

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática

Trabajo Suficiencia Profesional

**Implementación de un sistema de telemetría,
automatización y control para reservorios de agua
potable utilizando tecnología IoT en la empresa
prestadora de servicios de agua potable y
alcantarillado Sedapar S. A.**

Luis Eusebio Angeles Pato

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Sistemas e Informática

Arequipa, 2024

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTO

A Dios, por acompañarme todos los días y darme las fuerzas necesarias para culminar esta etapa en mi vida profesional.

Mi gran agradecimiento especial a mi hermano Marino Angeles. Por su comprensión y apoyo incondicional en todo momento, el cual ha hecho posible finalizar mis estudios.

A la señora Norma Hinojosa y al señor Roque Manuel, por sus consejos y por confiar en mí en todo momento, fueron sus pláticas las que han hecho posible culminar mi carrera profesional.

DEDICATORIA

A mi padre Víctor y a mi madre Florencia, por ser los motores de mi vida.

A mi hermano Marino, por su apoyo incondicional y por confiar en mí, a pesar de estar lejos sus consejos me han ayudado a afrontar y superar toda adversidad.

A mi hijo Mathias, por haberme regalado parte de su tiempo, fueron años de esfuerzo y por ser quien impulsa mi vida.

A mi familia por confiar en mi persona y por estar a mi lado apoyándome a obtener el título profesional, fueron sus consejos y su perseverancia en alentarme en cada momento.

Luis Eusebio Angeles Pato

INDICE

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
LISTA DE TABLAS	vii
RESUMEN EJECUTIVO	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
1.1. Datos generales de la institución	16
1.2. Actividades principales de la institución y/o empresa	16
1.2.1. Zonas de cobertura.....	17
1.2.2. Información de infraestructura	18
1.2.3. Información comercial.....	21
1.3. Reseña histórica de la institución y/o empresa	22
1.4. Organigrama de la institución y/o empresa.....	26
1.5. Visión y misión	27
1.6. Bases legales o documentos administrativos	27
1.7. Descripción del área donde se realizan las actividades profesionales.....	28
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la institución y/o empresa	30
1.8.1. Responsabilidades	30
CAPITULO II.....	31
ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	31
2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional	31
2.1.1. Antecedentes de la oficina de operación y almacenamiento.....	33
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional	33
2.3. Objetivos de la actividad profesional.....	34
2.3.1. Objetivo general:.....	34
2.3.2. Objetivo específicos:.....	34
2.4. Justificación de la actividad profesional	34
2.5. Resultados esperados	35
2.5.1. RE1: (Resultado Esperado: 1)	35

2.5.2. RE2: (Resultado Esperado: 2)	36
2.5.3. RE3: (Resultado Esperado: 3)	36
2.5.4. RE4: (Resultado Esperado: 4)	36
CAPITULO III	37
MARCO TEÓRICO	37
3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas	37
3.1.1. Bases teóricas	37
3.1.2. Visitas a infraestructuras de reservorio.	41
3.1.3. Tipos de Reservorio.....	47
3.1.4. Inventario de accesorios en cámara de válvulas de reservorios.	49
3.1.5. Válvula de control de nivel	52
3.1.6. Electroválvula.	54
3.1.7. Telemetría.	56
3.1.8. PLC.	57
3.1.9. Bconnect RTU.	59
3.1.10. Sensor de Radar.....	59
3.1.11. Sensor de presión.....	60
3.1.12. Sistema de bombeo.....	63
CAPITULO IV.....	66
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	66
3.2. Descripción de actividades profesionales	66
3.2.1. Enfoque de las actividades profesionales	66
3.2.2. Alcance de las actividades profesionales.....	67
3.2.3. Entregables de las actividades profesionales	80
3.3. Aspectos técnicos de la actividad profesional	81
3.3.1. Metodologías	81
3.3.2. Técnicas	81
3.3.3. Instrumentos.....	81
3.3.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades	81
3.4. Ejecución de las actividades profesionales.....	84
3.4.1. Cronograma de actividades realizadas.	84
3.4.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales.	84

CAPITULO V.....	101
RESULTADOS.....	101
3.5. Logros alcanzados	101
3.6. Dificultades encontradas	101
3.6.1. Cámaras de bombeos.....	101
3.6.2. Reservorios de agua potable	104
3.7. Planteamiento de mejoras	106
3.7.1. Metodologías propuestas.....	106
3.7.2. Descripción de la implementación	106
3.8. Análisis.....	110
3.9. Aporte del bachiller en el empresa y/o institución	110
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRÁFICAS	116
ANEXOS	120
Anexo 1 Manual de Operación CB-32.....	121
Anexo 2 Programación ladder para la cámara de bombeo R-13A	128
Anexo 3 Diagramas Unifilar Automatización R-13A	141
Anexo 4 Diagrama de Procesos de Automatización cámaras de bomebos – CB-32	143
Anexo 5 Informes a la Gerencia de Operaciones de SEDAPAR S.A.	149
Anexo 6 Estructura de Costos.....	170

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Localidades de cobertura de la EPS SEDAPAR S.A.	18
Tabla 2. Listado de la Infraestructura de Plantas de tratamientos de agua potable y alcantarillado.....	18
Tabla 3. Número de conexiones por localidades.....	21
Tabla 4. Personal a cargo del Profesional de Operación y Almacenamiento.....	29
Tabla 5. Listado de Reservorios que dispondrán de telemetría	42
Tabla 6. Listado de cámaras de bombeo que han sido seleccionados para su automatización	43
Tabla 7. Características principales del PLC.....	58
Tabla 8. Inventario de accesorios existentes en el reservorio R-22	93
Tabla 9. Actividades en la gestión de reservorios.	111
Tabla 10. Aporte en la gestión de cámaras de bombeo.	111

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de cobertura de agua potable y alcantarillado de la EPS SEDAPAR S.A. en la región AQP	17
Figura 2. Localidades con cobertura de agua potable y alcantarillado de la EPS SEDAPAR S.A. en la región AQP	17
Figura 3. Primera Planta de tratamiento de agua potable - La Tomilla	19
Figura 4. Segunda Planta de tratamiento de agua potable - Miguel de la Cuba.....	19
Figura 5. Segunda Planta de tratamiento de agua potable - Miguel de la Cuba.....	20
Figura 6. Primera Planta de tratamiento de aguas residuales - La Escalerilla.	20
Figura 7. Segunda Planta de tratamiento de aguas residuales - La Enlozada.....	21
Figura 8. Sede principal de la EPS Sedapar S.A. Ubicado en la Av. Virgen del Pilar 1701 del distrito de Arequipa.	25
Figura 9. Organigrama de la EPS SEDAPAR S.A.....	26
Figura 10. Estructura Orgánica del Departamento de Distribución.	26
Figura 11. Estructura Orgánica del Departamento de Distribución - Ubicación de la Oficina de Operación y Almacenamiento.....	29
Figura 12. Organigrama donde se visualiza las Gerencias de la EPS SEDAPAR S.A.	32
Figura 13. Departamentos de la Gerencia de Operaciones	32
Figura 14. Estructura Institucional del Sector Saneamiento.....	38
Figura 15. Ubicación del Reservorio R-8.....	43
Figura 16. Reservorio R-8	44
Figura 17. Esquema Distribución cámara de válvulas Reservorio R-8.....	44
Figura 18. Ubicación del reservorio R-11	45
Figura 19. Reservorio R-11	45
Figura 20. Esquema Hidráulico reservorio R-11.....	46
Figura 21. Esquema Hidráulico reservorio R-11.....	46
Figura 22. Reservorio R-13	47
Figura 23. Reservorio R-27	47

Figura 24. Reservorio N-21	48
Figura 25. Reservorio N-49 ^a	48
Figura 26. Reservorio N-37	49
Figura 27. Válvula de filtro o strainer.....	49
Figura 28. Válvula mariposa.....	50
Figura 29. Válvula compuerta.....	50
Figura 30. Sensor de radar Marca Vega.	51
Figura 31. Sensor de presión marca Krohne.....	51
Figura 32. Macro Medidor Marcar Krohne.....	51
Figura 33. Válvula control de nivel con flotador.....	52
Figura 34. Esquema de una válvula control de nivel con flotador.	53
Figura 35. Válvula de altitud.....	53
Figura 36. Válvula de altitud.....	54
Figura 37. Esquema de una válvula de altitud.....	54
Figura 38. Electroválvula reservorio R-37 Vista lateral.....	55
Figura 39. Electroválvula reservorio R-37 vista frontal	55
Figura 40. Partes de la electroválvula reservorio R-37.....	56
Figura 41. Esquema de telemetría de reservorios propuesto.....	57
Figura 42. PLC S7-1200 Vista frontal.....	58
Figura 43. Equipo Bconnect 3G Bacsoft.	59
Figura 44. Sensor de radar marca Vega	60
Figura 45. Sensor de radar instalado en reservorio R-13.....	60
Figura 46. Sensor de presión marca Krohne Modelo Optibar PC 5060c.....	61
Figura 47. Sensor de presión instalado en reservorio N-44	61
Figura 48. Sensor de presión instalado en reservorio N-42	62
Figura 49. Sensor de presión Marca Vega modelo C82 reservorio N-49A.....	62
Figura 50. Cámara de Bombeo Reservorio N-26B.....	63
Figura 51. Mini PLC Logo – SIEMENS.....	64
Figura 52. PLC rockwell	64
Figura 53. Tablero de fuerza cámara bombeo Reservorio N-26B	65
Figura 54. Estructura orgánica del Dpto. de Distribución	67
Figura 55. Esquema del proceso de bombeo de Agua	68

Figura 56. Estación de bombeo N-26B	69
Figura 57. Estación de bombeo R-7	69
Figura 58. Estación de bombeo R-13.....	70
Figura 59. Estación de bombeo R-13A	70
Figura 60. Esquema de automatización y telemetría de reservorios.....	72
Figura 61. Esquema básico de una cámara de bombeo.	73
Figura 62. Vista general del sistema de telemetría de reservorio.....	74
Figura 63. Gráfico de evolución de consumo de agua en el reservorio R-1	75
Figura 64. Proceso de bombeo de agua potable – reservorio R-13 hacia R- 13B.....	76
Figura 65. Configuración de proceso de bombeo.....	77
Figura 66. Esquema de instrumentación para Telemetría.....	78
Figura 67. Esquema de instrumentación para automatizar la cámara de bombeo	79
Figura 68. Valor de macro medidor integrado a plataforma de telemetría	80
Figura 69. Esquema de la Plataforma Bacsoft	80
Figura 70. Cronograma de actividades.	84
Figura 71. Cámara CB-32 Alata	85
Figura 72. Cámara CB-32 Alata	85
Figura 73. Instalación de rieles en el gabinete de comunicación.	86
Figura 74. Instalación de equipos electrónicos en el gabinete de comunicación	86
Figura 75. Instalación de equipos electrónicos PLC, Arrancadores suaves de motores en el gabinete de comunicaciones.	87
Figura 76. Presentación preliminar de los equipos electrónicos en el gabinete de comunicaciones.....	87
Figura 77. Tablero de Automatización y equipos de comunicación de la cámara de bombeo CB-32	88
Figura 78. Tablero de Fuerza Eléctrica de la cámara de bombeo cb-32.....	89
Figura 79. Plano cámara de válvulas Reservorio R-22	90
Figura 80. Plano cámara válvulas Reservorio R-22 (Accesorios)	91

