras.

- EL VF operarán bajo el principio de modulación del ancho del pulso (Pulse Width Modulation – PWM) y consistirán de una etapa de rectificación, una de interconexión en corriente continua y una etapa de inversión con salida de frecuencia y voltaje variables.
- La conexión en corriente continua deberá incluir los condensadores y/o los filtros para reducir el nivel de armónicos en la entrada y permitir que los VF funcionen correctamente ante reducciones momentáneas en el voltaje de alimentación (voltaje sags).
- El inversor utilizará semiconductores controlados para producir corriente alterna con ondas sinusoidales.
- Las protecciones activas de los VF, deben ser aptas de acuerdo a parámetros tales, como la distancia.

Funciones.

Las principales funciones de los Variadores de Frecuencia son las siguientes:

- Arranque y ajuste de velocidad.
- Frenado dinámico.

- Ahorro energético.
- Protección motora y del variador.
- Preselección de velocidades.
- Limitación automática del tiempo de marcha a pequeñas velocidades.

Características técnicas básicas:

- Capacidad de sobrecarga del 150% por 60 segundos, 200% pico en trabajo pesado, 110% por 60 segundos, 150% pico en trabajo normal.
- Torque de arranque: 150% a 0.5 HZ (V/f), con lazo abierto y con lazo cerrado 0.3 HZ
- Frecuencia de salida desde 0.01 hasta 300 Hz para trabajo pesado y hasta 400 HZ trabajo normal
- Regulación de velocidad: 2-3 % (V/f)
- Inyección de corriente directa para arranque y parada ajustable y límite de corriente.
- Función de precalentamiento del motor.
- Aceleración y desaceleración ajustable entre 0.1 a 6.000 segundos.
- Control de velocidad en relación 40:1 resolución de frecuencia de 0.06 Hz.
- Auto arranque luego de una pérdida de tensión o después de falla, programable.
- Detección de pérdida de señal de retroalimentación.
- Detección de pérdida de comunicación.
- Monitoreo de funciones en pantalla programable, con teclado.
- Función de hibernación.
- Eficiencia de 0.98 en cualquier carga.
- Terminales desmontables de control.
- Software estándar PID.
- Software estándar para ahorro de energía.
- Bajo nivel de ruido en la línea.
- Pantalla con posibilidades de lectura de las RPM o porcentaje.
- Capacidad de cambios de parámetros y de monitoreo con el equipo en marcha.
- Medición de tiempo de trabajo transcurrido.
- Memoria para almacenar fallas.
- Posibilidad de fijación de cuatro (4) curvas para arranque suave y parada del motor.
- Detección de pérdida de fase a la entrada y salida del VF.
- Protección contra corto circuito Fase/Fase Fase / tierra.
- Protección sobre corriente, sobre tensión, Sobre temperatura.
- Software de programación.
- Cable requerido para la programación por medio de PC.
- Entradas análogas -10 a + 10 VDC ó 420 mA.
- Salida análoga -10 a +10 VDC ó 420 mA.
- Seis (6) entradas digitales programables.
- Puerto de comunicaciones RS 485.
- Comunicación Modbus RTU integrado al VF.

Supervisión, control y diagnóstico.

El control local del VF estará localizado en el panel frontal y tendrá una pantalla digital y teclado tipo industrial, mediante los cuales se podrá programar la operación de los VF y observar todos los parámetros de operación; corriente y voltaje de entrada y salida en cada

fase, frecuencia, potencia, contador de energía, contador de tiempo de operación, operación de los dispositivos de protección, etc. El sistema también hará un seguimiento continuo y completo de las funciones del VF y reportará cualquier anomalía. Los mensajes serán en lenguaje común y no mediante códigos. El sistema de control y diagnóstico serán autosuficientes y no requerirán equipos externos para su programación y diagnóstico. El VF deberá operar continuamente con una caída de voltaje momentánea (Sag) del 30% del valor nominal a la entrada del variador de frecuencia y también deberá operar continuamente ante la ausencia total de alimentación por un tiempo no superior a cinco ciclos.

Los VF deberán tener la opción de reiniciarse automáticamente luego de la pérdida de la energía de alimentación: el tiempo de reinicio será programable, así como las condiciones bajo las cuales se permite un reinicio automático.

Protecciones.

Los VF deben incluir las siguientes alarmas y funciones de protección digital, programables a través del módulo de control son las siguientes:

- Protección y disparo por sobre corriente de tiempo inverso.
- Protección y disparo por sobre corriente instantánea.
- Protección y disparo por baja carga, con tiempo de retardo graduable.
- Protección y disparo por bajo voltaje y por pérdida de voltaje en cualquier fase.
- Protección y disparo por sobre voltaje.
- Protección y disparo por sobre velocidad.
- Alarma de falla a tierra.

Protección, alarma y disparo por sobre temperatura de la unidad de potencia del VF.

Una vez detectada una condición de sobre temperatura, los variadores darán una alarma y reducirán automáticamente la velocidad y la carga para mantener la continuidad del proceso. Si la condición de sobre temperatura permanece más allá del tiempo programado, el VF se disparará por condición de sobre temperatura.

Filtro dv/dt.

El Filtro dv/dt se incorpora a este requerimiento buscando proteger la unidad motor sumergible contra los efectos destructivos de los picos de voltaje producidos por las prolongadas extensiones de cable entre el inversor- VFD y el motor.

- El filtro dv/dt deberá tener una “impedancia de inserción mínimo del 3 %”, controlando el torque del motor sin que se vea afectado por las caídas de voltaje agregadas por el filtro. Además, se buscan otros beneficios como son: que el motor funcione a menor temperatura (generalmente 20-40 °C más frío) y una reducción en dbA en el ruido audible de motor.
- El filtro dv/dt debe tener una clasificación de corriente continua de 100 % RMS, con clasificaciones de corriente intermitente de 150 % durante 1 minuto y 200 % durante 10 segundos.
- Las protecciones activas de los VF, deben ser aptas de acuerdo a parámetros tales, como la distancia.

Pico máximo de la terminal del motor.

- Voltaje con un cable de 1000 ft: 150% del voltaje del bus.

- Máximo dv/dt : 400 Volts por microsegundo.

Rangos

- Corrientes continua: 100% RMS
- Corriente intermitente: 150% por un minute, 200% por 10 segundos.
- Mínima frecuencia de suicheo inverso: 900Hz
- Máxima frecuencia de suicheo del inversor: 8kHz
- Frecuencia nominal de operación del inversor: 60Hz
- Mínima temperatura ambiente: 50 °C filtro abierto, 40 °C filtro encerrado.
- Pérdida de inserción: 3% del voltaje máximo.
- Debe cumplir la UL 508

Normas y estándares.

Los VF deberán cumplir con las siguientes normas:

- NEMA ICS 3.1 Cumplimiento con estándar de construcción, selección, instalación y operación de sistemas de variación de velocidad.
- NEMA de aislamiento para equipos electrónicos hasta 1000 Voltios.
- Aprobación UL y CUL.
- Estándar 444 IEEE (ANSI – cc343)
- IEC 146A

Reactancia de línea.

Los VF necesariamente serán suministrados con sus reactancias de línea (RL), las cuales serán las correctamente dimensionadas para la potencia requerida de 60 HP y 460 VAC 71 A (una unidad para el equipo del pozo profundo de la PPAP) y de 75 HP a 460 V AC, 89 A (6 unidades para los equipos de bombeo y rebombeo de la PPAP y Lucila II), estas se deberán incluir en la cotización como un accesorio necesario de la oferta.

Las reactancias deben ayudar a mantener los equipos trabajando por tiempo prolongado, mejorando el factor de potencia de la red, absorbiendo los disturbios que causa la red de energía y evitando disparos o daños en el variador de frecuencia. Con las RL se busca extender la vida del transistor de potencia del VF, disminuir los armónicos de corriente y frecuencia causados por el variador y asegurar el funcionamiento óptimo de la máquina, previniendo que los armónicos se devuelvan a la línea de energía.

Las terminales de las reactancias deberán estar diseñadas para soportar todo el paso de la corriente.

Las reactancias deberán estar recubiertas por un material epóxico que adicional al aislamiento, también, permita reducir al mínimo el ruido audible.

En la reactancia del 5% de impedancia suministrada se deberá asegurar que haya una caída de tensión máxima del 5% a plena carga.

Nota importante: se requiere como suministro para repuesto un operador digital según las mismas características y compatible con el variador que se instalará al interior de los gabinetes de control y potencia. Es indispensable este elemento en

caso del que se suministre falle debido a las condiciones medio-ambientales que se presentan en la zona de Turbo que afectamente fuertemente estos equipos electrónicos.

9.17 TRANSFORMADOR SECO DE 12 KVA DE SERVICIOS AUXILIARES

El transformador seco (TS) de potencia requeridos en el bombeo tendrá una potencia mínima registrada en datos de placa de 12 KVA a 460-254/220-127 V AC. El TS será construido con materiales nuevos y de primera calidad y deberá tener certificación de conformidad de producto RETIE con sus respectivos protocolos.

El TS se deberá construir y ajustar en fábrica, se someterán a las pruebas rutinarias del fabricante según norma NTC, se verificará el funcionamiento eléctrico y mecánico.

- **Normas.** El TS deberá cumplir con las partes aplicables de la última edición de las siguientes normas para materiales, diseño y pruebas:

Tabla 9.15 Normas aplicables al sistema

NORMA	DESCRIPCIÓN
MME Colombia	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, RETIE
ICONTEC	Transformadores – Compendio Volúmenes 1 y 2
IEC 60076	Power transformers
ANSI C76.2/IEEE	<i>IEEE Standard for Electrical, Dimensional, and Related Std. 24</i>
IEC 60726	<i>Dry-type power transformers</i>
IEC 529	<i>Testing of protection against direct contact</i>
ANSI/NEMA TR-1	<i>Commercial, Institutional and Industrial Dry-type Transformers</i>
ANSI C-57.12.91	<i>Test code for Dry-Type Distribution, Power and Regulating</i>
NTC	NTC 3445
NTC	NTC 3654
NTC	NTC 357
INTERNATIONAL ELECTROTECNICAL COMISIÓN	IEC-905

Construcción.

El TS deberá ser diseñado y construido según las características técnicas que a continuación se describen:

- Los devanados primario y secundario deberán ser fabricados en cobre electrolítico de alta conductividad, nuevos y de primera calidad.
- La impregnación de las bobinas con barniz dieléctrico, clase H o superior, deberá ser realizado por un procedimiento al vacío.
- El núcleo magnético deberá ser fabricado con materiales que garanticen bajas pérdidas, las láminas no deberán presentar rebabas y el armado en general será bien ajustado, también, las estructuras deberán soportar todos los esfuerzos de transporte e izaje sin desajustarse.

- La potencia del TS será mínimo de 12 KVA, trifásico a frecuencia de 60 Hz, Tipo seco, refrigeración Natural, de servicio continuo y de montaje interior.
- El voltaje de alta será 460 V delta y Taps 2.2.5% y en baja tensión 220/127 V estrella con neutro accesible. Los terminales de Alta y baja tensión serán en barras de cobre, soportados en aisladores epóxicos, deberán tener perforaciones adecuadas para poder conectar los cables.
- El TS deberá tener un diseño que garantice un bajo nivel de ruido.
- El TS deberá suministrarse con una placa de datos característico sin omitir detalles técnicos importantes y ubicada en un lugar visible. Se deberá entregar una placa similar adicional, que deberá ser instalada en la puerta del gabinete que lo contiene.

En cuanto el montaje del TS tiene el siguiente alcance:

- Transporte y localización.
- Montaje, instalación, alineación y anclaje, incluyendo los accesorios requeridos para esta actividad.
- Conexiones en el lado primario y secundario.
- Pruebas de puesta en servicio.

El montaje y las pruebas se desarrollarán de acuerdo con las recomendaciones dadas por el Fabricante de los transformadores de potencia y las recomendaciones de las normas mencionadas.

9.18 CABLEADO Y ALAMBRADO EN LOS TABLEROS DE PROTECCIÓN CONTROL, VARIADOR DE FRECUENCIA Y SERVICIOS AUXILIARES.

- Todos los tableros serán completamente alambrados y cableados.
- Los cables de la red secundaria, la conexión interna del gabinete de distribución y la salida a las motobombas serán conectadas por EL CONTRATISTA.
- La red de acometida general será suministrada instalada y puesta en marcha con su respectiva canalización y protección termo magnética en calibre 3 x 2 + 4 AWG, THNN, 600 V.
- La red de acometida para el motor será suministrada instalada y puesta en marcha con su respectiva canalización y protección termo magnética en calibre 3 x 4 + 6 AWG, THNN, 600 V.
- Todo el alambado debe tener un arreglo nítido con una disposición uniforme de todos los circuitos y sin derivaciones intermedias o empalmes en los conductores. Tendrá identificación en ambos extremos.
- El cableado interno del gabinete de distribución deberá ser efectuado de tal manera que permita el fácil acceso para las labores de mantenimiento.
- Los conductores sueltos o los paquetes de cables deberán ser dispuestos en línea recta con esquinas a 90° donde sea necesario un cambio de dirección.
- Todos los paquetes de cables deberán ser amarrados a distancias iguales mediante correas plásticas o con grapas no metálicas de tal manera que el paquete mantenga su forma original en manojo compacto y no se dañe el aislamiento.
- Los trayectos largos de alambado dentro del mismo tablero y el alambado a bloques terminales, deberán ir en canaletas plásticas color gris, bien

dimensionadas, con perforaciones laterales para la entrada y salida de los hilos o de los hilos del cable multiconductor y con cubiertas removibles.

- Se deberá guardar una distancia libre mínima de ocho centímetros (8 cm) desde la boca de la bornera hasta la canaleta o paquete de cables, de modo que se facilite la conexión y desconexión con el tablero en servicio. Igualmente, entre los elementos del tablero (portafusibles, M.C.B., etc.) o entre éstos y las canaletas se guardarán también 8 cm. libres.
- Todos los bornes a utilizar serán irrompibles y plásticos y cumplirán con los requerimientos establecidos para las borneras (Ver numeral 6.3), se deberá contar con los topes de borneras en ambos extremos.
- En todo el cableado de los tableros se utilizarán conectores terminales de compresión, los cuales cumplirán con la norma ICONTEC 2.215. (Pueden ser tipo: 3 M, Burndy, Homac o similar).
- El cableado de potencia suministrado y su capacidad estarán determinados según planos unifilares de diseño.
- El conductor de cobre deberá estar de acuerdo con los requerimientos de las normas ICONTEC 1099, ASTM B3 y B8 ICEA S73-532 y T-26-465 y la NEMA WC-57.
- El cableado entre el variador de velocidad y la caja de unión debe ser de 2 KV / DLO.
- El cableado debe cumplir con lo establecido en el RETIE

9.19 BORNERAS

- Las borneras a utilizar en los tableros deben cumplir los siguientes requisitos:
- Todos los bornes deberán tener un nivel de aislamiento de acuerdo con la publicación VDE 0110, grupo C, y para montaje en riel asimétrico tipo DIN.
- Deben cumplir con los requisitos de seguridad de conexión de acuerdo con las normas VDE 0611/parte 1 y VDE 609.
- Deben permitir el montaje en armarios y cajas de espacio reducido.
- Deben permitir adicionar más bloques y cambiar borneros intermedios sin necesidad de retirar las vecinas.
- Deben permitir la colocación intermedia de placas de separación o tapas entre borneras de diferente tamaño, con el fin de mantener distancias dieléctricas o para separar conjuntos de bornes que están unidos por puentes conectores.
- Las borneras se agruparán de manera independiente para el control y para la potencia.
- No se conectará más de una línea por borne.
- Los bornes deberán poderse conectar sin preparación especial del conductor o conductores y sin empleo de punteras o terminales.
- Deberán estar provistos de foso antipolvo para evitar la formación de capas conductoras entre bornes en serie.
- El material aislante debe ser plástico irrompible, de buena resistencia a las corrientes de fuga y buena resistencia dieléctrica; debe ser resistente al fuego y autoextingible. Debe ser apto para ambientes tropicales.
- De acuerdo con el uso de la bornera, se debe establecer un código de colores para el material aislante, así: azul para borneras de neutro, verde-amarillo para borneras de tierra, gris para las otras borneras. (Se admiten otros códigos de colores).

