INFORME FINAL MODALIDAD DE GRADO PASANTIA

EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DEL MONTAJE DE LA FASE I DE LA PTAR SALITRE PARA SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, PROCESOS DE INSTRUMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN – PTAR SALITRE

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

ANDRÉS FELIPE VILLALBA CUSBA
CÓDIGO: 20141007040

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
BOGOTÁ D.C
2020

EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DEL MONTAJE DE LA FASE I DE LA PTAR SALITRE PARA SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, PROCESOS DE INSTRUMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN – PTAR SALITRE

ANDRÉS FELIPE VILLALBA CUSBA
CÓDIGO: 20141007040

PASANTÍA PRESENTADA COMO REQUISISTO PARA OPTAR AL TITULO DE: INGENIERO ELÉCTRICO

DIRECTOR

Externo / PTAR Salitre: ING.GIORGOS KOUTSANTONAKIS
Interno / UD: ING. OSCAR DAVID FLOREZ CEDIEL

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCOJOSÉDECALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
BOGOTÁ D.C
2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO.

_____

FIRMA DEL JURADO.

_____

FIRMA DEL JURADO.

BOGOTÁ D.C, 25 DE FEBRERO DEL 2019

Tabla de contenido

LISTA DE TABLAS 8
LISTA DE FIGURAS 9
LISTA DE ANEXOS 11
Introducción 12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13
Justificación 13
OBJETIVOS DE LA PASANTÍA 14
Objetivo Principal 14
Objetivos Específicos 14
ANTECEDENTES Y MARCO REFERENCIAL 15
Resumen Ejecutivo 17
CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS PARA PTAR SALITRE 17
Tipo 18
Lote o Sublote 18
Disciplina 18
Número 19
Revisión 19
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES 20
PTAR El Salitre 20
CAPITULO I 22
1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES 22
1.1 Subestación Portugal 115kV 22
1.1.1 Diagrama unifilar del proyecto 22
1.1.2 Condiciones ambientales 24
1.1.3 Parámetros del Sistema 24
1.1.4 Servicios Auxiliares 25
1.1.5 Subestación Compacta 25
1.2 Red de distribución en media tensión 30
1.3 Subestación 1 31
1.3.1 Diagrama unifilar (Pre-Tratamiento) 31
1.3.2 Alcance de las instalaciones en Baja Tensión 31
1.3.3 Tableros generales de distribución 32
1.3.4 Centro de control de motores 32

1.4 Red de Distribución en baja Tensión 34
AVANCES DE OBRA ÁREA ELÉCTRICA 34
1.5 Abril 34
1.5.1 Pre-tratamiento Cribados de finos y gruesos 34
1.5.2 Estación de bombeo de afluente CCM2A/2B Y VFD 35
1.6 Mayo 36
1.6.1 Subestación N.1 36
1.6.2 Pre-tratamiento tubería enterrada 37
1.7 Junio 37
1.7.1 Subestación N.1 37
1.7.2 Cuarto eléctrico Pre-tratamiento 38
1.8 Julio 39
1.8.1 Montaje y reubicación de tuberías en subestación Pre-tratamiento 39
1.8.2 Instalación de tuberías enterradas y construcción de cajas CS 275 Pre-tratamiento 40
1.9 Agosto 40
1.9.1 Subestación No.1 40
1.9.2 Subestación 115kV 43
1.10 Septiembre 44
1.10.1 Subestación 115Kv 44
CAPITULO II 48
2. CODIFICACION DE LOS EQUIPOS PERTENECIENTES AL SISTEMA DE CONTROL 48
Zona 48
Equipo 49
Familias de instrumentos 49
Válvulas y compuertas 49
Instrumentos 50
Tipos de analizadores 51
Switches 52
2.1 EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA FASE I 53
2.1.1 Equipos proceso de cribado de gruesos 53
2.1.2 Equipos bombeo de agua cruda 54
2.1.3 Equipos proceso de cribado de finos 54

2.1.4 Equipos proceso de desarenado y desengrasado 55
CAPITULO III 56
3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL 56
3.1 Modos de operación 56
3.1.1 Modo Local 56
3.1.2 Modo Remoto-Manual 56
3.1.3 Modo Remoto-Automático 56
3.1.4 Modo fuera de servicio 56
CAPITULO IV 57
4. INSTRUMENTACION Y CONTROL DE LA FASE I 57
4.1 Obra de cabecera y trampa de rocas 57
4.1.1 Descripción de la instalación 57
4.2 Cribado de gruesos 57
4.2.1 Descripción de la instalación 57
4.2.2 Lógica y control 59
4.2.3 Prensa de lavados 63
4.3 Bombeo de agua cruda 64
4.3.1 Descripción de la instalación 64
4.3.2 Funcionamiento del sistema 65
4.4 Cribado de finos 72
4.4.1 Descripción de la instalación 72
4.4.2 Lógica y control 73
4.4.3 Prensa de lavados 76
4.5 Desarenado y desengrasado 77
4.5.1 Descripción de la instalación 77
4.5.2 Lógica y control 77
CAPITULO V 80
5. PROTOCOLOS DE PRUEBAS DE EQUIPOS A INSTALAR 80
5.1 Bombeo de agua cruda 80
5.2 Equipos de HUBER 82
5.3 Desarenadores y Desengrasadores (Motores Soplantes) 84
5.4 Pruebas de equipos 85
Características 85
Desarrollo 85

Datos tomados 87
Registro Fotográfico.....87
CAPITULO VI 91
6. ANALISIS DE RESULTADOS, PRODUCTOS, ALCANCES E IMPACTOS DEL TRABAJO DE GRADO, DE ACUERDO CON EL PLAN DE TRABAJO.....91
6.1 Análisis de Resultados 91
6.2 Alcances e impactos de la pasantía 92
6.2.1 Alcances.....92
6.2.2 Impactos de la pasantía 92
CAPITULO VII 93
7. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE LA PASANTÍA ..93
7.1 General de toda la pasantía.....93
7.2 General Objetivos específicos 93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 94
REFERENCIAS 95

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Codificación para la presentación de documentos. 18
Tabla 2. Tipo de documento. 18
Tabla 3. Lotes de trabajo PTAR Salitre 18
Tabla 4. Disciplinas de ejecución 19
Tabla 5. Condiciones ambientales 24
Tabla 7. Características del sistema 115/114.4Kv 24
Tabla 8. Sistema de servicios auxiliaries 25
Tabla 9. Leyenda del módulo hibrido de transformador 115kV 27
Tabla 10. Leyenda del Diagrama unifilar presentado en la Figura 6 29
Tabla 11. Tabla de rendimiento de CT-IEC61869-2 30
Tabla 12. Avance montaje subestación 115kV 47
Tabla 13. Codificacion del Sistema de control 48
Tabla 14. Codigos para Zona 48
Tabla 15. Código para familias de instrumentos 49
Tabla 16. Códigos para válvulas y compuertas 49
Tabla 17. Códigos para instrumentos 50
Tabla 18. Códigos según función del instrumento 50
Tabla 19. Códigos definiendo variable más función 51
Tabla 20. Código para tipos de analizadores 51
Tabla 21. Códigos para tipo de análisis 52
Tabla 22. Códigos para contactos secos switches 52
Tabla 23. Parámetros de tiempo 62
Tabla 24. Designacion de parametros de sensores ultrasonicos. 71
Tabla 25. Designacion de los nibeles de disparo de los relé. 71
Tabla 26. Parametros de tiempo para rejas de Finos. 75
Tabla 27. Compuertas de entrada y salida de desarenadores. 78
Tabla 28. Equipos en Prueba aireación desarenadores N. 79.1 85
Tabla 29. Características soplante émbolos rotativos 85
Tabla 30. Registro de valores en prueba 87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. DWG-01.05-GE-010 (R.1G) – Planta General.....20
Figura 2. DWG-01.05-GE-010 (R.1G) – Planta General (Zoom etapa de pretratamiento)..21
Figura 3. DWG-07.30-EE-801-(r.1) 23
Figura 4. Modulo Hibrido de transformador en 115kV disposición General. 26
Figura 5. Modulo Hibrido para Lectura con Leyenda Tabla 8 27
Figura 6. Modulo Hibrido de transformador en 115kV, Diagrama unifilar. 29
Figura 7. DWG-07.30-GE-010-(r.1C) Hoja 1 de 24.....30
Figura 8. Diagrama Unifilar Pre-Tratamiento 31
Figura 9. DWG-07.40-GE-900-(r.2E).1.....34
Figura 10. Llegada a obra paneles de control HUBER.....35
Figura 11. Recepción e inspección de celdas y variadores 35
Figura 12. Llegada de transformadores de 4MVA. 36
Figura 13. Instalación de tubería eléctrica enterrada en pretratamiento. 37
Figura 14. Malla de puesta a tierra en área de transformadores de 4MVA.....37
Figura 15. Bancada de ductos para afloramientos al transformador en MT y salidas de control. 38
Figura 16. Se resalta en rojo área donde se realiza la actividad. 38
Figura 17. Ubicación de Pasa Muros en tubería para alimentar rejas de gruesos desde cuarto eléctrico 2 39
Figura 18. Armado de placa subestación 1 y pasa muros. 39
Figura 19. Tuberia en celdas de media tension 40
Figura 20. Cajas CS275.....40
Figura 21. Armado de la malla de puesta a tierra en celdas de MT.....41
Figura 22. Ubicación del nuevo cuarto de MT. 41
Figura 23. Soldadura exotérmica para prolongación de colas de tierra. 42
Figura 24. Extensión de colas al Nuevo cuarto de MT en subestación 1.....42
Figura 25. Tuberías de conexión entre 4MVA y cuartos de MT.....43
Figura 27. Izado de estructuras en portico. 43
Figura 26. Estructuras en portico.....43
Figura 29. Estructuras isadas en portico 44
Figura 28. Bases de estructuras en portico 44
Figura 30. Rieles de transformador y foso de aceite.....44
Figura 31. Instalación de módulos híbridos en la S/E Compacta. 45
Figura 32. Instalación de cable para 2 transformadores, sin conexión. 45
Figura 33. Instalación de ducteria para caja de control del transformador. 46
Figura 34. Conexion de puesta a tierra realizada por CEPS y ABB.....46
Figura 35. Puesta en Marcha de filtros de aceite realizada por ABB. 46
Figura 36. Regulación de aceite de refrigeración. 47
Figura 37. Corte de tramex para ejuste en piso de transformador.....47
Figura 38. Limpieza del transformador de 25 MVA 47
Figura 39. Sistema de Rejas Gruesos HUBER.....58
Figura 40. Sistema de prensa de lavados de HUBER.....59
Figura 41. Sistema integrado de bombeo de afluente. 65
Figura 42. Diagrama de flujo arranque de bomba de agua cruda.....69
Figura 43. Sistema de rejas Finos HUBER 72

Figura 44. Sistema de prensa de lavados HUBER 72
Figura 45. Clasificador de Arenas HUBER 79
Figura 46. Placa característica del motor WEG 55kW. Para soplante émbolo rotativo. 86
Figura 2. Arrancador Suave con 3 termomagneticos 3x125A 86
Figura 48. Verificación sentido de giro y corriente nominal arrancador suave 87
Figura 4. Soplante aireado a desarenador 54.4. Sin aire vs Con aire.....88
Figura 5. Acometida soplante, Corriente de Línea L1 88
Figura 6. Nivel de Ruido en dB. 89
Figura 7. Corriente incrementando al aumento de la presión en el soplador. 89
Figura 8. Indicador de presión en equipos mapner. 90

LISTA DE ANEXOS

ANEXO.1 Planos de la Red de Media Tensión

ANEXO.2 Planos de la Red de Baja Tensión

ANEXO.3 Diagramas de proceso P&ID

ANEXO.4 Protocolo puntos de inspección y pruebas PPI

Introducción

La continua investigación en el ámbito de las plantas de tratamiento de aguas residuales ha permitido determinar que el tratamiento de aguas en Colombia se ha convertido en uno de los problemas ambientales más críticos y crecientes, la continua descarga de aguas residuales domésticas específicamente en grandes ciudades como Bogotá, Cali, Medellín, etc., y los vertimientos generados por el sector industrial está causando la contaminación de los ríos, las aguas subterráneas, los humedales y las represas de agua, causa de todos los desechos que estos emiten generando la desaparición de la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos, los seres humanos también se ven altamente perjudicados al contraer enfermedades por ingerir esta agua contaminada.

En vía de desarrollo se han optado, o están en proceso de implementación, programas los cuales permitan el tratamiento de estas aguas residuales, pero a la fecha solo el 48.2% del total de municipios cuentan con PTAR [1], estas plantas de tratamiento residual son uno de las diferentes sistemas de tratamiento de saneamiento del agua y el más utilizado en Colombia, Cundinamarca es el departamento con mayor cantidad de PTAR, alrededor de 137, Bogotá con la PTAR Salitre plantea limpiar el 80% de los residuos que entran al Rio Bogotá, la Fase I tiene un caudal de saneamiento de 4m3/s y la proyección de la Fase II tendrá un nuevo caudal de 14m3/s, Limpiando así los desechos que llegan a través del sistema de alcantarillado sanitario desde la calle 26 hasta la calle 200 y desde los cerros orientales hasta las inmediaciones del rio Bogotá.

Este proyecto, entonces, representa un reto, una incursión a nuevas tecnologías y metodologías que pueden dar paso a estudios e investigación prolíficas, que puedan dar una proyección del norte que deberían tomar el tratamiento de las aguas residuales, así como del perfeccionamiento de las prácticas ingenieriles y de técnicas aplicadas a estos proyectos, resultando, como es de deseo común, en un bienestar y mejor calidad de vida para los habitantes de la nación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Justificación

La implementación de este proyecto obedece a la necesidad de recabar y abarcar una serie de métodos y tecnologías de poco uso en el país, que bien podrían facilitar y simplificar el funcionamiento del tratamiento de aguas residuales, tener un manejo adecuado de los residuos de agua, la implementación de tecnologías para la automatización de los procesos y la obtención de energía eléctrica a partir de procesos biológicos. Lo anterior surge como propuesta del Consorcio Expansión PTAR SALITRE, quien propone ejecutar dos grandes soluciones distribuidas en 3 Fases de funcionamiento:

La Fase I que contiene la línea de agua que cuenta con obra de toma, pretratamiento, reparto y medida de caudal a decantación primaria.

La Fase II que contiene línea de agua que cuenta con lodos primarios y flotantes, tratamiento biológico, clarificadores secundarios, bombeos de recirculación WAS y RAS, desinfecciones del efluente, descarga y bombeo del efluente.

La Fase III que contiene la Línea de lodos y cuenta con Tamizado y espesado de los lodos primarios, espesado de lodos biológicos en exceso WAS, digestión anaerobia de lodos mixtos espesados, líneas de biogás producidas, recuperación de energía y deshidratación de lodos digeridos.

Se realizará la validación y el seguimiento de la Fase I el cual deberá estar instalado a corto plazo, velando por la correcta ejecución, bajo la última versión de diseño, optimizando los procesos tanto de consumo eléctrico y comunicación para el correcto uso de la instrumentación en los procesos que se van a automatizar.

Obra de Toma, se realiza la entrada a la nueva PTAR con derivación a la PTAR existente, el tamizado de excesos sobre 21 m3/s y un almacenamiento en tanque de Tormentas.
Pretratamiento, se planteó una trampa de rocas para desechos muy grandes, rejilla de gruesos bombeo de agua cruda y un tamizado de finos, para llegar a un desarenado- desengrasado aireado.
Decantación Primaria, se empleará la regulación de caudal a decantación primaria existente y nueva, con alimentación a estas mismas, limitación de caudal a decantación existentes

La eventual ejecución y puesta en marcha de este proyecto significará que los procesos los lleve a cabo un centro de control, el cual lo ejecutará un controlador lógico programable (PLC), para que las señales puedan llegar a un software la cual permitirá un control y la supervisión a distancia en tiempo real, monitorizadas y analizadas en el sistema SCADA.

Para concluir como parte del desarrollo y compromiso con la empresa, se realizará una investigación el cual consiste en realizar un procedimiento para la conexión en físico de los equipos de la Fase I (Obra de toma, trampa de rocas, cribado de gruesos, bombeo del efluente, cribado de gruesos y puentes desarenadores y de desengrasado), para ejecutar este procedimiento los equipos deben llegar a obra así se estudiará los devanados y bornes de los CCM (centro de control y mando), y los devanados de los equipos los cuales van hacer conectados, el cual permitirá tener una idea más clara del conexionado de los equipos.

OBJETIVOS DE LA PASANTÍA

Objetivo Principal

Asegurar la ejecución de los procesos constructivos de la Fase I velando por la correcta instalación eléctrica de equipos, verificación de los diagramas de proceso P&ID supervisando la correcta instalación de la instrumentación para control y medida bajo la última versión de diseño.

Objetivos Específicos

- Supervisar la correcta instalación eléctrica desde media tensión a baja tensión, para tener así las acometidas correspondientes para el proceso de la Fase I (Obra de toma, trampa de rocas, cribado de grueso, bombeo del efluente, cribado de gruesos y puentes desarenadores y de desengrasado).
- Seleccionar los equipos de proceso, instrumentación y control para la Fase I (Obra de toma, trampa de rocas, cribado de grueso, bombeo del efluente, cribado de gruesos y puentes desarenadores y de desengrasado).
- Comprobar la arquitectura del sistema de control (Remoto/0/Manual)
- Implementar las estrategias de control para el proceso de la Fase I (Obra de toma, trampa de rocas, cribado de grueso, bombeo del efluente, cribado de gruesos y puentes desarenadores y de desengrasado).
- Elaborar los protocolos de pruebas de los equipos a instalar.

ANTECEDENTES Y MARCO REFERENCIAL

La Cuenca el Salitre

El Salitre es uno de los brazos que tiene el Rio Bogotá, a este llegan todos los desechos del norte de Bogotá, principalmente de hogares, oficinas, colegios y universidades. En su proceso final, la PTAR Fase I ayuda al saneamiento del Rio Bogotá, también permite la descontaminación de las aguas residuales que capta en la cuenca del rio Salitre, Humedal Torca y humedal La Conejera [2].

Obra de Toma

Se diseñó en forma de cálculos hidráulicos donde se definen los niveles de funcionamiento adecuado para garantizar velocidades de circulación en el Box-culvert de tres cuerpos por encima de 0,70 m/s para caudales inferiores a 14m3/s, favoreciendo así un arrastre de los sólidos en suspensión hacia las nuevas instalaciones proyectadas e impidiendo su sedimentación en el propio box-culvert y en el canal de aguas negras [3], de esta manera lograra tener el acceso a la Nueva PTAR por medio de 3 Box-culvert de 5,00m de altura x 2.40m de ancho.

Caudales entre 14 y 21 m3/s

Cuando el caudal sea superior al establecido de 14m3/s entrara en funcionamiento el bombeo existente que cuenta con 5 tornillos de Arquímedes cada uno, con uno de reserva, la zona de entrada estará aislada mediante dos compuertas murales motorizadas de regulación (4 ÷ 20 mA) que permitirán al operador regular los niveles aguas abajo en función de los niveles aguas arriba en momentos de gran avenida donde se superen caudales superiores a 21m3/s para que se produzca alivio en los vertederos.

Caudales superiores a 21m3/s

Estos caudales se derivan hacia el tanque de tormentas previo paso por dos tamices de disco rotativo con paso de 9mm, de esta forma se posibilitará que los caudales aliviados e almacenen en el canal de aguas negras ya reconvertido en tanque de tormentas con un contenido de solidos menor que el del agua cruda.

Pretratamiento

El área de pretratamiento estará confinada al interior de un edificio para minimizar los impactos visuales y acústicos, de igual manera para facilitar los procesos que se realicen en esta etapa.

Trampa de rocas

Es un elemento el cual permitirá la retención de los elementos más grandes y de gran volumen, proteger los equipos que se encuentran dentro del proceso de pretratamiento y así cumplir con los

requerimientos requeridos, se diseñó dos pozos con tronco-piramidal invertido para la retención de los objetos, estos objetos serán retirados del área de pre tratamiento mediante una cuchara Bivalva electrohidráulica manejada mediante botones desde un puente grúa de accionamiento motorizado.

Cribado de gruesos

El cribado de gruesos cuenta con 10 canales de acceso, de rejas en paralelo. Las rejas son del tipo automático auto-limpiante con paso de solidos de 38mm puestas en paralelo en dos grupos de 5 unidades cada una, estas fueron dimensionadas para tratar un caudal de 14m3/s. Las secciones de entrada y salida se equipan con compuertas murales de accionamiento motorizado con mando manual de emergencia. El sistema de aislamiento se complementa con 20 bastidores y 2 conjunto de ataguías (Stop-logs) en secciones de entrada y salida, se completa la instalación con polipastos manuales para el manejo de las ataguías (Stop-Logs) [4].

Bombeo del afluente

Las aguas que han sido pre-cribadas siguen su recorrido hasta llegar hacia el bombeo de cabecera, se ha diseñado dos grupos de bombeo, cada uno equipado con 5 bombas centrifugas verticales en cámara seca con accionamiento mediante moto-reductores eléctricos y transmisión por eje cardan, la aspiración de las unidades de bombeo se realiza mediante toma prefabricada tipo FSI 10 para succión, aislada mediante compuerta mural de accionamiento motorizado y equipado con mando manual de emergencia. Las bombas cuentan en su punto más alto con válvulas motorizada de descebado (Parada de bomba) y ventosa trifuncional específicamente diseñada para aguas residuales (Expulsión de aire en arranque). Cada impulsión individual cuenta con un medidor electromagnético para control de caudal de bombeo, individual y conjunto, a través del sistema SCADA. Los dos fosos cuentan cada uno con dos bombas de drenaje [4].

Cribado de finos

Tras terminar el proceso del bombeo del afluente se procede a realizar un desbaste de solidos finos o tamizado, el cribado de finos tiene un paso de solidos de 6mm, los tamices son del tipo paneles de malla perforada, y cuentan con un sistema automático de limpieza. Se encuentran ubicados en dos grupos de 5 unidades cada una en paralelo, estos fueron diseñados para tratar un caudal de 14m3/s con dos unidades fuera de servicio. Las secciones de entrada y salida se equipan con compuertas en el canal de accionamiento motorizado con mando manual de emergencia. El sistema de aislamiento se implementa de igual forma como se implementó el cribado de gruesos, teniendo 20 bastidores y 2 conjuntos de ataguías (Stop-Logs) en secciones de entrada y salida, la instalación es completada con polipastos manuales para el manejo de las ataguías.