Figura 81. Plano de la cámara de válvulas del reservorio R-22 (Línea de ingreso de Agua)	91
Figura 82. Plano cámara válvulas Reservorio R-22 (Línea de Rebose).....	92
Figura 83. Organigrama general simplificado secuencia ejecución PLC.....	94
Figura 84. Programación Ladder para la cámara de bombeo CB-32	95
Figura 85. Programación Ladder – utilización de bloque lógicos	96
Figura 86. Software Bacsof	97
Figura 87. Software Bacsof – diseño de pantallas HM.....	97
Figura 88. Software Bacsof – Configuración de pantallas HMI	98
Figura 89. Software Bacsof – Parametrización pantallas HMI	99
Figura 90. Secuencia de actividades de Automatización	100
Figura 91. Tablero de fuerza reservorio R-13.....	102
Figura 92. Tablero de fuerza reservorio R-13A	103
Figura 93. Tablero de fuerza reservorio R-13C	103
Figura 94. Reservorio N-26B – Instrumentación sin conexión.....	104
Figura 95. Reservorio N-26B – Caudalímetro sin conexión.....	105
Figura 96. Cámara bombeo N-45 – Caudalímetro sin conexión.....	105
Figura 97. Esquema de protocolo ModBus TCP	107
Figura 98. Esquema de protocolo ModBus TCP en Telemetría	107
Figura 99. Esquema de protocolo 4...20 mA	108
Figura 100. Esquema de protocolo 4...20 mA.....	109
Figura 101. Esquema de protocolo 4...20 mA.....	109

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo principal la Implementación de un sistema de telemetría, automatización y control para reservorios de agua potable utilizando tecnología IoT en la Empresa prestadora de servicios de agua potable y alcantarillado de SEDAPAR S.A en la ciudad de AREQUIPA.

Para la telemetría de reservorios se ha implementado el software Bacsoft, integrando macro medidores de la marca Arkon, para la automatización de cámaras de bombeo se ha empleado PLC de la marca Siemens modelo S-1200 y se ha programado en el software TIA Portal versión 16, la investigación es de tipo descriptiva – experimental; donde el resultado de la implementación es realmente efectivo al mejorar los procesos de abastecimiento de agua potable, mejorando el servicio a sus clientes de SEDAPAR.

Este trabajo concluye que la automatización de cámaras de bombeo y telemetría es más factible y viable socialmente. Factible, porque es una propuesta operativa, donde se consideran equipos electrónicos con especificaciones técnicas robustas, orientados a equipos de la gama industrial. Viable social, porque ha permitido incrementar las horas de continuidad del servicio de agua potable en todas las zonas de abastecimiento, en promedio se abastecía un total de 4 a 5 horas diarias, con la automatización de cámaras de bombeos se ha logrado incrementar hasta 18 horas de servicio de agua potable.

Palabras Clave (Telemetría, Automatización, Control, Reservorios)

INTRODUCCIÓN

Una estrategia de mitigación para el Indicador de Gestión Agua no Facturada en las empresas prestadoras de servicio de agua potable y alcantarillado es diseñar e implementar sistemas de telemetría, automatización y control para tanques de agua potable. Dentro de la modernización, los sistemas de automatización, control y telemetría permiten controlar de manera estricta los procesos de distribución de agua potable y prevenir el uso indebido de los servicios.

Para las implementaciones ha sido necesario realizar actividades preliminares como visitas de campo, levantamiento de información, adquisiciones de equipos electrónicos (sensores, actuadores, PLC, entre otros componentes) , todos ellos se han integrado a una plataforma IoT M2M el cual permite una administración remota, desde cualquier punto que cuente con el servicio de internet.

El presente informe de suficiencia profesional detalla las principales actividades en el desarrollo e implementación de un sistema de telemetría, automatización y control para reservorios de agua potable. el cual se divide en cinco capítulos, cuyo contenido es el siguiente:

En el primer capítulo, los aspectos generales de la empresa y/u organización, se detallan los estados generales de SEDAPAR S.A. Las principales actividades de SEDAPAR SA son la recolección, tratamiento, distribución, recolección y tratamiento de aguas residuales. SEDAPAR S inició sus actividades en 1961 con la misión de prestar servicios de saneamiento de alta calidad para satisfacer las necesidades de las poblaciones atendidas. Misión Brindar el 100% de cobertura y servicio de saneamiento 24/7 y ser reconocido como líder nacional evaluado por clientes existentes y potenciales por SEDAPAR SA(1).

En el capítulo II. Aspectos generales de las actividades profesionales, SEDAPAR S.A. es una empresa de alcance regional, administra 17 localidades y estructuralmente tiene SIETE (7 Gerencias), una de estas Gerencias es la Gerencia de Operaciones y es aquí donde el Bach. Luis Eusebio Ángeles Pato, ha realizado sus actividades profesionales, desarrollando actividades Informáticas como la Automatización de cámaras de bombeo, implementación de un sistema de

Telemetría basado en IoT, soporte al Sistema SIGO (Sistema Integrado de Gestión Operacional).

En el capítulo III. Se presenta el marco teórico, metodología y/o fundamento teórico de las actividades realizadas para el logro de los objetivos estratégicos identificados en el capítulo II. Dentro de las actividades realizadas podemos encontrar, las visitas de campo que se han realizado, inventario de equipos por cada reservorio y cámara de bombeo, definición y análisis de los instrumentos a utilizar en las actividades.

El capítulo IV. Describe la actividad profesional, la actividad que realiza el bachiller, los aspectos técnicos y la ejecución de la actividad profesional. Una de las actividades más significativas es el DESARROLLO Y PROGRAMACIÓN en los PLC's, integrar la Ingeniería de Sistemas con la Electrónica ha sido un reto que he asumido desde el inicio del proyecto.

En el capítulo V. Resultados, luego de la ejecución de las actividades, se tiene como resultado final, la implementación satisfactoria del proyecto, que contempla la automatización de cámaras de bombeo, implementación de un sistema de telemetría, integración de caudalímetros o macro medidores en el sistema de telemetría y el soporte continuo al sistema SIGO (Sistema Integrado de Gestión Operacional) dotándole de nuevas funcionalidades. Como aporte principal es la optimización del abastecimiento de agua potable en las zonas de cobertura del proyecto.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN

1.1. Datos generales de la institución

Nombre comercial	:	SEDAPAR S.A.
Ruc	:	20100211034
Actividad Principal	:	CAPTACIÓN, TRATAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.
Sede Central	:	Av. Virgen del Pilar 1701 – Distrito de Arequipa – Provincia de Arequipa – Departamento de Arequipa

1.2. Actividades principales de la institución y/o empresa

La Empresa Prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Arequipa - SEDAPAR S.A., tiene las siguientes actividades:

- Por medio de proceso de desinfección altamente industrializado obtiene agua cruda de fuentes naturales de agua dulce y la convierte en agua potable.
- Una vez que el agua es potable, se distribuye a los hogares a través de su propia red de distribución.
- La recolección y tratamiento de aguas servidas a través de redes de alcantarillado asegura la protección del medio ambiente, contribuye al desarrollo social y depura y devuelve limpios los cauces de los ríos mejorando la calidad y la salud de las personas (2).

1.2.1.Zonas de cobertura

El ámbito de zonas de cobertura que brinda Sedapar se puede observar en la Figura 1 y 2.



Figura 1. Área de cobertura de agua potable y alcantarillado de la EPS SEDAPAR S.A. en la región AQP

Fuente: Imagen disponible en Family Search (3)

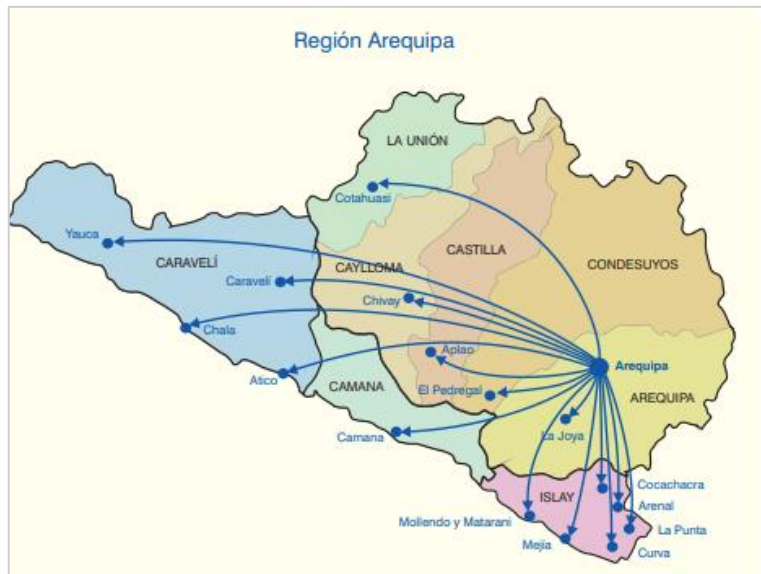


Figura 2. Localidades con cobertura de agua potable y alcantarillado de la EPS SEDAPAR S.A. en la región AQP

Fuente: Imagen disponible en Family Search (3)

Tabla 1. Localidades de cobertura de la EPS SEDAPAR S.A.

Zonas	Sedes	Localidades con cobertura de Agua y Desagüe
Principal	Arequipa	Arequipa Metropolitana
Zona Centro	Arequipa	La Joya
		Chivay
		Aplao
		Chuquibamba
		Cotahuasi
		Pedregal
Zona Norte	Camaná	Camaná
		Chala
		Atico
		Yauca
		Caravelí
Zona Sur	Mollendo	Mollendo
		Matarani
		Mejía
		Cocachacra
		El Arenal
		La Curva
		La Punta de Bombón.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 1 se da detalle de las localidades se tiene la presencia del servicio de agua y desagüe

1.2.2. Información de infraestructura

La empresa SEDAPAR cuenta con las siguientes plantas (Ver Figuras 3, 4,5,6 y 7) de tratamiento de agua potable y alcantarillado:

Tabla 2. Listado de la Infraestructura de Plantas de tratamientos de agua potable y alcantarillado.