- Las partes de metal serán resistentes a la corrosión; de acuerdo con esto, no se admitirá el acero; si se utiliza el latón, deberá ser tratado térmicamente y con un contenido de cobre mínimo del 85%.
- Las borneras estarán rotuladas.
- La colocación se efectuará sin accesorios especiales, colocando la tira junto a la ranura de los bornes y aprisionando.
- Todas las borneras que interconecten equipos exteriores a los tableros deben agruparse en una regleta independiente localizada en un mismo tablero.
- Las borneras deberán ser aptas para el cableado usado. Por cada regleta de borneras preferiblemente deberá suministrarse al menos el 10% de bornes libres (reserva).
- Donde sea necesario se deberán instalar tapas y bloques de presión ó freno.
- Se deberán utilizar los accesorios propios del fabricante del tipo de bornera utilizada para realizar los puentes de punto común.

9.20 BARRAJE.

El barraje deberá estar recubierto con material aislante termo-encogible, no se permitirán en cable aislado. Cuando alguna parte del barraje que conforman el gabinete de medida y protección quedase demasiado expuesto y cercano a algún elemento que requieran de manipulación directa, preferiblemente deberá proveerse un sistema que lo aisle suficientemente (por, micarta u otro material similar, definido en el RETIE) para evitar contactos personales o de herramientas que puedan ocasionar un daño grave.

El barraje será trifásicos en Cu electrolítico del 98% de conductividad y montados en aisladores tal que garanticen el nivel de aislamiento a la frecuencia industrial de 60 Hz, la densidad de corriente no deberá superar el valor de 1,5 A/mm², su capacidad amperimétrica será igual o superior a la indicada en los diseños y tendrá capacidad térmica para soportar la corriente de cortocircuito durante un segundo y capacidad dinámica para soportar 2,5 veces la máxima corriente de cortocircuito o simétrica.

- Además, su ancho estará determinado por la abertura disponible de los TC estándar en el mercado.
- Todas las conexiones a los interruptores principales se harán en barras. No se permitirá reducción en la capacidad de la barra principal. En los espacios disponibles para interruptores de reserva se deberán dejar las perforaciones en la barra.
- El tablero deberá llevar una barra de cobre a lo largo de todas las celdas con conectores de puesta a tierra para aterrizar todo el sistema eléctrico; su sección será como mínimo de 200 mm².
- Características nominales.
- Capacidad de corriente permanente del barraje principal. Según diseño.

9.21 TORNILLERÍA.

La tornillería empleada para el ensamble de los tableros de medida y protección y demás tableros será sometida a los procesos de tropicalización o galvanizado en caliente, no se aceptará galvanizado en frío. Todos los tornillos en las terminales deberán tener arandelas

en las cabezas de los tornillos y en los puntos de contacto eléctrico deberán tener arandela plana de contacto, arandela de presión (guasa) y tuerca.

9.22 CALEFACCIÓN DE TABLEROS.

Se le colocará resistencia de calefacción y/o ventiladores de alta calidad y bajo nivel de ruido a los tableros de medida y protección y al de los variadores de frecuencia, deberá proveerse la calefacción controlada higroscópicamente alimentada a 220 V 2 ϕ , 60 Hz, estos últimos elementos deberán tener rejilla de protección contra contactos involuntarios y estará ubicado en la parte inferior de los tableros. Serán calefacciones independientes por cada uno de los tableros.

9.23 MARCACIÓN DE INSTRUMENTOS, ELEMENTOS Y CABLEADOS

El gabinete de distribución, los interruptores, minibreakers deberán estar identificados externamente mediante placas de acrílico de fondo negro y letras blancas. La descripción o identificación deberá ser aprobada por Las Empresas antes de su fabricación.

Todos los elementos internos del gabinete deberán estar identificados con la misma codificación que aparece en los planos, al igual que los cables, conjunto de borneras y bornes. Los minibreakers instalados dentro del gabinete de distribución deberán tener la codificación usada en los planos una identificación funcional, Ej. (Reserva, etc.). Esta identificación deberá hacerse con elementos de buena calidad y durabilidad, que garanticen su permanencia en el tiempo, no se desprendan o borren, similar al material de los acrílicos de las placas exteriores.

El lugar donde está ubicado el gabinete de control y protección deberá implementarse con la señalización completa de seguridad de acuerdo al RETIE, normas unificadas IEC 60617, NTC461 e ISO 3864-2. Los pisos tendrán las cintas de retiro de seguridad y estas serán con materiales duraderos y diseñados para este propósito.

9.24 SELECTORES DE CONTROL Y DE INSTRUMENTOS

Todos los selectores de control y de instrumentos deberán ser del tipo giratorio, para tableros, con manijas en el frente y el mecanismo de operación de los contactos en la parte posterior de las puertas del tablero. Cada selector deberá ser suministrado con suficientes contactos y con una disposición adecuada de las levas para realizar las funciones del sistema de control particular. Los contactos de todos los selectores para control y para instrumentos deberán ser auto-alineados y deberán operar con una acción deslizante. Deberán ser suministrados con los dispositivos adecuados para mantener una presión alta sobre los contactos cerrados. Por los resortes de compresión no deberá presentarse circulación de corriente.

Las cubiertas o placas de los electores deberán ser fácilmente removibles para inspección de los contactos. Todos los selectores de control y de instrumentos deberán ser adecuados para operación en circuitos a 600 Voltios de corriente alterna o 250 Voltios de corriente directa y deberán ser capaces de resistir satisfactoriamente una prueba de vida útil de por lo menos 10.000 operaciones con la corriente nominal circulando en los contactos del selector. Los contactos de los selectores de control y de instrumentos deberán ser capaces

de conducir continuamente una corriente de por lo menos 10 amperios, sin exceder un incremento de temperatura de 30 grados centígrados. La máxima capacidad de los contactos al cierre y a la apertura por polo deberá ser de 12 y 1,2 amperios respectivamente para 600 Vac.

Los selectores deberán tener manijas con una apariencia moderna y agradable y deberán ser de color negro, a menos que se especifique otra cosa. Los selectores de control y de instrumentos deberán ser del tipo de contacto mantenido con el número de posiciones requerido para cada caso particular.

Cada selector de control y de instrumentos deberá ser suministrado con placas claramente marcadas para mostrar e identificar cada posición de operación, en español y sujetas a aprobación por EL INTERVENTOR.

En la puerta del tablero de cada variador se montarán dos (2) selectores, uno (1) de llave para bloqueo, la llave solo se podrá retirar en la posición de bloqueo del variador respectivo, y el otro para los modos de funcionamiento.

Se deben disponer en bornera, contactos auxiliares de cada selector para llevar las siguientes señales al PLC:

Control en Local Mantenimiento.
Control en Local Operación.
Control en operación remota.
Control Bloqueado.

9.25 PULSADORES

Los pulsadores deberán ser empotrados en la puerta de los tableros, del tipo de contacto mantenido o momentáneo de acuerdo como sea requerido, para trabajo pesado, aislados a 600 Vac o 250 VCD, y equipados con contactos con capacidad de corriente permanente de 10 amperios. La máxima capacidad del contacto al cierre y a la apertura por polo deberá ser 12 y 1,2 amperios respectivamente. El número y tipo de contactos deberá ser el que se requiera para las funciones particulares de control. No se aceptan los conocidos como "Línea Económica".

9.26 PULSADORES PARA PAROS DE EMERGENCIA

Los pulsadores para los paros de emergencia deberán ser suministrados e instalados con capuchón de seguridad para evitar accionamiento involuntario, con opción de candado y su respectivo candado original.

9.27 SISTEMA DE APANTALLAMIENTO, PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

El apantallamiento y la malla de puesta a tierra se deben basar en una adecuada puesta a tierra de los elementos expuestos a descargas atmosféricas, cumpliendo las normas y reglamentos eléctricos nacionales y extranjeros (RETIE, IEC 61000-5-2, NTC 2050, ICONTEC, IEEE 80, NEC, NTC 4552, IEC 62305, etc.). Se reitera que el principio

fundamental del apantallamiento es la protección de la vida y las estructuras contra descargas atmosféricas directas.

Se debe diseñar, suministrar todos los materiales, instalar y poner en servicio el sistema de apantallamiento y la malla de puesta a tierra (SPT), e instalar en los tableros las protecciones contra descargas atmosféricas (DPS), de tal forma que cualquier punto del interior o exterior accesible a las personas, no estén sometidos a tensiones de paso, contacto o transferidas, que pongan en peligro a las mismas.

Se debe garantizar:

- Condiciones de seguridad de los seres vivos.
- Permitir que las protecciones despejen la falla.
- Servir de referencia al sistema eléctrico.
- Conducir y disipar corrientes de falla con suficiente capacidad.
- Transmitir señales de radio frecuencia en onda media.
- Si hay varias puestas a tierra, todas deben estar interconectadas eléctricamente
- Está prohibido una sola puesta a tierra para todas las necesidades, según criterio de la norma.

La malla se construirá en el área de la caseta de tableros que es de aproximadamente 13 x 9 m se partirá mínimamente de este diseño base que consiste en una cuadrícula de 12 x 25 m con separaciones de 4 m y 12 varillas de cobre de 5/8" x 2,4 m en cable de cobre desnudo calibre mínimo 2/0.

EL CONTRATISTA después de adjudicado el proyecto, con los valores medidos en terreno debe ajustar y recalcular para cumplir con los valores de voltajes transferidos, de toque y de paso según la norma IEE80.

Una vez adjudicado el contrato, se deben presentar los cálculos del SPT, los componentes necesarios y la forma de instalación, la construcción de la malla de puesta a tierra que debe coincidir con la información de planos aprobados donde se asegure el control de los valores máximos de tensiones de paso, contacto y transferidas de la instalación. El calibre del sistema de puesta a tierra y protección será como mínimo en calibre 2/0, las varillas serán de 5/8" y 2,40 m de longitud.

Se debe cumplir que, si una parte conductora que conforma el SPT está a menos de 1,8 m de una bajante de pararrayos, debe ser unida a ella.

El conductor utilizado en SPT debe ser continuo, sin interruptores o medios de desconexión y los empalmes deben ser con soldadura exotérmica, también, se cumple esto cuando hay que empalmar los conductores con los electrodos, éstos últimos deben quedar enterrados en su totalidad.

Se deben conectar a la malla de puesta a tierra, las celdas de medida, seccionador, transformador, los tableros de la transferencia, servicios auxiliares, los tableros de los variadores, las bombas la planta diésel, las bandejas porta cables, las puertas, ventanas y en general todos los elementos metálicos, utilizando para cada caso una cola de cable de cobre desnudo calibre 1/0 AWG, soldado con soldadura exotérmica y con borna terminal de compresión electro estañada calibre No. 1/0.

En el caso del edificio se tiene la protección contra rayos basado en el modelo electro geométrico con el método de la esfera rodante, NTC 4552 IEC 62305.

Para el diseño base del apantallamiento se partirá mínimamente de este diseño en el que se tomara el área del lote donde se construirá la estación de 2000 m² aproximadamente, la ubicación y características se representa en los planos correspondientes de cada uno los postes se instalara un tubo IMC de 3 m asegurado con cinta de acero inox y con una punta franklin, se tendrá un bajante en cada poste con la respectiva varilla de cobre de 5/8"X 2,4 m y se hará la equipotencialización de las cuatro puntas en la parte superior con cable, el cual puede ser de aluminio o similar, con los valores medidos en terreno se debe ajustar (por las labores de remoción de tierra a la que se someterá el terreno para la construcción) para cumplir con los valores con la norma IEC 62305, y realizar los ajustes si es del caso.

Deberán entregarse colas para todos los tableros y celdas en igual calibre.

Se deberán construir cajas de inspección de 0,3 m de lado con tapa, para la posterior revisión y medida de resistencia de puesta a tierra.

Efectuar uniones con soldadura exotérmica cable-cable y cable varilla con los moldes y carga fundente de acuerdo con los tipos de conexión y el calibre de los cables, teniendo en cuenta las especificaciones de la siguiente tabla.

Carga fundente para uniones con soldadura exotérmica

Elementos a unir [g]	Tipo de unión	Carga fundente
Cable No. 2/0 AWG – Cable No. 2/0 AWG	"T" Horizontal	150
Cable No. 2/0 AWG – Cable No. 2/0 AWG	Paralelo horizontal	150
Cable No. 1/0 AWG – Varilla de 5/8"	Cable pasante a varilla 5/8"	150

9.27.1 DISPOSITIVOS PARA SOBRE TENSIONES

Dispositivos de protección contra sobretensiones Clase A, B y C, 80 kA por fase a 460 voltios, conexión en estrella 3 FASES 4 HILOS, inmersos en resina de disipación, unidad compacta (no modulares), tiempo de respuesta <1 nanosegundo, con fusibles térmicos, fusibles de sobre corriente encapsulados en la resina y encapsulamiento NEMA 4, que irán instalados en paralelo con el interruptor automático totalizador respectivo, por intermedio de un elemento de desconexión y maniobra conformado por un interruptor termomagnético (que actúa como elemento de maniobra para conexión y desconexión) con una capacidad de ruptura igual o mayor a la corriente de cortocircuito en el punto de instalación, de acuerdo al diagrama unifilar. Estos dispositivos serán compactos, integrados (no modulares) y deberán cumplir con la norma UL1449 3ª Edición, deben tener contactos libres de potencial para indicar su estado el cual se cableará al PLC, tendrán mínimo 5 años de garantía sin restricciones con cambio gratuito de la unidad y certificación de conformidad vigente, expedido por una entidad autorizada para el territorio colombiano.

Los DPS se instalarán mínimo en:

- El tablero general de 460 V.
- El tablero general de 220 V.

En el tablero de cada Variador de velocidad.

Se deberá instalar un juego supresor de transitorios en media tensión en la celda al lado del primario del transformador, 12 KV, 10KA.