Puentes barredores para desarenado y desengrasado

Se diseñan 5 líneas de tratamiento, con dos tanques cada una, la alimentación a estos tanques se realiza mediante compuertas de accionamiento motorizado, cada línea cuenta con un puente barredor de movimiento alternativo, que da servicio a los dos tanques que la integran. Sobre cada puente se instalan dos bombas verticales, una por cada tanque, para extracción de la mezcla agua-arenas, se incluyen 10 bombas de 45m3/h con una en reserva, la mezcla de aguas arenas se conduce mediante

canales de recogida longitudinales y transversales, y finalmente por tuberías, hacia cinco clasificadores-lavadores de arena de 90m3/h de capacidad. Cada tanque es equipado con un sistema sumergido de difusores de aire de burbuja gruesa, la producción de aire se realiza mediante 6 soplantes volumétricos de émbolos rotativos de 3000 m3/h de aspiración de capacidad.

Los flotantes recogidos en los canales de longitud lateral son barridas por rasqueta superficial colgada del puente barredor hacia el extremo situado a la salida de los tanques para su descarga en un canal de extracción. El sistema de extracción de flotantes se ha previsto mediante compuerta-vertedero motorizada cuyo accionamiento está enclavado en el recorrido del puente. Los flotantes extraídos se conducirán por un canal transversal hacia 2 concentradores de grasas y flotantes de 50 m3/h de capacidad, la salida del efluente pre tratado se realizará mediante un conjunto de 12 Canalillos por tanque, de vertido a dos caras, estos canalillos descargan en un canal de recogida donde se reúnen todas las aguas pre-tratadas previo envió a tratamiento primario posterior.

Resumen Ejecutivo

En este trabajo se recopilará la información detallada de los avances de construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Fase I con instalación de equipos, teniendo en cuenta los estándares y reglamentos colombianos como lo son el RETIE [5], y la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 [6], entre otros.

Se consignarán informes donde se validarán los trabajos realizados por los sub-contratistas y actividades realizadas durante la ejecución de las etapas de la Fase I, comparándolos con la última versión de diseño establecidos por el Consorcio expansión PTAR SALITRE siguiendo los lineamentos de calidad ya preestablecidos, recopilando la información de suministro y alimentación de equipos, puesta en marcha, funcionamiento de operación bajo diagramas de proceso P&ID , control mediante PLC con comunicación a SCADA permitiendo un desarrollo óptimo de los datos para la correcta ejecución de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Donde sea correspondiente se realizarán planos que ayuden con la conexión de los equipos, esto se llevara a cabo con la disposición física final de los equipos instalados en la Fase I, para la alimentación desde el punto de conexión que serán los CCM'S a los equipos.

La información final recopilada servirá como material de apoyo para el Consorcio para temas de verificación de obras y el aseguramiento de cumplimientos mensuales por el Sub-contratista, además de tener material externo que permite ser utilizado como apoyo para futuras construcciones y optimizaciones tanto energéticas como de instrumentos.

CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS PARA PTAR SALITRE

La documentación del proyecto, tiene un orden específico en el cual dependiendo del tipo de documento, lote o área, disciplina, número, nombre y la revisión con la que se está trabajando, se

busca la información pertinente dependiendo del trabajo a realizar. Cada uno de estos ítems se explicara conforme vaya avanzando el documento.

Tipo	Lote/Sublote	Disciplina	Número	Nombre documento
AAA	01	DD	XXX	Abcdefg (r.0)

Tabla 1. Codificación para la presentación de documentos.

Tipo

Este indica el tipo de documento, es decir, las diferentes herramientas que se utilizaron para la elaboración del diseño, planos ASBUILT, proyección de costos, etc., de la ampliación de la PTAR Salitre.

Código	Tipo
DWG	**Plano**
DOC	**Documento**
CYP	**Costos y programación**
INT	**Informe Interno**

Tabla 2. Tipo de documento.

Lote o Sublote

El proyecto se encuentra dividido en lotes, estos lotes hacen referencia a los diferentes frentes que tiene la obra, por lo tanto se hace necesario trabajar por lotes para que el proceso de ejecución de la obra sea más práctico como lo muestra la Tabla 3. Cuando se trabaja en un área el cual no se encuentra ligado a ningún lote, se especificara que no aplica (NA).

Cada lote dependiendo del caso de encuentra dividido por sublotes, por lo tanto ya que el lote se encuentra indicado con 2 números, se debe adicionar un punto y de esta manera si indicara el sublote (lote.sublote).

Num	*Lote*
01	**Adecuación del predio**
02	**Obras de aducción, tratamiento preliminar y primario**
03	Tratamiento secundario y desinfección
04	Espesamiento y deshidratación de lodos
05	Estabilización de lodos y recuperación de energía
06	**Infraestructura para operación y mantenimiento**
07	**Sistemas Auxiliares**
08	Rehabilitación de la planta existente
09	Asistencia operativa

Tabla 3. Lotes de trabajo PTAR Salitre

Es necesario aclarar que los lotes que se van abarcar en este proyecto de grado, serán los que encuentran en negrilla

Disciplina

Hace referencia a la profesión o colectivo con la que se abarcara el proceso de ejecución de las diferentes áreas de la PTAR Salitre, clasificadas a continuación:

Código	Disciplina
AR	**Armaduras**
AS	**Ambiental y social**
IA	Instalaciones Auxiliares
CE	**Calderería y estructura metálica**
EE	Eléctrica
EM	Mecánica
GE	General
GO	**Geotecnia**
HI	**Hidráulico**
IC	Instrumentación y control
IS	**Isométricos**
OC	**Civil y arquitectura**
PR	Proceso
SP	**Suportación**

Tabla 4. Disciplinas de ejecución

Es necesario aclarar que los lotes que se van abarcar en este proyecto de grado, serán los que encuentran en negrilla

Número

Seguirá un número de 3 cifras, empezando por el 001 y terminando por el 999.

Revisión

Las revisiones se indicaran entre paréntesis () detrás del nombre del documento.

Tal y como especifica en el pliego, las versiones se entregaran de manera secuencial empezando por el 0 (r.0) las siguientes emisiones de documentación tendrán el número original con un sufijo alfabético. (r.0A, r.0B, r.0C…), una vez este el documento aprobado, el número de documento aumentara (r.1). Si se realizan versiones posteriores a esta versión, se seguirá tal y como se indica anteriormente (r.1A, R.1B, r.1C…) [7]

Ejemplo:

DOC-01-PR-001 Cálculo de corrientes de falla (r.0)

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

PTAR El Salitre

La cuenca el Salitre es uno de los brazos que tiene el Rio Bogotá, a este llegan todos los desechos del norte de Bogotá, principalmente de hogares, oficinas, colegios y universidades. En su proceso final, la PTAR Fase I ayuda al saneamiento del Rio Bogotá, permitiendo la descontaminación de las aguas residuales que capta en la cuenca, Humedal Torca y humedal La Conejera [2].

Todo el sistema de alcantarillado es manejado por el acueducto de Bogotá, la PTAR Fase I limpia y desinfecta uno de los brazos del río Bogotá, la cuenca el salitre, a esta llegan los residuos a través del sistema de alcantarillado sanitario desde la calle 26 hasta la calle 200 y desde los cerros orientales hasta las inmediaciones del rio Bogotá, esta PTAR Fase I limpia una mínima parte del Rio Bogotá ya que solamente estamos tratando un 5%, por lo tanto la ampliación de esta permitirá limpiar el 30% del rio Bogotá, el 70% restante lo haría la PTAR Canoas que ahora se encuentra en proceso de licitación.

En un trabajo conjunto con la CAR y el Banco Mundial, se ha invertido para trabajar en la ampliación de la PTAR Salitre Fase II, esto con el fin de limpiar el 30% del rio y poder así, cumplir con el objetivo de tener un rio sano.

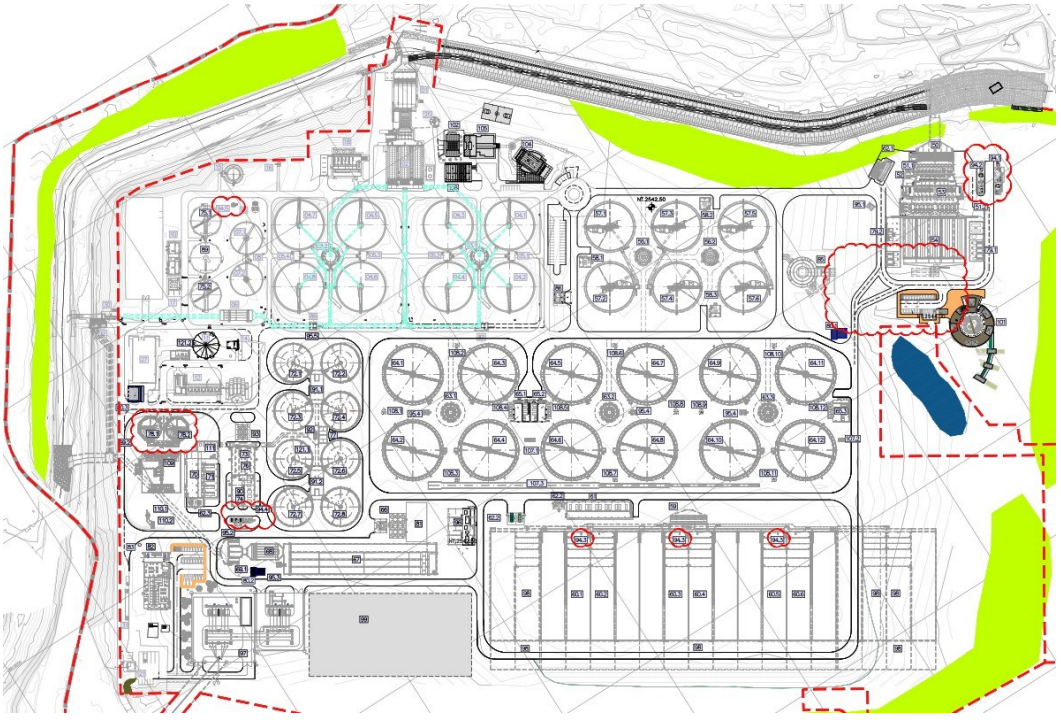


Figura 1. DWG-01.05-GE-010 (R.1G) – Planta General

En la Figura 1, se observa una imagen de la planta general PTAR Salitre, la Fase I se encuentra ubicada en el plano en la parte superior izquierda la cual se encuentra con una capa menos visible que la otra y la Fase II es la que se encuentra en negrilla. Para efectos del presente documento, el área de estudio será en la ampliación de la PTAR Salitre Fase II en la etapa de Pretratamiento (Ver Figura 2), puesto que es la etapa la cual se encuentra en proceso de ejecución y por lo tanto se podrían tener resultados a corto plazo en cuanto a filosofía de control, instrumentación, mecánicas y redes eléctricas.

En la Figura 2 se tiene la etapa de Pretratamiento, en el costado izquierdo tenemos la arqueta de distribución a los decantadores primarios, y en la parte posterior tenemos el edificio administrativo el cual tendrá el control de la planta.

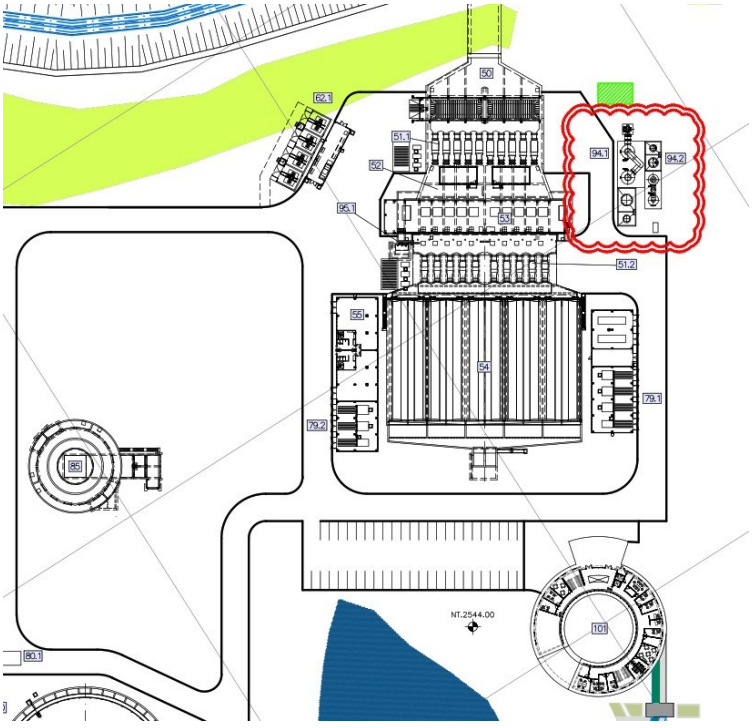


Figura 2. DWG-01.05-GE-010 (R.1G) – Planta General (Zoom etapa de pretratamiento)

CAPITULO I

1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1.1 Subestación Portugal 115kV

La corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR), planea la ampliación de la PTAR Salitre ubicada al noroccidente de la ciudad de Bogotá, departamento de Cundinamarca. Por lo tanto, se realizará la conexión al sistema interconectado nacional (SIN), con una capacidad instalada total de 30MVA, sobre las redes del sistema de transmisión regional (STR) de ENEL- CODENSA y que pueda abastecer el consumo de potencia eléctrica que requiere el proyecto en su etapa operativa.

El proyecto de la subestación 115/11.4 kV estará ubicada en los predios de la ampliación de la PTAR Salitre, la subestación será alimentada directamente desde el punto de conexión den 115kV suministrado por la empresa Codensa, y estará compuesta por lo siguiente:

- 1 Barraje de 115kV
- 2 Módulos Híbridos de transformador en 115kV
- 2 Transformadores de potencia 25-30MVA 115/11.4kV

La nueva subestación Portugal quedará entre dos puntos de conexión, Noroeste – Tibabuyes 115kV, por lo tanto, se abrirá esta línea, dejando Noroeste – Portugal – Tibabuyes 115kV.El proyecto de la construcción de la subestación Portugal genera beneficios para asegurar la atención de la demanda a largo plazo, dado que aumenta la capacidad de transformación Alta tensión / Media Tensión de la zona. En operación normal se presenta un comportamiento adecuado con respecto a niveles de tensión y carga de los elementos. [8]

1.1.1 Diagrama unifilar del proyecto

A continuación, se presenta el diagrama unifilar de la subestación PTAR 115/11.4 kV la cual tiene una configuración barra sencilla seccionada, tiene dos entradas de líneas provenientes de la subestación Tibabuyes 115kV y Subestación Noroeste 115kV, luego del barraje de 115Kv tenemos la salida de dos líneas que llegan a dos módulos híbridos, Subestación Compacta, culminando en los transformadores de 30MVA.

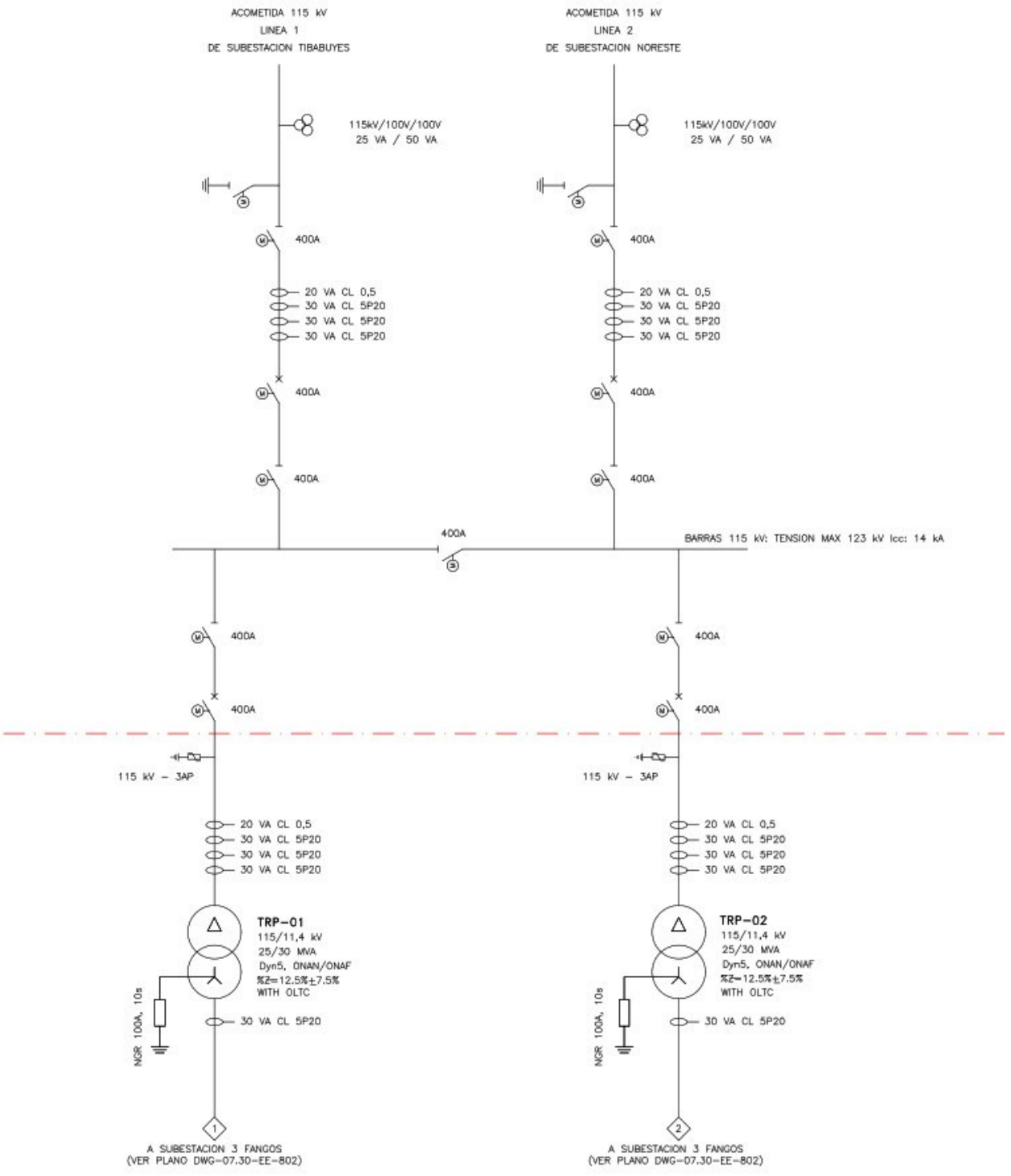


Figura 3. DWG-07.30-EE-801-(r.1)

1.1.2 Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales consideradas para la elaboración de la subestación Portugal 115kV, en la cual operaran los equipos son las siguientes:

Tabla 5. Condiciones ambientales

Condición	Dato
Altura sobre el nivel del mar	**2650 m.s.n.m**
Humedad relativa	100%
Promedio de temperatura de mes más caluroso	30°C
Promedio de temperatura anual	20°C
Temperatura ambiente máxima	40°C
Temperatura ambiente mínima	-5°C
Esfuerzos sísmicos	0.3g para dirección horizontal 0.2g para dirección vertical
Nivel de contaminación (IEC 60815)	Alto (III)
Radiación solar Máxima	<1000 W/m2
Velocidad del viento	<34m/s

Las condiciones ambientales presentes son tomadas de las especificaciones técnicas codensa ET014, considerando un nivel de contaminación alto (Nivel III IEC 60815), de acuerdo a las indicaciones presentadas por el consorcio por el alto grado de contenido contaminante que trae el rio Bogotá.

1.1.3 Parámetros del Sistema

El valor de corriente de cortocircuito en el lado de 115kV (14.2kA) se tomó del estudio de conexión suministrado por Enel – Codensa, la corriente en el lado de 11.4kV se obtuvo reflejando dicha corriente de corto en el lado secundario del transformador teniendo en cuenta la relación de transformación de 115/11.4kV y considerando una impedancia de 10.5% y relación X/R de 10 para el transformador (30MVA). Para valores de tensión se tuvo en cuenta los valores normalizados, de igual manera para la frecuencia asignada. Los valores de tensión se tomaron de la coordinación de aislamiento para la subestación de 115kV. Todo esto se ve reflejado en la Tabla 6.

Tabla 6. Características del sistema 115/114.4Kv

Descripción	Lado de 115kV	Lado de 11.4kV
Tensión Nominal (kV)	115	11.4
Frecuencia asignada (Hz)	60	60
Puesta a tierra	N/A	Impedancia (7Ω)
Numero de fases	3	3
Tensión asignada de equipo (kV)	145	17.5
Tensión asignada al impulso tipo rato, (kVp)	650	125
Corriente de corto circuito prevista, (kA)	14.2	12.05
Máxima duración admisible de corto circuito (s)	1	1

1.1.4 Servicios Auxiliares

Los equipos auxiliares en el sistema de que alimentaran los tableros y equipos de la subestación tendrán las siguientes características.

Tabla 7. Sistema de servicios auxiliaries

Descripción	SSAA AC	SSAA DC
Tensión Nominal (V)	208 –120	**12**
Margen de tensión (%)	85 - 110	**85 – 110**
Número de fases	3	**-**
Frecuencia asignada (Hz)	**60**	**-**

1.1.5 Subestación Compacta

El modelo adquirido para la PTAR Salitre fue el PASS MEB0 SBB equipo híbrida de alto voltaje de ABB perteneciente a la innovadora familia PASS (Plug and Switch System). PASS incluye todas las funciones de una bahía completa de celdas en un solo módulo. El diseño híbrido utiliza barras de distribución tradicionales con aislamiento de aire para conectarse con otros equipos en la subestación al tiempo que encierra las siguientes funciones de compartimento en una carcasa monofásica con aislamiento de gas SF6:

- Interruptores
- Seccionador combinado e interruptor de puesta a tierra
- PT y sensores de voltaje
- CT
- Opción de accionamiento del motor
- Opción de seccionador de puesta a tierra rápida
- Opción de tomas de fácil acceso

Estas subestaciones hibridas permiten la reducción de espacios en comparación con las subestaciones AIS, estas anteriormente mencionadas son las que se usan convencionalmente en Colombia donde su medio aislante es el aire, por lo tanto se necesita una mayor área, mientras que los módulos híbridos incluyen todas las funciones necesarias para un campo de conexión, mediante la combinación del interruptor, los seccionadores de conexión a barras, el seccionador de puesta a tierra, sensores de corriente y tensión y bujes de conexión de materiales compuestos dentro de un compartimiento común con gas SF6, completamente ensamblado y probado en fabrica, lo que reduce significativamente los requerimientos de espacio, obras civiles y tiempos de instalación.