Ítem	Infraestructura- Plantas de tratamiento
01	Planta de Tratamientos de Agua Potable La Tomilla
02	Planta de Tratamientos de Agua Potable Miguel de la Cuba Ibarra
03	Planta de Tratamientos de Aguas Residuales La Escalerilla
04	Planta de Tratamientos de Aguas Residuales La Enlozada
05	Planta de Tratamientos la Bedoya
06	Galerías Filtrantes o Manantiales.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se puede ver el conjunto de lugares donde se efectúa el tratamiento de las aguas potable y las aguas de alcantarillado.



Figura 3. Primera Planta de tratamiento de agua potable - La Tomilla
Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Segunda Planta de tratamiento de agua potable - Miguel de la Cuba
Fuente: Elaboración propia



Figura 5. Segunda Planta de tratamiento de agua potable - Miguel de la Cuba

Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Primera Planta de tratamiento de aguas residuales - La Escalerilla.

Fuente: Elaboración propia



Figura 7. Segunda Planta de tratamiento de aguas residuales - La Enlozada.

Fuente: Elaboración propia

1.2.3. Información comercial

La EPS SEDAPAR S.A., tiene cobertura a nivel Arequipa región, los números de usuarios (conexiones) en cada localidad se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 3. Número de conexiones por localidades.

Zonas	Sedes	Localidades	Número de conexiones
Principal	Arequipa	Arequipa Metropolitana	294,200
Z. Central	Arequipa	La Joya	2,450
		Chivay	2,551
		Aplao	3,249
		Chuquibamba	1,485
		Cotahuasi	2,337
		Pedregal	9,003
Z. Norteña	Camaná	Camaná	8,098
		Chala	1,396
		Atico	1,369
		Yauca	681
		Caravelí	1,535
Z. Sureña	Mollendo	Mollendo	11,046
		Matarani	1,662
		Mejía	1,403
		Cocachacra	2,337
		El Arenal	740
		La Curva	554
		La Punta de Bombón	2,338
Total, Conexiones			348,434

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3 se aprecia el conjunto de localidades asociados al número de conexiones que cada uno posee, se puede notar que Arequipa es la que mayor cantidad de conexiones posee seguido muy distanciamiento por Mollendo, la localidad que menos cantidad de conexiones posee es La Curva.

1.3. Reseña histórica de la institución y/o empresa

Según lo señalado por (4), la reseña histórica de la empresa es:

- Desde su constitución, la ciudad Arequipeña se abastece del agua del Río Chili por medio de canales de riego y manantes adyacentes.
- En 1923, el presidente Leguía pactó con una empresa de los Estados Unidos especializada en obras de alcantarillado, que se encargara de realizar obras para colocar en servicio aguas potables en Arequipa por medio de conexiones a domicilio, con medidor.
- En 1930, la citada empresa cede la gestión del servicio a la gestión Provincial.
- En 1952 se construye la planta de tratamientos de aguas potables La Tomilla, la cual se inauguró el 15 de agosto del mismo año, con una capacidad de producción de 160 litros/s, utilizando agua del Río Chileno, luego de culminada el 15 de agosto de 2002, alcanzando 50 años de servicio comunitario.
- El 19 de enero de 1961, mediante Ley N° 13499, se crea la Empresa de Alcantarillado de la ciudad blanca, organismo permanente autónomo con personerías jurídicas de derechos públicos internos. Su meta era ejecutar integralmente el plan general de saneamientos urbanos para Arequipa y sus alrededores y posteriormente para todo el departamento. El monto de dinero de la empresa era de S/. 153.000.000,00.
- El 2 de junio de 1961, la Corporación pactó con el Banco Interamericano de Desarrollo un préstamo por la suma de s/. 66 millones \$1,450,000 para costear el negocio del Plan Pflucker. El crecimiento masivo e inorgánico de la ciudad metropolitana de Arequipa hizo que las expectativas del plan Pflucker fueran menores a las requeridas frente a los requerimientos de la situación, lo que forzó en 1963 y 1965 a un extenso estudio de mencionado plan, nombrado Ampliaciones del Plan Integral de Saneamientos. Estas labores se realizaron con el Plan de Saneamiento Integral a cargo del Ministerio de Vivienda y Construcción, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo.
- En 1969, la Corporación se transformó en la Empresa de Saneamiento de Arequipa - ESAR, como organismos públicos descentralizados del sector de viviendas y construcciones. A través de la Ley N° 17528; La nueva entidad poseía una competencia más grande y se ampliaba a algunas provincias de la

ciudad blanca. En 1976, pasó a la competencia de todo el departamento.

- Por DL N° 150 se nombra SEDAPAR con los DL N° 574 y 601 que constituyen el marco legal a observar para la transferencia de empresas subsidiarias y unidades operativas del SENAPA a los municipios.
- Ley N° 26338 y su Reglamento, DS N° 095 - Ley de Servicios de Saneamientos Públicos, establece el marco legal de la empresa SEDAPAR SA, que define estas reglas por las cuales los prestadores de servicios deben instituirse como sociedades, incluidas en el ámbito de aplicación de su derecho propio y del derecho societario.
- En 1969-1970, la ESAR colaboró con la Dirección Regional del Ministerio de Viviendas y Orden de la ciudad blanca, en la elaboración del plan maestro de Arequipa, en estos estudios se proyectó el desarrollo urbano de la ciudad con una proyección hasta el 2010 de un nuevo plan se puede obtener para satisfacer las necesidades de expansión, que permita pensar en la Planificación de al menos 30 años de proyecciones, examinando los componentes de desarrollo urbano, sus exigencias hídricas en el momento, y haciendo la evaluación de los sistemas de aguas y saneamientos, condensación y requisitos industriales.
- El 27 de marzo de 1980 se firma el acuerdo entre el gobierno alemán y el Gobierno Peruano, y el 25 de abril de 1980 se firma en Arequipa el contrato de aportes financieros entre KFW y ESAR, según el cual se firmó un contrato con la República Federal, Alemania donó a través de KFW una importante cantidad \$1,150,000.00 DM
- Entre los logros más significativos estuvo la participación en la contrata de créditos entre SEDAPAR SA y Kreditanstalt für Wiederaufbau de la República Alemana por una cantidad de DM 47.966.414, y una contrapartida de SEDAPAR SA por un monto de 20 millones de dirhams, lo que significa el total Monto. Inversión de \$42.386.250 para la elaboración de estudios finales e implementación de lagunas emisoras y de oxidación para el tratamiento de aguas residuales en Arequipa.
- Dentro de las políticas de la compañía, se destacan las políticas encaminadas a solucionar las principales dificultades de suministro de agua potable y servicios de saneamiento a zonas desatendidas, priorizando principalmente el Cono

Norteño y el negocio en provincias.

- Dentro de las políticas de SUNASS - Autoridad Nacional de Control de los Servicios de Saneamiento, en su política normativa, cabe señalar que, en los indicadores de gestiones de las empresas de alcantarillado del Perú, SEDAPAR consiguió obtener en el año 2000 los mejores indicadores comparativos entre las 10 empresas de alcantarillado más grandes del país, Tales como: continuidad de los servicios, calidad de las aguas potables, cobertura de agua potable fue y son óptimas.
- Durante el año 2001, la Dirección de Inversiones se orientó primordialmente a ampliar la cobertura y mejorar los servicios que ya existen, habiendo ejecutado proyectos con capitales propios en la ciudad blanca y sus provincias.
- Cabe destacar los trascendentes proyectos corporativos implementados, tales como: proyecto del sistema comercial SISCOM, implementaciones del hardware, finalización de levantamientos catastrales y trámites ante la KFW en Alemania, para la utilización del saldo no costado de Arequipa II, que requiere SEDAPAR y la inversión de capitales propios al 25% del monto total Incluido en los presupuestos.
- El año 2001 estuvo marcado por la implementación del programa de medición, ya que se instalaron 16.500 metros de los 26.500 metros adquiridos al cierre del cuarto trimestre.
- El proyecto de adquisiciones e instalaciones de 57.700 medidores de 15 mm fue cancelado en dos licitaciones, tras lo cual se persiguió una adjudicación selectiva de forma directa de acuerdo con la ley.
- SEDAPAR cuenta con un procedimiento maestro que aglutina y asegura los planes y programas planteados por la EPS para lograr las metas de prestación de servicios de largo plazo (1999 - 2028) de agua potable y alcantarillado, el cual se formula sobre la base sistemática de los lineamientos establecidos por la SUNASS, según se describe en el Reglamento de la Ley General de Servicios de Alcantarillado Sanitario.
- En cuanto al Plan Maestro Arequipa III - Proyecto de Diseño Detallado, en el año 2002 se llevó a cabo las liquidaciones definitivas del contrato de consultorías con Fichtner GMBH & CO.KG, Berliner Wasser Betriebe y S. & Z., ya que no

podieron ser aprobados por la contraparte nacional.

- SEDAPAR cuenta con fórmulas tarifarias, estructuras revisadas y objetivos de gestiones aprobados por SUNASS con Resolución 041-2007-SUNASS-CD, con base en el estudio tarifario elaborado por SUNASS, en base a la solicitud realizada por SEDAPAR a través del Plan Maestro Reforzado.
- Cuenta además con un Plan Estratégico 2018-2022 aprobado por Resolución 924-2018/S-20001, el cual se alinea con los objetivos aprobados por la SUNASS para la Empresa (5).

En la Figura 8 se aprecia la sede principal de la Empresa SEDAPAR S.A.



Figura 8. Sede principal de la EPS Sedapar S.A. Ubicado en la Av. Virgen del Pilar 1701 del distrito de Arequipa.