9.27.2 RELÉS DE INTERFAZ

Los relés deben ser aptos para montaje en riel DIN, según IEC 60715. Deberán garantizar el aislamiento galvánico entre el controlador y las señales que van hacia campo o proceso.

Deben ser de empleo universal, compuestos por borne de base y relés de estado sólido enchufable. Los relés deben ser de construcción estrecha, con conexión tipo "push in" y aptos para la utilización de puentes enchufables funcionales. Deben contar con led de indicación de activación. El diseño y fabricación de los opto acopladores deben cumplir con la IEC 60664, IEC 60255 y EN 50178.

Como mínimo, debe cumplir con las siguientes características:

Características técnicas de entrada:

Tensión nominal de entrada UN:	24 V DC
Corriente nominal de entrada a UIN:	9 mA
Tiempo de reacción típico:	5 ms
Tiempo típico de apertura:	8 ms
Indicación de la tensión de servicio:	Sí
Circuito de protección:	Contra inversión de polaridad
Diodo contra inv. de polaridad	
Circuito de protección:	Diodo de rueda libre
Tipo de contacto:	Contacto simple, 1 contacto
conmutable.	
Material del contacto:	AgSnO
Tensión de conmutación máxima:	250 V AC/DC
Tensión mínima de activación:	5 V (para 100 mA)
Corriente de conexión máxima:	(Bajo demanda)
Corriente de conmutación mínima:	10 mA (para 12 V)
Corriente constante límite:	6 A
Potencia de ruptura (carga óhmica) máxima:	140 W (con 24 V DC)
Potencia de ruptura (carga óhmica) máxima:	20 W (Con 48 V DC)
Potencia de ruptura (carga óhmica) máxima:	18 W (Con 60 V DC)
Potencia de ruptura (carga óhmica) máxima:	23 W (Con 110 V DC)
Potencia de ruptura (carga óhmica) máxima:	40 W (Con 220 V DC)
Potencia de ruptura (carga óhmica) máxima:	1500 VA (Para 250 V AC)

Datos generales:

Anchura:	6,2 mm
Altura:	80 mm
Profundidad:	94 mm
Tensión de prueba Bobina de relé/contacto de relé:	4 kV AC (50 Hz, 1 min)
Temperatura ambiente (servicio):	10 °C hasta 50 °C
Modo operativo:	Tiempo de trabajo 100%

Vida útil mecánica:	Mínimo 2 x 107 periodicidades
de cambio de estado	
Clase de combustibilidad según UL 94:	V0
Grado de polución:	3
Categoría de sobretensiones:	III
Posición para el montaje:	Discrecional
Indicaciones de montaje:	Alineables sin separación

EL CONTRATISTA deberá suministrar una protección por cada señal de salida digital

9.27.3 OPTO ACOPLADORES

Los opto acopladores deben ser aptos para montaje en riel DIN, según IEC 60715. Deberán garantizar el aislamiento galvánico entre el controlador y las señales provenientes de campo o del proceso. Deben ser de empleo universal, compuestos por borne de base y opto acopladores de estado sólido enchufable. Los opto acopladores deben ser de construcción estrecha, con conexión tipo “” push in” y aptos para la utilización de puentes enchufables funcionales. Deben contar con led de indicación de activación. El diseño y fabricación de los opto acopladores deben cumplir con la IEC 60664, IEC 62103 y EN 50178.

Como mínimo, debe cumplir con las siguientes características:

Características técnicas de entrada:	
Tensión nominal de entrada (U _N):	24VDC
Margen de tensión de entrada referido a U _N :	0.8 a 1.2
Nivel de conmutación Señal "0" referido U _N :	0,4
Nivel de conmutación Señal "1":	0,8
Corriente de entrada típica a para U _N :	8,5 mA
Tiempo de conexión típico:	20 µs (Con U _N)
Tiempo de desconexión típico:	300 µs (Con U _N)
Indicación de la tensión de servicio:	LED amarillo
Denominación de la protección:	Protección Contra inversión
de polaridad	
Tipo de protección:	Diodo de rueda libre
Circuito de protección/componente de protección:	Diodo contra inversión de
polaridad	
Características técnicas de salida:	
Frecuencia de transmisión:	300 Hz
Gama de tensión de salida:	3 VDC a 48 V DC
Corriente constante límite:	100 mA
Denominación de la protección:	Protección Contra inversión
de polaridad	
Tipo de protección:	Diodo de rueda libre
Circuito de protección/componente de protección:	Diodo contra inversión de
polaridad	
Caída de tensión con corriente constante límite máxima:	Menor o igual a 1 V
Circuito de salida:	2 conductores sin masa
Características técnicas generales	
Anchura:	6,2 mm (+/- 1mm)

Altura:	80 mm (+/- 1mm)
Profundidad:	94 mm (+/- 1mm)
Tensión de prueba Entrada/salida:	2,5 kV (50 Hz, 1 min)
Temperatura ambiente (servicio):	10 °C a 50 °C
Posición para el montaje:	Discrecional
Indicaciones de montaje:	Alienables sin separación
Modo operativo:	Tiempo de trabajo 100%
Clase de combustibilidad según UL 94:	V0
Grado de polución:	2

EL CONTRATISTA deberá suministrar una protección por cada señal de entrada digital

9.27.4 PROTECCIÓN PARA EL BUS DE CAMPO

El bus de campo será del tipo RS-485 bajo protocolo modbus RTU estándar definido por modbus.org, la interfaz RS-485 opera bajo la tecnología TTL, el sistema deberá contar con una protección contra transientes de tensión en la celda de control con los requisitos listados a continuación.

- ☐ La corriente total de pico (8/20 micro-segundos) será como mínimo de 20 KA.
- ☐ Deberá proteger entre línea – línea y línea tierra.
- ☐ La tensión nominal será de 5 Vdc y podrá operar a una tensión continua de 5.2 Vdc.
- ☐ La corriente nominal no podrá ser inferior a 450 mA
- ☐ La atenuación de la señal de entrada no podrá exceder los 0.2 decibels a una frecuencia máxima de 5 MHz.
- ☐ La resistencia en serie no podrá exceder los 2.5 ohmios.
- ☐ Deberá cumplir con lo especificado en el estándar IEC 61643-21.
- ☐ Deberá ofrecer una capacitancia típica núcleo – núcleo de 30 pF +/- 5%.
- ☐ Deberá estar diseñado para montaje en riel DIN.

9.27.5 PROTECCIÓN PARA LAS SEÑALES ANALÓGICAS DE 4 A 20 mA

Las señales de entrada analógicas serán del tipo 4 a 20 mA activas o pasivas con tensiones nominales de operación de 24 Vdc y máximas de 30 Vdc, se deberá contar con protección contra transientes de tensión en la celda de control.

Cómo mínimo, deben cumplir con los requisitos listados a continuación.

- La corriente total de pico (8/20 micro-segundos) será como mínimo de 10 KA.
- Deberá proteger entre línea – línea y línea tierra.
- La tensión nominal será de 24 Vdc y podrá operar a una tensión continua de 30 Vdc.
- La corriente nominal no podrá ser inferior a 300 mA
- La atenuación de la señal de entrada no podrá exceder los 0.6 decibels a una frecuencia máxima de 400 Hz.
- La resistencia en serie no podrá exceder los 3.7 ohmios.
- Deberá cumplir con lo especificado en el estándar IEC 61643-21.
- Deberá ofrecer una capacitancia típica núcleo – núcleo de 4 nF +/- 5%.
- Deberá estar diseñado para montaje en riel DIN.

Deberá ser tipo bornera de doble nivel con punto común a tierra en la base y tierra aislada. Deberá montarse en conjunto con una bornera seccionable tipo fusible (para fusible de vidrio tipo rápido de 250 mA, 20 mm) de doble nivel que asegure la apertura del circuito por un transiente prolongado o por la falla de la protección.

9.27.6 PROTECCIÓN PARA LOS CIRCUITOS EN CORRIENTE ALTERNA Y CORRIENTE CONTINUA

Las protecciones para el sistema de control tanto en corriente alterna como en corriente continua serán del tipo interruptores magneto térmico y deberán cumplir con los requisitos listados a continuación.

Deberá ser apto para operar en redes de corriente alterna y corriente continua.

Su unidad de control deberá ser del tipo magneto térmica.

Su poder de corte será como mínimo de 50 kA Icu de acuerdo con IEC 60947-2 – para un nivel de tensión de 460 a 460 V AC y una frecuencia de 50/60 Hz.

En corriente continua su poder de corte será de mínimo 10 kA Icu de acuerdo con IEC 60947-2 para un nivel de tensión de 72 Vcc y de 15 kA Icu de acuerdo con IEC 60947-2 para un nivel de tensión de 12 a 60 Vcc.

Deberá cumplir con la categoría de utilización A de acuerdo con IEC 60947-2.

La tensión asignada de aislamiento no podrá ser inferior a 500 Vac 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2.

La tensión asignada de impulso no podrá ser inferior a 6 Kv de acuerdo con EN 60947-2.

Tendrá como mínimo una endurancia mecánica de 20000 ciclos y una endurancia eléctrica mínima de 10000 ciclos.

Deberá tener indicación de estado cerrado mediante señalización mecánica.

Deberá ser apto para montaje en riel y deberá ser apto para ser bloqueado mecánicamente mediante dispositivos diseñados para este fin.

Deberá ofrecer la opción de ser equipado con accesorios plenamente compatibles para indicar el estado de apertura y/o de falla mediante contactos libres de potencial.

Deberán presentar certificado de conformidad de producto RETIE.

Deberá ser apto para su acople mediante barras aisladas tipo bus que eviten la necesidad del uso de cables, las barras tipo bus o busbar deberán ser compatibles con el interruptor y deberán ser de la misma marca de éste para garantizar su integración.

El calibre de las protecciones y sus curvas de disparo se deberán seleccionar de acuerdo a los criterios de la norma IEC 60947-2 y siguiendo el criterio de selectividad total de tipo Amperimétrica.

CURVA B. Se utiliza para la protección de cargas resistivas, conductores de gran longitud, equipo electrónico (PLC's, HMI, suiches de red, motores de polos sombreados) y demás cargas cuya corriente de inserción no supere $5I_n$.

CURVA C. Se utiliza para la protección de conductores, alimentación de motores, cargas mixtas, lámparas con reactor y demás equipos con corrientes de inserción media que no supere $10I_n$.

CURVA D. Su uso se especifica para cargas con elevada corriente de inserción tales como transformadores, capacitores y demás cargas con picos de corriente hasta $20I_n$.

9.28 SEÑALIZACIÓN EN EL SITIO DE INSTALACIÓN DEL GABINETE DE DISTRIBUCIÓN.

Se deberá suministrar la señalización completa de seguridad de acuerdo al RETIE, normas unificadas IEC 60617, NTC461 e ISO 3864-2. Los pisos tendrán las cintas de retiro de seguridad y estas serán con materiales duraderos y diseñados para este propósito, el proponente deberá suministrar información relacionada y un diseño serio previo de acuerdo con este apartado. Se señalará la malla de cerramiento y esta tendrá un aviso de advertencia de riesgo eléctrico por cada uno de los costados; el material utilizado será en acrílico, resistente a la intemperie.

10 PLANTA ELECTRICA GENERADORA A DIÉSEL 250 KVA EN CABINA E INSONORIZADA

Se requiere el suministro transporte, instalación y puesta en marcha de una planta diésel, totalmente ensamblada, con capacidad de 250 kVA en servicio PERMANENTE con todos los accesorios estándar. Todo el conjunto se soporta sobre su correspondiente base - tanque metálico.

Motor Diésel

Motor de 6 cilindros, relaciones de compresión entre 17.5:1 y 18:1, de aspiración Turbo cargada, refrigeración por agua en circuito cerrado, sistema de precalentamiento incluido, gobernador tipo mecánico o electrónico, sistema de lubricación forzada por bomba de engranajes, sistema de admisión de aire turboalimentada y filtro tipo seco, sistema de inyección directa o indirecta a la cámara, con bomba de inyección lineal o rotativa, sistema de arranque de 24 voltios con alternador para carga de baterías y cargador de baterías incluido, con silenciador tipo residencial y acople flexible, potencia mínima de 300 kW a 1800 rpm, 100 msnm, 60 hz, con tanque de combustible de 1m³ como mínimo consumo máximo o 18 horas de funcionamiento al 100 % de la carga.

Generador

Generador trifásico a 460 Voltios a 1800 rpm para servicio prime, Reconectable, tipo sincrónico sin escobillas, con regulador automático de voltaje y con regulación de voltaje entre vacío y plena carga $\pm 0.5\%$, 0.8 de factor de potencia, 4 polos y auto excitado,

aislamiento clase H con barniz tropicalizado, 4 hilos con neutro sólidamente aterrizado a la coraza del generador, acople a motor directo sobre mono cojinete.

Sistema Eléctrico

Sistema de 12 voltios con alternador cargador de batería.
Motor de arranque tipo axial.
Batería de alta capacidad libres de mantenimiento.
Soporte para batería montado en la base de la máquina.
Cables de interconexión para trabajo pesado con terminales
Incluye cargador de batería.

Montaje

Conjunto Motor-Radiador-Generador-Tablero de Control montado en una base de acero para trabajo pesado.
Aisladores de vibración entre el Motor/Generador y la base.
Guardas de protección para el ventilador y mandos del ventilador y alternador de carga de batería.
Guarda de protección del radiador.
Spill container.

Cabina

Ensamblada de fábrica con protección de ruido menor de 60 db a 7 mt al 100% de la carga.
Cabina para trabajo pesado a la intemperie con puertas embutidas y bloqueables.

Tablero de control

Con puertos de comunicación remota de protección IP 65, posibilidad de selector de ejercitación manual y automática programable, señales de auto diagnóstico para vía remoto. Indicación de kW, kVA, kVAR, indicación de factor de potencia, indicación de rpm, temperatura, frecuencia, voltaje, horas de operación, presión de aceite, carga de baterías, luz indicadora de alarma y selector de fases.

Alarmas de protección por bajo/alto voltaje, sobre corriente, alto/baja frecuencia, sobre velocidad, alto/bajo voltaje batería, bajo/alto voltaje acometida, falla del generador, falla comunicación.

Parada de emergencia manual y automática por sobre velocidad, sobre arranqué, bajo nivel refrigerante, baja presión de aceite lubricante, alta temperatura refrigerante.

Tanque de combustible

Tanque vertical en lámina de acero inoxidable, con capacidad de 100 galones o 18 horas de autonomía de funcionamiento, con mirilla de indicación de nivel, válvula de drenaje y tapa de llenado, filtro de combustible tipo racor o similar con drenaje de condensado. Con información de estado, que serán cableados al PLC.

11 TRANSFERENCIA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA PLANTA ELÉCTRICA

Transferencia con módulo de control automático, con censado del estado de la planta con tablero independiente de trabajo pesado, autónoma en el encendido por detección de ausencia del circuito de la red, transferencia de la carga de acuerdo a la necesidad, apagado automático de la planta, censado de red trifásica o bifásica, con capacidad de permitir la calibración de la carga de 4 a 120 segundos, calibración de la carga de la red de 4 a 120 segundos, posibilidad de conmutación con dos cargas distintas de la red, con comunicación Modbus RTU.