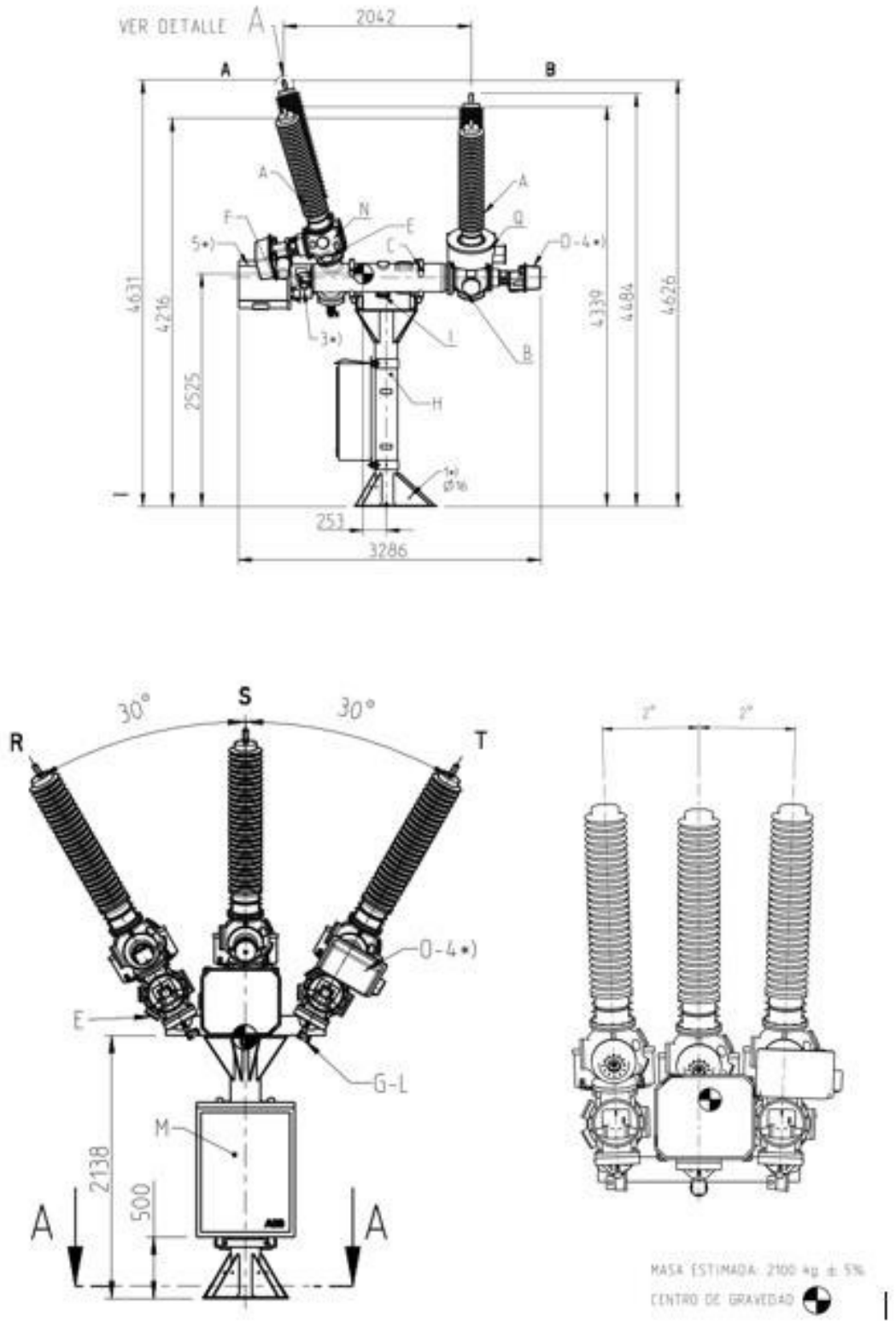


Figura 4. Modulo Hibrido de transformador en 115kV disposición General.

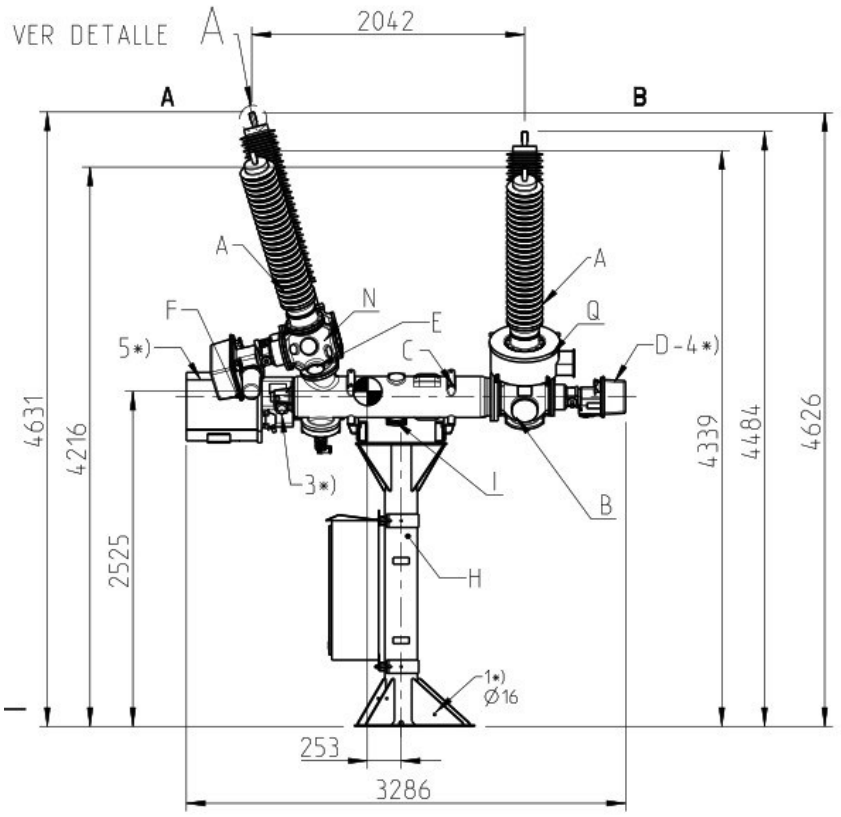


Figura 5. Modulo Hibrido para Lectura con Leyenda Tabla 8

Tabla 8. Leyenda del módulo hibrido de transformador 115kV

Leyenda	Descripción
A	Aislador
B	Seccionadores + Seccionador de tierra
C	Interruptor
D	Mecanismo para B
E	Ventana de inspección
F	Mecanismo para C
G	Monitor de Densidad
H	Estructura de Soporte
I	Disco de ruptura
L	Sistema de conexión GAS DILO DN8
M	Gabinete de Control
N	Seccionadores
O	Mecanismo para N
Q	Transformadores de Corriente
1*	Conexión a tierra
2*	Huecos de Fijación
3*	Indicador de posición del interruptor
4*	Indicador de posición de los seccionadores de Línea
5*	Línea de acción interruptor fuerza de reacción

A continuación se presentan algunos datos del módulo hibrido que se instalara en la Subestación PTAR Salitre.

- Carga en el aislador
  1.25 kN Longitudinal
  0.75 kN Transversal
  1.00 kN Vertical

- La estructura de soporte debe fijarse con M24
  Masa Total: 2725 Kg +- 5%
  Masa Estructura: 478 Kg
  Masa SF6: 30 Kg
  Temperatura: -25 °C / +40 °C
  Altitud: 2650 mm
  Línea de fuga: 4570 mm
  Color: RAL7035

- Presion SF6 (Relativa) en MPa @20°C – PASS
  Presion nominal de llenado: 0.58Mpa
  Primer nivel – alarma: 0.52Mpa
  Segundo nivel – Bloqueo: 0.50Mpa

- Datos de los modulos
  Nivel de aislamiento @ 2650 m: 115/230/550 kV
  Nivel de aislamiento @ 1000 m: 145/275/650 kV
  Frecuencia asignada: 60 Hz
  Corriente asignada primaria: 1250 A
  Corriente de corta duración admisible asignada 3s : 25kA

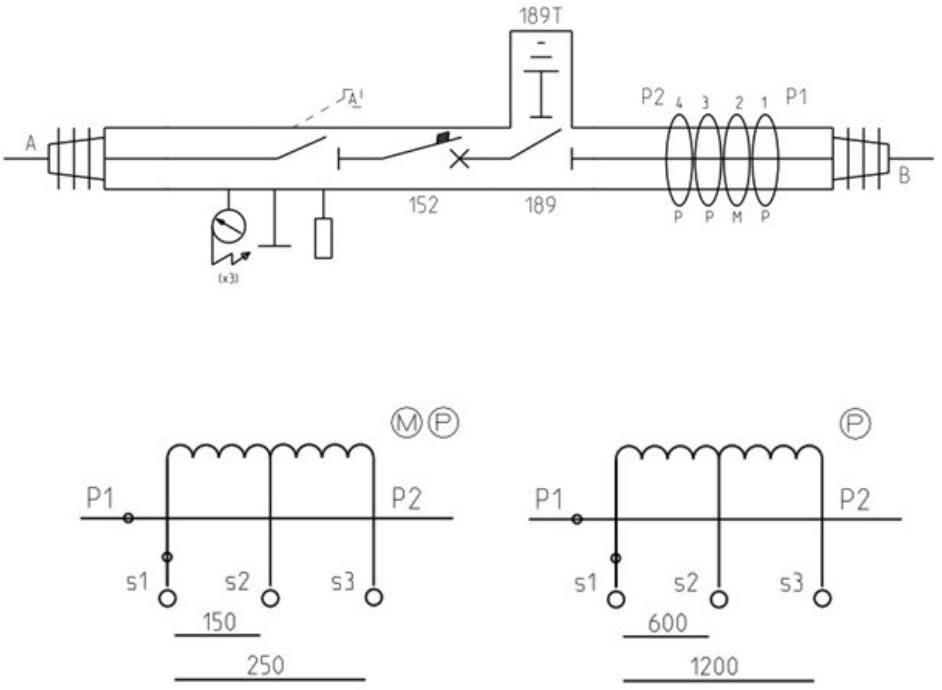


Figura 6. Modulo Hibrido de transformador en 115kV, Diagrama unifilar.

Tabla 9. Leyenda del Diagrama unifilar presentado en la Figura 6

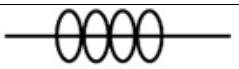
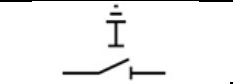
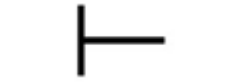
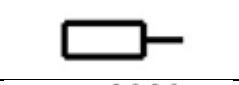
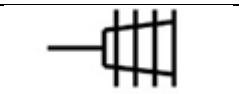
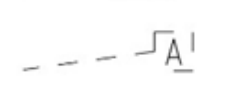
Leyenda	Descripción
	Interruptor
	Transformadores de Corriente
	Seccionadores de Línea + Seccionadores de tierra
	Monitor de Densidad
	Disco de ruptura
	Sistema de conexión GAS DILO DN8
	SF6/AIRE Aisladores
	Comportamiento

Tabla 10. Tabla de rendimiento de CT-IEC61869-2

Nucleo	Relacion A/A	Rendimiento
1	150-250/1A	5P20/5VA @ 250/1A
2	150-250/1A	0.2S/15VA @ 250/5A
3	150-250/1A	5P20/5VA @ 250/1A
4	600-1200/1A	5P20/5VA @ 1200/1A

1.2 Red de distribución en media tensión

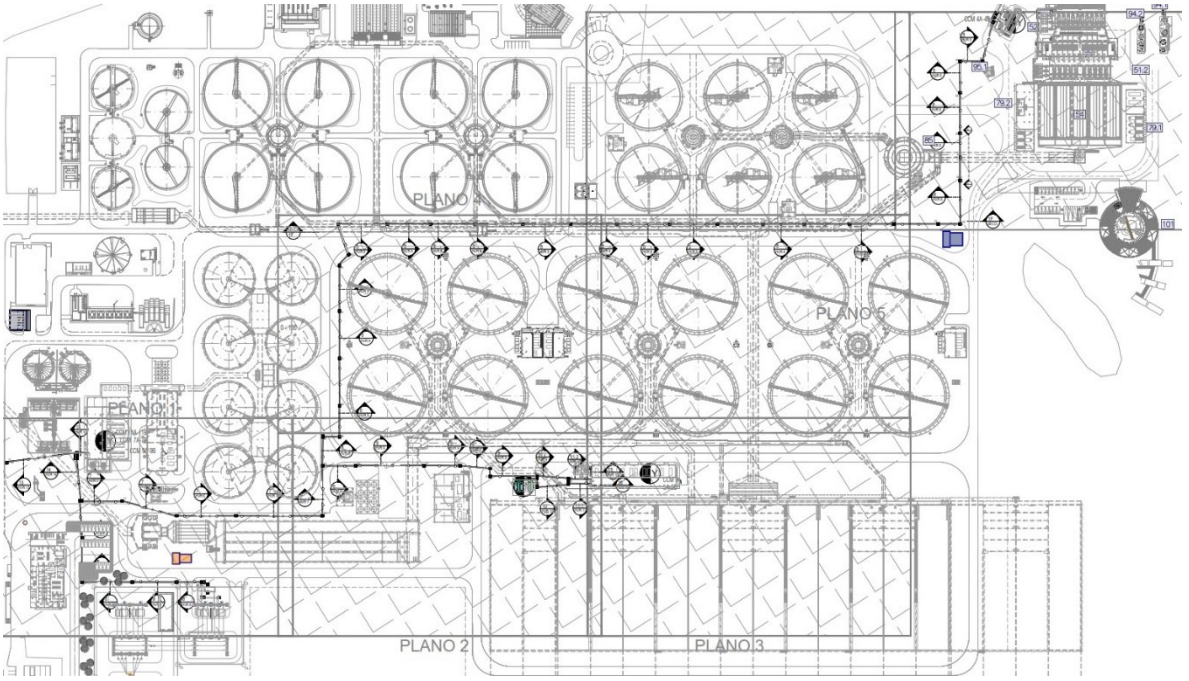


Figura 7. DWG-07.30-GE-010-(r.1C) Hoja 1 de 24

1.3 Subestación 1

1.3.1 Diagrama unifilar (Pre-Tratamiento)

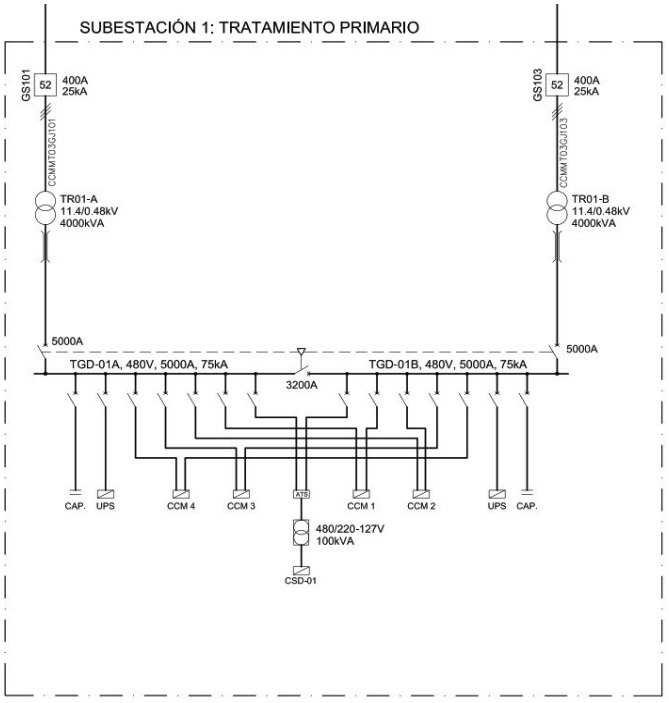


Figura 8. Diagrama Unifilar Pre-Tratamiento

1.3.2 Alcance de las instalaciones en Baja Tensión

El alcance de las instalaciones eléctricas de baja tensión del presente proyecto es el siguiente:

- Subestación de transformación – Pretratamiento y primarios
  Con 2 Transformadores de 4MVA 11.4/0.48 kV.
- Tablero general de distribución de 480 V.
  Denominado TGD01
- Red primaria de distribución desde los tableros anteriores hasta los centros de control de motores, los sistemas de alimentación a servicios auxiliares y los equipos de corrección automática del factor de potencia.
- Equipos de corrección del factor de potencia, del tipo fijo para los transformadores, y automático para las cargas.
- 3 Centros de control de motores (CCM) 480V 3P+T del tipo cubículos extraíbles y fijos, extraíbles hasta 250 Amp y fijos por encima de 250 Amp.
- Sistema de alimentación a servicios auxiliares, cada uno de ellos formados por un transformador 480/220-127 V, y un tablero de servicios auxiliares.
- Red general de puesta a tierra.
- Instalación de protección contra descargas atmosféricas

El proyecto de expansión de la PTAR Salitre no incluye dentro del diseño la instalación del grupo electrógeno en caso de emergencia. En caso de falla del suministro eléctrico, las cargas de emergencia BT podrán ser alimentadas mediante los grupos electrógenos diésel instalados en la PTAR existente, y tras el arranque de estos grupos, mediante las 5 motos generadores de gas de ampliación de la PTAR Salitre. Esto se hace bajo la hipótesis que exista reserva de gas en los gasómetros o la digestión este en marcha.

1.3.3 Tableros generales de distribución

Para la distribución de la potencia eléctrica desde los transformadores a los CCMs, tableros auxiliares y resto de receptores en BT, se contará con Tableros generales de distribución ubicado en la subestación 1 (Pretratamiento y primario).

Los tableros generales de distribución se instalarán en las salas eléctricos dentro de cada subestación.

Estarán construidos en chapa de acero, su grado de protección será IP42 y serán registrables mediante puertas con cerradura.

Contendrán el siguiente material:

- Por cada entrada de transformador de potencia, un interruptor automático termomagnetico 3P, extraíble, motorizado, un analizador de red y cuatro transformadores de corriente, tres de ellos para el analizador de red y el restante para la medición del factor de potencia.
- Dos transformadores de corriente sumadores, de (5+5+5+5)/5 A, para los equipos de corrección automática del factor de potencia.
- Un interruptor automático de seccionamiento de barras, motorizado y extraíble.
- Un descargador de sobretensión 3P para 100kA conectado al embarrado general del tablero.

- Tantos interruptores automáticos termomagneticos 3P como circuitos de alimentación a los CCMs.
- Dos interruptores termomagneticos 3P, enclavados mecánica o eléctricamente entre si, para la alimentación al transformador 480/220-127V de cargas 127V de cada área.

1.3.4 Centro de control de motores

Los centros de control de motores (CCMs) para la maniobra y protección de los receptores de la fuerza de proceso serán metálicos, construidos con chapa de acero de 2mm de espesor y del tipo compartimentado, con cubículos fijos.

Las columnas de entrada contendrán el siguiente material:

- Un interruptor automático termomagnetico general 3P para 480V
- Un medidor multiparametrico de voltaje e intensidad.

- Un transformador de aislamiento monofásico con relación 480/127V para señalización y mando internos del CCM

Las columnas de salida se compondrán de cubículos, cada uno de los cuales estará destinado a un motor de máquina, válvula o compuerta en particular. Las salidas para motores incorporaran los siguientes elementos:

- Un interruptor automático magnético 3P
- Un contactor, variador de frecuencia o arrancador estáticos, según los casos. Las salidas con contactor incorporan relés inteligentes electrónicos de protección integral de motor, según la potencia.
- El material auxiliar de mando y señalización necesario, tal como selectores "Local-0-Remoto", relés auxiliares, pilotos de señalización y otros.

Por su parte, las salidas para equipos con cuadro propio o para instrumentos, incorporaran un interruptor automático termomagnetico 3P, y según los casos con dispositivo adicional de protección diferencial.

1.4 Red de Distribución en baja Tensión

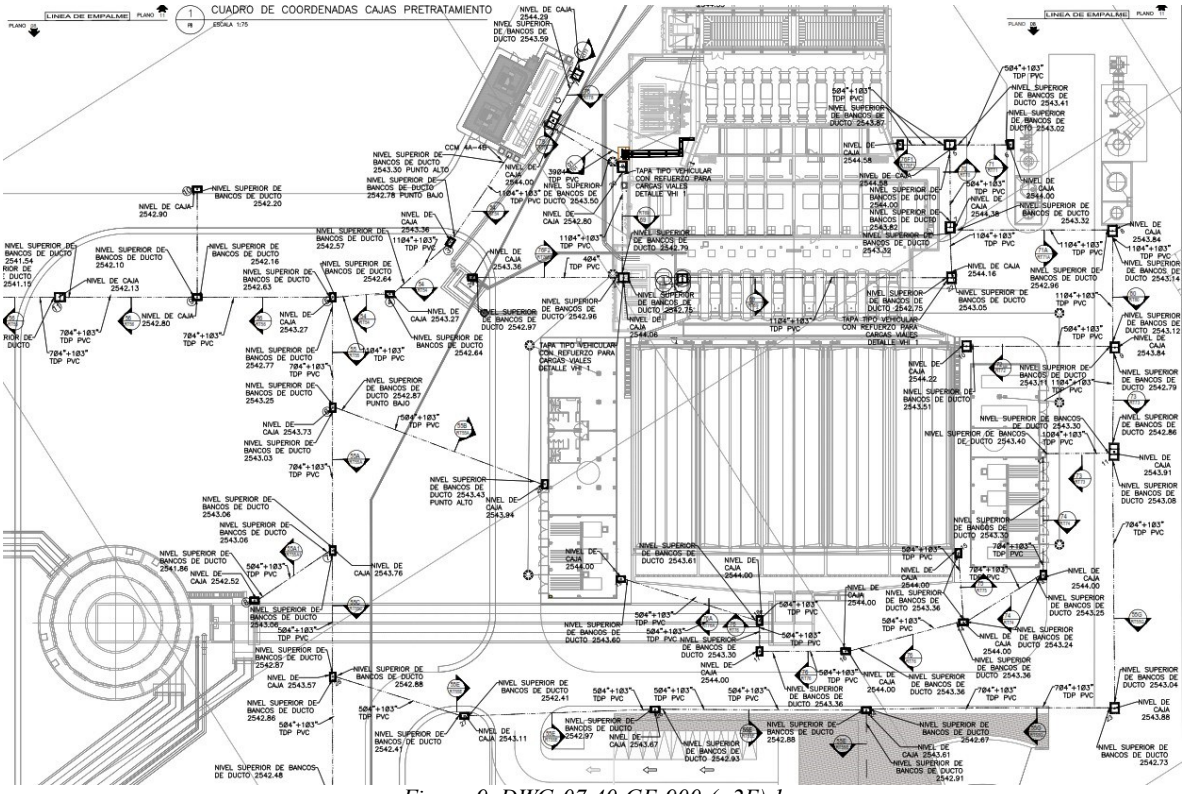


Figura 9. DWG-07.40-GE-900-(r.2E).1

AVANCES DE OBRA ÁREA ELÉCTRICA

1.5 Abril

1.5.1 Pre-tratamiento Cribados de finos y gruesos

Se recibieron los Paneles de control – HUBER, para cinco de las rejas de finos y cinco de las rejas gruesos, se encuentran pendientes el resto de los tableros. En la Tabla 2 se enlistan los equipos recibidos en obra.