Fuente: Elaboración propia

1.4. Organigrama de la institución y/o empresa

A continuación, en la Figura 9 y 10 se presentan el organigrama de la empresa

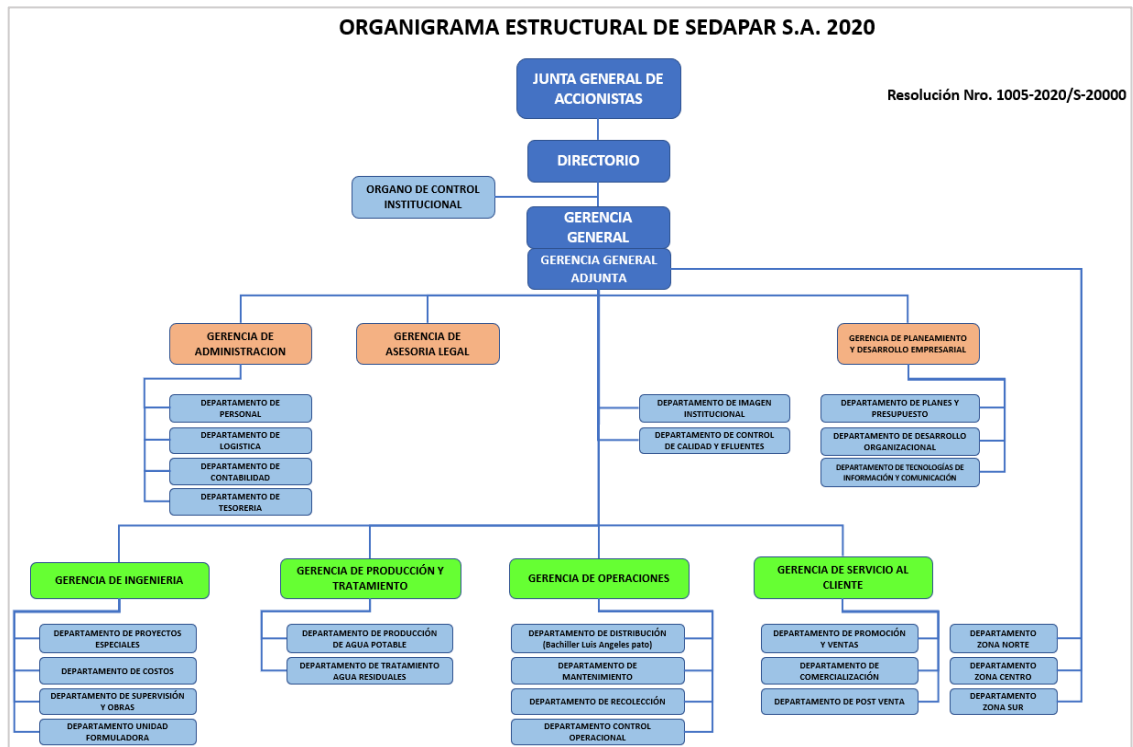


Figura 9. Organigrama de la EPS SEDAPAR S.A.

Fuente: Portal SEDAPAR (6)

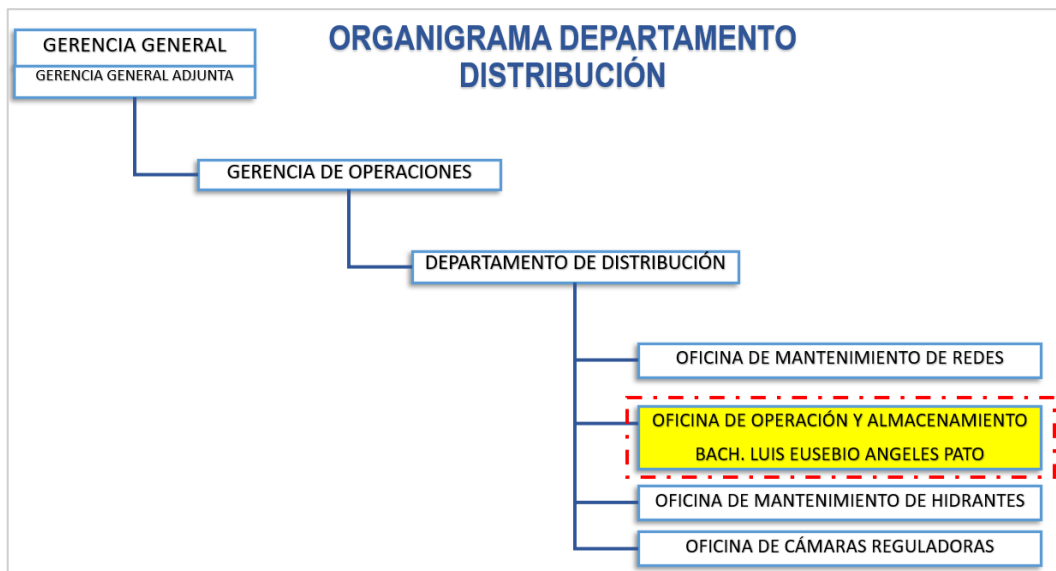


Figura 10. Estructura Orgánica del Departamento de Distribución.

Fuente: Portal SEDAPAR (6)

1.5. Visión y misión

Visión

Brindar servicios de saneamientos con altos patrones de calidad para satisfacer las carencias de la población atendida por SEDAPAR S.A. (6).

Misión

Ser reconocidos como líderes a nivel de todo el Perú, con 100% de coberturas y servicios sanitarios las 24 horas, siendo apreciados por nuestros clientes actuales y potenciales (6).

Valores Empresariales:

- Honestidad
- Compromiso
- Respeto
- Trabajos en Equipo
- Liderazgo
- Identificación y responsabilidad empresarial

1.6. Bases legales o documentos administrativos

SEDAPAR es una Empresa Pública de Derechos Privados, constituida como Sociedad Anónima. Según lo señalado por (6), se rige por lo señalado en:

- Política de la empresa
- DL N° 1280, Ley marco para la gestión y prestaciones de los servicios de saneamientos, y sus reglamentos aprobados por DS N° 019-2017-VIVIENDA.
- Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado, y su reglamento fueron aprobados mediante DS N° 344-2018-EF
- DL N° 1440 Decreto del Sistema Nacional de Presupuestos Públicos.
- Ley N° 30879 Ley de Presupuesto para el ejercicio fiscal 2019.
- Mediante DS N° 344-2018-EF se aprobó la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado y su reglamento.
- DL N° 1252, que crea el Sistema Nacional de Programaciones Plurianuales y Gestión de Inversiones, modificado por los Decretos Legislativos N° 1432, 1435, 1486, respectivamente, y su reglamento aprobado por DS N° 027-2107-EF.
- DS N° 031-2010 sobre la regulación de la calidad del agua para consumo

humano.

- DS N° 010-2019-VIVIENDA que regula los valores máximos permitidos (VMA) para la descarga de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado.
- Resolución de Directorio N° 011-2017-SUNASSCD, modificada por Resolución de Directorio N° 061-2018-SUNASS, Reglamento de Calidad para la Prestación de Servicios Sanitarios.
- Resolución de Directorio N° 066-2019, SUNASS-CD, Reglamento General para Reclamos de Usuarios de Alcantarillado.

1.7. Descripción del área donde se realizan las actividades profesionales

Oficina de Operación y Almacenamiento.

La Oficina de Operación y Almacenamiento, estructuralmente pertenece al Departamento de Distribución y éste a su vez pertenece a la Gerencia de Operaciones (Ver figura 11).

Una de sus principales funciones es asegurar el abastecimiento de agua potable a la toda la población Arequipeña ubicados en Arequipa Metropolitana, para ello se encarga en administra 80 reservorios y 8 cámaras de bombeo, distribuidos en los distritos de Cerro Colorado, Yura, Cayma, Alto Selva Alegre, Mariano Melgar, Miraflores, Paucarpata, Tiabaya, Sachaca, Jacobo Hunter y Arequipa.



Figura 11. Estructura Orgánica del Departamento de Distribución - Ubicación de la Oficina de Operación y Almacenamiento.

Fuente: Portal SEDAPAR (6)

Personal a cargo del Profesional de Operación y Almacenamiento:

El Profesional de Operación y Almacenamiento tiene a su cargo el siguiente personal

Tabla 4. Personal a cargo del Profesional de Operación y Almacenamiento

Ítem	Descripción del cargo	Cantidad
01	Guardianes Operarios de Reservorios y Cámaras de Bombeo	60
02	Operarios de Cámaras de Reguladoras de Presión	11
03	Conductores Operarios	03
Total, Personal		74

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4 se aprecia el conjunto de persona especializadas encargadas de la operación y almacenamiento en SEDAPAR nótese que la mayor cantidad de personas lo conforman los guardianes de operaciones de reservorios, por lo que se infiere una mayor cantidad de actividades en dicha área.

1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la institución y/o empresa

El profesional de Operación y Almacenamiento realiza funciones de coordinación y control de la operación, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de conducción y almacenamiento de agua potable.

1.8.1.Responsabilidades

- a) Formular, evaluar una plataforma tecnológica que permita gestionar los procesos de automatizaciones de cámaras de bombeo, integración de macro medidores, gestión de presiones en las líneas de conducción y distribución, telemetría de reservorios y que soporte la integración con un SCADA.
- b) Formular, diseñar e implementar procesos que permitan automatizar cámaras de bombeo.
- c) Formular e implementar un sistema de telemetría para reservorios de la Gerencia de Operaciones.
- d) Formular, Diseñar e implementar nuevas funcionalidades en el Sistema SIGO (Sistema Integrado de Gestión Operacional).
- e) Formular, diseñar e implementar procedimientos para el diseño del sistema SCADA de la Gerencia de Operaciones.
- f) Realizar y Mantener una copia de seguridad informática.
- g) Gestionar la Base de datos del Sistema Integrado de Gestión Operacional.
- h) Controlar el cumplimiento efectivo de los manuales de operación y mantenimiento establecido, orden, disciplina y cumplimiento del Reglamento Interno de Trabajo, cumplimiento del Reglamento de Seguridad Interna y cumplimiento del Reglamento de Seguridad Industrial.
- i) Controlar los procesos de abastecimiento de agua de las Cámaras de Bombeo, almacenamiento y distribución entre reservorios.

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional

La EPS SEDAPAR S.A, tiene Siete Gerencias que dependen funcionalmente de la Gerencia General (ver Figura 32), una de las cuales es la Gerencia de Operaciones que tiene como objetivos:

- a) Asegurar la operación eficiente y eficaz del sistema de distribuciones de agua potable, líneas de entrega y sistema de recolección para brindar un perfecto servicio a los usuarios.
- b) Velar por que las operaciones y mantenimientos de los sistemas de distribución del servicio de agua se realicen con el más alto nivel de eficiencia y eficacia, para asegurar que el servicio de agua potable se preste en las mejores condiciones de calidad y oportunidad (2).

La Gerencia de Operaciones cuenta con Cuatro departamentos (ver Figura 12 y 13), una de las funciones primordiales del departamento de distribución es: Optimizar el funcionamiento de los sistemas de distribución de agua potable, para lograr los mejores resultados en la calidad del servicio.