Barrajes de carga en platinas de cobre o superior con capacidad de soportar la intensidad nominal de la transferencia y con una intensidad de 1000 amperios por pulgada cuadrada o superior, voltaje de 600 VAC, tensión de operación a 460 Voltios, Amperaje igual al requerido de la planta, con señalización de normal cerrado, señalización de planta cerrado, señalización de operación de la planta, señalización de voltajes, y sistema de prueba.

Los Interruptores de potencia, deberán ser del tipo, automáticos en aire, abiertos y de aplicación extraíble, de operación manual y eléctrica de pulsador de apertura y de pulsador de cierre, con motor de carga de resorte, con testigo de resorte cargado o descargado y testigo de la posición de los contactos principales, con una (1) unidad de protección tipo electrónica, protecciones instantáneas y de corto y largo tiempo, ajustables, y con todos los accesorios requeridos para el proyecto

Esta transferencia se podrá integrar a la celda general de interruptores de 460 V.

12 PUENTE GRÚA

Se requiere el suministro transporte, instalación y puesta en marcha de un puente grúa tipo monorriel, totalmente ensamblados, con todos los accesorios estándar de acuerdo a las siguientes especificaciones.

General

El Contratista deberá suministrar los planos del diseño, manufactura, suministro, pruebas en fábrica, supervisión durante instalación, puesta en marcha y pruebas de carga en sitio del puente grúa.

El puente grúa solicitado será del tipo de puente corredizo de una viga, con motores eléctricos para los movimientos de los ganchos, carro y puente, controlados mediante control remoto inalámbrico para todos los movimientos de la grúa desde cualquier nivel, o botonera colgante.

Los materiales empleados en la fabricación de los equipos deberán ser nuevos y de primera calidad, libres de defectos e imperfecciones y donde se indique, de la clasificación y grados designados. Todos los materiales deberán ser adecuados para su propósito.

Los trabajos serán ejecutados y terminados de una manera minuciosa siguiendo las mejores prácticas modernas en la fabricación de maquinaria de alta calidad. Los trabajos deberán ser hechos por obreros expertos en dichos trabajos. Las piezas similares y las

piezas de repuesto deberán ser intercambiables hasta donde sea posible. Las tolerancias, ajustes y acabados deberán estar de acuerdo con las prácticas más adecuadas en la fabricación de equipo de alta calidad. Las partes soldadas, que requieren procesos posteriores de maquinado deberán tratarse térmicamente antes del maquinado para aliviar esfuerzos internos y evitar futuras deformaciones.

El fabricante realizará todo el proceso de suministro, fabricación, transporte, descargue, entrega e instalación con puesta en marcha del puente grúa de acuerdo con las normas y especificaciones de los códigos de la Federación de Fabricantes de Estructuras Metálicas, FEDESTRUCTURAS, DIN EN 1991-3 (EUROCODE 3) AISC, ASTM, AWS, o cualquiera que sea equivalente.

En resumida se presentan las normas de diseño y fabricación que debe de cumplir.

Tabla 12.1 Normas aplicables al sistema

NORMAS DE DISEÑO Y FABRICACIÓN	
Componentes Electromecánicos	DIN 15020 / FEM 1.001
Viga Puente	DIN 15018
Vigas Carrileras	DIN EN 1993 - 6
Columnas	DIN EN 1993-1-1:2010-12
Clase de elevación	HC2
Grupo de esfuerzos por Fatiga	S2/S3
Tolerancias de Fabricación	VDI 3571 – AWS 14.1
Declaración de conformidad	CE (Conformidad Europea)
Sistema de Aseguramiento de Calidad	DIN/ISO 9001 / EN 29001

El puente grúa deben garantizarse para soportar, sin fallas, ni deformación permanente de sus partes, una sobrecarga del 25% de la carga nominal especificada.

Este será de accionamiento eléctrico en todos sus movimientos; alce, traslación y desplazamiento. Serán actuados desde un solo control central maniobrado por un solo operador y con velocidad ajustable.

Todos los motores o motor reductores serán conectados a una red trifásica a 460v, 60HZ, igualmente deberán ser dimensionados para el manejo de sobrecargas normales hasta un 25% de la carga de diseño.

Condiciones de Operación y Funcionamiento

El puente grúa será construidos para operar bajo techo y de acuerdo con las dimensiones indicadas más adelante, deberá ser de operación eléctrica en sus tres (3) movimientos. Se desplazará sobre rieles instalados sobre las vigas metálicas en I soportadas en las ménsulas de carga de las columnas de la casa de bombas. Los rieles y elementos de anclaje serán especificados por el proponente.

La capacidad de alce y dimensiones serán las siguientes:

Para el puente grúa de la estación de bombeo será para una capacidad de carga de dos (2) toneladas.

La deformación con carga nominal multiplicada por 800 será inferior al valor de la luz. Además, con carga del 125% no habrá deformación permanente. La deformación expresada en mm.

Detalles Técnicos: Los esfuerzos permisibles para los miembros estructurales deberán estar de acuerdo con las normas del AISC 11 Especificaciones para la Fabricación y Construcción de Estructuras de Acero para Edificios”, Última edición, excepto para las vigas del puente grúa cuyos refuerzos serán los permitidos por el Código, pero reducidos en un diez por ciento (10%).

El mecanismo de alce: El mecanismo de alce será eléctrico del tipo de cadena con sistema de engranajes planetarios de tornillo sinfín. El mecanismo de alce deberá estar provisto de freno de seguridad y dispositivo de protección para sobrecarga. Las cadenas tanto de accionamiento como de alce deberán ser de alta calidad, calibradas y guiadas convenientemente en sus poleas para evitar que salten o se salgan. La carcasa de soporte del mecanismo deberá ser de acero forjado o fundido, de alta resistencia. El mecanismo de alce deberá ser para trabajo pesado apropiado para operaciones de manejo, montaje y mantenimiento de maquinaria pesada; de alto rendimiento y fácil accionamiento sin que se requiera esfuerzo excesivo, para cargar hasta 1.25 la carga nominal.

Las Vigas: Las vigas deberán ser de acero estructural integral, podrán ser soldadas y de sección en doble T, en I o tipo cajón. Deberán ser diseñadas para resistir la totalidad de las cargas laterales que actúan sobre el puente. Las uniones de las vigas del puente a los bastidores laterales de rodaje deberán hacerse con pernos y platinas de ensamble que aseguren perfecto alineamiento y rigidez en las uniones.

El Carro: El carro del puente grúa deberá ser de acero estructural, de construcción soldada y rígida, diseñado para permitir una distribución igual de la carga sobre las ruedas sin producir deflexiones excesivas. Deberán proveerse topes en los extremos del carro para evitar que se salga de la viga. Deberán proveerse medios para evitar una caída mayor de 25 mm en caso de rotura del eje de una rueda.

El carro dispondrá de motor reductor para su desplazamiento.

Mecanismos de Traslación: Los mecanismos de traslación deberán ser diseñados y contruidos para dar un funcionamiento suave y continuo y será actuado eléctricamente desde el control central de maniobra, para cargar hasta 1.25 la carga nominal.

El mecanismo de traslación del puente deberá estar provisto de un freno efectivo en ambas direcciones de movimiento, fácilmente desembragable antes de operar el mecanismo de traslación.

El mecanismo de traslación del puente deberá estar acoplado por lo menos a una rueda en cada lado, a través de engranaje y ejes.

Bastidores de rodaje: Los bastidores de rodaje deberán ser fabricados de acero estructural en construcción soldada, con apoyo doble para el eje de cada rueda, con refuerzos adecuados para darles rigidez y distribuir la carga uniformemente en las ruedas.

El montaje de las ruedas deberá hacerse sobre cojinetes antifricción y del tipo de eje fijo o de eje giratorio.

Ruedas: Las ruedas del puente grúa deberán ser de doble pestaña. Todas las ruedas deberán ser de acero forjado o laminado, torneadas y rectificadas con exactitud a su diámetro nominal. El ancho de la banda de rodamiento de las ruedas de doble pestaña deberá ser 10 o 12 mm mayor que el de la cabeza del riel, o el ancho del perfil utilizado como línea de rodadura. Las ruedas deberán ser diseñadas para soportar la máxima carga nominal bajo condiciones normales de operación sin presentar desgaste excesivo.

Ejes: Los ejes deberán ser de acero laminado o de acero forjado tratado térmicamente, torneados y rectificadas con precisión. Los ejes rotantes deberán ir montados a las ruedas con ajuste forzado equivalente a la clase FN2 de la norma USA B4.1 "Preferred Limits and Fits for Cylindrical Parts". Las ruedas de tracción irán montadas a sus ejes móviles por medio de cuñas y ajustes forzados. Los ejes deberán ser dimensionados y soportados en tal forma que el desgaste y las deflexiones bajo cargas normales se reduzcan a un mínimo.

Gancho de Alce: El gancho de alce deberá ser del tipo de seguridad, con trinquete resortado y de acero forjado revenido o acero aleado. El gancho deberá montarse sobre cojinetes antifricción hermético; el montaje deberá permitir giro del gancho en sus soportes.

Engranajes: Los engranajes podrán ser del tipo de tornillo sinfín o de diente recto. Los engranajes deberán ser de acero al carbono forjado o aleado. Maquinados a partir de piezas macizas, con endurecimiento superficial y rectificadas. La rueda de engranaje para el tornillo sinfín será de bronce fosforoso. Todos los engranajes deberán diseñarse teniendo en cuenta que la carga máxima se transmite a través de un solo diente. Los engranajes deberán tener la circunferencia primitiva concéntrica con la circunferencia del agujero para el eje.

Cojinetes: Todos los cojinetes serán del tipo antifricción de rodillos o de bolas. Los cojinetes de las ruedas de los carros y del puente serán de rodillos intercambiables. Los cojinetes de ejes serán colocados tan cerca como sea posible de la línea de aplicación de la carga. Los cojinetes deben ser fácilmente remplaceables y soportados a la estructura en forma apropiada. Todos los cojinetes serán garantizados para un mínimo de 5000 horas de trabajo.

Cuñas y cuñeros: Todas las uniones entre ejes y engranajes o ruedas deberán estar provistas de cuñas y cuñeros de sección rectangular de tamaños apropiados dentro de los límites de compresión y corte de los materiales en contacto.

Acoples: Todos los acoples rígidos serán de brida o de abrazaderas diseñadas para transmitir la totalidad de la resistencia del eje y montados sobre el mismo con ajuste forzado y cuña.

Lubricación: Todas las partes móviles deberán estar provistas de graseras y retenedores para mantener las superficies deslizantes lubricadas adecuadamente.

Tornillos y tuercas: Todos los tornillos y tuercas para el equipo mecánico serán de cabeza hexagonal. Las tuercas sujetas a vibraciones y a cambios frecuentes de carga deberán ser aseguradas con contratueras.

Tableros de control y Motores

- Los motores serán de inducción, ya sea con rotor bobinado o con rotor jaula de ardilla, de velocidad variable, con protección térmica en el embobinado.
- En todos los casos el par de giro de los motores será transmitido al engranaje reductor a través de un acoplamiento elástico.
- Los motores serán adecuados para 460 V, $\pm 10\%$ 60 Hz, 3 fases con aislamiento tipo F o su equivalente según la IEC 60034.
- La protección de la carcasa será de tipo TEFC (totalmente cerrados o con ventilación con ventilador externo).
- El control de Velocidad de los Motores de la grúa permitirá la inversión del movimiento y variar las velocidades en forma continua entre los valores máximos y mínimos.
- El control de velocidad en los motores de izaje y en los motores de traslación se hará utilizando variadores de frecuencia.
- Tendrán una masa centrífuga adicional para una aceleración extremadamente suave y excelentes características de frenado. Todos tienen cambio de polos para 2 velocidades con relación 1 a 4 o variador de velocidad.
- Datos técnicos:
 - Trifásicos Voltaje 460 Vac.
 - 60 hz.
 - Protección IP55
 - Temperatura ambiente de -20°C a $+40^{\circ}\text{C}$
- Los tableros de control deberán ser certificado de homologación RETIE conforme al artículo 20.23.1.1 (Nota 1: Se debe garantizar todos los literales a hasta el h del citado artículo).

Placa de identificación: El puente grúa deberá llevar una placa en español que indique el nombre del fabricante, la dirección, el número de serie, el año de fabricación y la capacidad nominal. El texto de la placa de identificación deberá ser aprobado por las Empresas.

Ensamblaje de fábrica: Las partes y los mecanismos de movimientos serán ensamblados y ensayados en fábrica, para asegurar que todas las partes estén ajustadas adecuadamente y operen correctamente. Las uniones de campo entre varios componentes deberán ser ajustadas, chequeadas y marcadas en el taller, para asegurar su correcta unión durante el montaje en la obra. Las partes de los puentes grúa deberán ser empacadas en unidades de tamaño práctico para el fácil transporte y manejo. Ninguna parte del equipo será enviada desde el taller del fabricante hasta que no haya sido aprobada, excepto en aquellos casos en los cuales las Empresas autoricen su envío por escrito.

Pintura: Antes del envío del puente grúa todas las superficies expuestas y sin acabado especial deberán limpiarse de óxido, polvo, aceite, escorias, rebabas y materias extrañas y se les debe aplicar una capa de pintura anticorrosiva. Todas las superficies acabadas sujetas a oxidación serán cubiertas con un componente apropiado anti-oxidante. La maquinaria deberá ser suministrada con la pintura utilizada normalmente por el fabricante. La limpieza y pintura final de todas las superficies, excepto aquellas que traigan el acabado desde la fábrica, serán ejecutadas por otros en la obra después del montaje.

Ensayos de campo: Todo el equipo a ser suministrado bajo estas especificaciones se someterá a una operación preliminar y a ensayos finales antes de su aceptación. El ensayo preliminar de operación será ejecutado antes de que el equipo sea usado con la máxima carga nominal. Los ensayos del puente grúa serán dirigidos y ejecutados por personal de las Empresas. El fabricante podrá enviar si así lo desea, personal para presenciar los ensayos de campo.

Los ensayos de campo incluirán, pero no se limitarán únicamente, a los siguientes:

El puente grúa alzar, bajara, sostendrá en cualquier posición y transportara la carga especificada, accionado por un solo operario desde control centralizado.

El puente grúa alzar, bajara, sostendrá en cualquier posición y transportara una carga de ensayo igual a 1.25 la carga nominal.

Deflexión mínima permitida.

Deflexión con carga nominal.

12.1 ESQUEMA DE INSTALACIÓN

Para realizar los mantenimientos correspondientes se hace necesario contar con un puente grúa para facilitar y coordinar de manera más fácil todos los trabajos de intervención de los equipos de bombeo, se calculó con el fin de permitir que el sistema pueda cargar todo el equipo de bombeo con su motor acoplado el cual tiene un peso aproximado de 850 kg, la distancia máxima efectiva para poder elevar los tableros de dos metros de altura hasta la entrada del CCM o Cuarto de Control de Motobombas.