A continuación se muestra registro fotográfico de la llega de estos equipos para el área de Pretratamiento.

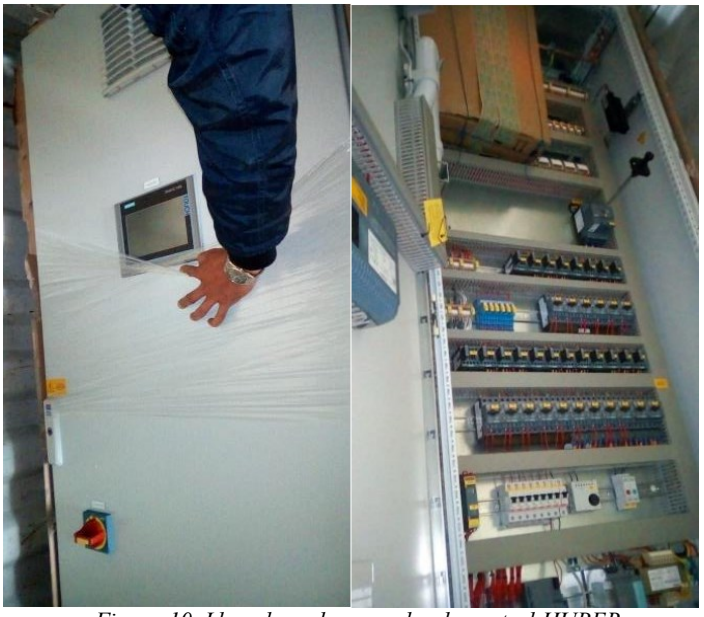


Figura 10. Llegada a obra paneles de control HUBER

1.5.2 Estación de bombeo de afluente CCM2A/2B Y VFD

Se recibieron los Variadores de velocidad (VDFs) para las bombas principales de la Estación de bombeo del afluente, junto con las celdas (CCM 2A – 2B) que corresponden a esta zona. En la Tabla 2 se enlistan los equipos recibidos en obra.



Figura 11. Recepción e inspección de celdas y variadores

1.6 Mayo

1.6.1 Subestación N.1

Se recibieron transformadores de potencia de media a baja tensión 11,4/460V para conectar por medio de blindo barra al tablero general de distribución, para llevar las acometidas correspondientes a los CCM´s, se hace necesario anotar que la llegada.



Figura 12. Llegada de transformadores de 4MVA.

1.6.2 Pre-tratamiento tubería enterrada

Se comienza a instalar tubería enterrada en pretratamiento, siguiendo planos de media tensión en recorridos, esta tubería se utilizara para alimentar el cuarto eléctrico donde se posicionara el CCM 3A/3B.

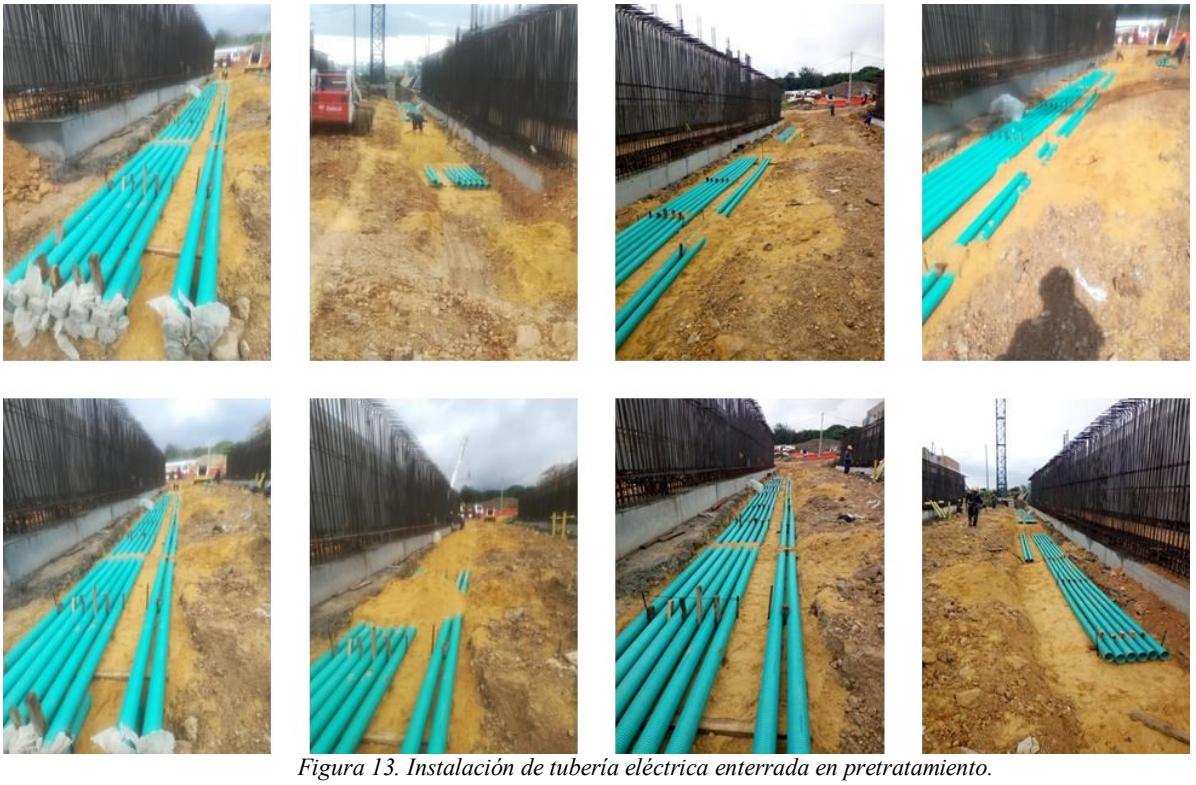


Figura 13. Instalación de tubería eléctrica enterrada en pretratamiento.

1.7 Junio

1.7.1 Subestación N.1



Figura 14. Malla de puesta a tierra en área de transformadores de 4MVA.



Figura 15. Bancada de ductos para afloramientos al transformador en MT y salidas de control.

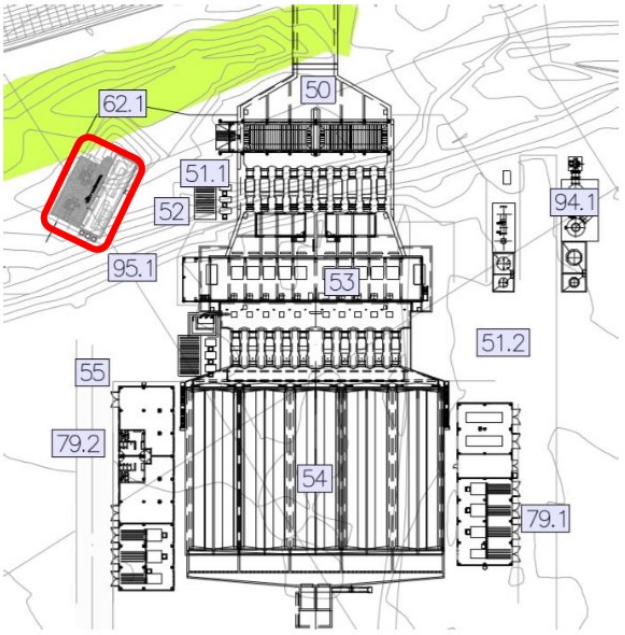


Figura 16. Se resalta en rojo área donde se realiza la actividad.

1.7.2 Cuarto eléctrico Pre-tratamiento

Se comienza a instalar la tubería que comunica los diferentes cuartos, Armado de placa subestación 1 pretratamiento y pasa muro.



Figura 17. Ubicación de Pasa Muros en tubería para alimentar rejas de gruesos desde cuarto eléctrico 2

1.8 Julio

1.8.1 Montaje y reubicación de tuberías en subestación Pre-tratamiento

Se realiza de nuevo el montaje de la tubería ubicada en pretratamiento para fundir placa de trasformadores y tubería a celdas de media tensión en su nueva ubicación.



Figura 18. Armado de placa subestación 1 y pasa muros.

Se dejan en placa tubería para ser usada en el cableado de los transformadores a la celda de media tensión la cual se reubico en la parte posterior de la subestación 1.



Figura 19. Tuberia en celdas de media tension

1.8.2 Instalación de tuberías enterradas y construcción de cajas CS 275 Pre-tratamiento

Se realiza el tendido de tubería en el sector de pretratamiento edificio 1 para conexionado eléctrico además la construcción de las cajas de conexionado.



Figura 20. Cajas CS275

1.9 Agosto

1.9.1 Subestación No.1

Se realiza el montaje de la malla de tierra luego de la demolición de la placa existente, para el armado de la base de transformadores en la subestación 1 ubicada en pretratamiento. Al respaldo del CCM 4A, 4B



Figura 21. Armado de la malla de puesta a tierra en celdas de MT.

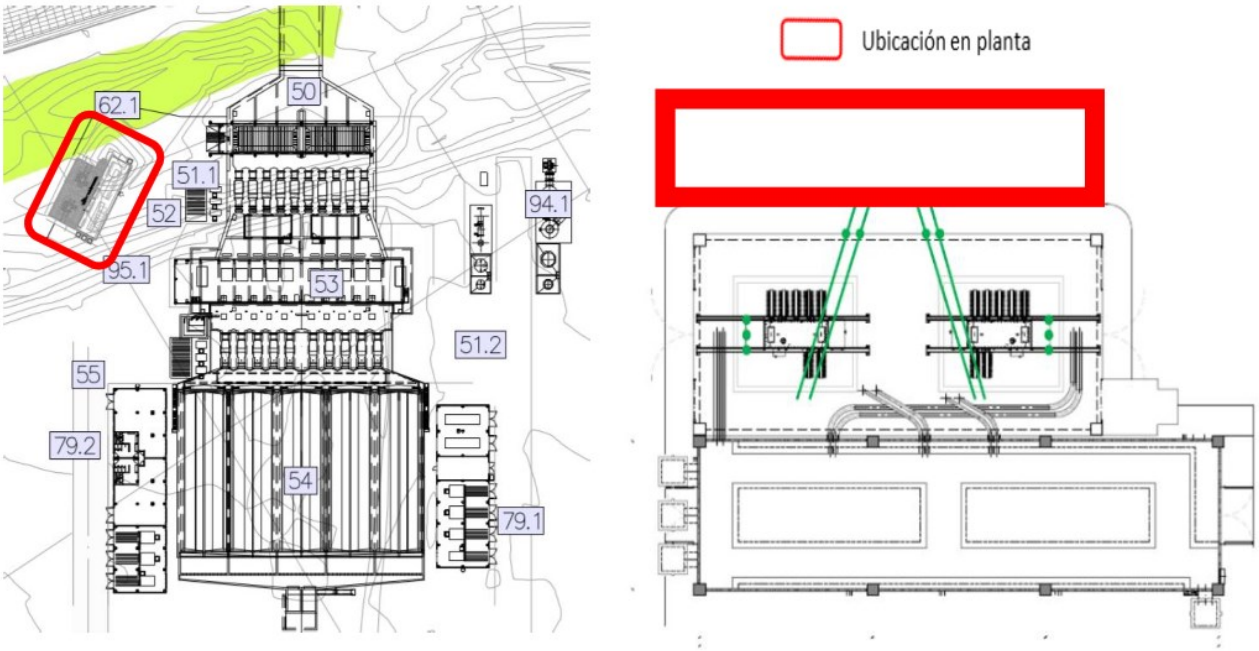


Figura 22. Ubicación del nuevo cuarto de MT.

Por ampliación de subestación 1, nueva edificación para celdas de MT, se requiere prolongar puesta a tierra. Se hace instalan nuevas colas en cobre para puesta a tierra en dicha zona.



Figura 23. Soldadura exotérmica para prolongación de colas de tierra.

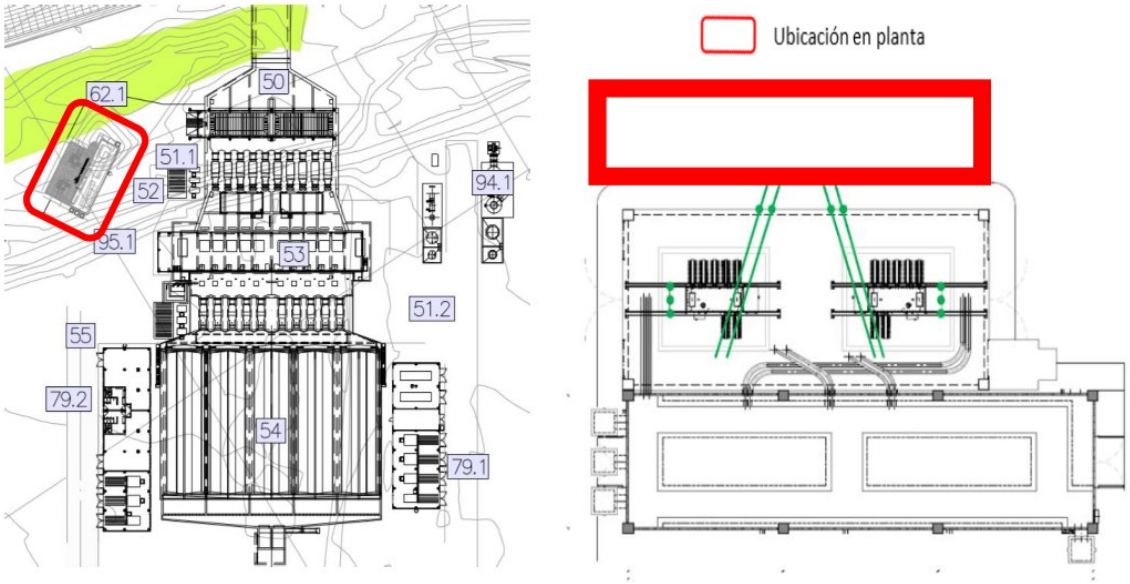


Figura 24. Extensión de colas al Nuevo cuarto de MT en subestación 1.

Se instalan pasa muros y se presenta la tubería, previo a la fundida para el conexionado de la celda MT en pretratamiento. Luego se realiza la modificación y mejoramiento de dicha tubería.



Figura 25. Tuberías de conexión entre 4MVA y cuartos de MT.

1.9.2 Subestación 115kV

Se realizó el izado de estructuras del pórtico de llegada para la Sub estación principal. Se realiza puesta a tierra de rieles para transformadores y arreglo de malla a tierra. Instalación carrileras para transformadores. Se reparan tramos de malla a tierra por robo y rotura de cable desnudo enterrado.



Figura 27. Izado de estructuras en portico.



Figura 26. Estructuras en portico



Figura 29. Estructuras isadas en portico



Figura 28. Bases de estructuras en portico



Figura 30. Rieles de transformador y foso de aceite.

1.10 Septiembre

1.10.1 Subestación 115Kv

Las actividades desarrolladas se basan en los trabajos realizados sobre las estructuras del pórtico. Módulos híbridos, cableado para transformadores. Donde se puede tener en cuenta cada una de las actividades que se listan a continuación.

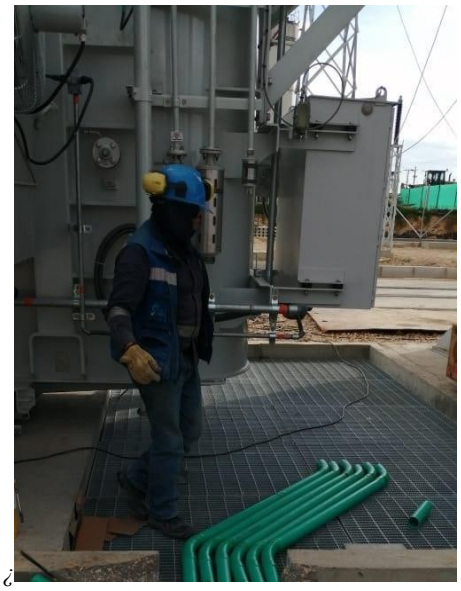
- Instalación de Módulos Híbridos.
- Instalación ducteria de alimentación a módulos híbridos y cableado interno.
- Instalación de cable de acero – aluminio de barraje a transformadores sin conexión.
- Se inicia topografía de canalizaciones para iluminación de la Subestación.
- Instalación de tubería eléctrica para caja de control de los transformadores.



Figura 31. Instalación de módulos híbridos en la S/E Compacta.



Figura 32. Instalación de cable para 2 transformadores, sin conexión.



¿

Figura 33. Instalación de ducteria para caja de control del transformador.



Figura 34. Conexion de puesta a tierra realizada por CEPS y ABB



Figura 35. Puesta en Marcha de filtros de aceite realizada por ABB.



Figura 36. Regulación de aceite de refrigeración.



Figura 37. Corte de tramex para ejuste en piso de transformador



Figura 38. Limpieza del transformador de 25 MVA

Tabla 11. Avance montaje subestación 115kV

ACTIVIDAD	% AVANCE
Armado y montaje de estructuras	90
Tendido barrajes y conexionado de potencia	80
Montaje de transformadores	90
Montaje equipos de potencia	80
Montaje tableros de control, protecciones y servicios auxiliares	10
Tendido y conexionado de multiconductores	0
Pruebas SAT	100

CAPITULO II

2. CODIFICACION DE LOS EQUIPOS PERTENECIENTES AL SISTEMA DE CONTROL

Como lo habíamos visto anteriormente para la codificación de los planos en la CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS PARA PTAR SALITRE, se hace importante referenciar y determinar cómo se va a nombrar los equipos pertenecientes al sistema de control, los equipos contemplados van a ser básicamente:

- Tableros eléctricos
- Instrumentación
- Válvulas
- Equipos de proceso (Bombas, válvulas, electroválvulas, etc…)

En general, la codificación es una adaptación de la codificación utilizada en la PTAR existente (fase I), con el objetivo de que los nuevos TAGS sean unívocos y no existan problemas con la integración de los equipos existentes y los equipos nuevos. A la conclusión de las obras de ampliación, la PTAR será operada desde un sistema de control único

Los equipos que se instalen como parte de la ampliación de la PTAR Salitre tendrán la siguiente codificación:

Tabla 12. Codificacion del Sistema de control

Zona	Equipo	Numero de orden	Letra de diferenciación
AAA	BBB	CCC	D

Zona

Será un código de 3 cifras conteniendo la zona de proceso correspondiente a la ampliación, de acuerdo a la tabla de zonas:

Tabla 13. Codigos para Zona

Código	Zona
050	Obra de cabecera y trampa de rocas
051	Cribado gruesos o finos
052	Foso de bombeo

Equipo

Codificación del tipo de equipo, en letras: Consta de 1 a 3 caracteres según las siguientes tablas, adaptadas de la codificación de la PTAR fase 1.

Familias de instrumentos

La primera letra corresponde a la familia, según la siguiente tabla:

Tabla 14. Código para familias de instrumentos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
A	Agitación – Mezcla
C	Compresión
D	Equipos de proceso
E	Intercambio de calor
F	Filtración
M	Motor
P	Bomba
Q	Equipos diversos
R	Deposito
S	Separación
T	Transporte
X	Elementos Diversos

Válvulas y compuertas

Codificación del tipo de válvula, en letras, conteniendo de 1 a 3 caracteres. De acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 15. Códigos para válvulas y compuertas

CÓDIGO TAG	DESCRIPCIÓN
V	Válvula con accionamiento manual (genérica)
NV	Válvula con actuador neumático todo-nada doble efecto
EV	Electroválvula montada directamente sobre la línea de proceso
MTV	Válvula con accionamiento mediante motor eléctrico y funcionamiento todo-
MRV	Válvula con accionamiento mediante motor eléctrico y con regulación de
YV	Electroválvula (válvula solenoide) que pilota a una válvula neumática NV
MG	Compuerta con actuador eléctrico en campo y funcionamiento todo-

Cuando una electroválvula YV pilota a una válvula con actuador neumático NV, ambas válvulas tendrán el mismo número de orden y letra de diferenciación. Todas las válvulas con actuador neumático de la ampliación de la PTAR salitre serán de doble efecto.

Instrumentos

El código de instrumento será en general el código identificador según normativa ISA. El código de instrumento consta de 2, 3 ó 4 letras. El código está dividido en 2 campos. El primer campo indica la variable medida, y el segundo campo indica la función del instrumento. El primer campo contiene la variable medida, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 16. Códigos para instrumentos

VARIABLE MEDIDA	DESCRIPCIÓN
A	**Análisis (genérico) Ejemplos: pH, Redox, Cloro. CH, DBO5, DQO, OD, Nitrógeno, Sulfhídrico, sólidos en suspensión,**
D	**Densidad o concentración**
F	**Caudal**
L	**Nivel**
P	**Presión**
PD	**Presión diferencial**
T	**Temperatura**
V	**Vibración**

El segundo campo contiene la Función del instrumento, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 17. Códigos según función del instrumento

FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN (Servicio)
E	Elemento (elemento de medida)
I	Indicador
IT	Indicador y transmisor
S	Interruptor (switch)
T	Transmisor

Existen ciertos instrumentos que se instalan de forma habitual y que se denominan de forma específica. Las combinaciones más habituales de variable + función tienen los siguientes nombres comunes:

Tabla 18. Códigos definiendo variable más función

Códi	FUNCIÓN	NOMBRE
FIT	Indicador transmisor de	Caudalímetro
PI	Indicador de presión	Manómetro
PS	Interruptor de presión	Presostato
TI	Indicador de temperatura	Termómetro
TS	Interruptor de temperatura	Termostato
AE	Elemento de análisis	Sonda (de análisis)
AIT	Indicador trasmisor de	Analizador
LS	Interruptor de nivel	Boya

Adicionalmente, los rotámetros son indicadores de caudal y por tanto tienen el código FI. No aparecen en la tabla anterior porque existen otros indicadores de caudal de tipo diferente a los rotámetros.

Tipos de analizadores

Como se ha indicado, en el TAG de todos los analizadores de Salitre, el campo de variable medida será siempre "A". El código de instrumento será típicamente AE para las sondas y AIT para el transmisor-indicador en campo.

Con el objetivo de distinguir los analizadores entre sí, será posible añadir un código al final del tag, separado por guion corto (-). Este código también se añadirá a la representación el elemento en el P&ID.