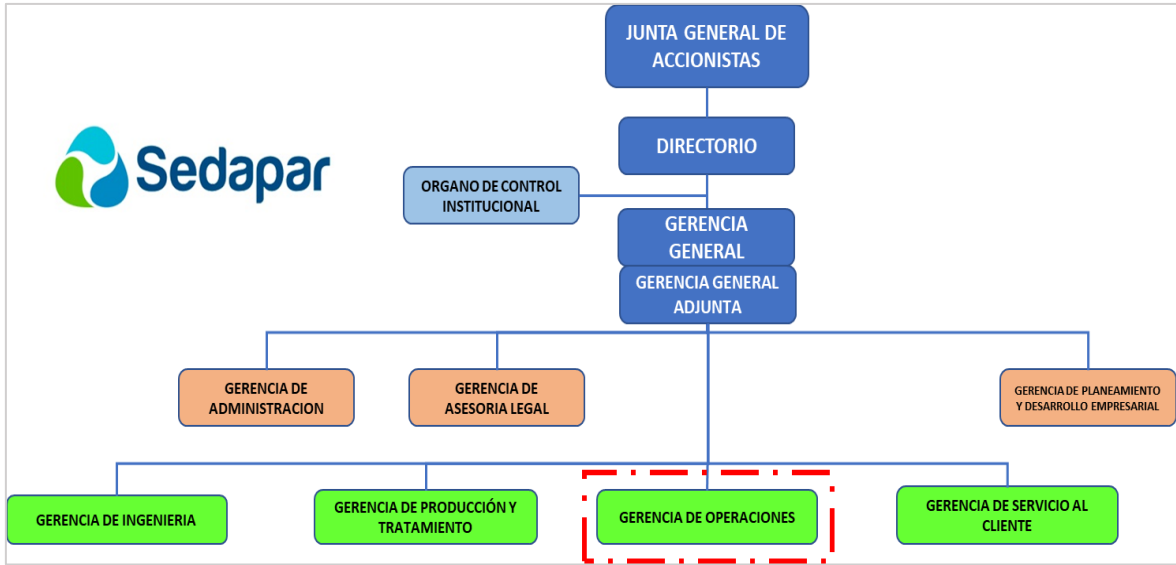


Figura 12. Organigrama donde se visualiza las Gerencias de la EPS SEDAPAR S.A.

Fuente: Portal SEDAPAR (6)

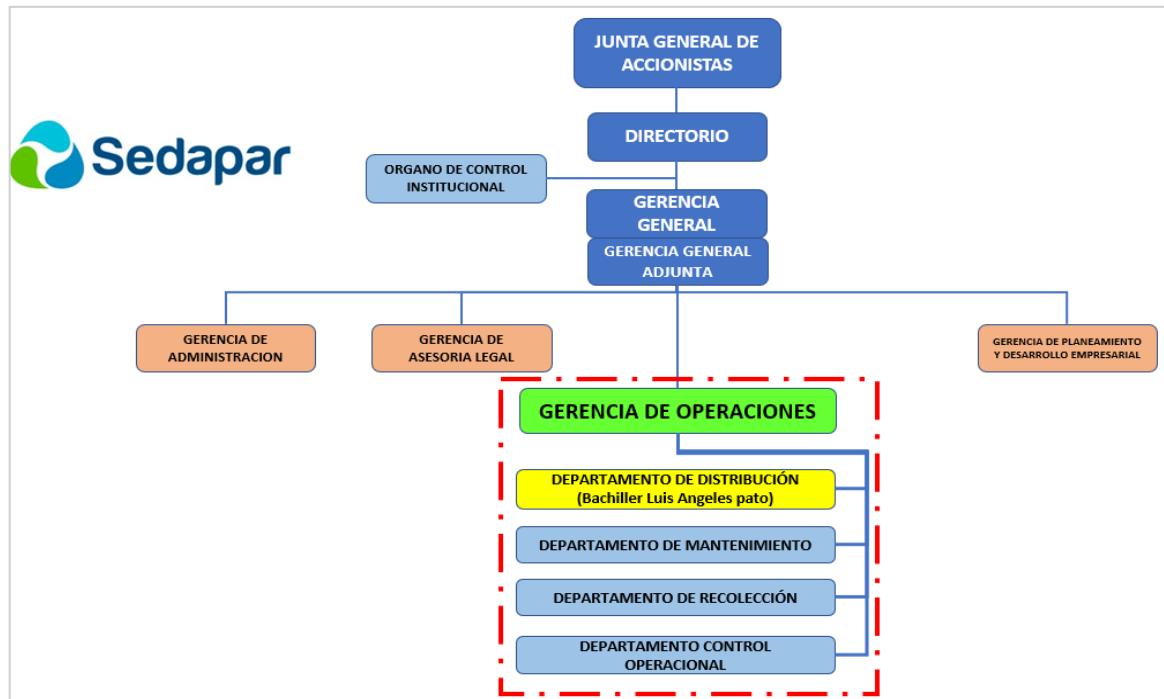


Figura 13. Departamentos de la Gerencia de Operaciones

Fuente: Portal SEDAPAR (6)

2.1.1. Antecedentes de la oficina de operación y almacenamiento

SEDAPAR administra un total de 85 reservorios en Arequipa Metropolitana, la administración de estas infraestructuras es de forma manual, requiriendo un personal Guardián Operario de Reservorios por cada reservorio.

- a) La operación de cámaras de bombeo se realiza de forma manual, requiriendo que un operador accione el encendido y apagado de cada bomba en forma local.
- b) No existe un sistema que permita gestionar la información de los niveles de agua que almacena cada reservorio.
- c) Carencia de un software de gestión que permita a la Gerencia de Operaciones tomar decisiones frente a problemas operacionales (Incidencias, Roturas, Inundaciones, catastro técnico, control de pérdidas).
- d) No existe plan de mantenimiento de infraestructura de reservorios.
- e) No existe un Sistema Informático donde se puedan almacenar los documentos generados por el profesional de operación y almacenamiento.

2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional

Luego de identificar las carencias o debilidades del departamento de distribución, se han identificado las siguientes oportunidades:

- a) Implementar un sistema de telemetría para 80 reservorios de Almacenamiento de agua potable.
- b) Diseñar e implementar la Automatización de los procesos de bombeos de agua potable en Cinco (5) cámaras de bombeo.
- c) Integrar los macro medidores de reservorios en un sistema de telemetría.
- d) Analizar los procesos de la Gerencia Operacional para la implementación de un sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

2.3. Objetivos de la actividad profesional

2.3.1. Objetivo general:

Implementar un sistema de telemetría, automatización y control para reservorios de agua potable utilizando tecnología IoT en la Empresa prestadora de servicios de agua potable y alcantarillado de SEDAPAR S.A en la ciudad de AREQUIPA.

2.3.2. Objetivos específicos:

- a) Implementar la automatización de 5 cámaras de bombeo de agua potable.
- b) Implementar un sistema de telemetría para el monitoreo del nivel de agua de los reservorios.
- c) Realizar la Integración de macros medidores en una única plataforma de monitoreo.
- d) Integrar sensores tipo radar, ultrasónicos y de presión a la plataforma de telemetría.

2.4. Justificación de la actividad profesional

Como bachiller en Ing. de Sistemas e Informática estamos preparados para analizar, diseñar e implementar soluciones integrales en los diferentes procesos de las empresas.

Justificación Practica

Actualmente, las organizaciones requieren contar con información precisa, confiable y oportuna para la toma de decisiones efectivas, por lo que existe la necesidad de mejorar el sistema de registro de niveles de almacenamiento de agua de los reservorios.

Durante muchos años, la organización ha estado diezmado por la sombra de la incertidumbre, por no disponer de información oportuna, por lo que urge mejorar el sistema de registro de niveles de almacenamiento de agua de los reservorios.

Justificación Metodológica

Una de las razones por la cual he decidido presentar y desarrollar el proyecto Implementación de un sistema de telemetrías, automatizaciones y controles para reservorios de agua potable utilizando tecnología IoT en la Empresa prestadora de servicios de agua potable y alcantarillados SEDAPAR S.A en la ciudad de

AREQUIPA, es contribuir a mejorar la continuidad del servicio de agua potable, en las zonas donde el abastecimiento se realiza a través del sistema de bombeo de agua, así como mejorar el control de reservorios.

Justificación Económicas

La implementación del sistema de telemetría, automatización y control para reservorios de agua potable utilizando tecnología IoT en la Empresa prestadora de servicios de agua potable y alcantarillado de SEDAPAR S.A., tiempos de respuesta de emergencia mejorados y ha permitido reducir el indicador de gestión Agua no Facturada, también ha permitido la redistribución del personal en otras actividades dentro de la Gerencia de Operaciones.

Justificación Social

El 15/03/2020 con D. S. Nro. 044-2020-PCM, conforme lo establece la R.M. N° 139-2020-MINSA, La emergencia nacional ha sido declarada debido a las peligrosas condiciones que afectan la vida de la nación como resultado del brote de COVID-19, disponiendo como fundamental en su Artículo 2.- Acceso a servicios públicos, bienes y servicios esenciales 2.1 Durante el Estado de Emergencia nacional, se garantiza la continuidad de los servicios de agua y saneamiento.

La implementación del sistema de telemetría, automatización y control para reservorios de agua potable utilizando tecnología IoT en la Empresa prestadora de servicios de agua potable y alcantarillado de SEDAPAR S.A. ha permitido reducir el desabastecimiento de agua potable, durante la declaración del estado de emergencia sanitaria declarado por el gobierno central, protegiendo de esta manera la vida y la salud de la población Arequipeña.

2.5. Resultados esperados

Al finalizar el proyecto se esperan los siguientes resultados:

2.5.1.RE1: (Resultado Esperado: 1)

Automatizar cinco (5) cámaras de bombeo que permitan incrementar horas de servicio de agua potable en las zonas de abastecimiento, de 4 horas incrementar a 18 y horas de servicio.

2.5.2.RE2: (Resultado Esperado: 2)

Disponer de un sistema de telemetría que permita el registro automatizado de niveles de almacenamiento de agua en los reservorios.

2.5.3.RE3: (Resultado Esperado: 3)

Integrar en una sola plataforma de telemetría los caudales que generan los macro medidores instalados en las cámaras de válvulas de los reservorios.