Se seleccionará un puente grúa monorriel, que permita los 3 movimientos, desplazamiento longitudinal a lo largo de la instalación (ideal para alcanzar los tres equipos), movimiento transversal entre vigas laterales (ideal para trasladar cualquier equipo a la zona de entrada y/o viceversa) y el movimiento de axial para bajar y elevar cualquier elemento.

Todo el sistema debe ser operado por una sola persona desde un mando unificado donde se identifique claramente las funciones de los botones y otro para parada de emergencia.

Las vigas de soporte para todo el sistema de carga serán con vigas metálicas para soportar todo el peso no solo del propio puente grúa sino también de las cargas a elevar y desplazar, los motores reductores tanto de desplazamiento como el del polipasto para elevación deben ser accionados por un variador de frecuencia que permita controlar las velocidades hasta un límite completamente seguro.

El polipasto debe tener un factor de seguridad de al menos 2, por lo tanto, se estaría determinando un equipo con una capacidad de algo más de 1.5 toneladas pasándolo a una capacidad comercial y asegurada de dos toneladas, la cadena del diferencial accionado por el polipasto debe tener una guarda de almacenamiento para posicionamiento.

La alimentación eléctrica del motor reductor de desplazamiento y del polipasto deben ser 460V aprovechando la tensión suministrada a los grupos de bombeos, aunque la estación contará con un gabinete para servicios auxiliares, esta capacidad solo se aprovechará para las iluminaciones, sensórica, herramientas, entre otras de menor potencia.

En las Figuras 8.9a y 8.9b se muestra un esquema de instalación del puente grúa el cual indica las dimensiones pertinentes y límites dimensiones al interior de la instalación, igualmente la distancia máxima efectiva del gancho para la elevación de objetos y traslados nos afectar ni interferir con otros equipos, este sistema iniciará justo a la entrada de la caseta y terminará donde estará el muro de cerramiento para los servicios sanitarios.

En la Figura 8.10 se identifica las tolerancias máximas permisibles de desniveles aceptadas para el sistema para poder desplazar todo el carro y vigas transversales a través de las longitudinales sin afectar su integridad, la del personal ni la de los equipos que eleva o traslada, de esta forma se señala la importancia en la estabilidad y nivelación que debe tener la placa donde se construya la caseta para el bombeo.

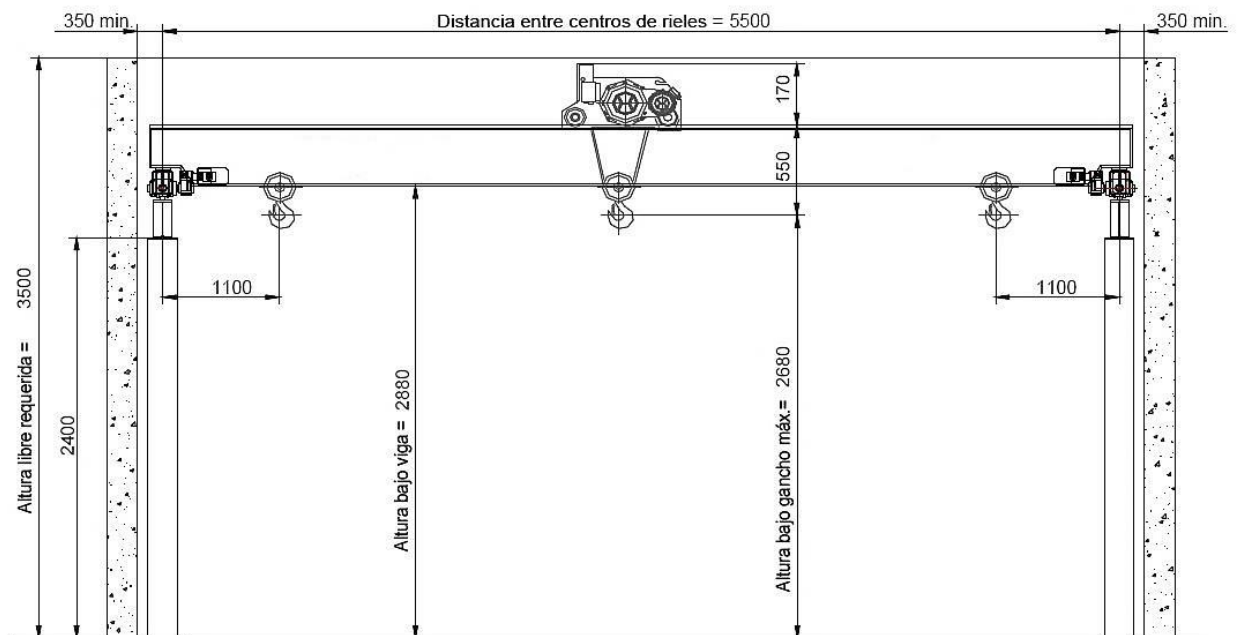


Figura 8.9a Vista de sección frontal del sistema de puente grúa tipo monorriel de 2 toneladas.

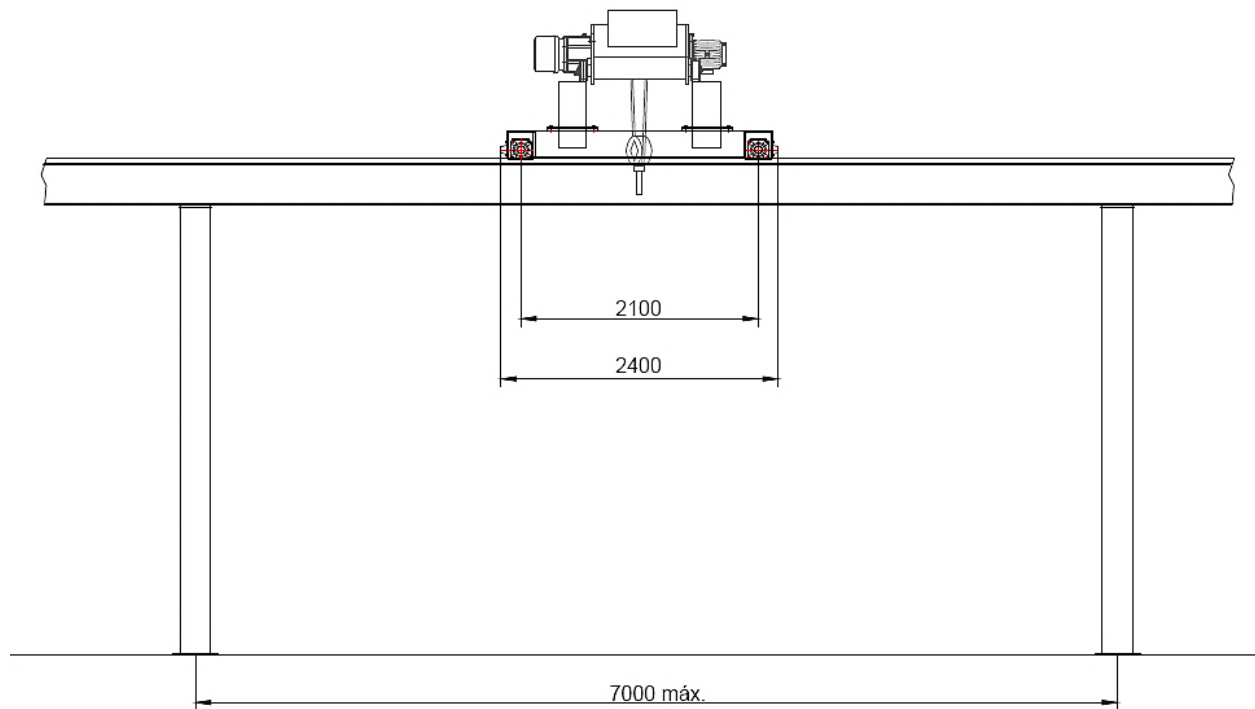


Figura 8.9b Vista de lateral del sistema de puente grúa tipo birriel de 2 toneladas.

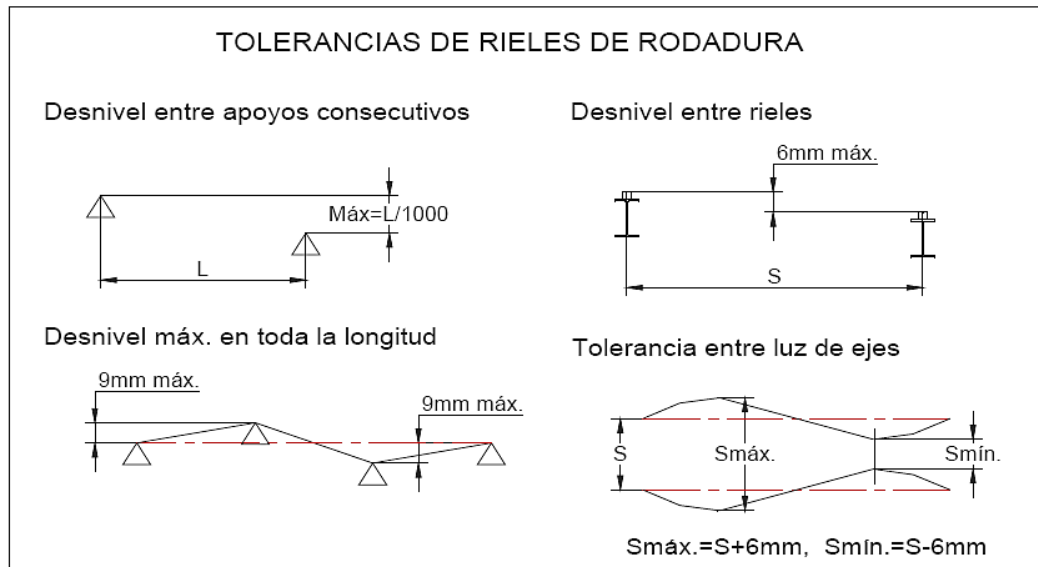


Figura 8.10 Esquema de tolerancias de desniveles máximos permisibles entre las vigas de apoyo para el puente grúa.

Nota importante: Estas Figuras son netamente esquemáticas e ilustrativas para las instalaciones y los sistemas de bombeo y rebombeo del proyecto de la Lucila, Durante la ejecución del proyecto se podrá modificar o cambiar elementos y /o ubicación de cualquier elemento a fin de obtener unos sistemas consolidados y estructurados para su mejor aprovechamiento. El diseño y muestra del sistema es preliminar y cualquier modificación que permita mejorar el sistema se puede llevar a

cabo con el visto buenos de los interventores y supervisores del contrato siempre y cuando no se incurra en sobre costos.

13 REPUESTOS PARA EL SISTEMA GENERAL DE BOMBEO

Para los suministros e instalaciones de cada uno de los componentes aquí especificados se solicita una serie de repuestos para facilitar al mediano plazo el cambio de estos elementos sea por desgaste durante su operación, problemas asociados a factores medio ambientales entre otros.

Para el equipo de bombeo se solicita una serie de repuestos tanto para el motor como para la bomba y sus respectivos accesorios, estos se identifican en la nota 5.1 del ítem 5.

En el caso de la conducción, toma de presión y muestreo se requieren los accesorios detalladas en ítem anterior, todos y cada uno de los repuestos solo a suministrar se especifican en la Tabla 13.1, estos deberán ser entregados con los mismos anexos indicados.

Tabla 13.1 Accesorios de repuestos

ITEM	ESPEC.	DESCRIPCIÓN	PRES.	CANT.
8.1	4.1	Suministro, transporte de Kit Básico de Reparación. Incluye sellos mecánicos, rodamientos, anillos de desgaste e impulsor para equipos de bombeo sumergibles en PPAP	un	3
8.2	4.2	Suministro, transporte de Kit Básico de Reparación. Incluye sellos mecánicos, rodamientos, anillos de desgaste e impulsor para equipos de bombeo de superficie carcaza partida de La Lucila II	un	3
8.3	5.8	Suministro, transporte de Válvula Triple Duty Ø8" PN16 regulable para retención y cierre, Patrón recto con conexiones al extremo bridadas ANSI B16.5 clase 150. Pieza 10 Plano 5-8.	un	1
8.4	5.4	Suministro, transporte de Válvulas de bola cierra rápido de 4 tornillos en bronce roscada NPT hembra Ø2" PN20	un	3
8.5	5.2	Suministro, transporte de Válvula Ventosa metálica de doble cámara y triple efecto Ø1/2", Rosca NPT hembra o bridada ANSI B16.5 clase 150	un	3
8.6	5.2	Suministro, transporte de Válvula ventosa metálica de doble cámara triple efecto Ø2" PN16, Rosca NPT hembra o bridada ANSI B16.5 clase 150	un	3
8.7	5.6	Suministro, transporte de Acople flexible tipo Dresser Ø12" PN16 rigidizada para tubos de acero a ambos lados con varillas roscadas y sistema de aseguramiento con doble tuerca	un	2
8.8	5.6	Suministro, transporte de Acople flexible tipo Dresser Ø12" PN16 rigidizada para tubos de GRP a ambos lados con varillas roscadas y sistema de aseguramiento con doble tuerca	un	2

ITEM	ESPEC.	DESCRIPCIÓN	PRES.	CANT.
8.9	5.3	Suministro, transporte de Válvula de cheque basculante (Swing) debe ser con cuerpo Wafer Ø12" PN16 entre bridas ANSI B16.5 clase 150	un	2
8.10	5.1	Suministro, transporte de Válvula Mariposa lug de doble excentricidad Ø12" PN16, con accionamiento de volanta por reductor sinfín-corona, para contra bridas ANSI B16.5 clase 150	un	2
8.11	5.1	Suministro, transporte de Válvula Mariposa lug de doble excentricidad Ø16" PN16, con accionamiento de volanta por reductor sinfín-corona, para contra bridas ANSI B16.5 clase 150	un	2
8.12	5.1	Suministro, transporte de Válvula Mariposa lug de doble excentricidad Ø24" PN16, con accionamiento de volanta por reductor sinfín-corona, para contra bridas ANSI B16.5 clase 150	un	2
8.13	5.7	Suministro, transporte de Brida universal Ø16" PN16 ANSI B16.5 clase 150 para tubo de acero Ø16" SCH 40	un	2
8.14	5.7	Suministro, transporte de Brida universal Ø24" PN16 ANSI B16.5 clase 150 para tubo de GRP Ø24" PN16	un	2
8.15	6.2	Suministro, transporte de transmisor de presión IP68 para ser ubicado en manifold de presión cableado a tablero de control, potencia y comunicación 4 - 20mA con rango de 0 a 100 mca	un	2
8.16	6.4	Suministro, transporte de manómetro de 0 a 300 bares para ser ubicado en manifold de presión	un	2
8.17	6.5	Suministro, transporte de Transmisor de temperatura para agua tipo PT 100 con rango de medición entre 10 a 60°C	un	2
8.18	6.3	Suministro, transporte de celda presión hidrostática, con cable de 10 metros sin empalmes, instalado hasta el tablero de control y potencia con comunicación 4 - 20mA con rango de 0 a 10 mca	un	1
8.19	6.3	Suministro, transporte de celda presión hidrostática, con cable de 200 metros sin empalmes, instalado hasta el tablero de control y potencia con comunicación 4 - 20mA con rango de 0 a 200 mca	un	1
8.20	6.6	Suministro, transporte, instalación de interruptor de nivel tipo electrodo	un	4

14 INFORMACIÓN TÉCNICA FINAL.

EL CONTRATISTA deberá presentar al final la información requerida con características y dimensiones generales, pesos estimados, y otros datos técnicos de los equipos ofrecidos.