Tabla 19. Código para tipos de analizadores

Zona	Código	Núm de orden	diferenciación	Tipo analizador
AA A	**AIT ó AE**	**CCC**	**D**	**-EEE**

Los tipos de analizadores son según la siguiente tabla:

Tabla 20. Códigos para tipo de análisis

Codi	Tipo de análisis
pH	pH (potencial de hidrógeno)
OD	Oxígeno disuelto
Con	Conductividad
Rx	Potencial Redox
DB	Demanda bioquímica de oxígeno a 5 días
DQ	Demanda química de oxígeno
CO	Carbono orgánico total
N	Nitrógeno disuelto (amoniacal, Kjendal, etc.)
H2S	Sulfhídrico

Switches

En el caso de interruptor (switch) (por ejemplo PS, LS, TS, etc.) se añadirá un tercer campo al código de instrumento indicando si el switch es del tipo bajo o alto, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 21. Códigos para contactos secos switches

FUNCIÓ	DESCRIPCIÓN
LL	Muy bajo
L	Bajo
H	Alto
HH	Muy alto

2.1 EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA FASE I

2.1.1 Equipos proceso de cribado de gruesos

EQUIPO	MARCA	CANTIDAD	CARACTERISTICAS
Compuertas de Entrada a Canales	Actuador: ROTORK	10	Compuertas de Entrada a rejas
Sondas de Nivel aguas arriba de cada reja	E+H	10	Conectadas a Transmisor diferencial de cada compuerta
Transmisores de nivel diferencial para conexión de las 2 medidas de cada canal	E+H	10	Comunicación Profibus con cuadro de control HUBER
Sondas de Nivel aguas arriba de cada reja	E+H	10	Conectadas a Transmisor diferencial de cada compuerta
Sistemas de rejas gruesas de 38mm de paso	HUBER	4+1 4+1	
Transmisor de Presión en sifón de descarga	E+H	10	
Compuertas de Entrada a Canales	Actuador: ROTORK	10	Compuertas de Entrada a rejas
Sistema de Prensa de Lavados	HUBER	2+1	Capacidad: 600 m3/h
Sondas de medida de H2S			
Sondas de medida de CH4			

2.1.2 Equipos bombeo de agua cruda

EQUIPO	MARCA	CANTIDAD	CARACTERISTICAS
Transmisor de Nivel en pozo de bombeo	E+H	2	
Compuertas de Entrada de Canales	Actuador: ROTORK	10	Compuertas de Entrada a FSI
Bombas verticales de bombeo de Agua cruda	FLOWSERVE	4+1 4+1	Q=6300.00 m3/h
Caudalímetros Electromagnéticos Impulsión Bombeo de agua cruda	E+H	10	DN1000
Válvulas Motorizadas Sifones	TBD	10	
Transmisor de Presión en sifón de descarga	E+H	10	
Interruptor de flujo en sifón de descarga	TBD	10	

2.1.3 Equipos proceso de cribado de finos

EQUIPO	MARCA	CANTIDAD	CARACTERISTICAS
Compuertas de Entrada a Canales	Actuador: ROTORK	10	Compuertas de Entrada a rejas
Sondas de Nivel aguas arriba de cada reja	E+H	10	Compuertas de Entrada a rejas
Transmisores de nivel diferencial para conexión de las 2 medidas de cada canal	E+H	10	Conectadas a Transmisor diferencial de cada compuerta
Sondas de Nivel aguas arriba de cada reja	E+H	10	Compuertas de Entrada a rejas
Sistemas de rejas gruesas de 38mm de paso	HUBER	4+1 4+1	
Transmisor de Presión en sifón de descarga	E+H	10	
Compuertas de Entrada a Canales	Actuador: ROTORK	10	Compuertas de Entrada a rejas
Sistema de Prensa de Lavados	HUBER	2+1	Capacidad: 600 m3/h

2.1.4 Equipos proceso de desarenado y desengrasado

EQUIPO	MARCA	CANTIDAD	CARACTERISTICAS
Sopladores (Émbolos Rotativos)	MAPNER	6 Sopladores (5+1)	Q=3000 m³/h P=55kW
Ventiladores extractores Sala Sopladores Pretratamiento	Por Definir	3 Unidades	Q=1716 l/s
Clasificador de Arenas	HUBER	5 Unidades	Q=90 m³/h Pagit=1,5Kw Ptorn= 0,5kW
Concentrador de Grasas		2 Unidades (2+0)	Q=50 m³/h
Puente Desarenadores Barredores	OMNIA EGGER	5 Puentes 10 Bombas de Arena	Bomba de arena: Q=45 m³/h
Compuertas de Entrada de Canales	Actuador: ROTORK	10 Unidades	Modbus RS485
Compuertas de Salida Canales	Actuador: ROTORK	10 Unidades	Modbus RS485
Compuertas de Salida del Desarenado	Actuador: ROTORK	2 Unidades	Modbus RS485

CAPITULO III

3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1 Modos de operación

El sistema podrá operar de modo, local o remoto. Cuando el sistema se encuentre en remoto podremos seleccionar modo remoto-manual o remoto-automático.

Para poder seleccionar el modo de funcionamiento entre LOCAL-REMOTO existirá un selector de tres posiciones (LOCAL-FUERA DE SERVICIO-REMOTO) en campo por cada equipo.

La condición normal de trabajo es remoto-automático, las modalidades de operación local y remoto-manual son solo para realizar pruebas o mantenimiento de los equipos.

Al cambiar el modo de operación de local a remoto o viceversa se detendrán todos los equipos involucrados. Cuando el modo de operación cambia de remoto-automático a remoto manual, el equipo que se encuentra en marcha continuara funcionando hasta que el operador o algún enclavamiento de proceso lo detengan.

Un equipó detenido en modo remoto-manual se mantendrá detenido hasta que las condiciones de proceso lo permitan y el operador de la instrucción de marcha desde las pantallas del sistema de control.

3.1.1 Modo Local

Modo local, se considera al accionamiento de los equipos desde la botonera o panel de terreno, en el sistema de control esto se identificará con la letra “L”. Esta condición solo se debe utilizar para pruebas o mantenimiento.

3.1.2 Modo Remoto-Manual

Modo remoto-manual, esta condición permite al operador dar orden de marcha o detención a un equipo desde la sala de control, en el sistema de control se reconoce con las letras “RM”. Esta condición solo se debe utilizar para pruebas o mantenimiento.

3.1.3 Modo Remoto-Automático

Modo remoto-automático, en el modo remoto automático, la partida y detención de los equipos depende de las condiciones del proceso, en el sistema de control este modo de operación se identifica con las letras “RA”.

3.1.4 Modo fuera de servicio

En este modo el equipo queda fuera de servicio impidiéndose la orden de marcha sea en modo local como en modo remoto. Esta condición debe quedar reflejada en el sistema de control con el número “0”.

CAPITULO IV

4. INSTRUMENTACION Y CONTROL DE LA FASE I

4.1 Obra de cabecera y trampa de rocas

4.1.1 Descripción de la instalación

Los interceptores existentes, incluso el de Tibabuyes-Lisboa que se reconduce por el interior del actual canal de aguas negras reconvertido en Tanque de tormentas, descargan en la obra de toma del canal de aguas negras que, tras las obras de ampliación, tendrá entrada directa a la nueva PTAR. Por tanto, tras las obras de ampliación de la PTAR el Salitre, todos los caudales afluentes llegan a la nueva obra de toma.

A partir de caudales afluentes superiores a 14m3/s y hasta 21m3/s entrará en funcionamiento el bombeo existente mediante tornillos de Arquímedes. El bombeo cuenta con cinco unidades instaladas, de las cuales se pondrá en funcionamiento un máximo de 4 unidades. El bombeo existente se alimentará mediante dos conducciones de Ø 1.800 mm que parten de la obra de toma (muro de desvío) en la zona de entrada a la nueva PTAR, y que descargan en la zona de entrada a los tornillos existentes

Las conducciones están aisladas en su zona de entrada por compuertas murales motorizadas de regulación (4÷20 mA) que permitirán al operador regular niveles aguas abajo en función del nivel aguas arriba en episodios de tormenta cuando lleguen caudales superiores a 21 m^3/s o se produzca alivio sobre vertedero de seguridad.

Caudales por encima de 21 m^3/s se derivarán hacia el tanque de tormentas previo paso por dos (2) tamices de disco rotativo con paso de 9,00 mm. De esta forma se posibilita que estos caudales aliviados se almacenen en el actual canal de aguas negras ya reconvertido en tanque de tormentas con un contenido de sólidos menor que el del agua cruda. El recorrido de este alivio se establece en 1,75 m, es decir los 5 m^3/s a aliviar (entre 21 y 26 m^3/s) pasan a través de dos (2) tamices elevando la cota de agua en la conexión de la nueva PTAR hasta la cota + 2.542,20. Estos equipos de tamizado cuentan con sistema de accionamiento con protección IP 68, de forma que si el caudal de lluvias sigue aumentando se posibilita el alivio por la parte superior como si de un vertedero se tratara. El muro que conforma el nuevo tanque de tormentas a la altura del punto de conexión con la nueva PTAR se utilizará de aliviadero y posibilitará el alivio de caudales.

4.2 Cribado de gruesos

4.2.1 Descripción de la instalación

El desbaste consta de una batería de 10 canales de rejas en paralelo. La anchura de los canales, tanto en la sección de entrada como en la de salida, es de 1,40 m. La anchura del canal en la sección de instalación de las rejas es de 2,00 m. Los canales tienen una altura de 8,50 m, con cota de solera

+ 2.537,00 y coronación a la cota +2.545,50.

Las rejas son del tipo automático auto-limpiante con paso de sólidos 38 mm, colocadas en paralelo en dos (2) grupos de cinco (5) unidades y al tresbolillo un grupo respecto al otro. Tanto los canales como las rejas se dimensionan para tratar el caudal máximo de 14 m^3/s con una unidad fuera de servicio.

Las secciones de entrada y salida se equipan con compuertas murales de accionamiento motorizado con mando manual de emergencia. El sistema de aislamiento se complementa con 20 bastidores y 2 conjuntos de ataguías (stop-logs) en secciones de entrada y salida, se completa la instalación con polipastos manuales para el manejo de las ataguías (stop-logs).

La prensa de lavado está diseñada para lavar los productos orgánicos solubles (heces) de los residuos de cribado en un solo paso del proceso. A continuación, se deshidratan, se compactan y se transportan los residuos de cribado. Los residuos a tratar se eliminan de la criba a través del canal de lavado y se introducen en el canal de alimentación de la prensa de lavado. El agua de enjuague (aguas residuales tamizadas) también sirve como agua de lavado en el tanque de lavado.

El canal de alimentación en conexión con un impulsor de bomba forma la zona de lavado real. En la zona de lavado, los tamices están expuestos a un flujo de agua de lavado dirigido y rico en energía que es generado por el impulsor de la bomba. Dependiendo de la duración del tiempo del agua de lavado, la tensión mecánica sobre los tamices aumenta, de modo que se consigue un lavado completo ya después de un tiempo muy corto. Después del lavado, los tamices se descargan para que los tamices lavados pasen a la zona de compactación. Durante el funcionamiento del tornillo de compactación, el agua de lavado, que contiene el material lavado, fluye rápidamente a través de una placa perforada de vuelta a la planta de tratamiento de aguas residuales. En la zona de compactación, los tamices se prensan y deshidratan intensamente. Los tamices compactados se descargan a través de un tubo en un contenedor

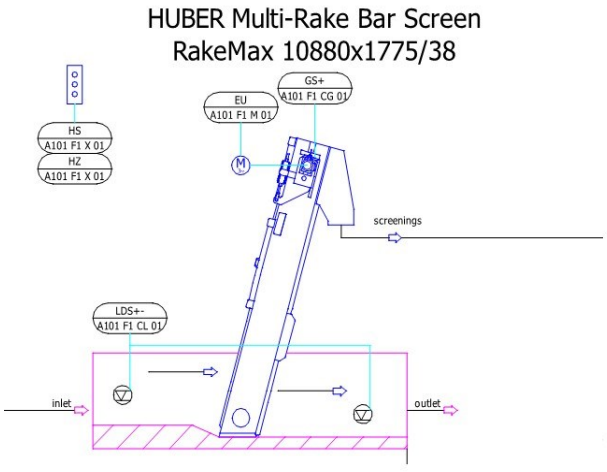


Figura 39. Sistema de Rejas Gruesos HUBER

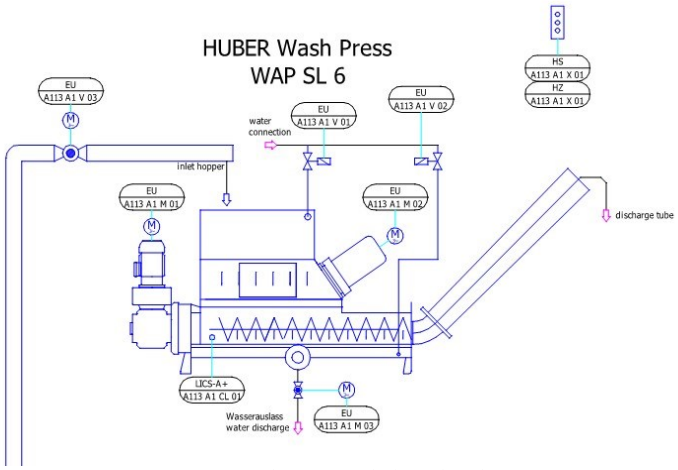


Figura 40. Sistema de prensa de lavados de HUBER

4.2.2 Lógica y control

Para que el Sistema de rejas entre en funcionamiento se deben cumplir los siguientes concionantes permisivos:

- Los niveles analíticos medidos en la obra de cabecera deben estar dentro de los umbrales permitidos
- Las compuertas de entrada y salida del canal de cada reja deben estar en posición abierta
- El Sistema de bombeo de agua cruda debe encontrarse en condición de "Disponible"
- Los sistemas asociados deben estar disponibles: canal de lavado, Sistema de prensa de residuos, sistema energizado.

El sistema de rejas para el cribado de gruesos opera en coordinación con el sistema de bombeo de agua cruda, por lo que debe partir antes de que este opere.

Las compuertas de entrada y salida de los canales de rejas son normalmente abiertas. Estas compuertas motorizadas están equipadas con conmutador Local/Parada/ Remoto.

- En posición local, la compuerta se manda por medio de los botones de apertura/cierre del panel de mando local.
- En posición remota, se selecciona el modo de marcha Auto/Manual desde el puesto de control.
- Modo Manual: el operador fuerza la compuerta en posición desde los puestos de control por medio de los telemandos Apertura, Cierre, Parada.
- Modo Automático: En modo automático, se pone la compuerta en posición apertura si se activa el sistema de rejas.

- Si todas las compuertas de entrada o de salida están cerradas, se considera la estación como indisponible, se crea entonces una alarma “Indisponibilidad Estación”.
- Si una compuerta de un canal está cerrada, la reja correspondiente es considerada como indisponible, se crea entonces una alarma “Indisponibilidad Reja de Gruesos [TAG]”; e implica que la rejilla correspondiente ya no se toma en cuenta en el ciclo de rejillas.

En la posición automática la rejilla será controlada por los sensores ultrasónicos de nivel de agua, uno aguas arriba y otras aguas abajo enclavados con un transmisor de nivel diferencial. El accionamiento de la rejilla se inicia cuando los sensores de nivel de agua indican una diferencia de nivel de agua determinada consignable, o cuando ha transcurrido un cierto periodo de tiempo desde el último accionamiento de la reja.

La operación de la rejilla se detendrá una vez que la diferencia entre los niveles de agua alcance un cierto valor, que el sensor de nivel no indique exceso en el setpoint de nivel diferencial, o que haya transcurrido un cierto periodo de tiempo consignable desde la estación de control (en el caso que la operación sea llevada a cabo mediante temporizador).

En el caso de que los peines experimenten un atascamiento, la fuerza ejercida por éste causará que el brazo del sistema flexible de la transmisión rote en torno al eje del motorreductor, comprimiendo uno de los resortes de tensión. Este movimiento será captado por un detector de proximidad, que enviará una señal al controlador lógico programable del panel de HUBER (PLC), para comenzar con el modo de auto liberación (self clearing). El modo de auto liberación moverá en reversa los peines y luego en dirección normal de operación. Este ciclo se ejecutará en tres oportunidades. Si tras estos tres intentos persiste el problema, se iniciará una señal de alarma que será comunicada al PLC del sistema de la planta y visible desde el SCADA del centro de control.

El reinicio del equipo será llevado a cabo manualmente, y el operador será capaz de decidir la dirección del movimiento de los peines en la posición manual, es decir, hacia adelante o en reversa, dependiendo del selector que luego accione.

Las rejillas están comandadas desde un panel de control local y puede funcionar de manera totalmente automática con un ciclo regular ajustable por medio de un reloj incluido en el panel. En modo automático, el rastrillo realiza dos (o más) ciclos de operación de limpieza siguiendo una secuencia determinada por una temporización y de acuerdo con un cuadro cíclico que depende del caudal que entre en la planta.

Si la compuerta de entrada correspondiente está cerrada el autómata realiza un ciclo de limpieza cada hora, debido a que no puede ajustar su ciclo de acuerdo con el caudal. Este sería el ciclo por ajuste de tiempo máximo.

El transportador de residuos arrancará al mismo tiempo que el rastrillo y parará con un tiempo de retraso luego de que el rastrillo se detenga, al igual que la tolva de residuos.

A modo de descripción general más detallada, la reja se inicia cuando se alcanza el nivel de control de nivel de reja **(51LIT001A-J)** y la señal de inicio del cliente. El motor de accionamiento de la reja **(051M001A-J)** funciona mientras la señal de control del nivel de reja responde **(51LIT001A- J)** más un tiempo de seguimiento ajustable **(t 1)**, y transporta así los sólidos fuera del canal. El nivel del agua delante de la reja vuelve a bajar

El tiempo de seguimiento de la reja **(t 1)** debe ajustarse individualmente a cada instalación. Se recomienda elegir preferentemente un tiempo de funcionamiento que asegure la limpieza completa de la rejilla ciega, es decir, que al menos 2 de los rastrillos pasen por la zona de rastrillado de la rejilla. El tiempo de funcionamiento se ajusta a través de un relé temporizador o del dispositivo operativo del PLC.

Si el flujo de entrada es bajo, las rejas pueden acumularse delante de la reja si el inicio de la reja no se efectúa a través del control de nivel de reja **(51LIT001A-J)**. Como opción, para evitar la acumulación de residuos de cribado, se puede programar un tiempo después del cual el motor de accionamiento de la criba **(051M001A)** se enciende necesariamente después de un tiempo de parada seleccionable **(t 2)**. El motor de accionamiento de la reja **(051M001A-J)** funcionará entonces de acuerdo con el tiempo de seguimiento ajustado **(t 1)**.

Si se presenta un fallo en una reja activa, un mensaje de alarma de falla es mostrado y una reja libre fallos debe ser activada.
Cada vez que una de las primeras cinco rejas **(051DGL001A -E)** arranca, se abre la válvula solenoide para el canal de lavado **(051EV1001A).**
Cada vez que una de las siguientes cinco rejas **(051DGL001fF-J))** arranca, se abre la válvula solenoide para el canal de lavado **(051EV001A).**

Si la última reja del canal de lavado asignado respectivamente se detiene, la válvula solenoide de tiempo de funcionamiento del canal 1 **(t 4)** / la válvula solenoide de tiempo de funcionamiento del canal 2 **(t 5)** se inicia. Una vez transcurrido este tiempo de funcionamiento **(t 4 / t 5)**, la válvula magnética del canal de lavado correspondiente se cierra de nuevo.

Los parámetros de ajuste de tiempos anteriormente descritos se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 22. Parámetros de tiempo

Parámetro	Margen de ajuste	Establecimiento de normas
Tiempo de seguimiento t 1	0 - 999,9 segundos	60,0 segundos
Temporizador de pantalla t 2	0 - 540 minutos	60 minutos
Tiempo de inversión de la pantalla después de una sobrecarga t 3	0 - 999,9 segundos	10,0 segundos
Tiempo de funcionamiento de la válvula solenoide del canal de lavado 1 t 4	0 - 999,9 segundos	En la puesta en marcha
Tiempo de funcionamiento de la válvula solenoide del canal de lavado 2 t 5	0 - 999,9 segundos	En la puesta en marcha

- Modo Local (En panel entregado con los equipos):
  - Funciones: - Marcha/Parada
    - Selector Local/Parada/Remoto
  - Indicaciones: - Rastrillo en Marcha/Parada
  - Alarmas: - Falla de síntesis

- Modo Remoto:
  - Funciones: - Automático/Manual
    - Ajuste de los ciclos
    - Ajuste de los umbrales
  - Indicaciones: - Rejilla en Marcha/Parada
    - Tiempo total de marcha
    - Tiempo diario de marcha
    - Rejilla remoto
  - Alarmas: - Falla en el panel de alimentación
    - Falla síntesis rejilla
    -Falla torque

Para más información de la lógica de funcionamiento de todos los equipos que componen el Sistema de cribado de gruesos, se debe consultar el documento "Control Philosophy. Coarse Screen." del suministrador del sistema HUBER [8].

4.2.3 Prensa de lavados

En la unidad del operador del panel de control eléctrico se puede seleccionar qué prensa de lavado participa activamente en la operación y cuál está desactivada/en espera.

Paralelamente a la activación de la primera criba, se abre la válvula de entrada de la tolva de la prensa de lavado que se va a alimentar (en función de las horas de funcionamiento actuales).

Si una prensa de lavado tiene una falla, la válvula de entrada de la tolva de estas prensas de lavado se cierra, se muestra un mensaje de falla y la prensa de lavado no disponible ya no participa en el cambio automático de las horas de operación Si una prensa de lavado activa tiene una falla, la válvula de entrada de la tolva de estas prensas de lavado se cierra paralela a la válvula de entrada de la prensa de lavado con las horas de operación más cortas abiertas

En general hay dos versiones de cómo funciona el control de las Prensas de Lavado que depende del número de rejas activas, diferenciando según los dos siguientes casos:

<= 5 Rejas:

Tan pronto como se activa una reja, la válvula de entrada de la tolva del WAP con las horas de funcionamiento más cortas se abre.

Si se recibe una señal de arranque con menos o igual a cinco rejas, se inicia un tiempo de marcha libre ajustable WAP (t 6) y el WAP funciona, como se describe en la secuencia funcional de operación.

Después de la expiración del tiempo de funcionamiento del canal de lavado 1 / 2 (t 4 / t 5), el tiempo de funcionamiento WAP (t 6) se detiene y se almacena. La planta espera a ser alimentada de nuevo. Cuando la alimentación de la planta comienza de nuevo (señal de inicio de una Reja), el conteo comienza de nuevo desde el punto de tiempo almacenado.