2.5.4.RE4: (Resultado Esperado: 4)

Gestionar en una única plataforma la automatización de cámaras de bombeo, telemetría y macromedidores.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas

3.1.1. Bases teóricas

3.1.1.1. Proceso histórico de desarrollo del sector saneamiento en el Perú

De acuerdo lo indicado por (7, p. 9), históricamente, en el Perú, el saneamiento primario se entendía como la prestación de los servicios de abastecimiento de aguas potables y saneamiento, habiéndose determinado la división de acuerdo a si la atención estaba orientada a la población rural o urbana. Durante mucho tiempo, las áreas urbanas y rurales estuvieron bajo la responsabilidad de varios ministerios: las áreas urbanas estuvieron a cargo del Ministerio de Fomento y Obras Públicas (MFOP) primero y la vivienda después, mientras que las áreas rurales estuvieron a cargo del Ministerio de Fomento y Obras Públicas (MFOP). Sin embargo, desde la reforma de la década de 1990, la prestación de los servicios en todo el territorio nacional está a cargo del Ministerio de Viviendas, Construcciones y Saneamientos (MVCS).

3.1.1.2. Rol del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS) en el sector Saneamiento.

De acuerdo a lo indicado por (7, p. 23), el MVCS cumple el rol rector del sector, lo que hace por medio de la DNS, el PAPT y el INVERSAN. La DNS es el organismo encargado de realizar la función rectora del MVCS y realiza las subsiguientes funciones:

- Planificación para el desarrollo del sector, que incluye las evaluaciones y actualizaciones permanentes del Plan Nacional de Saneamientos (PNS), priorizando los programas y proyectos que se ejecutarán para cubrir el déficit actual y asegurando su financiamiento.
- Dictar la normativa que requiera el sector y proponer políticas generales y estrategias de desarrollo.
- Mejorar la creación de capacidad y el desarrollo tecnológico.
- Promover la participación privada.
- Mantener un sistema de informaciones que ayuden en la toma de decisiones en el sector.

En la figura 14 se muestra la estructura institucional del sector saneamiento

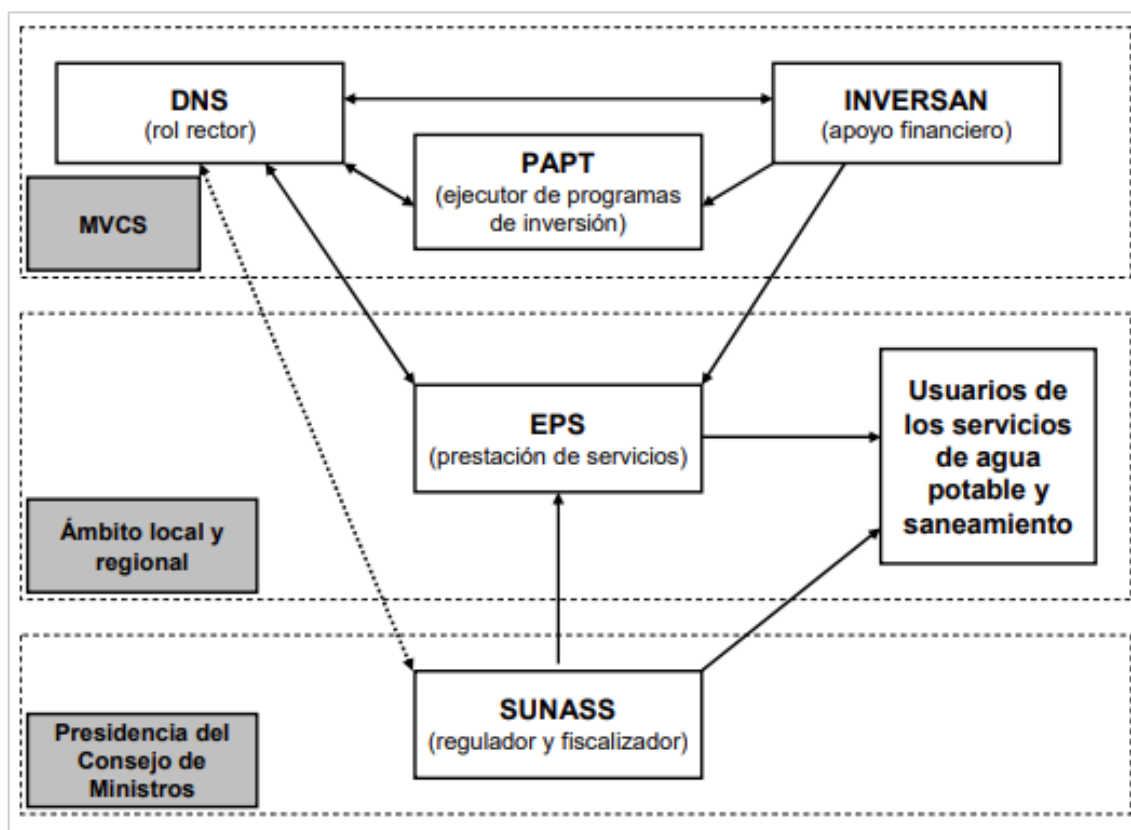


Figura 14. Estructura Institucional del Sector Saneamiento

Fuente: Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú (7)

3.1.1.3. Rol del ente regulador en el sector saneamiento.

De acuerdo a lo indicado por (7, p. 25), SUNASS cumple la función normativa, correspondiente a las siguientes funciones: normativa, reglamentaria, de supervisión, fiscalización, sancionadora, resolución de conflictos y reclamaciones.:

- Por medio de la función normativa, puede dictar estatutos, directrices o normas aplicables a las EPS y sus beneficiarios. Toda norma que elabore la SUNASS deben ser consultada por la opinión pública, por lo que debe publicarse en el Diario Oficial para poder recabar comentarios.
- A través de la función organizativa, determina los precios de los servicios y actividades que son de su competencia. Además, a través de este poder, podrá solicitar a la EPS la información que estime conveniente. Asimismo, la SUNASS posee capacidad para llevar un registro de proveedores de servicios y un sistema de información técnica, comercial y financiera para sus operaciones y para evaluar su gestión.
- Función de supervisión significa la verificación del acatamiento de las compromisos legales, contractuales y técnicas de parte de la EPS. Esto implica verificar el acatamiento de todas las regulaciones de SUNASS u otras que se aplican en el curso de las prestaciones de los Servicios.
- La función de Seguimiento y Sanciones le permite aplicar sanciones y medidas disciplinarias por violación de contratos o regulaciones existentes. Las sanciones aplicables se describen en la normativa vigente. Además, la SUNASS puede tipificar sanciones dentro de su jurisdicción.
- Finalmente, a través de su función de resolución de controversias y reclamaciones, resuelve en forma administrativa las controversias que se susciten entre la EPS o entre ésta y sus usuarios.

3.1.1.4. Rol de los prestadores de los servicios.

Conforme a lo indicado por (7, p. 26), los servicios brindados, en el ámbito urbano se realiza según se indica a en seguida:

- 48 EPS están organizadas como sociedades anónimas de propiedad del municipio.
- Empresa concesionaria de Aguas de Tumbes a la que los gobiernos de los municipios, en el ámbito de su competencia, han concedido el derecho de utilización a través de un contrato de concesión.
- Un EPS de propiedad del Estado, Sedapal, otorgada por el gobierno del centro el derecho de explotación.
- 490 lugares donde los servicios son dirigidos directamente por las municipalidades en clara desconsideración a lo que establece la legislación actual. Estos servicios no están reglamentados ni controlados. El Ministerio de Salud es el único responsable de monitorear la calidad del agua para consumo de las personas.

3.1.1.5. Rol de los gobiernos regionales.

Conforme a lo indicado por (7, p. 29), la Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Provinciales, establece las siguientes responsabilidades a los Gobiernos de las provincias en relación con los servicios de agua potable y saneamientos:

- Elaborar, aprobar y valorar planes y políticas en la región en materia de viviendas y saneamientos, de acuerdo con los planes de desarrollo del gobierno local, y de acuerdo con las políticas a nivel nacional y planes sectoriales.
- Ejecutar las labores de promociones, asistencias técnicas, capacitaciones e investigaciones científicas y tecnológicas en el campo de las construcciones y los saneamientos.
- Proporcionar apoyo técnico y financiero a los gobiernos locales en la prestación de servicios.

3.1.1.6. Políticas sectoriales

De acuerdo a lo mencionado por (7, p. 29), La política sectorial fue determinada en el PNS 2006-2015 y se basa en cuatro normas rectores que guían la mejora del sector:

- Los precios o cuotas deben cubrir los costos de operaciones, mantenimientos e inversiones.
- Los subsidios deben apuntar a los más necesitados.
- El apoyo a la inversión debe estar vinculado a la eficiencia de su provisión.
- Potenciar las alianzas público-privadas para conseguir la viabilidad financiera y perfeccionar la gestión de las EPS.
- El acondicionamiento de un sistema tarifario que responda al primer principio requiere de una serie de acciones que contribuyan al perfeccionamiento de la gestión de las EPS.

3.1.2. Visitas a infraestructuras de reservorio.

Un reservorio es una infraestructura física destinada al almacenamiento de agua potable tratada, cuya función principal es mantener el normal abastecimiento en toda su zona de cobertura.

Los reservorios seleccionados para la implementación de telemetría se presentan en la Tabla 5 que se a continuación se pueden ver a detalle:

Tabla 5. Listado de Reservorios que dispondrán de telemetría

Ítem	Reservorios	Distrito	Latitud	Longitud
1	R-1	Mariano melgar	-16.40569845	-71.50685504
2	R-3	Arequipa	-16.40156616	-71.52700633
3	R-7	Cayma	-16.34068458	-71.54061843
4	R-8	Cerro colorado	-16.3466408	-71.5592817
5	R-10	Mariano melgar	-16.4027061	-71.48901939
6	R-11	José Luis Bustamante Rivero	-16.42540352	-71.51526824
7	R-13	Jacobo hunter	-16.4460832	-71.55871455
8	R-13A	Jacobo hunter	-16.4537846	-71.55812589
9	R-13B	Jacobo hunter	-16.44595849	-71.55941846
10	R-13C	Jacobo hunter	-16.45286832	-71.5602926
11	R-14	José Luis Bustamante Rivero	-16.44474053	-71.51212377
12	R-15	Miraflores	-16.38241412	-71.50958813
13	R-16	Paucarpata	-16.41018164	-71.49990504
14	R-17	Paucarpata	-16.41844576	-71.49594479
15	R-18	Paucarpata	-16.43240667	-71.50139266
16	R-21	Cerro colorado	-16.34850319	-71.58667736
17	R-22	Yanahuara	-16.40632179	-71.57017116
18	R-32	Socabaya	-16.47169172	-71.52418097
19	R-37	Sachaca	-16.44316559	-71.57855747
20	N-2	Socabaya	-16.46831201	-71.55230088
21	N-3	Alto selva alegre	-16.36068556	-71.51354886
22	N-4	Alto selva alegre	-16.36443505	-71.52110966
23	N-5A	Miraflores	-16.3708482	-71.49256271
24	N-10	Paucarpata	-16.40789148	-71.48065888
25	N-11	Paucarpata	-16.41527159	-71.47953714
26	N-12	Paucarpata	-16.41153859	-71.49256032
27	N-13	Paucarpata	-16.41960337	-71.49112977
28	N-14	José Luis Bustamante Rivero	-16.444909	-71.51187653
29	N-21	Cerro colorado	-16.36664714	-71.56176104
30	N-23	Cerro colorado	-16.38287966	-71.56645169
31	N-24	Cerro colorado	-16.38954668	-71.57510554
32	N-25	Cayma	-16.32535011	-71.53487071
33	N-26A	Cerro colorado	-16.3068604	-71.54572197
34	N-26B	Cerro colorado	-16.3120262	-71.5480746
35	N-29	Cerro colorado	-16.33024189	-71.5788992
36	N-42	Cayma	-16.33102297	-71.53801186
37	N-44	Cayma	-16.34578478	-71.54709549
38	N-45	Cayma	-16.30550381	-71.52641093
39	N-49	Mariano melgar	-16.39805399	-71.49002506
40	N-49A	Mariano melgar	-16.38525005	-71.49051052