EL CONTRATISTA deberá suministrar la documentación del usuario, esta documentación incluye: Manual del usuario del sistema y Manual de operación.

14.1 INSPECCIÓN

LAS EMPRESAS enviarán personal técnico a recibir el montaje y presenciar las pruebas de puesta en servicio.

14.2 MANO DE OBRA Y MONTAJE.

- EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta la localización geográfica de este proyecto (Municipio de Turbo). El transporte, viáticos y otros deberán ser tenidos en cuenta y los costos serán incluidos en el valor final de la propuesta.
- De forma similar, se deberá contar con el personal especializado para todas aquellas actividades que se requieran en el proceso de montaje, pruebas y puesta en servicio.
- También, se deberá contar en la totalidad de este trabajo (desde el inicio hasta su finalización) con el servicio profesional de mínimo uno (1) ingeniero Electricista de tiempo completo. Este último será el encargado del proyecto e interlocutor por parte DEL CONTRATISTA ante LAS EMPRESAS.
- Todos los costos que se generen en la actividad de montaje, materiales, uso de equipos especiales, pruebas, mano de obra, aún la especializada, etc. deberán estar incluidos dentro del valor final de la propuesta.

14.3 INFORMACIÓN TÉCNICA Y MANUALES DE OPERACIÓN

EL CONTRATISTA deberá presentar al final la información requerida con las características y las dimensiones generales, los pesos estimados, y otros datos técnicos de los equipos ofrecidos DOS (2) EN MEDIO FÍSICO Y DOS (2) EN MEDIO MAGNÉTICO.

Los planos completos e información de la ingeniería básica y de detalle, esto es, deberá presentar una descripción de los equipos ofrecidos, en particular sobre aspectos relacionados con su configuración general, formas de construcción, requerimientos de montaje y cualquier otra información que permita realizar los mantenimientos de forma segura. También, entregará los planos de “ruteado” de lo construido.

EL CONTRATISTA deberá suministrar todos certificados de producto y entregar diligenciado el formato de declaración del constructor y validar el certificado RETIE para la parte ejecutada. Además (en caso de aplicar), deberá realizar todos los trámites ante la empresa de energía correspondiente para legalización de la instalación (los costos de estos trámites deben ser considerados en la propuesta).

EL CONTRATISTA deberá entregar un manual de usuario del sistema. Estos manuales serán usados por LAS EMPRESAS para el mantenimiento del sistema suministrado por EL CONTRATISTA. Los manuales deberán contener la información suficiente para que puedan ser usados como manuales de capacitación del personal que va a operar los equipos.

EL CONTRATISTA deberá entregar un manual de operación de la estación de bombeo, el cual contiene toda la información estratégica de la operación y control automático del bombeo.

- Descripción detallada de todas las secuencias de la interfaz hombre – máquina.

- Descripción de todas las funciones principales como alarmas, registros periódicos, etc.
- Descripción de todo mensaje y alarma que el sistema genera y una explicación de los mensajes indicados y cual acción debería ser tomada por el operador del sistema.

14.4 CATÁLOGOS

EL CONTRATISTA a quien se le acepte la oferta, deberá suministrar Dos (2) copias de catálogos completos descriptivos de los accesorios requeridos (dibujos, etc), con instrucciones completas sobre instalaciones incluyendo recomendaciones de operación y mantenimiento.

14.5 CAPACITACIÓN

El CONTRATISTA que resulte favorecido y como requisito del pago final deberá realizar un entrenamiento técnico con personal competente y calificado, para los funcionarios de EPM que harán la operación y el mantenimiento de la estación, de bombeo programada de forma diaria, con una intensidad máxima de 4 horas en dos jornadas (mañana y tarde). La temática deberá ser acordada con LAS EMPRESAS.

La fecha será acordada con LAS EMPRESAS. EL CONTRATISTA deberá expedir un certificado de asistencia para los funcionarios asistentes.

El entrenamiento se entenderá como incluida en el precio de la oferta y toda la logística necesaria, será responsabilidad del CONTRATISTA. Este se deberá realizar en el municipio de Turbo, en las instalaciones designadas por del CONTRATISTA.

15 FILOSOFÍA Y OPERACIÓN CONJUNTA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO

Como todos los equipos tendrán instrumentos de medición comunicados a un PLC ya sea por señales de 4 a 20 mA o tipo Modbus se realizará la siguiente filosofía en la operación de los bombeos:

El equipo de bombeo ubicado en la PPAP compuesto por tres (3) equipos, una líder, secundaria y la de respaldo bajo la siguiente filosofía:

- La líder arranca bajo dos parámetros cuando el tanque principal en la PPAP llega a 1.5 metros en su nivel y cuando el tanque bajo en Lucila II no es mayor a 9.7 metros.
- La secundaria se activa 10 segundos después de la activación de la bomba líder y siempre y cuando el nivel del tanque bajo de 2000 m³ no sea mayor a 8.5 metros.
- El equipo de respaldo solo se activará siempre y cuando uno de las bombas quede por fuera de operación.

Los equipos de rebombeo ubicados en La Lucila II compuesto por tres (3) equipos, una líder, secundaria y la de respaldo bajo la siguiente filosofía:

- La líder arranca bajo dos parámetros cuando el tanque bajo llega a 1.5 metros en su nivel y cuando el tanque elevado en Lucila II no es mayor a 9.8 metros.
- La secundaria se activa 10 segundos después de la activación de la bomba líder y siempre y cuando el nivel del tanque bajo de 2000 m³ no sea mayor a 2.8 metros.
- El equipo de respaldo solo se activará siempre y cuando uno de las bombas quede por fuera de operación.

Los instrumentos enviarán señal de alarma, pero sin dejar de operar bajo las siguientes señales, estos parámetros aplican para ambas instalaciones:

- Bajo Caudal: Cuando un equipo este encendido y se cense un caudal igual o menor a un 20% del caudal nominal, es decir, unos 68 l/s. y reconocer cuando existes dos equipos encendidos y se censa 120 l/s.
- Alta presión a la descarga: Cuando un equipo está operando y el transmisor de presión indique una señal mayor a un 20% del nominal, es decir entre 20,5 y 37,3 metros Columna de agua cuando opera un equipo para bombeo y rebombeo respectivamente y 48,6 y 49,7 de igual manera metros Columna de agua.
- Baja presión a la succión: Cuando un equipo está operando y el transmisor de presión indique una señal correspondiente a un 10% por debajo de la presión de succión unos 6,3 metros, esta aplica solo para el rebombeo.
- Alta temperatura de devanados: La señal que envía la PT 100 instalada al interior del motor eléctrico sumergible, esta solo aplica para el bombeo al interior de la PPAP y no debe ser mayor a 45°C.
- Alta temperatura del agua: Esta es controlada por una PT100 con rango diferente y debe tomarse como una alarma cuando la señal marque 40°C.
- Nivel bajo bajo: Aplica para los niveles de los dos tanques de abastecimiento, el principal al interior de la PPAP y el bajo de 2000 m³ en La Lucila II, se identificará cuando llegue a 1.15 metros.
- Alta tensión de alimentación: Cuando el analizador de redes indique un voltaje un 10% por encima del nominal de alimentación, es decir unos 506V para el bombeo y 484V para el rebombeo.
- Baja tensión de alimentación: Cuando el analizador de redes indique un voltaje un 10% por debajo del nominal de alimentación, es decir unos 418V para el bombeo y 400V para el rebombeo.

Bajo las siguientes señales de los instrumentos se apagarán de inmediato los equipos:

- Bajo Caudal: Cuando un equipo este encendido y se cense un caudal igual o menor a un 30% del caudal nominal, es decir, unos 65 l/s. y reconocer cuando existes dos equipos encendidos y se censa 115 l/s.

- Alta presión a la descarga: Cuando un equipo está operando y el transmisor de presión indique una señal mayor a un 30% del nominal, es decir entre 22,1 y 40,5 metros Columna de agua cuando opera un equipo para bombeo y rebombeo respectivamente y 52,7 y 53,8 de igual manera metros Columna de agua.
- Baja presión a la succión: Cuando un equipo está operando y el transmisor de presión indique una señal correspondiente a un 20% por debajo de la presión de succión unos 5,8 metros, esta aplica solo para el rebombeo.
- Alta temperatura de devanados: La señal que envía la PT 100 instalada al interior del motor eléctrico sumergible, esta solo aplica para el bombeo al interior de la PPAP y no debe ser mayor a 46°C.
- Alta temperatura del agua: Esta es controlada por una PT100 con rango diferente y debe tomarse como una alarma cuando la señal marque 41°C.
- Nivel bajo bajo: Aplica para los niveles de los dos tanques de abastecimiento, el principal al interior de la PPAP y el bajo de 2000 m3 en La Lucila II, se identificará cuando llegue a 1.1 metros. Es muy importante para evitar que los equipos operen en seco, sus impulsores caviten o ingrese aire al sistema.
- Nivel alto alto: Aplica para los niveles de los dos tanques de recepción de agua, el bajo de 2000 m3 en La Lucila II y el elevado en La Lucila, se apagaran cuando llegues 9,8 y 3 metros respectivamente, es crucial para evitar que el agua bombeada a los tanques se derrame.
- Cada tanque debe tener interruptores de nivel (tipo flotador) tanto para nivel de alto alto como bajo bajo para cada uno de los tres tanques, estos interruptores apagaran y/o encenderán los equipos de bombeo encaso que exista problemas con las sondas hidrostáticas de nivel.
- Alta tensión de alimentación: Cuando el analizador de redes indique un voltaje un 11% por encima del nominal de alimentación, es decir unos 510V para el bombeo y 488V para el rebombeo.
- Baja tensión de alimentación: Cuando el analizador de redes indique un voltaje un 11% por debajo del nominal de alimentación, es decir unos 414V para el bombeo y 396V para el rebombeo.
- Número máximos de arranque: cuando uno de los equipos se arranca más de tres veces consecutivas en menos de 1 hora, esta señal deberá ser desactivada cada después de 30 minutos.

Nota importante: Seguir estas indicaciones y realizar la respectiva configuración de estos parámetros es de vital importancia para asegurar su correcta operación, no afectar la vida útil, mantener una buena eficiencia y no incurrir en sobrecostos asociados a altos consumos de energía entre muchos otros casos más.

Los motores serán arrancados mediante el uso de un variador de frecuencia el cual lo llevará desde 0 a 60 Hz en una rampa continua con duración de 5 segundos, aplica de igual forma para su apagado.

Todo el sistema de bombeo debe tener un tiempo de rotación después de cada 400 horas para evitar sobre cargar en operación o dos equipos y mantener que la vida útil de estos sea pareja.

16 CARACTERÍSTICAS GARANTIZADAS

Este ítem debe ser diligenciado en su totalidad, también, es importante que se tenga en cuenta en suministrar la información de los equipos para su valoración y posterior suministro en el momento de ser adjudicado.

Características comerciales	
Marca de Bomba	
Referencia de Bomba	
Marca de Motor	
Referencia de Motor	

Características Hidráulicas	
Punto de Operación	
Q(L/s)	
Hd (m H ₂ O)	
Eficiencia %	
NPSHA req	
Presion maxima de prueba(m)	

Característica Electricas del Motor	
Potencia nominal(Kw)	
Voltaje nominal(V)	
Corriente nominal(A)	
Factor potencia a plena carga	
Velocidad sincronica (rpm)	
Frecuencia nominal(Hz)	
Potencia de operación(Kw)	
Eficiencia de operacion(%)	
Factor de servicio	
% de corriente al arranque (%)	
Materiales para empalmes (si, no)	
Sensor temperatura devanados tipo	

Características Geometricas	
Longitud motor(m)	
longitud bomba(m)	
Longitud total (m)	
Tipo de acople motor bomba	
Diametro de impulsor(mm)	
Numero de etapas	
diametro externo maximo(m)	
Peso de la bomba(Kg)	
Peso del motor(Kg)	
Peso total del ensamble(kg)	



FORMULARIO DE CARACTERISTICAS

GARANTIZADAS MOTOBOMBAS


Características Fisicas	
Material de impulsores	
Material de la carcasa de la bomba	
Material del eje de la bomba	
Material de anillos de desgaste bomba	
Material Chapa motor	
Material cojinetes radiales motor	
Material cojinetes de empuje motor	

Características especiales	
Frecuencia minima operativa Hz	
frecuencia maxima operacion Hz	
velocidad de rotacion a 60Hz	
longitud del cable de potencia en m	
Velocidad minima liquido refrigerante	


Pruebas certificadas en fabrica	
Motor	
Motor sin carga (Si, no)	
Motor con rotor bloqueado (Si, no)	
Motor a plena carga (Si, no)	
Medicion de eficiencia y factor de pot (Si, no)	
Relacion voltaje con rotor bloqueado (Si, no)	
Chequeo sobrepotencia (Si, no)	
Resistencia devanados del estator (Si, no)	
Bomba	
Pruebas a cada bomba para obtener	
Altura total, Potencia al freno, eficiencia, NPSH requerido, Vs caudal. (Si, no)	

Anexos	
Numero de Hojas anexadas	
Anexe las hojas solicitadas en la parte posterior de la siguiente forma:	
1- Curva (Hd) vs (Q)	4- Curva de Eficiencia(n) vs Caudal(Q)
2- Curva de NPSH (m) vs Caudal(Q)	5- Plano dimensional de Motor
3- Curva de Potencia(P) vs	6- Plana dimensional de Bomba
	7- Plano de Ensamble
	8- Catalogo de bomba(español o ingles)
	9- Catalogo de motor(español,o ingles)
	10-Catalogo de sensores(esp,o ingles)


Formulario para características garantizadas para motobomba.

 <i>estamos ahí.</i>	
Formulario de Características Válvula Ventosa	
Comercial	
Marca	
País de Fabricación	
Modelo	
Hidráulicas y Neumáticas	
Presión nominal de trabajo (bares)	
Caudal máximo de desalojo de aire (L/s)	
Presión mínima que da sello, cero fugas (bares)	
Operativas	
Tipo efecto (Simple, Doble, Triple)	
Constructivas	
Díámetro nominal de la Válvula (mm)	
Número de cámaras	
Número de Orificios	
Díámetro entrada de aire (mm)	
Material del Cuerpo	
Material del elemento obturante	
Total hermeticidad en presión de trabajo (Si,No)	
Material del Eje	
Material del Empaque	
Material del Asiento	
Material de mecanismos y tornillería interna de válvula	
Pintura interior (tipo y referencia, NA)	
Pintura exterior (tipo y referencia, NA)	
Montaje	
Tipo de conexión Bridada (S/N)	
Norma de Brida (norma y clase)	
Documentos	
Entrega de curvas de válvulas, admisión y expulsión.	
Entrega de manual de mantenimiento y operación (S/N)	
Entrega de Planos (S/N)	
Nota: *Todos los campos se deben completar.	