Una vez transcurrido el tiempo de funcionamiento WAP (t 6), la válvula de entrada de la tolva se cierra y el WAP se encuentra en modo de espera. Paralelamente, la válvula de entrada de la tolva del WAP con las horas de funcionamiento más cortas abiertas, el tiempo de funcionamiento del WAP (t 6) comienza desde el principio y el WAP funciona, como se describe abajo.

> 5 Rejas

Si se recibe una señal de arranque con más de cinco Rejas durante más de un tiempo ajustable **(t 8)**, las dos válvulas de entrada de la tolva de los dos WAP con menos horas de funcionamiento se abren, un tiempo de funcionamiento libre ajustable WAP **(t 6)** se inicia y los WAP funcionan, como se describe en la secuencia funcional de operación.

Después de la expiración del tiempo de funcionamiento del canal de lavado 1 / 2 **(t 4 / t 5)**, el tiempo de funcionamiento WAP **(t 6)** se detiene y se almacena. La planta espera a ser alimentada de nuevo. Cuando la alimentación de la planta comienza de nuevo (señal de inicio de una Reja), el conteo comienza de nuevo desde el punto de tiempo almacenado.

Una vez transcurrido el tiempo de funcionamiento WAP **(t 6)**, la válvula de entrada de la tolva del WAP con mayor cantidad de horas de funcionamiento se cierra y el WAP pasa a modo de espera. Paralelamente, la válvula de entrada de la tolva del WAP con menos horas de funcionamiento se abre, el tiempo de funcionamiento del WAP **(t 6)** comienza desde el principio y el WAP funciona, como se describe abajo.

Si sólo se activa una prensa de lavado en el panel de control o si se encuentran no disponibles dos prensas de lavado, aparece un mensaje de advertencia. Si no hay ninguna prensa de lavado activada o todas las prensas de lavado están no disponibles, todas las válvulas de entrada de la tolva se abren, aparece un mensaje de advertencia y todas las rejas siguen funcionando.

4.3 Bombeo de agua cruda

4.3.1 Descripción de la instalación

Se han diseñado dos grupos de bombeo, cada uno equipado con 5 (4+1) bombas centrífugas verticales en cámara seca con accionamiento mediante moto-reductor eléctrico y transmisión por eje cardan. Cada bomba tiene una capacidad de 1,75 m^3/s a 12,80 m.c.a. La aspiración de las unidades de bombeo se realiza mediante toma prefabricada tipo FSI para succión de diámetro 30" (s/HI) aislada mediante compuerta mural de accionamiento motorizado y equipada con mando manual de emergencia. La interconexión entre pozos de bombeo se efectúa por hueco aislado por compuerta mural de accionamiento motorizado

La descarga de estas nuevas unidades de bombeo se efectúa mediante conducciones individuales. Estas conducciones están sifonadas en su tramo de descarga para minimizar la altura manométrica de las bombas en operación normal, y cuentan en su punto más alto con una conexión a válvulas motorizada de descebado para parada de bomba y expulsión de aire en arranque. Cada impulsión individual cuenta además con un medidor electromagnético para control de caudal de entrada en la planta individual y conjunto, calculado a través del sistema de control. Los dos fosos de bombas cuentan con bombas de drenaje, cada uno cuenta con 2 (1+1) uds de capacidad unitaria 180 m^3/h a 18,50 m.c.a.

4.3.2 Funcionamiento del sistema

En la estación de bombeo de agua cruda se dispone de diez bombas centrifugas verticales de elevación (053P001A-J) operando en configuración de dos grupos independientes de 4+1 y rotando cada 24 horas. La partida o detención de estas depende del nivel en los pozos de bombeo que se encuentra a la salida del sistema de rejas de gruesos y que son monitorizados por los instrumentos de medida de nivel por ultrasonidos 052LIT001A Y 052LIT001B.

Estos sensores de nivel enviaran una señal proporcional 4-20 mA de altura de agua al PLC. Dicha medida se utilizará para activar/detener las bombas y establecer un "lazo de control principal" consistente en variar la frecuencia de la(s) bomba(s) en operación para mantener un nivel de aguas deseado en cada pozo. Así pues, el nivel de cada pozo determinará el número de bombas en servicio y el caudal de impulsión de estas.

Cada bomba tendrá como permisivo de funcionamiento la condición de señal de apertura de la compuerta motorizada de entrada a su canal de succión FSI (052MG005A-J) activa y que la compuerta no presente fallos.

Por otra parte, al programar el arranque de cada bomba se debe tener en consideración que el diseño hidráulico incluye un sifón en la descarga al canal de afluente que optimiza el funcionamiento de bombeo. El funcionamiento del bombeo distingue las siguientes fases:

- Cebado del sifón: Para cebar el sifón, la bomba debe ser capaz de generar una carga superior al tope de la garganta del sifón. Para ello se requiere expulsar el aire almacenado en la parte superior del sifón.
- Condiciones de sifón: Una vez cebada la tubería y cerrada la salida de aire, el sistema se regirá bajo las condiciones de funcionamiento del sifón y la cota de entrega en el canal de afluente 2549.43msn

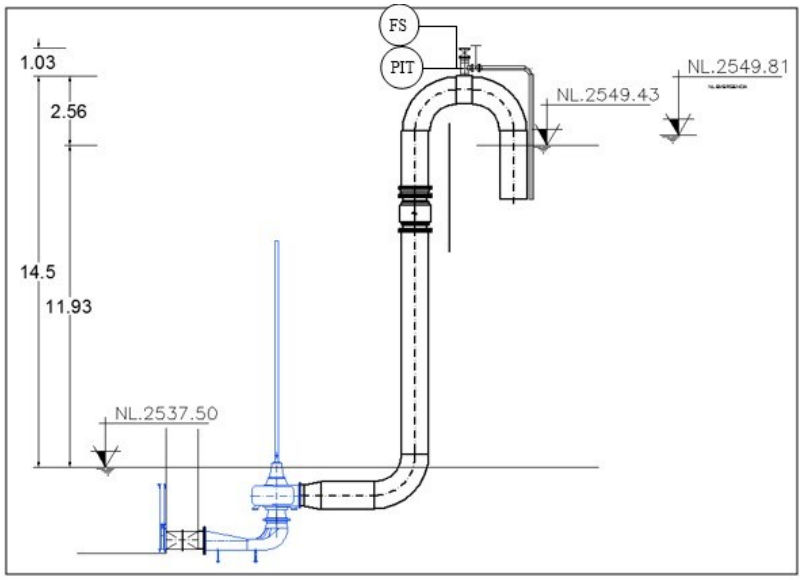


Figura 41. Sistema integrado de bombeo de afluente.

La velocidad de llenado de la tubería de descarga de la bomba durante el arranque de la bomba es de aproximadamente 1.0 m/s lo que implicaría un tiempo de llenado de la tubería de descarga inferior a 20 segundos. Dicho tiempo deberá ser medido y corroborado en las labores de puesta en marcha y ajustado en la programación, por lo que deber ser pues configurable.

Ya que la ventosa automática incluida en la descarga de las bombas de afluentes impide el correcto funcionamiento de la descarga sifonada del sistema, implicará que no se alcance el ahorro energético deseado mediante con la disminución de la altura de bomba. Para conseguir el deseado funcionamiento sifonado será necesario que la expulsión de aire de la parte superior de la tubería sea manual controlada por un operario o mediante una salida de venteo controlada mediante el sistema de control. Una vez expulsado el aire de dicha zona, la salida debe mantenerse cerrada durante la operación de la bomba.

Para el control del llenado del sifón se dispone de un transmisor de presión en la conexión de forma que se cierra la válvula ante una presión de consigna, Además, se dispone de un flow switch. Durante la fase de operación en el sifón se obtendrá una presión negativa, por lo que el transmisor de presión no deberá dar orden de apertura a la válvula.

Por tanto, la consigna para llenado es que el PIT dispare a presión positiva y se detecte flujo con el flow switch.

Para la parada de las bombas, se considera que durante la operación normal de la descarga de estas la tubería sifonada se encontrará descargando agua desde el punto inferior del sistema desde donde aspiran las bombas hasta el canal superior de afluente localizado a una cota superior.

Para evitar que tras la parada de una de la bomba de forma programada o accidental se produzca un cambio de sentido del flujo desde el canal superior al tanque de aspiración de las bombas y el sifón cebado pueda funcionar devolviendo agua desde el punto superior al tanque original, se incluye en el diseño del bombeo una conexión de descebado o rompedor de vacío en la parte superior del sifón.

Así, tras la parada de una de las bombas, se deberá proceder a la apertura de su correspondiente conexión de rotura de vacío para impedir el retorno del agua del canal al tanque y, además, la entrada de aire a posteriori conforme se realiza el descebado de la línea.

Una vez descritas estas consideraciones para el arranque y paro de cada bomba, la lógica de control del "lazo de control principal" mediante la señal de nivel en los pozos es la siguiente:

Se distinguen en primer lugar los siguientes niveles de agua en los pozos:

- Nmín: Nivel mínimo de aguas en el pozo de bombeo para efectos de control mediante el lazo de control principal, medido por los sensores de nivel por ultrasonidos y configurable tanto en SCADA como en la pantalla HMI del armario de control.
- Nmed: Nivel deseado o nivel medio. Es el nivel de aguas objetivo para el "lazo de control principal" que permite modular la frecuencia de funcionamiento de las bombas, medido por los sensores de nivel por ultrasonidos y configurable tanto en SCADA como en la pantalla HMI del armario de control.
- Nmáx: Es el nivel máximo de aguas deseable en el pozo de bombeo, para efectos de control mediante el lazo de control principal, medido por los sensores de nivel por ultrasonidos y configurable tanto en SCADA como en la pantalla HMI del armario de control

De igual manera se contemplarán las siguientes frecuencias de operación:

- Fmín: Frecuencia mínima de operación de cada bomba, configurable tanto en SCADA como en la pantalla HMI del armario de control (se puede configurar valores de frecuencias distintas para cada bomba, aunque se deberá privilegiar el uso de un mismo valor para todas las bombas).

- Fmáx: Frecuencia máxima de operación de cada bomba, configurable tanto en SCADA como en la pantalla HMI del armario de control 2 (se puede configurar valores frecuencias distintas para cada bomba, aunque se deberá privilegiar el uso de un mismo valor para todas las bombas).

Las frecuencias Fmín y Fmáx tienen prioridad sobre cualquier lazo de control. Por lo tanto, en caso de que algún lazo de control esté variando la frecuencia de la bomba y se llegue al Fmín o Fmáx, no se seguirá variando su frecuencia.

La frecuencia mínima será fijada en 35 Hz y la frecuencia máxima será fijada en 60 Hz, debiéndose precaver que las bombas a suministrar cumplan estos requerimientos.

Además, se distinguen las siguientes condiciones de borde para los caudales involucrados en el funcionamiento del bombeo de agua cruda para cada grupo de bombas (Grupo 1-53P001A-E, Grupo 2053P001F-J):

- Caudal afluente *Qaf*
- Caudal mínimo de bombeo para 1 bomba en operación *Qmín1*
- Caudal máximo de bombeo para 1 bomba en operación *Qmáx1*
- Caudal mínimo de bombeo para 2 bombas en operación *Qmín2*
- Caudal máximo de bombeo para 2 bombas en operación *Qmáx2*
- Caudal mínimo de bombeo para 3 bombas en operación *Qmín3*
- Caudal máximo de bombeo para 3 bombas en operación *Qmáx3*
- Caudal mínimo de bombeo para 4 bombas en operación *Qmín4*
- Caudal máximo de bombeo para 4 bombas en operación *Qmáx4*

Los caudales Qaf, *Qmín1/2/3/4*, *Qmáx1/2/3/4* no se cuantifican, sólo se utilizan para explicar los siguientes escenarios de caudal:

- *1. Qmín1* ≤ *Qaf* ≤ *Qmáx1* (1 bomba en operación): Control realizado por "lazo de control principal". Se aumenta la frecuencia si el nivel de agua está sobre *Nmed* y se disminuye si está bajo *Nmed.*
- 2. *Qaf* < *Qmín1* (1 bomba en operación): En este caso, el lazo de control principal no logrará mantener el nivel deseado *Nmed* (se tendrá un nivel menor), aun cuando la frecuencia de la bomba en operación se disminuya a la mínima *Fmín*, por lo que, de mantenerse la situación durante una consigna de tiempo, se alcanzará el nivel mínimo *Nmín*, deteniéndose la bomba en operación de forma gradual y cerrando la compuerta 052MG005 correspondiente. Una vez detenida la bomba, no se ejercerá control alguno hasta que el nivel de aguas llegue a *Nmed*, en que se activa una bomba (la que lleve más tiempo detenida) a frecuencia mínima y se retoma el "lazo de control principal".

- *3. Qaf* > *Qmáx1* (1 bomba en operación): En este caso, el lazo de control principal no logrará mantener el nivel deseado *Nmed* (se tendrá un nivel mayor), aun cuando la frecuencia de la bomba en operación se aumente a la máxima *Fmáx*. Si se alcanza la frecuencia máxima *Fmáx* y se llega al nivel máximo *Nmáx*, partirá una segunda bomba (se deben cumplir ambas condiciones) siguiendo la secuencia de arranque programada abriendo la compuerta motorizada 052MG005 correspondiente hasta alcanzar la señal de abierta y cebando el sifón en la impulsión. Una vez completado el arranque, esta bomba parte a frecuencia mínima para llegar rápidamente a la misma frecuencia que la bomba en operación.

De esta situación, se deriva el escenario para el que se arrancaría la bomba 3 siguiendo la misma secuencia que con la bomba 2 con los caudales *Qmin2* y *Qmax2.* Finalmente nos encontraríamos con el escenario de 4 bombas funcionando (tras *Qmin3* y *Qmax3)* que se describe a continuación:

- *4. Qmín4 ≤ Qaf ≤ Qmáx4* (cuatro bombas en operación): En esta situación, opera el lazo de control: se aumenta la frecuencia si el nivel de agua está sobre *Nmed* y se disminuye si está bajo *Nmed*. El aumento o disminución de frecuencia se realiza en la misma magnitud para todas las bombas, excepto en el caso que se alcance la *Fmáx* (o *Fmín*) de una bomba, sin que sea haya alcanzado la correspondiente *Fmáx* (o *Fmín*) de la otra bomba (lo que requiere que estas frecuencias (*Fmáx* o *Fmín* de cada bomba) sean distintas para cada bomba, en cuyo caso no se continúa variando la frecuencia de la bomba para la que se alcanza primero la *Fmáx* (o *Fmín)*.
- *5. Qaf < Qmín4* (cuatro bombas en operación): En este caso, el lazo de control no logrará mantener el nivel deseado *Nmed* (se tendrá un nivel menor), aun cuando la frecuencia de las bombas en operación se disminuya a la mínima *Fmín de cada bomba*, por lo que, de mantenerse la situación, se alcanzará el nivel mínimo *Nmín*, en que se comienza a detener las bombas ordenadamente comenzando por la que tenga más horas de operación. Una vez detenidas las bombas, no se ejercerá control alguno hasta que el nivel de aguas llegue a *Nmed*, en que parte una bomba (la que lleve más tiempo detenida) a frecuencia máxima y se retoma el "lazo de control principal".
- *6. Qaf > Qmáx4* (1 bomba en operación): En este caso, el lazo de control principal no logrará mantener el nivel deseado *Nmed* (se tendrá un nivel mayor), aun cuando la frecuencia de la bomba en operación se aumente a la máxima *Fmáx*. Si se alcanza la frecuencia máxima *Fmáx* y se llega al nivel máximo *Nmáx*, se genera una señal de alarma en el PLC y en el SCADA de "caudal de entrada máximo".

La secuencia de arranque de una bomba sería como se muestra a continuación:



Figura 42. Diagrama de flujo arranque de bomba de agua cruda.

Existe la posibilidad de reemplazar la modulación del bombeo mediante nivel en continuo por un control por niveles, con las bombas funcionando a *Fmáx*, según se describe a continuación:

Se dispone de 3 relés de salida programables en los niveles por ultrasonidos 052LIT001A/B de los pozos de bombeo ajustados para obtener las señales 052LSH001, 052LSL001 y 052LSLL001 que permiten comandar la partidas y parada de las bombas de acuerdo con distintos niveles del pozo. La siguiente estrategia de control basada en dichos niveles sería la siguiente:

- En el nivel bajo (052LSL001A/B) mediante lógica cableada se detiene la(s) bomba(s) en operación. Este nivel se fija levemente más bajo que el nivel Nmín del "lazo de control principal".
- Con el nivel alto (052LSH001A/B) se activa una bomba (la que lleve más tiempo detenida controlada por el PLC). Este nivel se fija levemente más alto que el nivel Nmax del "lazo de control principal". La bomba una vez en marcha siguiendo la secuencia de arranque descrita anteriormente para el cebado del sifón, va incrementado su frecuencia de funcionamiento gradualmente hasta alcanzar su frecuencia de funcionamiento máxima *Fmax* en un tiempo consignable.
- Eventualmente, el nivel de agua en el pozo podría disminuir hasta el nivel de disparo de 052LSL001A/B, por lo que la frecuencia de funcionamiento de la bomba se iría disminuyendo gradualmente hasta alcanzar *Fmin* en un tiempo consignable, deteniéndose la(s) bomba(s) en operación.
- En caso de que el nivel no disminuya de acuerdo a los puntos anteriores, pasado un tiempo consignable se daría orden de partida a una segunda bomba (la que tenga menos horas de operación), siguiendo la secuencia de arranque para cebado del sifón correspondiente e incrementando gradualmente su frecuencia hasta alcanzar *Fmax* en el tiempo consignable descrito con anterioridad. Esta operación se iría repitiendo sucesivamente arrancando la tercera y cuarta bomba disponibles en orden de menos horas de funcionamiento si el nivel permanece por encima del umbral marcado por 052LSH001A/B.

- Si el nivel disminuye por debajo del umbral 052LSL001A/B de nuevo, ser irán parando sucesivamente las bombas como se ha descrito, comenzando por la que tenga menos horas de funcionamiento.

El nivel bajo-bajo (052LSLL001A/B), corresponde a un nivel de seguridad de disparo del sistema de bombeo. Al activarse, se desactivan todas las bombas en operación gradualmente en un tiempo consignable y se ingresa señal digital de alarma en el PLC, la cual indicará

señal luminosa en tablero y una alarma en el panel HMI. Este condicionante debe aplicarse en cualquier modo de operación del bombeo, sea en local o en remoto.

Los niveles a fijar son:

a) Lazo principal sensor de nivel:

Tabla 23. Designacion de parametros de sensores ultrasonicos.

Designación	Nivel Sensor Ultrasonidos
Nmáx	**TBD**
Nmed	**TBD**
Nmín	**TBD**

b) Lazo de respaldo interruptores del sensor de nivel:

Tabla 24. Designacion de los nibeles de disparo de los relé.

Designación	Nivel disparo del relé
Nivel alto (TAG LSH-10003)	**TBD**
Nivel bajo (TAG LSL-10002)	**TBD**
Nivel bajo-bajo (TAG LSLL-10001)	**TBD**

Para cada bomba se dispone de un selector MANUAL-OFF-AUTO. En modo OFF todas las bombas están detenidas.

En modo MANUAL, las bombas se activan mediante botonera individual PARTIR-PARAR, en la medida que el nivel de agua esté por sobre el nivel del interruptor LSL-10002.

Frente a una falla de la bomba en operación, se activa la bomba de reserva, así como una alarma en el panel HMI.

Se llevará el control de las horas de operación de cada bomba en el PLC, el cual será visualizable en la pantalla HMI del cuadro de control del PLC. Para cautelar los tiempos de operación de cada bomba, de manera de evitar el desgaste/detención prolongado de alguna, se programará en un tiempo máximo de funcionamiento continuo de cada bomba “TMB”, inicialmente fijado en 24 horas. De esta manera, si una bomba opera continuamente hasta llegar a “TMB”, el PLC la detendrá, con lo que el Lazo Principal dará la partida a otra bomba (la que lleve menos tiempo de operación).

4.4 Cribado de finos

4.4.1 Descripción de la instalación

Tras bombeo del afluente se diseña un desbaste de sólidos finos o tamizado, con paso de sólidos 6 mm. La anchura de los canales, tanto en la sección de entrada como en la de salida, es de 1,40

La anchura del canal en la sección de instalación de los tamices es de 1,80 m. Los canales tienen una altura de 3,10 m, con cota de solera + 2.546.90 y coronación a la cota +2.550,00.

Los tamices son del tipo paneles de malla perforada, y cuentan con sistema automático de limpieza automática. Están colocados en paralelo en grupos de cinco (5) unidades, al tresbolillo un grupo respecto al otro. Tanto los canales como los tamices se dimensionan para tratar el caudal máximo de 14 m³/s con dos unidades fuera de servicio.

Las secciones de entrada y salida se equipan con compuertas en canal de accionamiento motorizado con mando manual de emergencia. El sistema de aislamiento se complementa con 20 bastidores y 2 conjuntos de ataguías (stop-logs) en secciones de entrada y salida, se completa la instalación con polipastos manuales para el manejo de las ataguías (stop-logs).

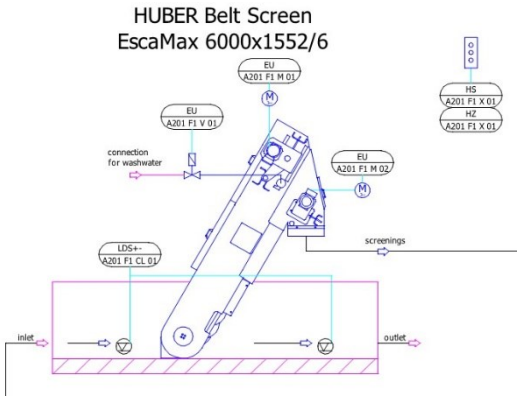


Figura 43. Sistema de rejas Finos HUBER

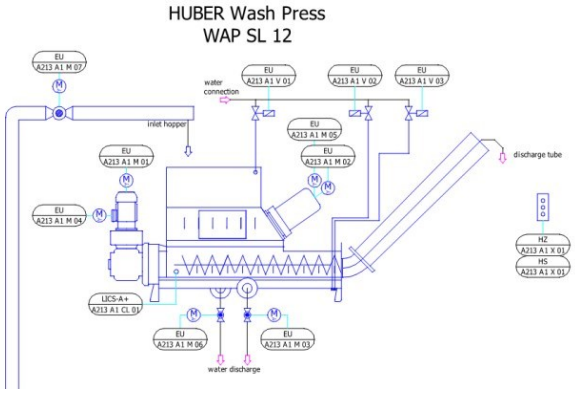


Figura 44. Sistema de prensa de lavados HUBER

4.4.2 Lógica y control

La función del sistema de rejas finas es remover el material fino de más de 20 mm. Para ello cada rejilla está equipada con un panel de control y puede funcionar de manera totalmente automática con un ciclo regular ajustable por medio de un reloj incluido en el panel. En automático, la limpieza es dirigida de acuerdo a un cuadro cíclico que depende del caudal que entre en la planta (053FY001). En el caso de falla en la medida del caudal, el funcionamiento se efectúa sobre el último ciclo de ajuste.