Formulario para características garantizadas para motobomba.


Comerciales		 <p>FORMULARIO DE CARACTERÍSTICAS GARANTIZADAS VALVULAS DE RETENCION</p>
Fabricante		
País de origen		
Modelo		
Catálogo No		
Hidráulicos y operativos		
Presión máxima (bar)		
Diámetro nominal (in)		
Velocidad máxima operación (m/s)		
Tipo válvula		
Constructivos		
Norma perforación contrabridas según ANSI (#)		
Tipo de sello		
Distancia entre caras (mm)		
Materiales		
Cuerpo		
bola núcleo		
bola recubrimiento		
tapa		
Tornillería interna		
Recubrimiento interno (tipo, norma)		
Recubrimiento exterior (Tipo, norma)		
Documentos anexos		
Manual válvula (sí/no)		
Planos dimensionales (sí/no)		

Formulario para características garantizadas para válvulas (mariposa y cheque).

Formulario de Características Medidor Electromagnético		 <i>estamos ahí.</i>
Comercial		
Marca		
Representante en Colombia		
País de Fabricación		
Modelo		
Hidráulicas		
Presión nominal de trabajo (bares)		
Velocidad máxima operativa (m/s)		
Velocidad mínima operativa (m/s)		
Caudal máximo operativo (m³/s)		
Metrológicas y Operativas		
El error máximo permisible para velocidades mayores de 0.5m/s (±%)		
La repetitividad permisible para velocidades mayores a 0.5 m/s (±%)		
Sentido de la lectura (Bidireccional, unidireccional)		
Condiciones de calibración en fabrica según especificaciones (Si, No)		
Medidor apto para intemperie (Si, No)		
Constructivas		
Diámetro(s) nominal (mm)		
Tipo de conexión Bridada (Si, No)		
Norma de Brida (norma y clase)		
Durabilidad del recubrimiento según EN ISO 12944-1 (bajo, medio, alto)		
Resistencia a ambientes según EN ISO 12944-2 (C1, C2, C3, C4, C5-I, C5-M)		
Grado IP de protección de equipo (##)		
Elemento primario		
Material del Cuerpo bridado		
Material del <u>liner</u>		
Material y tipo de electrodos		
Material de anillos de puesta a tierra		
Tipo de Diámetro interno del medidor (<u>Fullbore</u> , reducido)		
Relación longitud/diámetro (#)		
Sensor de tubería vacía (Si, No)		
Algoritmos de reducción de ruidos y auto diagnostico (Si, No)		
Elemento secundario		
Material de la carcasa elemento secundario		
Voltaje de alimentación (#,DC o #AC)		
Teclado (óptico, eléctrico, capacitivo)		
Incluye GSD (si/no)		
Señal o protocolo de comunicación (4-20mA, <u>Hart</u> , <u>Modbus RTU</u> , <u>Profibus PA</u>)		
Documentos		
Entrega de manual de instalación y mantenimiento (S/N)		
Entrega de Planos(S/N)		

Nota: *Todos los campos se deben completar.

Formulario para características garantizadas para medidor electromagnético

 <i>estamos ahí.</i>	
Formulario de Características Medidor Presión	
Comercial	
Marca	
Representante en Colombia	
País de Fabricación	
Modelo	

Formulario para características garantizadas de medidor o transmisor de presión

16.1 GABINETE DE PROTECCIÓN Y CONTROL

ITEM	DESCRIPCIÓN	EXIGIDO	GARANTIZADO
1	Debe cumplir todo lo expuesto en el Instalaciones Eléctricas Externas en Fuerza e iluminación.	SI	
2	Gabinete para protección y control tipo intemperie en acero inoxidable calibre 12 y 14 auto soportado con certificado de homologación RETIE; con espacio para alojar un totalizador de 80-150 A, ajustable y demás equipos presentados en el diagrama unifilar. Incluye fijación	SI	
3	Interruptores de: 3x (150) A y 3x80A Ajustables	SI	
4	Interruptores fijos según diagrama unifilar.	SI	
5	Transformador seco en resina de 12 KVA, 460 /220/127 V. Ver numeral 6.4.7 y 6.5.2	SI	

16.2 INTERRUPTORES 3X150 A Y 3X80 A

DESCRIPCIÓN	EXIGIDO	GARANTIZADO
Ajustables	SI	
Tipo Referencia		
Capacidad de cortocircuito mínimo	8 KA	
Fabricante	Merlin Gerin ó Similar	
Contactos Auxiliares OF,SD	SI	
Documentación general Anexa	SI	

16.3 MINIBREAKERS.

ITEM	EXIGIDO	GARANTIZADO
Tipo Referencia		
Fabricante	Merlin Gerin ó Similar	

Contactos Auxiliares OF, SD	SI	
Documentación general Anexa		

16.4 BORNERAS.

DESCRIPCIÓN	EXIGIDO	GARANTIZADO
Cumple lo expuesto en 6.3		
Tipo Referencia		
Fabricante	WAGO o Similar	
Documentación general Anexa		

16.5 OTROS REQUERIMIENTOS RELACIONADOS

OTROS REQUERIMIENTOS RELACIONADOS	EXIGIDO	GARANTIZADO
Certificado RETIE (Auto declaración) de la instalación y RETIE de los productos suministrados	SI	
Poste en concreto de 12 m, 1050 Kg mínimo y sus vientos terminales, cantidad 1.	SI	
Señalización tableros de distribución y VF.	SI	
Acometida y canalización secundaria, trifásica en cable 2 AWG, THHN, más neutro, aproximadamente 14 m	SI	
Acometida y canalización para el motor de la bomba de pozo, trifásica en cable 4 AWG, THHN más neutro, aproximadamente 14 m	SI	
Cableado y canalización de la instrumentación en cable 4x16, 9x16.		
Cableado y canalización de los circuitos de iluminación, incluye lámparas según especificaciones.		
Dps tipo compacto, categoría B, ref : TVS4HWA80X, 277/480, 3 fases 4 hilos. Se requiere Retie,		
PLC, HMI y control automático integrado al sistema existente en planta Villa María, incluye radio.	SI	

16.6 VARIADOR DE FRECUENCIA

	DESCRIPCIÓN	EXIGIDO	GARANTIZADO	PÁGINA EXACTA NO.
1	Potencia	60 HP, HD		
2	Voltaje	3F. 460 VAC 50 / 60 Hz -15% + 10%		
3	Corriente Amperios Nominale, Según fabricante.	71 A		
4	Control	Programable Vectorial - Escalar		
5	Torque de Arranque:	150 % a 0.5 HZ (V/f) con lazo abierto Y con lazo cerrado 0.3 Hz		
6	Capacidad de sobrecarga:	150% por 60 segundos 200% pico en trabajo pesado 110% por 60 segundos 150% pico en trabajo normal		
7	Frecuencia de salida:	0.01 hasta 300 Hz para trabajo pesado y hasta 400 HZ para trabajo normal		
8	Control de velocidad:	40:1 resolución de frecuencia de 0.06 Hz.		
9	Regulación de velocidad:	2-3 % (V/f)		
10	Inyección de corriente directa para arranque y parada ajustable y límite de corriente.	Indicar dato		
11	Función de precalentamiento del motor.	Indicar dato		
12	Resolución de la frecuencia	0,01% digital - 0,1% análogo		
13	Cambio de giro	Electrónicamente con bloqueo		
14	Aceleración	Ajustable de 0,1 a 3600 segundos		
15	Desaceleración	Ajustable de 0,1 a 3600 s		
16	Prevención de la pérdida de velocidad	Al acelerar, en marcha y al desacelerar		
17	Detección de sobre torque	4 niveles		

	DESCRIPCIÓN	EXIGIDO	GARANTI- ZADO	PÁGINA EXACTA NO.
18	Operación continua sin energía	2 segundos		
19	Arranque automático por pérdida de energía o después de falla	Programable.		
20	Detección de pérdida de señal de retroalimentación.	Indicar dato		
21	Detección de pérdida de comunicación.	Indicar dato		
22	Función de hibernación	Indicar dato		
23	Frecuencias de resonancia	3 bandas ajustables		
24	Eficiencia del variador	98%		
25	Mejora del factor de potencia	98%		
CARACTERISTICAS DE PROTECCIÓN				
26	Indicador de carga del circuito DC con LED interno	Indicar dato		
27	Circuito de controles con aislamiento óptico.	Indicar dato		
28	Protección contra corto circuito	Fase a fase y fase a tierra		
29	Protección por pérdida de fase	Entrada / Salida		
30	Protección de falla a tierra.	Indicar dato		
31	Protección de sobrecarga en el motor:	Térmica electrónica y adaptiva a la carga		
32	Protección de límite de corriente:	Bajo y sobre corriente		
33	Protección de límite de torque	Bajo y sobre torque		
34	Protección de voltaje (Tensión)	Bajo y Alto		
35	Protección de sobre temperatura	Indicar dato		

	DESCRIPCIÓN	EXIGIDO	GARANTI- ZADO	PÁGINA EXACTA NO.
36	Terminales desmontables de control.	Indicar dato		
37	Bajo nivel de ruido en la línea	Indicar dato		
38	Pantalla con posibilidades de lectura de las RPM o porcentaje.	Indicar dato		
39	Capacidad de cambios de parámetros y de Monitoreo con el equipo en marcha.	Indicar dato		
40	Medición de tiempo de trabajo transcurrido.	Requerido		
41	Memoria para almacenar fallas.	Indicar dato		
42	Posibilidad de fijación de cuatro (4) curvas para arranque suave y parada del motor.	Indicar dato		
43	Refuerzo automático del torque en todo el rango de velocidad	Indicar dato		
44	Compensación automática de deslizamiento	Indicar dato		
45	Entradas análogas	-10 a + 10 Vdc ó 4 - 20 mA.		
46	Salida análoga	-10 a + 10 Vdc ó 4 - 20 mA.		
47	Entrada y salida digital de pulsos	(32Khz)		
48	Entradas digitales	6, programables		
49	Salidas digitales.	Indicar dato		
50	Display LCD 5 líneas, 16 caracteres, 7 idiomas	Indicar dato		
51	Display con función de copiado de parámetros	Indicar dato		
52	Multivelocidades preajustables:	17 independientes		
53	Software estándar PID	Indicar dato		

	DESCRIPCIÓN	EXIGIDO	GARANTI- ZADO	PÁGINA EXACTA NO.
54	Software estándar para ahorro de energía	Indicar dato		
55	Control de velocidad UP / Down	Indicar dato		
56	Función de on / off Temporizada	Indicar dato		
57	Control lógico para 24Vdc	Indicar dato		
58	Frenado por inyección DC	Indicar dato		
59	Frenado dinámico	Indicar dato		
60	Parámetros ajustables para dos motores independientes.	Indicar dato		
61	Control para búsqueda de velocidad	Indicar dato		
62	Control de auto sintonía con el motor, estático y dinámico.	Si, Requeridos		
63	Inductancia de línea en el BUS DC	Indicar dato		
64	Control para manejo de cargas de torque variable y torque constante.	Indicar dato		
65	Puerto de comunicaciones	RS-485		
66	Protocolo	MODBUS RTU estándar integrado al VF		
67	Monitoreo de funciones en pantalla	Programable, con teclado. Software incluido		
68	Software de Programación	Manual con operador digital o por computador.		
69	Cable requerido para la programación por medio de PC.	Mínimo 3 Metros		
70	Protecciones:	Software incluido		
71	Reactor de línea DC Y AC	Reactancias incluidas		
72	Medidas Máximas del VF largo X ancho X profundidad	Indicar dato		
73	GARANTÍA	Tres (3) años		

16.7 CARACTERÍSTICAS DE LAS REACTANCIAS.

ÍTEM	CARACTERÍSTICA	EXIGIDO	GARANTIZADO
1	Voltaje máximo	600 V	
2	Corriente	Indicar dato	
3	Cubierta sobre el aislamiento.	Material epóxico o Resina.	
4	Sobrecarga Ciclo Pesado	Factor de servicio: 150% del rango de la fundamental (1 a 300 Amp), 125% del rango de la fundamental (por encima de 300 Amp)	
5	Rangos de sobrecarga	200% de la corriente fundamental durante 30 minutos, 300% de la corriente fundamental durante 1 minuto.	
6	Temperatura mínima de aislamiento	200°C.	
7	Impedancia	Indicar dato en Mh	

16.8 FILTRO DV/DT

CARACTERÍSTICA	EXIGIDO	GARANTIZADO
Voltaje con un cable de 1000 ft: 150% del voltaje del bus	SI	
Máximo dv/dt: 400 Volts por microsegundo.	SI	
Corriente continua: 100% RMS	SI	
Corriente intermitente: 150% por un minute, 200% por 10 segundos.	SI	
Mínima frecuencia de suicheo inverso: 900Hz	SI	
Máxima frecuencia de suicheo del inversor: 8kHz	SI	
Frecuencia nominal de operación del inversor: 60Hz	SI	
Mínima temperatura ambiente: 50 °C filtro abierto, 40 °C filtro encerrado.	SI	
Pérdida de inserción: 3% del voltaje máximo.	SI	
Debe cumplir la UL 508	SI	

16.9 PLC

CARACTERÍSTICA	EXIGIDO	GARANTIZADO
El desarrollo del programa de control	SI	
Todas las señales de las tarjetas de entrada y salida del PLC deberán ser cableadas a borneras de dos (2) niveles.	SI	
Cablear los mini breakers de control necesarios para realizar el agrupamiento y protección de las señales de entrada, salida y alimentación del PLC.	SI	
El voltaje de control deberá ser 24 V CD. Se suministrará una fuente con UPS incorporada para mínimo 5 A.	SI	
Cablear el enlace de comunicaciones en MODBUS RTU para el VF y demás equipos hasta la tarjeta de comunicaciones del PLC	SI	
Entradas análogas 4...20mA cantidad: 8	SI	
Entradas Digitales en DC cantidad: 12	SI	
Salidas Digitales a transistor cant. 12	SI	
Puerto de comunicación Modbus RTU	SI	
Puerto de comunicación Ethernet TCP IP	SI	

17 ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LOTES ELÉCTRICOS Y ELECTRONICOS

Se requiere el diseño, suministro, transporte, descargue, supervisión y acompañamiento al montaje y puesta en servicio de un grupo modular de celdas, tableros, instalaciones eléctricas e iluminación interior y exterior para el bombeo del sistema de bombeo, rebombeo y sistemas alternos la Lucila y demás centros de control, correspondientes específicamente a:

- Diseño de celdas y tableros eléctricos de acuerdo a las especificaciones técnicas.
- Fabricación, ensamble, embalaje y transporte de celdas y tableros eléctricos, control y comunicaciones de acuerdo a las especificaciones técnicas en sitio dispuesto por EPM y las normativas aplicables.
- Pruebas en fábrica (FAT) de celdas y tableros eléctricos, control y comunicaciones de acuerdo a las especificaciones técnicas.
- Suministro de todos los materiales, equipos y/o componentes que se relacionan en las especificaciones técnicas, tales como:
 - ✓ Celdas del proyecto.
 - ✓ Gabinetes del proyecto.
 - ✓ Celda con transformador seco aislado en resina.
 - ✓ Tablero de interruptor principal totalizador baja tensión.
 - ✓ Tablero de servicios auxiliares con interruptor general de baja tensión y transformador seco aislado en resina.
 - ✓ Tablero con interruptores para cada grupo

- ✓ Variadores de velocidad con estructuras de soporte.
 - ✓ Materiales eléctricos para las instalaciones eléctricas de media y baja tensión, la instrumentación y las comunicaciones (cable aislado de media tensión, de cable de potencia, de cable de control, cable de comunicación y accesorios para el conexionado entre la celda de PLC, variadores de velocidad, celda de medida, celda de transformador, etc.).
 - ✓ Tableros para la conexión de la potencia del motor
 - ✓ Afinamiento de planimetría
- Acompañamiento al montaje, pruebas y puesta en servicio de las estaciones de bombeo (comisionamiento).
 - Capacitación del personal designado por cliente final.

Se deben incluir todas las interfaces, acoples, adaptaciones, etc. mecánicas, eléctricas y electrónicas que sean necesarias para la correcta operación e integración con los equipos nuevos y existentes.

El suministro incluye la ingeniería de detalle, configuración y programación de todos los elementos y equipos de tal manera que se cumpla con los requerimientos solicitados en este pliego de referencia.

Los elementos descritos en los documentos de la contratación son aproximados, en muchos casos son paquetes de unidades y deben ser verificados por EL CONTRATISTA, de tal forma que también se deben suministrar los demás elementos que no sean listados aquí y que sean necesarios para el correcto funcionamiento del proyecto, dichos elementos deberán ser tenidos en cuenta en la propuesta por parte del proponente y suministrados por EL CONTRATISTA.

EL CONTRATISTA se ceñirá a los esquemas y especificaciones suministrados para realizar los diseños de detalle de los tableros. Estos son complementarios entre sí; en caso de contradicción entre lo descrito en los ítems y las especificaciones o en el cálculo de diseño, según sea el caso, cualquier duda o dificultad al respecto será resuelta de manera interdisciplinaria con la interventoría y la gerencia del proyecto.

18 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PRODUCTOS Y EQUIPAMIENTO ELÉCTRICOS

De acuerdo al artículo 20 del RETIE, los productos objeto del RETIE, es decir los de mayor utilización en instalaciones eléctricas, listados en la Tabla 2.1 del mismo reglamento, deben cumplir los siguientes criterios generales, además de los requisitos particulares para cada producto:

- a. Cumplir los requisitos de producto y demostrarlo mediante Certificado de Conformidad de Producto, expedido por un organismo de certificación acreditado. Igualmente se deben cumplir los requisitos de instalación.
- b. El Certificado de Conformidad de Producto debe hacer clara y precisa referencia al producto que le aplica. El productor, importador, distribuidor y comercializador del producto,

debe verificar que el producto a comercializar corresponda al producto certificado. Productos objeto del presente reglamento que no demuestren la conformidad serán considerados productos inseguros.

c. Los productos objeto del RETIE, contemplados en la Tabla 2.1, que no tengan definidos los requisitos en el presente Anexo General, deben dar cumplimiento al RETIE mediante un Certificado de Conformidad de Producto conforme a la norma o normas técnicas que les aplique, expedido por un organismo acreditado.

d. Los requisitos de producto contemplados en el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 (Primera Actualización), serán exigibles mediante Certificado de Conformidad de Producto, siempre y cuando esté Anexo General así lo estipule.

e. Para los productos objeto del RETIE contemplados en la Tabla 2.1, que se les exija el cumplimiento de una norma técnica y adicionalmente se les exijan unos requisitos específicos, en el proceso de certificación se debe probar el cumplimiento de estos requisitos, así no estén incluidos en la norma técnica.

f. Las normas referenciadas para cada producto, indican métodos para probar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el RETIE; en caso de que estas normas no indiquen tales métodos, el laboratorio o el organismo de certificación, podrá recurrir a otras normas técnicas de reconocimiento internacional o NTC relacionadas con dicho producto y dejará evidencia de la norma utilizada en las pruebas.

g. Toda información relativa al producto que haya sido establecida como requisito por el RETIE, incluyendo la relacionada con marcaciones o rotulados, debe estar escrita en castellano, en un lenguaje de fácil interpretación y debe ser verificada dentro del proceso de certificación del producto. Los parámetros técnicos allí establecidos deben ser validados mediante pruebas o ensayos realizados en laboratorios acreditados o evaluados según la normatividad vigente.

h. La información contenida en catálogos o instructivos del equipo, debe ser veraz, verificable técnicamente y no inducir a error al usuario, las desviaciones a este requisito se sancionarán con las disposiciones legales o reglamentarias sobre protección al consumidor.

i. Todo producto objeto del presente reglamento debe estar rotulado con: la marca comercial, el nombre o logotipo del productor conforme a la Ley 1480 de 2011. Los productos que, por su forma o tamaño, no sea posible incorporarle directamente la información exigida, se podrá plasmar en el empaque del producto.

j. Cuando un producto se fabrique para una o más funciones propias de otros productos contemplados en este artículo, se debe demostrar el cumplimiento de los requisitos particulares que le apliquen para cada función.

k. Los productos que sean componentes de equipos eléctricos, tales como: Las barras colectoras, terminales de cables, aisladores, interruptores entre otros, no deben estar dañados o contaminados por materias extrañas como restos de pintura, yeso, concreto, limpiadores, abrasivos o corrosivos que puedan afectar negativamente el buen funcionamiento o la resistencia mecánica de los equipos.

Adicionalmente, a partir de la entrada en vigencia de la resolución CREG 038 de 2014 y de acuerdo con el artículo 10, los siguientes elementos de los nuevos sistemas de medición o de aquellos que se adicionen o reemplacen en los sistemas de medición existentes deben contar con un certificado de conformidad de producto expedida por una entidad acreditada por el organismo nacional de acreditación en Colombia, ONAC:

- Medidor de energía activa
- Medidor de energía reactiva
- Medidor de respaldo
- Transformador de corriente
- Transformador de tensión
- Cableado
- Panel o caja de seguridad para el medidor
- Bloques de borneras de pruebas o elemento similar
- Tableros, gabinetes, cuadros de distribución
- Tableros, gabinetes, cuadros de control

Se debe tener en cuenta que los productos descritos en el presente documento, debe cumplir con los parámetros de operación del operador de red, descritas en el presente documento.

19 NOTAS ADICIONALES PARA ITEMS ELECTRICOS Y DE INSTRUMENTACION DEL PLIEGO

NOTA 1: Los equipos listados a continuación, se pagarán cuando el producto este conforme a las especificaciones de la descripción del archivo de formulario de cantidades, donde se le deberán incluir la instalación, operación y ensayo ante la interventoría y la gerencia del proyecto.

22.02, 28.02, 35.02	<p>Suministro, transporte, instalación y puesta en operación de Gabinete de control con certificación de conformidad de producto RETIE de acuerdo al literal 20.23.1.1, índice de protección IP 65, accesorios internos</p> <p>Este equipamiento debe Incluir PLC y todos los elementos necesarios para este equipo para su correcto funcionamiento y uso.</p> <p>Las prensa estopas y demás accesorios de fijación de cables o tuberías de instalación deberán conservar el grado de protección del tablero.</p> <p>Nota 1: Se debe garantizar todos los literales del artículo 20.23.1.1 desde el ítem a hasta el h.</p>
---------------------	--

22.03	<p>Suministro, transporte, instalación y puesta en operación de gabinete compartimentado. Tipo interiores en lámina acero galvanizada calibre 12 y 14 con aplicación de pintura electroestática, auto soportado con certificado de homologación RETIE conforme al artículo 20.23.1.1 (Nota 1: Se debe garantizar todos los literales a hasta el h del citado artículo).</p> <p>Incluye por cada gabinete el suministro, instalación y puesta en servicio de los siguientes elementos: un Variador de velocidad (VF) de 75 hp, HD, 460V, la reactancia de línea al 5%, el filtro dv/dt, un totalizador regulable con unidad termo magnética variable ajustable de 60-120, y mando rotativo exterior, un breaker de 50-80 A con unidad termo magnética variable y mando rotativo exterior, para el DPS, la corriente de corto circuito de todos los interruptores termo magnéticos será como mínimo 25 KA, con sus respectiva borneras de conexión para fuerza y control, DPS tipo compacto, categoría B, 277/480, 3 fases 4 hilos. Se requiere certificación RETIE, resistencia de calefacción con su control hidrostático, Iluminación</p>
28.01	<p>Suministro, transporte, instalación y puesta en operación de gabinete compartimentado. Tipo interiores en lámina acero galvanizada calibre 12 y 14 con aplicación de pintura electroestática, auto soportado con certificado de homologación RETIE conforme al artículo 20.23.1.1 (Nota 1: Se debe garantizar todos los literales a hasta el h del citado artículo).;</p> <p>Incluye el suministro, instalación y puesta en servicio de los siguientes elementos por gabinete: Un Variador de velocidad (VF) de 60 hp, HD, 460V, 71 A, la reactancia de línea al 5%, el filtro dv/dt, un totalizador regulable de 100 A con unidad termo magnética variable ajustable de 60-100, y mando rotativo exterior, un breaker de 50-80 A con unidad termo magnética variable y mando rotativo exterior, para el variador, un totalizador regulable de 50 A con unidad termo magnética variable para el DPS, la corriente de corto circuito de todos los interruptores termo magnéticos será como mínimo 25 kA, con sus respectiva borneras de conexión para fuerza y control, DPS tipo compacto, categoría B, 277/480, 3 fases 4 hilos. Se requiere RETIE,</p>

	resistencia de calefacción con su control hidrostático, iluminación.
22.04	<p>Diseño, suministro, transporte, instalación y puesta en marcha de tablero general, con certificado de homologación RETIE conforme al artículo 20.23.1.1 (Nota 1: Se debe garantizar todos los literales a hasta el h del citado artículo). con barras de cobre para 550A, 460V, 25 kA, que incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Un (1) interruptor tripolar principal de baja tensión 460 V, corriente nominal regulable entre 300 A a 500 A, lcc 25 kA. -Cuatro (4) interruptores tripolares de baja tensión 460V, corriente nominal 125A, lcc 25 kA. -Un (1) interruptor tripolar de baja tensión 460V, corriente nominal 80A, lcc 25 kA. -Un (1) interruptor tripolar de baja tensión 460V, corriente nominal 100A, lcc 25 kA. -Cinco (5) Reservas no equipadas. -Un (1) DPS tipo compacto, categoría C, 277/480, 3 fases 4 hilos. -Un (1) analizador de redes para medición de variables eléctricos clase 0.5, incluye tc's de 400/5A clase 0.5, 5VA. -Incluye relé de protección. - accesorios de fijación y conexión para su correcta instalación
23.01,23.02,23.03,23.04, 26.05	Suministro, transporte e instalación de elementos de transformador trifásico seco de 300 kVA, 13200/460/254 V para instalar en subestación eléctrica existente
35.03	Suministro, transporte, instalación y puesta en operación de gabinete compartimentado. Tipo interiores en lámina acero galvanizada calibre 12 y 14 con aplicación de pintura electroestática, auto soportado con certificado de homologación RETIE de acuerdo al literal 20.23.1.1 (Nota 1: Se debe garantizar todos los literales a hasta el h del citado artículo); incluye por cada gabinete el suministro, instalación y puesta en servicio de los siguientes

	<p>elementos: un Variador de velocidad (VF) de 75 hp, HD, 460V, la reactancia de línea al 5%, el filtro dv/dt, un totalizador regulable con unidad termo magnética variable ajustable de 60-120, y mando rotativo exterior, un breaker de 50-80 A con unidad termo magnética variable y mando rotativo exterior, para el DPS, la corriente de corto circuito de todos los interruptores termo magnéticos será como mínimo 25 kA, con sus respectiva borneras de conexión para fuerza y control, DPS tipo compacto, categoría B, 277/480, 3 fases 4 hilos. Se requiere certificación RETIE, resistencia de calefacción con su control hidrostático, Iluminación.</p>
35.04	<p>Diseño, suministro, transporte, instalación y puesta en marcha de tablero general, con certificado de homologación RETIE conforme al artículo 20.23.1.1 (Nota 1: Se debe garantizar todos los literales a hasta el h del citado artículo).con barras de cobre para 350A, 460V, 25 kA, que incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Dos (2) interruptor tripolar principal de baja tensión 460 V, corriente nominal regulable entre 150 A a 300 A, lcc 25 kA. -Dos (2) contactores AC3, 460V, 250A. -Tres (3) interruptores tripolares de baja tensión 460V, corriente nominal 125A, lcc 25 kA. -Un (1) interruptor tripolar de baja tensión 460V, corriente nominal 80A, lcc 25 kA. -Un (1) interruptor tripolar de baja tensión 460V, corriente nominal 50A, lcc 25 kA. -Tres (3) Reservas no equipadas. -Un (1) DPS tipo compacto, categoría C, 277/480, 3 fases 4 hilos. -Un (1) analizador de redes para medición de variables eléctricos clase 0.5, incluye tc's de 400/5A clase 0.5, 5VA. -Incluye relé de protección. - accesorios de fijación y conexión para su correcta instalación.

35.05	Suministro, transporte, instalación y puesta en funcionamiento de gabinete de servicios auxiliares con transformador seco 10 kVA seco de 460/220/110V para alimentación de instrumentos, iluminación entre otros con certificado de conformidad de producto RETIE
36.01, 36.02, 36.03	Suministro, transporte e instalación de transformador trifásico en aceite de 150 kVA, 13200/460/254 V para instalación en subestación de tipo aéreo.
36.07	Suministro, transporte, instalación y puesta en servicio de una red de alimentación trifásica a 13,2 kV en el sistema de cable cubierto calibre 1/0 AWG, sistema compacto (cable ecológico), incluye todos los elementos necesarios de acuerdo con las normas de EPM RA7-115 y similares, longitud aproximada 45 m, desde poste de llegada de la línea hasta el poste del transformador de 150 kVA.
36.17	Suministro e instalación de malla de puesta a tierra en cable 2/0 con 4 varillas coperweld 5/8" x 2,40, disposición rectangular según diseño, soldaduras exotérmicas de 150 gr, Incluye colas descarga en cable desnudo calibre 2/0 y 1/0 AWG de cerramientos, descarga de tableros y equipos, puertas, protocolo de medidas de resistividad del terreno y resistencia de puesta a tierra, realizadas con teluometro normalizado, caja de inspección 30x30 y acople a descarga de red trifásica y sistema de apantallamiento.