La reja se inicia cuando se alcanza el nivel de control de nivel de reja (051LIT002A-J) o se de cualquier otra señal de inicio. El motor de accionamiento de la reja debe funcionar mientras la señal de control del nivel de reja responda más un tiempo ajustable (t 1), transportando así los sólidos fuera del canal. El nivel del agua delante de la reja debe volver a bajar entonces. El tiempo de seguimiento de la reja (t 1) debe ajustarse individualmente a cada instalación. Se debe elegir preferentemente un tiempo de funcionamiento que asegure que las superficies de cribado contaminadas emerjan completamente del agua contaminada.

Las superficies de cribado se limpian continuamente con la barra de pulverización y el cepillo giratorio. La válvula solenoide de la boquilla de pulverización necesaria para este fin y el motor de accionamiento del cepillo se controlan siempre en paralelo al motor de accionamiento de la reja directamente desde el cuadro de control de HUBER.

Si el flujo de entrada es bajo, los residuos pueden acumularse delante de la reja si el inicio de la reja no se efectúa a través del control de nivel de pantalla. Para evitar la acumulación de residuos de cribado, se puede programar un tiempo (t 2) después del cual el motor de accionamiento de la criba se encienda necesariamente después de un tiempo de parada seleccionable. El motor de accionamiento de la reja funcionará entonces de acuerdo con el tiempo de funcionamiento ajustado (t 1).

Además de la protección estándar del motor de accionamiento de la reja el sistema incluye un monitor de potencia para asegurar la parada inmediata del motor en caso de marcha brusca (debido a una piedra atascada, por ejemplo) y evitar así daños mecánicos en la reja. Cuando la protección contra sobrecarga responde, el motor de accionamiento de la reja se detiene inmediatamente. El Re-arranque del motor sólo es posible después de eliminar la causa de la marcha brusca y el subsiguiente restablecimiento de la avería en el panel de control.

Cada vez que una de las cinco primeras rejas (051DGL002A-E) arranca, se abre la válvula solenoide para el canal de lavado (051EV1002). Cada vez que una de las siguientes cinco rejas (051DGL002F-J) arranca, se abre la válvula solenoide para el canal de lavado (051EV2002).

Si se detiene la última reja del canal de lavado asignado, se activa la válvula solenoide durante un tiempo de funcionamiento canal 1 (t 6) o la válvula solenoide del canal 2 (t 7). Una vez transcurrido este tiempo de funcionamiento (t 6 / t 7), la válvula magnética del canal de lavado correspondiente se cierra de nuevo.

Para eliminar el material depositado en la zona del accionamiento del cepillo, se pone en marcha el motor de accionamiento para un ciclo de limpieza según los ciclos de tiempo programables (3). Los ciclos de limpieza sólo se llevan a cabo durante los tiempos de parada de la criba. Si se alcanza el tiempo de un ciclo de limpieza y la malla está funcionando, la limpieza comenzará después de que la malla se detenga.

Al iniciarse el ciclo de limpieza, el motor de accionamiento del cepillo empieza a girar en sentido contrario al funcionamiento normal durante un tiempo seleccionable y programable (t 4). La electroválvula de la barra de pulverización se controla paralelamente al motor de accionamiento del cepillo. A continuación, la dirección del motor de accionamiento del cepillo se cambia a dirección normal de uso durante un tiempo seleccionable y programable (t 5).

Durante el ciclo de limpieza, el motor de accionamiento de la criba no debe estar en funcionamiento.

Si se alcanza el nivel de control de nivel en reja (051LIT002A-J) durante un ciclo de limpieza, la reja no comenzará su secuencia de funcionamiento hasta que el ciclo de limpieza haya finalizado. Si la compuerta de entrada correspondiente está cerrada el autómata realiza un ciclo de limpieza cada hora, debido a que no puede ajustar su ciclo de acuerdo con el caudal. Este sería el ciclo por ajuste de tiempo máximo.

Los parámetros de tiempo ajustables ajustables quedan recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 25. Parametros de tiempo para rejas de Finos.

Parámetro	Margen de ajuste	Establecimiento de normas
Pantalla de tiempo de ejecución t 1	0-999 segundos	10 segundos
Pantalla del temporizador t 2	540 minutos	60 minutos
Ciclo de limpieza t 3	0-540,0 horas	12,0 hora
Tiempo de funcionamiento del motor de accionamiento del cepillo Limpieza del ciclo Dirección del contador t 4	0-99,9 segundos	5,0 segundos
Tiempo de funcionamiento del motor de accionamiento del cepillo ciclo de limpieza en la misma dirección t 5	0-99,9 segundos	5,0 segundos
Tiempo de funcionamiento de la válvula solenoide del canal 1 (051DGL002A-E) t 6	0 - 999,9 segundos	En la puesta en marcha
Tiempo de funcionamiento de la válvula solenoide del canal de lavado 2 051DGL002F-J) t 7	0 - 999,9 segundos	En la puesta en marcha

Las funciones e indicaciones mínimas por tanto serán las siguientes:

- Modo Local (En panel entregado con los equipos)
  - Funciones: - Marcha/Parada/Reversa
    - Selector Local/Parada/Remoto
  - Indicaciones: - Rastrillo en Marcha/Parada
  - Alarmas: - Falla de síntesis
- Modo Remoto:
  - Funciones: - Solicitud del ciclo de limpieza
    - Ajuste de los ciclos
    - Ajuste de los umbrales
    - Automático/Manual
  - Indicaciones: - Rejilla en Marcha/Parada
    - Tiempo total de marcha
    - Tiempo diario de marcha
    - Rejilla remoto
  - Alarmas: - Falla en el panel de alimentación
    - Falla síntesis rejilla
    -Falla torque

4.4.3 Prensa de lavados

En la unidad del operador del panel de control eléctrico se puede seleccionar qué prensa de lavado participa activamente en la operación y cuál está desactivada/en espera.

Paralelamente a la activación de la primera criba, se abre la válvula de entrada de la tolva de la prensa de lavado que se va a alimentar (en función de las horas de funcionamiento actuales).

Si una prensa de lavado tiene una falla, la válvula de entrada de la tolva de estas prensas de lavado se cierra, se muestra un mensaje de falla y la prensa de lavado no disponible ya no participa en el cambio automático de las horas de operación.

En general hay dos versiones de cómo funciona el control de las Prensas de Lavado que depende de cuántas rejas están activas, diferenciando entre los siguientes casos:

<u>< = 5 Rejas</u>

Tan pronto como se activa una reja, la válvula de entrada de la tolva del WAP con menos horas de funcionamiento se abre.

Si se recibe una señal de arranque con menos o igual a cinco rejas, se inicia un tiempo de marcha libre ajustable WAP (t 6) y el WAP funciona, como se describe en la secuencia funcional de operación.

Después de la expiración del tiempo de funcionamiento del canal de lavado 1 / 2 (t 4 / t 5), el tiempo de funcionamiento WAP (t 6) se detiene y se almacena. La planta espera a ser alimentada de nuevo. Cuando la alimentación de la planta comienza de nuevo (señal de inicio de una Reja), el conteo comienza de nuevo desde el punto de tiempo almacenado.

Una vez transcurrido el tiempo de funcionamiento WAP (t 6), la válvula de entrada de la tolva se cierra y el WAP pasa a modo de espera. Paralelamente, la válvula de entrada de la tolva del WAP con menos horas de funcionamiento se abre, el tiempo de funcionamiento del WAP (t 6) comienza desde el principio y el WAP funciona, como se ha descrito.

<u>> 5 Rejas</u>

Si se recibe una señal de arranque con más de cinco Rejas durante más de un tiempo ajustable **(t 8)**, las dos válvulas de entrada de la tolva de los dos WAP con menos horas de funcionamiento se abren un tiempo de funcionamiento libre ajustable WAP **(t 6)** y los WAP funcionan, como se describe en la secuencia funcional de operación.

Después de la expiración del tiempo de funcionamiento del canal de lavado 1 / 2 **(t 4 / t 5)**, el tiempo de funcionamiento WAP **(t 6)** se detiene y se almacena. La planta espera a ser alimentada de nuevo. Cuando la alimentación de la planta comienza de nuevo (señal de inicio de una Reja), el conteo comienza de nuevo desde el punto de tiempo almacenado.

Una vez transcurrido el tiempo de funcionamiento WAP **(t 6)**, la válvula de entrada de la tolva del WAP con la mayor cantidad de horas de funcionamiento se cierra y el WAP pasa a modo de espera. Paralelamente, la válvula de entrada de la tolva del WAP con menos horas de funcionamientos abre, el tiempo de funcionamiento del WAP **(t 6)** comienza desde el principio y el WAP funciona, como se describe abajo.

Si sólo se activa una prensa de lavado en el panel de control o si se encuentran fuera de servicio dos prensas de lavado, aparece un mensaje de advertencia.

Si no hay ninguna prensa de lavado activada o todas las prensas de lavado están fuera de servicio, todas las válvulas de entrada de la tolva se abren, aparece un mensaje de advertencia y todas las rejas siguen funcionando.

4.5 Desarenado y desengrasado

4.5.1 Descripción de la instalación

El Sistema de desarenado y desgrasado cuenta con 5 puentes barredores longitudinales cada uno con motor de accionamiento de 0,25kW, equipados con 6 sopladores de inyección de burbujas gruesas de aire de 3000 m^3/h cada uno con su correspondiente cabina de insonorización refrigerada por un ventilador interior 0,37 kW. La arena concentrada en el fondo de cada desarenador se evacua por emulsión mediante dos bombas centrifugas instaladas en cada puente barredor. A su vez se dispone de un dispositivo de retiro automático de grasas y residuos flotantes.

Existen equipos Clasificadores de Arenas que operan en coordinación con el sistema de evacuación de arenas de los desarenadores. Los equipos Concentradores de Grasas operan en función de la alimentación de emulsiones de aceite y flotantes provenientes del sistema de pretratamiento y de la cámara de flotantes de los sedimentadores primarios y secundarios.

La salida del sistema de desarenado es a través de 2 compuertas instaladas en el canal de salida, con dirección hacia la arqueta de regulación de caudal (85). La instalación es por medio de 2 Box Culvert de 3x3m.

4.5.2 Lógica y control

Después de las rejas de Finos existe un canal de reparto hacia la zona de los Desarenadores Aireados. En esta zona se cuentan con 5 Puentes Barredores y lógica de funcionamiento de (5+0). Estos equipos de barredores funcionan coordinados con los Clasificadores de Arenas, cuya cantidad es 5 unidades con lógica de funcionamiento interna en Tablero de Huber, y funcionando en conjunto con los concentradores de grasas, existiendo la cantidad de 2 Unidades, con lógica de funcionamiento de (2+0). Cada Puente Desarenador cuenta con 2 equipos bomba para la extracción de arenas, 1 motor de Translación y otro Motor para las Rasquetas, con el objetivo del barrido de solidos hacia el canal del vertedero.

El ingreso y salida de Agua bruta en el Área de los Desarenadores será a través de 5 líneas de tratamiento con sus respectivos canales, los cuales cuentan con sus compuertas de entrada y salida:

Tabla 26. Compuertas de entrada y salida de desarenadores.

Canales	Compuertas de Entrada	Compuertas de Salida
Canales a Puente Desarenador N º 1	054MG009A/9B	054MG0010A/10B
Canales a Puente Desarenador N º 2	054MG009C/9D	054MG0010C/10D
Canales a Puente Desarenador N º 3	054MG009E/9F	054MG0010E/10F
Canales a Puente Desarenador N º 4	054MG009G/9H	054MG0010G/10H
Canales a Puente Desarenador N º 5	054MG009I/9J	054MG0010I/10J

Los equipos del Área de Desarenadores deben operar siempre y cuando el caudal de los flujómetros 53FIT001A hasta el 053FIT001J muestren caudal superior a cero o el caudal de los flujómetros 068FIT001A hasta 068FIT001J muestren caudal superior a cero.

Primero funcionan los equipos Concentradores de Grasas, y las Rejas de Finos anteriores a esta área. Teniendo en cuenta que las compuertas de entrada a sus respectivos canales estén abiertas, transcurrido un retardo de tiempo parten los equipos Puentes Barredores 054DSB001-- hasta el 1/E (Tr54DSB001 configurable desde SC). Estos se mantienen en funcionamiento de manera cíclica siendo Tf54DSB001(--) el tiempo de funcionamiento y Td54DSB001(--) el tiempo que se mantienen detenidos. Los tiempos serán configurables a criterio del operador de la planta a través del SCADA del centro de control y HMI del cuadro de control del PLC en la sala eléctrica del edificio de pretratamiento.

Los equipos de aire de los desarenadores (079C001(--)) serán controlados por medio de Variador de Frecuencia (VDF), pudiendo a criterio del operador variar su frecuencia entre el rango 35 y 60 Hz. La Ventilación de Extracción (079XV010(--)) funcionará a la misma vez que los equipos de aire desarenadores deteniéndose con un tiempo de retardo (Tr079XV010(--)) configurable tras la parada de los Sopladores desarenadores. A su vez los sopladores desarenadores se detienen con un retardo de tiempo de los Puentes Barredores Tr079C001(--).

Los equipos Sopladores del Desarenado operan (5+1) y rotan cada 24 horas. Cuentan con una cabina insonorizada, donde llevan incorporado un ventilador para la extracción del calor interno. Este ventilador funcionara junto a su equipo respectivo, es decir, debiendo arrancar tanto el Motor Soplador como el Motor Ventilador extractor a la vez. Cuando entre en régimen de parada el soplador ,el equipo ventilador interno seguirá funcionando un tr configurable (en torno a 10 a 15 minutos) para seguir extrayendo el calor del equipo hacia fuera de la cabina de insonorización.

Además, los Concentradores de Grasas (079DGR001(--)) deben funcionar cuando operen los equipos Bombeo de Flotantes Primarias (086P001A y 086P001B) y Secundarias (086P002A y 086P002B), situados en el edificio de Tratamiento de Flotantes Primarias y Secundarias (86).

La detención de los equipos Clasificadores de Arenas (079DCA101(--)) se realizará con un retardo de tiempo a la detención de los Puentes Desarenadores (Tr079DCA101(--)).

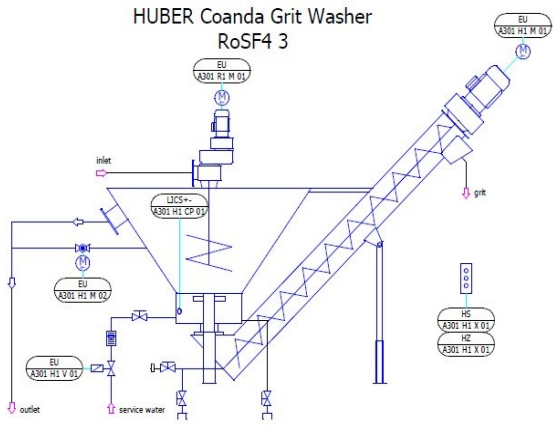


Figura 45. Clasificador de Arenas HUBER

La detención los Concentradores de Grasas (079DGR001(--)) se realizará con un retardo de tiempo a la detención de los Puentes Desarenadores (079DCA101(--)) y las Bombas de Flotantes Primarios (086P001(--)) y Secundarios (086P002(--)) (Tr079DGR001(--)).

CAPITULO V

5. PROTOCOLOS DE PRUEBAS DE EQUIPOS A INSTALAR

5.1 Bombeo de agua cruda

ptar Salitre	PROGRAMA PUNTOS DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS PARA MONTAJE Y PRUEBAS EN CAMPO (PPI)		Versión 1 20/02/2018 FT PD-005 PTAR
OBRA:	PTAR SALITRE	EQUIPO: BOMBAS CENTRÍFUGAS VERTICALES PARA BOMBEO DEL AFLUENTE	PPI 011MPC — Hoja 1 de 2
Cliente: CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR		Fabricante:	Edición del PPI: REV.: 01
Contrato: DISEÑO DETALLADO, CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN ASISTIDA DE LA OPTIMIZACIÓN Y EXPANSIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) EL SALITRE.		Clave: H: Punto de espera. O: Punto de aviso. R: Punto de revisión	Elaboró: G.A.S.V. Fecha: 18/06/2019
Especificación:	Nro de pedido / orden de compra:		

Nº	Inspecciones	Instrucciones	Norma / Procedimiento	FABRICANTE / INSTALADOR			CEPS			Observaciones y/o inspecciones realizadas por LA GERENCIA
				CL	Fecha	Firma	CL	Fecha	Firma	
1	Inspección visual al acopio en planta	Comprobar ausencia de daños durante el transporte	Según especificación técnica	O			O			
2	Inspección visual del grupo completo y comprobación placas de características		Según especificación técnica	O			O			
3	Comprobación de anclajes y nivelación	Revisar tipo de anclaje y dejar nivelada	Según planos e instrucciones del fabricante	O			O			
4	Comprobar montaje tuberías y ausencia de tensiones en bridas de tuberías y bomba	Se comprobará la ausencia de tensiones aflojando los tornillos de amarre de las bridas de aspiración en la bomba	Según planos	O			O			
5	Comprobar conexiones eléctricas y estanqueidad cajas de conexión		Según esquemas eléctricos	O			O			
6	Comprobar estanqueidad circuito hidráulico	Revisar circuito en funcionamiento. No deben quedar fugas en las conexiones roscadas, embridadas o de cualquier otro tipo del circuito hidráulico	Según planos	O			O			
7	Verificar puntos correspondientes de la Hoja de Inspección y Pruebas adjunta		Según hoja adjunta de inspecciones y pruebas	H			H			
8	Inspección visual de limpieza y pintura	Comprobar la limpieza y que se han corregido las posibles rozaduras superficiales producidas por su manipulación durante el montaje y pruebas	Según especificación técnica	O			O			
9	Pruebas de alineación y alineamiento		Procedimientos descritos en los estándares aplicables del Instituto de Hidráulica de Estados Unidos	H			H			
10	Pruebas de funcionamiento	Se verificará la capacidad de la bomba y del sistema para entregar los caudales (mínimo y máximo) a las velocidades de rotación previstas, con ausencia de cavitación para cualquiera de los puntos de operación		H			H			
11	Certificados de pruebas de vibración, alineamiento y funcionamiento. Comprobación y medida de los sensores de temperatura y vibraciones.			R			R			
12	Inspección visual de limpieza y pintura	Comprobar la limpieza y que se han corregido las posibles rozaduras superficiales producidas por su manipulación durante el montaje y pruebas	Según especificación técnica	O			O			
13	Informe del representante del fabricante de la instalación del equipo			R			R			
14	Informe del representante del fabricante de las pruebas de campo			R			R			
15	Informe del representante del fabricante de la operación e instrucción del personal			R			R			

Nota: Documentación del fabricante a emplear en la aplicación del PPI: Manual de montaje, Planos de montaje y Manual de pruebas preoperacionales y puesta en marcha

EQUIPO/COMPONENTE: BOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL PARA BOMBEO DEL AFLUENTE

SERVICIO:

Fabricante: **Nº fabricación:** **Tipo:**

Características: **TAG:**

ACCIONAMIENTO TIPO:

Fabricante: **Nº fabricación:** **Potencia:**

Tensión: **Intensidad:** **Velocidad:**

Conseno phi: **Protección:** **Aislamiento:**

OPERACIÓN	CORRECTO		ANOTACIONES
	SI	NO	
(1) Medida aislamiento motor (ANOTAR)			
(2) Estanqueidad caja conexiones			
(3) Comprobación niveles de aceite y engrases			
(4) Movimiento libre a mano			
(5) Sentido de giro y forma de arranque (ANOTAR)			
(6) Funcionamiento manual en condiciones nominales (ANOTAR CONSUMO)			
(7) Velocidad en condiciones nominales (ANOTAR)			
(8) Regulación Térmico (ANOTAR)			
(9) Estanqueidad circuito hidráulico			
(10) Arranque - Parada con niveles de máximo/mínimo			
(11) Funcionamiento automático			
(12) Estado cojinetes			
(13) Señalizaciones en panel/sinóptico/pantalla			

OBSERVACIONES:

ACEPTACIÓN Y PRUEBAS SEGÚN:

(1) CON MEGGER DE 500 V.c.c.

$$R\ Aisl.\ a\ 25\,^{\circ}C\ \geq \frac{20 * TENSIÓN}{1000 + 2 * POTENCIA}\ en\ Mohms$$

DESCARGAR BOBINADO INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE LA PRUEBA PARA EVITAR RIESGO DE DESCARGA ELÉCTRICA.

(2)(4)(9)(10)(12)(13) COMPROBAR

(3) S/INSTRUCCIONES FABRICANTE

(5)(7) S/HOJA DE DATOS

(6)(8) INTENSIDAD <= PLACA CARACTERÍSTICAS

(11) S/ESQUEMAS ELÉCTRICOS; S/MEMORIA FUNCIONAMIENTO

5.2 Equipos de HUBER

	PROGRAMA PUNTOS DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS PARA MONTAJE Y PRUEBAS EN CAMPO (PPI)	Versión 1 20/02/2018 FT PD-005 PTAR

OBRA:	PTAR SALITRE	EQUIPO:	REJAS AUTOMÁTICAS	PPI 081 MPC	Hoja 1 de 3

Cliente: CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR	Fabricante:	Edición del PPI: REV.: 01
Contrato: DISEÑO DETALLADO, CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN ASISTIDA DE LA OPTIMIZACIÓN Y EXPANSIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) EL SALITRE.	Clave: H: Punto de espera. O: Punto de aviso. R: Punto de revisión	Elaboró: G.A.S.V. Fecha: 30/04/2019
Especificación: / Nro. de pedido / orden de compra:		

Nº	Inspecciones	Instrucciones	Norma / Procedimiento	FABRICANTE / INSTALADOR			CEPS			Observaciones y/o inspecciones realizadas por LA GERENCIA
				CL	Fecha	Firma	CL	Fecha	Firma	
1	Inspección visual, control dimensional y acopio en planta	Comprobar ausencia de daños durante el transporte, Ver nota 1.	Según especificación técnica y protocolo de recepción. Verificación del packing list.	O			O			
2	Inspección visual del grupo completo y comprobación de características y movilización a zona.		Según especificación técnica	O			O			
3	Entrega de procedimientos de montaje e izaje.			R			R			
4	Delimitación, señalización y acondicionamiento del área		Según procedimiento	H			H			
5	Verificación de las partes del equipo.		Según plano y listado de partes.	R			R			
6	Verificación de nivel de placa y dimensiones de la obra civil.		Según planos	O			O			
7	Izaje de la reja	Ver nota 1	De acuerdo al procedimiento de izaje de cargas.	O			O			
8	Ubicación y anclaje del equipo		De acuerdo al procedimiento de montaje.	H			H			
9	Preensamble del motor y alineación con el eje	Verificar alineación	De acuerdo a planos y recomendaciones del proveedor	O			O			
10	Verificación de tensión de cadenas		Según procedimiento del fabricante.	R			R			
11	Lubricar rodamientos de cojinetes piñón cadena, ejes con grasa y cadenas.		Según planos y protocolos, especificaciones técnicas. Ver página 3 del presente documento	O			O			
12	Instalación conexiones tubería y accesorios.		Según planos.	O			O			

Notas:
los procedimientos para entrega y desarrollo de la actividad previa son:
(1): Verificación del protocolo de montaje.

Nº	Inspecciones	Instrucciones	Norma / Procedimiento	FABRICANTE / INSTALADOR			CEPS			Observaciones y/o inspecciones realizadas por LA GERENCIA
				CL	Fecha	Firma	CL	Fecha	Firma	
13	Conexionado a tableros, Meggear y energización.		Según planos y protocolos ver página 3 del presente documento Ver nota 3	H			H			
14	Pruebas en vacío.		Según planos y protocolos	H			H			
15	Verificar acabado del equipo	Comprobar que han sido reparadas las rozaduras y arañazos producidos durante el montaje		R			R			
16	Comprobar estanqueidad entre la unión marco-soporte y el canal			O			O			
17	Precomisionamiento		Según planos y protocolos	H			H			
18	Comisionamiento		Según planos y protocolos	H			H			
19	Trabajos del fabricante durante el montaje		Ver contrato	R			R			
20	Puesta en marcha		De acuerdo a la operación del equipo y protocolo de operación Debe realizarse con la participación del fabricante	R			R			
21	Capacitación del personal		De acuerdo a la operación del equipo. Debe realizarse con la participación del fabricante	R			R			
22										

ptar Salitre	PROGRAMA PUNTOS DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS PARA MONTAJE Y PRUEBAS EN CAMPO (PPI)	Versión 1 20/02/2018 FT PD-005 PTAR

OBRA:	PTAR SALITRE	EQUIPO:	REJAS AUTOMÁTICAS	PPI 081 MPC	Hoja 3 de 3

Cliente: CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR	Edición del PPI: REV.: 01
Contrato: DISEÑO DETALLADO, CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN ASISTIDA DE LA OPTIMIZACIÓN Y EXPANSIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) EL SALITRE.	Elaboró: G.A.S.V. Fecha: 30/04/2019
Especificación: / Nro. de pedido / orden de compra:	

SERVICIO:					
Fabricante:		N° de fabricación		Tipo	
Características:				TAG	

Accionamiento tipo:					
Fabricante:		N° de fabricación		Potencia	
Tensión		Intensidad		Velocidad	
Coseno de Phi		Protección		Aislamiento	

	OPERACIÓN	CORRECTO SI	CORRECTO NO	ANOTACIONES
1	Medida aislamiento motor (ANOTAR)			
2	Estanqueidad caja conexiones			
3	Comprobación niveles de aceite y engrases			
4	Tensión de alimentación.			
5	Sentido de giro y forma de arranque (ANOTAR)			
6	Funcionamiento manual en condiciones nominales (ANOTAR CONSUMO)			
7	Velocidad en condiciones nominales (ANOTAR)			
8	Regulación Térmico (ANOTAR)			
9	Estado cojinetes			
10	Señalizaciones en panel/sinóptico/pantalla			
11	Consumo del motoreductor			
12				
13				
14				
15				

OBSERVACIONES:		
	ACEPTACIÓN Y PRUEBAS SEGÚN:	
	(1) CON MEGGER DE 500 V.c.c.	
	$R\ Aisl.\ a\ 25°C \geq \frac{20 * TENSIÓN}{1000 + 2 * POTENCIA}\ en\ Mohms$	
	DESCARGAR BOBINADO INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE LA PRUEBA PARA EVITAR RIESGO DE DESCARGA ELÉCTRICA.	
	(2)(9)(10) COMPROBAR	
	(3) S/INSTRUCCIONES FABRICANTE	
	(5)(6)(7) S/HOJA DE DATOS	
	(4)(8) INTENSIDAD <= PLACA CARACTERÍSTICAS	
	(11) S/ESQUEMAS ELÉCTRICOS; S/MEMORIA FUNCIONAMIENTO	

5.3 Desarenadores y Desengrasadores (Motores Soplantes)

	PROGRAMA PUNTOS DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS PARA MONTAJE Y PRUEBAS EN CAMPO (PPI)	Versión 1 20/02/2018 FT PD-005 PTAR

OBRA:	PTAR SALITRE	EQUIPO:	SOPLADORES DE AIRE PARA DESARENADOR	PPI 089 MPC	Hoja 3 de 3

Cliente: CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR	Edición del PPI: REV.: 00
Contrato: DISEÑO DETALLADO, CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN ASISTIDA DE LA OPTIMIZACIÓN Y EXPANSIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) EL SALITRE.	
Especificación: / Nro. de pedido / orden de compra:	Elaboró: H.D.B.G. Fecha: 5/07/2019

SERVICIO:					
Fabricante:		N° de fabricación		Tipo	
Características:				TAG	

Accionamiento tipo:					
Fabricante:		N° de fabricación		Potencia	
Tensión		Intensidad		Velocidad	
Coseno de Phi		Protección		Aislamiento	

	OPERACIÓN	CORRECTO SI	CORRECTO NO	ANOTACIONES
1	Medida aislamiento motor (ANOTAR)			
2	Estanqueidad caja conexiones			
3	Comprobación niveles de aceite y engrases			
4	Movimiento libre a mano.			
5	Tensado de correas.			
6	Tensión de alimentación.			
7	Sentido de giro y forma de arranque (ANOTAR)			
8	Funcionamiento manual en condiciones nominales (ANOTAR CONSUMO)			
9	Velocidad en condiciones nominales (ANOTAR)			
10	Regulación Térmico (ANOTAR)			
11	Señalizaciones en panel/sinóptico/pantalla			
12	Consumo del motor			
13	Funcionamiento automático			
14				
15				

OBSERVACIONES:	ACEPTACIÓN Y PRUEBAS SEGÚN:	
	(1) CON MEGGER DE 500 V.c.c.	
	$R\ Aisl.\ a\ 25°C \geq \frac{20 * TENSIÓN}{1000 + 2 * POTENCIA}\ en\ Mohms$	
	DESCARGAR BOBINADO INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE LA 'PRUEBA PARA EVITAR RIESGO DE DESCARGA ELÉCTRICA.	
	(1)(2)(4)(6)(9)(11) COMPROBAR	
	(3)(5) S/INSTRUCCIONES FABRICANTE	
	(7) S/HOJA DE DATOS	
	(4)(8)(10)(12) INTENSIDAD <= PLACA CARACTERÍSTICAS	
	(13) S/ESQUEMAS ELÉCTRICOS; S/MEMORIA FUNCIONAMIENTO	

CEPS	AUTORIZÓ (PROVEEDOR)	GERENCIA
FECHA:	FECHA:	FECHA:

5.4 Pruebas de equipos

Tabla 27. Equipos en Prueba aireación desarenadores N. 79.1

PROVEEDOR	EQUIPO	TAG
Mapner	Soplador con motor WEG	079C001A
Mapner	Soplador con motor WEG	079C001B
Mapner	Soplador con motor WEG	079C001C
Mapner	Soplador con motor WEG	079C001D
Mapner	Soplador con motor WEG	079C001E
Mapner	Soplador con motor WEG	079C001F

Características

Tabla 28. Características soplante émbolos rotativos

Particularidades	Dato
Tipo	Soplante émbolos rotativos
Unidades	6(5+1) Uds
Caudal unitario	3000.00 m3/h
Altura manométrica	3.50 m.c.a
Potencia Unitaria	55.00 Kw
Tensión de Línea	460V

Desarrollo

En la semana del 10 al 15 de Febrero se comenzaron a realizar pruebas a los motores WEG, como sentidos de giros el cual tiene que tener un sentido anti-horario para que el compresor (Soplante) gire en sentido horario y realice su labor correctamente, llevando la presión suficiente para realizar el aireado de los tanques de desarenado.

Antes de comenzar la prueba se verifico que el panel estuviera aterrizado, por ende de acuerdo a la malla perimetral que en este momento se encuentra ya realizada se tomó una cola que lleva al cuarto eléctrico y se aterrizó el CCM3A/CCM3B para así equipotencializar y llevar acabo las pruebas correctamente.

Antes de comenzar las pruebas se verificaron las acometidas trifásicas, tanto a la llegada de los equipos como la del CCM, se verificaron niveles de aceite en los motores para que este se encuentre lubricado y trabaje en óptimas condiciones, luego de esto se verifico la placa característica del motor y el tipo de arranque previsto para este.



Figura 46. Placa característica del motor WEG 55kW. Para soplante émbolo rotativo.

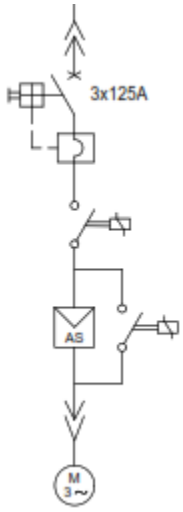


Figura 47. Arrancador Suave con 3 termomagneticos 3x125A

La curva de arranque del arrancador suave se propuso a 300A, en general la corriente de arranque de estos motores es igual a ocho a diez veces su corriente nominal, por lo tanto es importante disponer de estos equipos para bajar su corriente y trabajar de manera adecuada.

Datos tomados

Tabla 29. Registro de valores en prueba

----------	0791001A	0791001B	0791001C	0791001D	0791001E	0791001F
Corriente L1	37.8 A	38.5 A	41.8 A	39.6 A	36.5 A	39.6 A
Corriente L2	37.3 A	38.5 A	43 A	39.1 A	37.0 A	39.4 A
Corriente L3	37.4 A	37.5 A	41.4 A	38.1 A	37.6 A	37.9 A
Voltaje L1-L2	442.1V	440 V	442.3 V	442.1 V	442 V	442 V
Voltaje L2-L3	442.2V	442.7 V	441.8 V	442 V	445 V	439 V
Voltaje L3-L1	442 V	441.7 V	441.7 V	442.3 V	444 V	442 V
Potencia Trif.	14.7kW	14.99kW	16.73kW	15.41 kW	14.72kW	15.40 kW

Registro Fotográfico



Figura 48. Verificación sentido de giro y corriente nominal arrancador suave



Figura 49. Soplante aireado a desarenador 54.4. Sin aire vs Con aire



Figura 50. Acometida soplante, Corriente de Línea L1

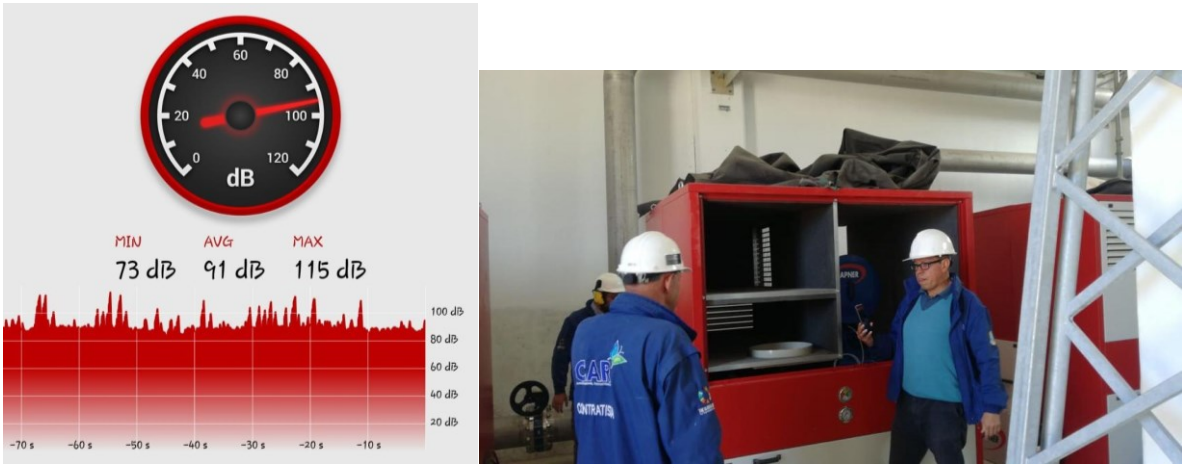


Figura 51. Nivel de Ruido en dB.



Figura 52. Corriente incrementando al aumento de la presión en el soplador.

Se realizó una prueba con los sopladores al aumentarles la presión, esta llevo consigo el aumento de la corriente como se observa en la Figura 52, entregando así una relación directamente proporcional entre corriente y presión. En la Figura 53 observamos los indicadores que tienen los equipos para indicar la presión con la que se encuentran en el momento. Teniendo así una potencia trifásica de 23.4kW.



Figura 53. Indicador de presión en equipos mapner.

CAPITULO VI

6. ANALISIS DE RESULTADOS, PRODUCTOS, ALCANCES E IMPACTOS DEL TRABAJO DE GRADO, DE ACUERDO CON EL PLAN DE TRABAJO

6.1 Análisis de Resultados

Si se requiere realizar una verificación de los resultados obtenidos de la pasantía, se parte inicialmente de la correcta y adecuada instalación eléctrica, que debe cumplir con toda las normas vigentes tanto en el territorio colombiano cuando son aplicables como en el exterior, por lo tanto en primera instancia se debió validar los diseños ver (Anexos 1, Anexo 2, Anexo3), para ello se realizaban mesas técnicas donde se reunían ingenieros de diferentes áreas a discutir la ejecución final de estos, validando normatividad y demás aspectos para la correcta instalación y ejecución de los planos.

1. Para la red de distribución de media a baja tensión, se pueden verificar los anexos donde muestran los diseños del fabricante, para la correcta instalación, además de eso se desarrolló el apartado 1.4 Red de Distribución en baja Tensión, donde en ella se evidenciaron registros fotográficos de algunos de los equipos eléctricos, bandejas, tubería enterrada y demás elementos que permiten la correcta instalación eléctrica tomando como guía el RETIE y la NTC 2050.
2. La arquitectura de control tomo lugar en el desarrollo de los diagramas de proceso para entender los niveles en los que operaria la planta, para la PTAR Salitre se dispondrán de 4 niveles.
    - Nivel 0 / Local: la planta dispone de Botonera en campo para todos los equipos descritos en el documento. Para que opere el nivel aguas arriba la botonera en campo se debe disponer en remoto.
    - Nivel 1 / CCM: Desde este punto se puede accionar el equipo remotamente, por lo tanto este nivel determina actividades a realizar por el operador en campo.
    - Nivel 2/PLC: En este punto se verifican los diferentes procesos que llevan automatización, por lo tanto se verifican una serie de equipos presentes en los anexos para el funcionamiento remoto adecuado de la planta.
    - Nivel 3/SCADA: Visualización y accionamiento de los equipos de la planta, entregando estados y diferente información relevante de la planta a los ingenieros de procesos.
3. La elaboración de los protocolos o el programa puntos de inspección y pruebas en campo, se llevaron a cabo con uno de los entes regulatorios (bureau veritas) los cuales fueron contratados por la PTAR Salitre para llevar una serie de pruebas a los equipos para su inspección y funcionamiento, estos protocolos fueron creados partiendo de la experiencia del personal contratado además de ciertos puntos que eran entregados para revisión por los diferentes proveedores, así como las pruebas FAT y pruebas SAT las cuales con una combinación de estas, dio lugar a los informes finales de inspección.

6.2 Alcances e impactos de la pasantía

6.2.1 Alcances

La pasantía tiene como alcances presentar los diseños finales con los que se comenzó a construir la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR Salitre, en donde se tuvo que verificar y supervisar la correcta ejecución de los diseños por normatividad colombiana, es decir que muchos de estos diseños al tener normatividad europea presentaban conflictos con el RETIE, además de guiar a los diferentes contratistas para la correcta ejecución de los trabajos de obra.

Con base en los diferentes equipos que se compraron para la planta, y la documentación pertinente y adecuada de su filosofía de control, se tomaron y se llevó acabo un documento donde recopilaba todos estos funcionamientos, y se fue creando una filosofía de funcionamiento y control para la PTAR Salitre, por lo tanto esta pasantía permitió no solamente estar enfocado en un solo rol, si no también llevar acabo procesos de trabajo, donde permite abordar diferentes áreas y complementarlas, logrando aplicar los conocimientos aprendidos en la academia, y llevándolos a una correcta ejecución de trabajo.

6.2.2 Impactos de la pasantía

El impacto es el enfoque Holístico de la ejecución de la pasantía, ya que no solamente se trabaja un área, es la ejecución y fusión de diferentes áreas para cumplir con el objetivo y metas del proyecto.

CAPITULO VII

7. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE LA PASANTÍA

A lo largo de la pasantía se realizó la metodología propuesta desde un inicio, con ella se desglosaron ciertas actividades las cuales iban a llevar al cumplimiento de los objetivos propuestos. En pocas palabras, para el correcto desarrollo se tenían que tener presente la normatividad vigente, y las normas y estándares con las cuales se construyen en Colombia, abarcando todo el concepto eléctrico. Después de tener la información, se comenzó a verificar cada uno de los diseños y por ultimo de acuerdo a la mesa técnica se llevan a obra para su implementación y ejecución. Por lo tanto la pasantía en su ejecución se trabajó en etapas las cuales se fueron en muchos casos traslapando para llegar así y completar los objetivos de la pasantía. A continuación se detallaran los objetivos de la pasantía.

7.1 General de toda la pasantía

Se logra presentar un diseño eléctrico para la ejecución y supervisión de la FASE I de la PTAR Salitre, cumpliendo con la normatividad aplicable vigente para el territorio colombiano y cumpliendo con las especificaciones requeridas por parte del consorcio. Con los ingenieros a cargo de diseño y montaje se tomaron decisiones que repercutirían al desarrollo final puesto que los equipos ya se encontraban en el almacén, y listos para conectar a sus respectivos Paneles, teniendo conocimiento de la filosofía de funcionamiento para los que estos equipos fueron destinados.

7.2 General Objetivos específicos

Para el proceso de selección de los equipos, se revisaron varios documentos donde presentaban todo los procesos los cuales se deben llevar a cabo en una planta de tratamiento residual, a partir de ellos y tomándolos de proyectos anteriores, y conociendo e implementando las estrategias de control se seleccionaron los equipos, algunos no todos, para la culminación de esta pasantía, puesto que ya se tenían equipos comprados y aprobados por la oficina técnica.

Los protocolos de pruebas de los equipos a instalar, se tomaron en mayor parte de las recomendación que el fabricante dispone a servicio de sus equipos, además de unas rigurosas pruebas en fabrica y pruebas en sitio, comúnmente llamadas pruebas FAT y SAT, de acuerdo a estas se tomaron ítems los cuales iban culminando un formato el cual se presentaría como base para todas las pruebas a equipos, paneles, motores, válvulas para ser entregadas y diligenciadas para la gerencia del proyecto y los libros que se presentaran para los futuros operarios.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El trabajo de la pasantía es la base de un documento asequible para cualquier persona que desee entender los diferentes procesos que se llevan a cabo dentro de una planta de tratamiento de aguas residuales, donde todas las ramas de la ingeniería se combinan para un solo fin.

La planta dispone de equipos, instrumentos, redes tanto eléctricas como de control, por lo tanto este trabajo permitirá un amplio conocimiento en los trabajos que se han llevado a cabo para el saneamiento ambiental, donde se concientiza no solamente el personal que trabaja en obra, si no toda persona incidente en referencia al rio Bogotá, donde se está generando una gran inversión no solamente de la capital colombiana, si no que lleva asistencia de la CAR y el Banco Mundial, donde se necesitan resultados oportunos, pues una obra de tal magnitud requiere de personal idóneo para cada cargo.

A lo largo de la pasantía se fueron despejando muchas de las dudas que quedaban en el aula de clase, estas llevadas a la práctica se comprenden y se conjugan con todo el conocimiento teórico que la Universidad Distrital Francisco José de Caldas ofrece, comprendiendo que la fortaleza de una buena universidad y el trabajo personal dan frutos, pariendo desde revisar diseños eléctricos, plantear ideas de automatización de procesos, y por ultimo llevarlos a la construcción, donde se debe disponer de un equipo los cuales realicen la ejecución planteada por el equipo de trabajo en campo y diseño.

Esta pasantía es la primera realizada dentro del Consorcio Expansión PTAR Salitre con un estudiante de ingeniería eléctrica, este documento servirá como apoyo para estudiantes de pregrado y maestría, puesto que en este se describe equipos e instrumentos para el desarrollo del proyecto, además de esto se da una breve descripción de la filosofía de control del área de pretratamiento que es una de las áreas más importantes a la hora de recoger residuos del rio.

REFERENCIAS

[1] Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, «Estudio Sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2014 - 2017,» DNP, Bogota D.C, 2018.

[2] «Acueducto Agua, Alcantarillado y aseo de Bogotá,» Alcaldia Mayor de Bogotá, [En línea]. Available: http://www.acueducto.com.co/guatoc/contingencia/contenidos/ambiental/ptar_salitre.html. [Último acceso: 20 Abril 2019].

[3] Consorcio Expansión PTAR SALITRE, «Memoria PTAR SALITRE,» Bogotá, 2018.

[4] Consorcio Expansión PTAR SALITRE, «Filosofía de funcionamiento,» Bogotá, 2018.

[5] Creado por el Decreto 18039, «RETIE, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas,» Ministerio de Minas y Energía, 2004.

[6] NTC2050, «Norma Técnica Colombiana».

[7] Consorcio Expansión PTAR SALITRE, «Codificación de documentación para Salitre,» Bogotá, 2018.

[8] Condensa- Grupo Enel, «Estudio Técnico-economómico, Subestación Portugal 115kV,» Bogotá, 2018.

[9] Organización ambiental Serraniagua, «Serraniagua,» [En línea]. Available: http://www.serraniagua.org/serrania-paraguas. [Último acceso: Junio 2017].