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Listado de cámaras de bombeo que han sido seleccionados para su automatización

Ítem	Reservorios	Distrito
41	CB-32	Sachaca
42	CB-6A	José Luis Bustamante Rivero
43	CB-6B	José Luis Bustamante Rivero
44	CB-45	Cayma
45	N-26B	Cayma

Fuente: Elaboración propia

Algunas imágenes de reservorios intervenidos

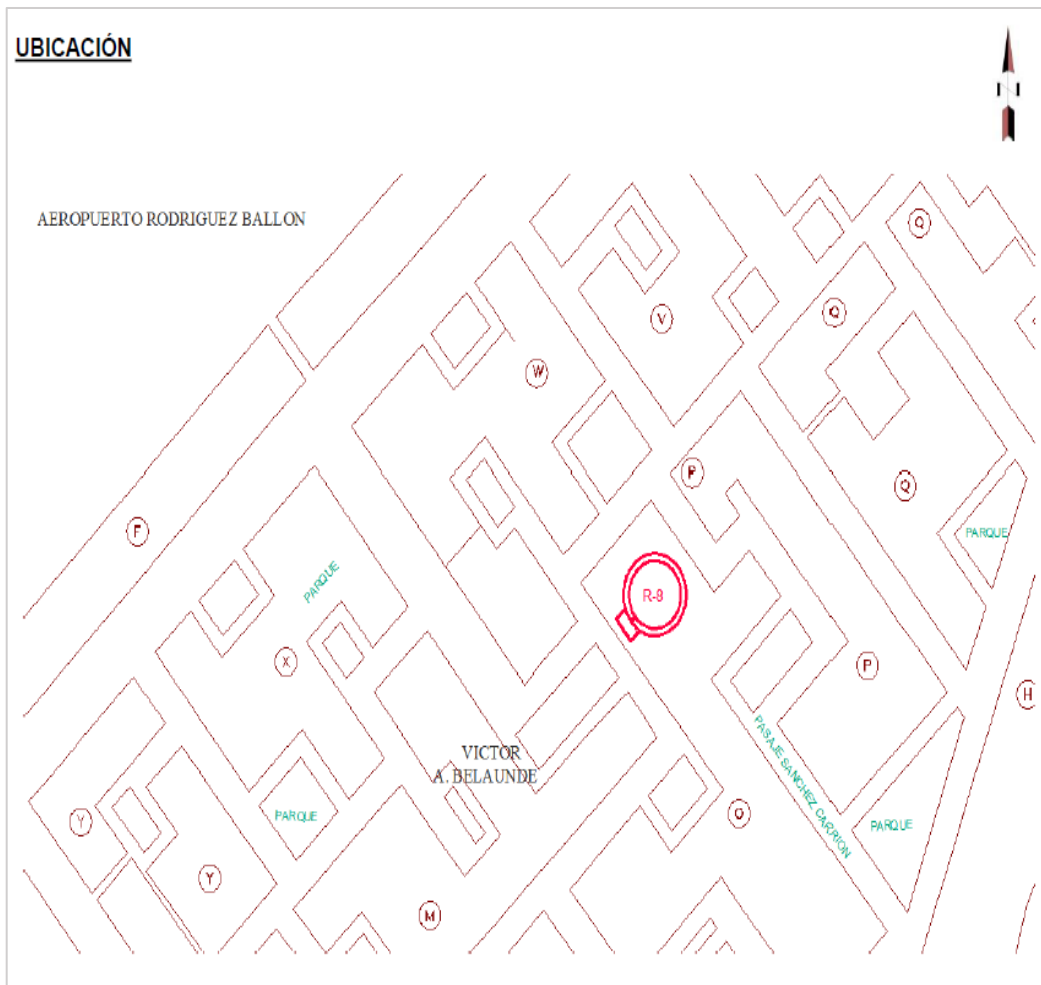


Figura 15. Ubicación del Reservorio R-8

Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Reservorio R-8

Fuente: Elaboración propia

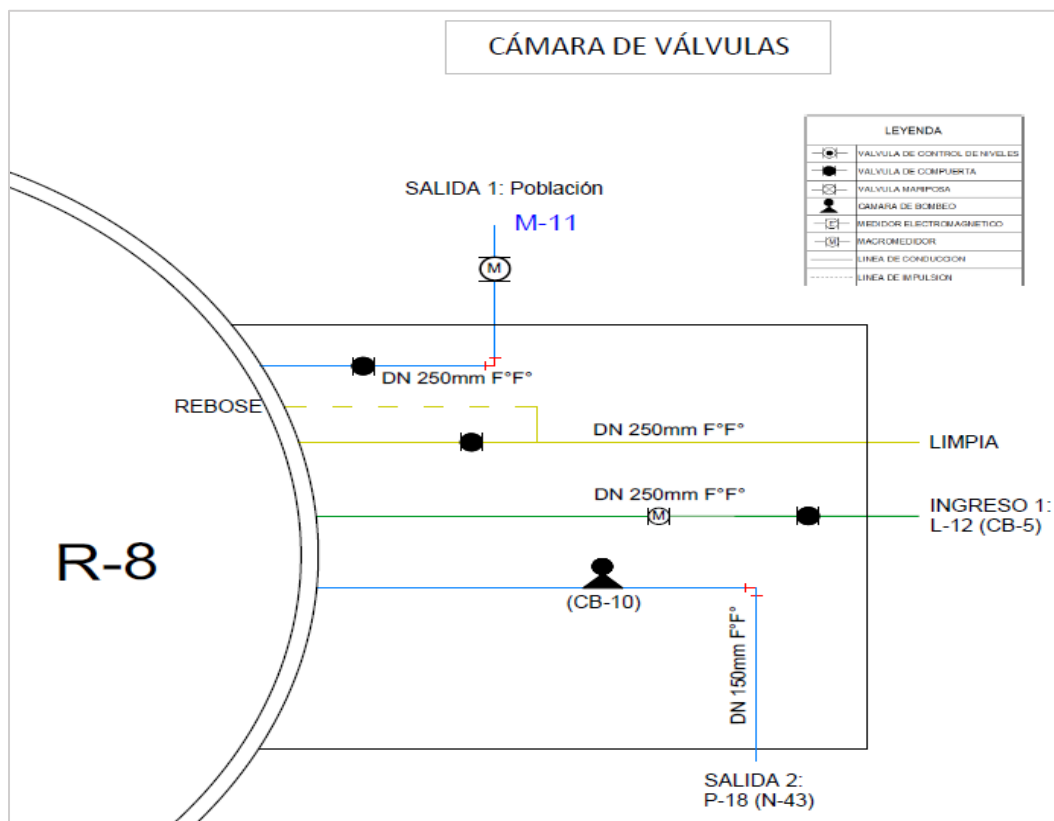


Figura 17. Esquema Distribución cámara de válvulas Reservorio R-8

Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Ubicación del reservorio R-11

Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Reservorio R-11

Fuente: Elaboración propia

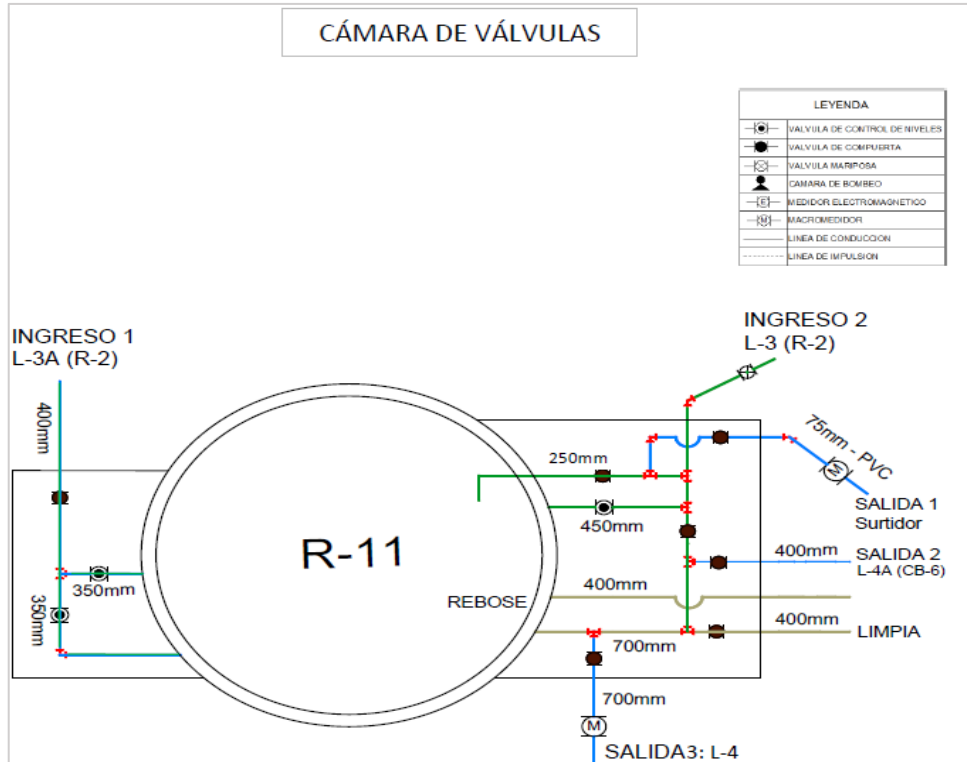


Figura 20. Esquema Hidráulico reservorio R-11

Fuente: Elaboración propia

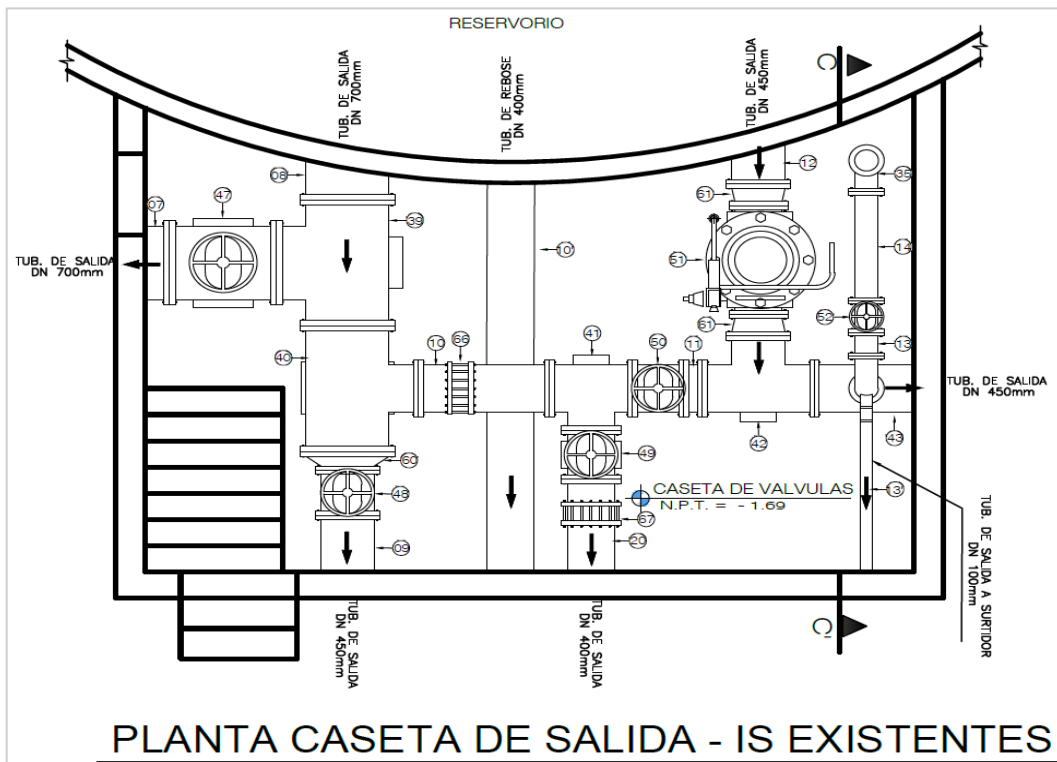


Figura 21. Esquema Hidráulico reservorio R-11

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Tipos de Reservorio.

Por su tipo de construcción:

- a) **Reservorios apoyados.** - Son aquellos reservorios que se construyen sobre el nivel de la superficie del terreno.



Figura 22. Reservorio R-13

Fuente: Elaboración propia

- b) **Reservorios elevados.** - Son aquellos reservorios que se construyen por encima del nivel del terreno natural y son soportados por columnas.



Figura 23. Reservorio R-27

Fuente: Elaboración propia

- c) **Reservorios semi enterrados.** – Son aquellos reservorios donde una parte de su infraestructura se construye debajo del nivel del terreno.



Figura 24. Reservorio N-21

Fuente: Elaboración propia

Por su tipo de función que cumple en la red de distribución:

- d) **Reservorios de cabeceras.** – Son denominados reservorios de cabecera aquellos reservorios que distribuyen agua potable hacia otros reservorios.



Figura 25. Reservorio N-49ª

Fuente: Elaboración propia

- e) **Reservorios flotantes o distribución.** - Se denomina reservorios flotantes o distribución aquellos reservorios que distribuyen agua directamente a sus zonas de abastecimiento.



Figura 26. Reservorio N-37

3.1.4. Inventario de accesorios en cámara de válvulas de reservorios.

Se denomina cámara de válvulas de reservorios al espacio físico destinado para albergar todos los accesorios hidráulicos que permiten la operatividad del reservorio.

Normalmente en las cámaras de válvulas de reservorios se encuentran los siguientes elementos:

- **Válvulas de filtro o strainer.**



Figura 27. Válvula de filtro o strainer.



Figura 28. Válvula mariposa



Figura 29. Válvula compuerta



Figura 30. Sensor de radar Marca Vega.



Figura 31. Sensor de presión marca Krohne



Figura 32. Macro Medidor Marcar Krohne

3.1.5. Válvula de control de nivel

La función principal de una válvula de control de nivel es controlar el nivel de agua constante que debe almacenar un reservorio, existen varios tipos de válvulas de control de nivel.

3.1.5.1. Válvula de control de nivel con flotador

Según lo señalado por (8), estos tipos de válvulas utilizan un flotador dentro del reservorio para sensor el nivel de agua, los flotadores pueden ser mecánicos o eléctricos, tienen DOS posiciones Abierto (ON), cerrador (OFF) y también pueden ser modulantes (Ver figura 33).



Figura 33. Válvula control de nivel con flotador.

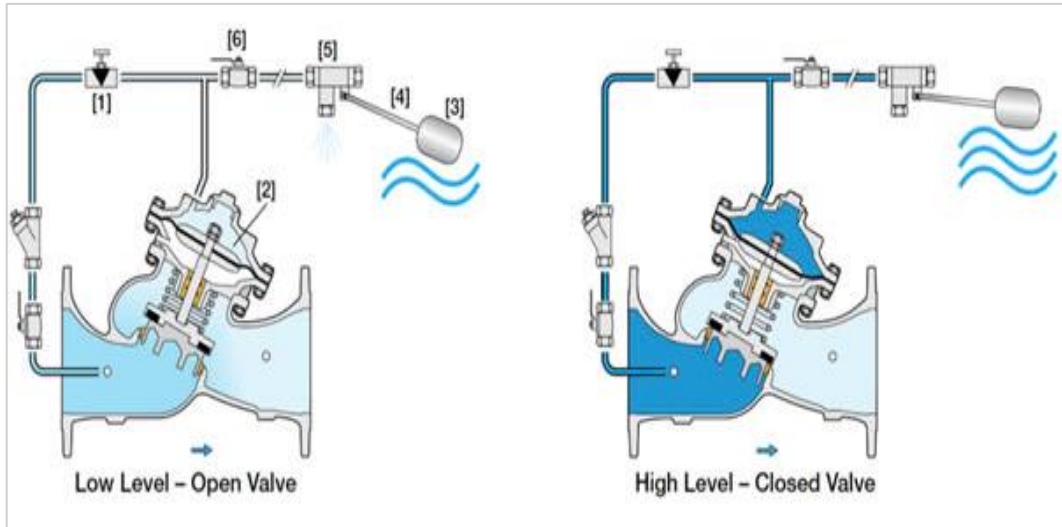


Figura 34. Esquema de una válvula control de nivel con flotador.

3.1.5.2. Válvula de altitud.

Según lo señalado por (8), estos tipos de válvulas utilizan un piloto que sensa la presión hidrostática del reservorio, la cual está directamente relacionado con el nivel de agua existente en el reservorio (Ver figuras 35, 36 y 37).



Figura 35. Válvula de altitud.

Fuente: Imagen disponible en NEOVISS (8)



Figura 36. Válvula de altitud.

Fuente: Imagen disponible en NEOVISS (8)

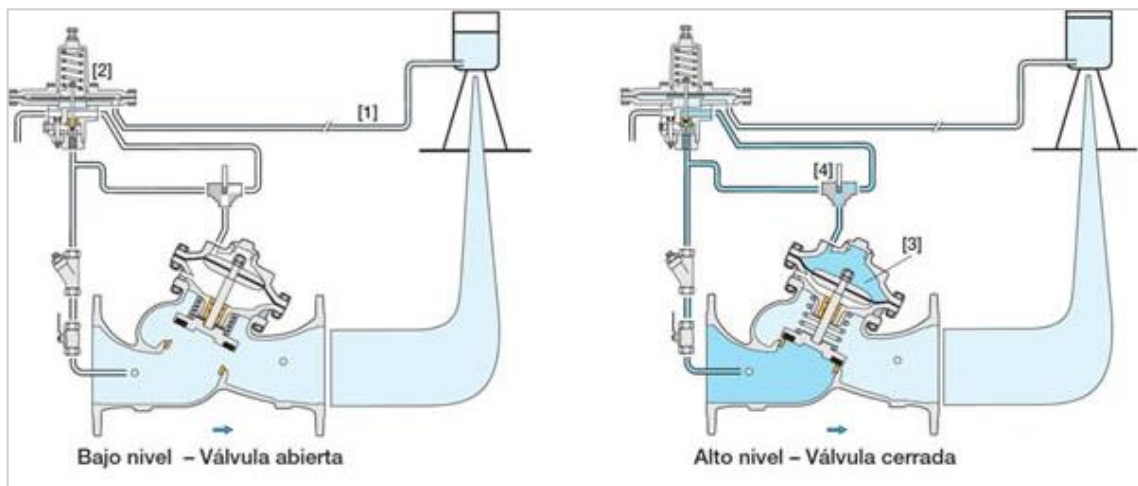


Figura 37. Esquema de una válvula de altitud.

Fuente: Imagen disponible en NEOVISS (8)

3.1.6. Electroválvula.

Según lo señalado por (9), Las **electroválvulas** son dispositivos electrónicos que responden a impulsos eléctricos, a través de la válvula solenoide se puede abrir o cerrar la válvula, controlando así el flujo de fluido. Cuando la corriente fluye a través del solenoide, se crea un campo magnético que atrae al núcleo en movimiento y cuando termina el efecto del campo magnético, el núcleo vuelve a su posición, en la mayoría de los casos, bajo la acción de un resorte (Ver Figura 38, 39 y 40).



Figura 38. Electroválvula reservorio R-37 Vista lateral

Fuente: Elaboración propia



Figura 39. Electroválvula reservorio R-37 vista frontal

Fuente: Elaboración propia



Figura 40. Partes de la electroválvula reservorio R-37

Fuente: Elaboración propia

3.1.7. Telemetría.

El proceso de telemetría consiste en hacer uso de varias tecnologías que permiten monitorear variables como (niveles, temperaturas, caudales, entre otras variables) a distancia o en forma remota (Ver Figura 41).

Un sistema de telemetría puede estar compuesto por un centro de control de operaciones (CCO) y unidades remotas, la comunicación entre el CCO y las unidades remotas se pueden realizar por intermedio de radios, redes 3G/4G, comunicaciones físicas.

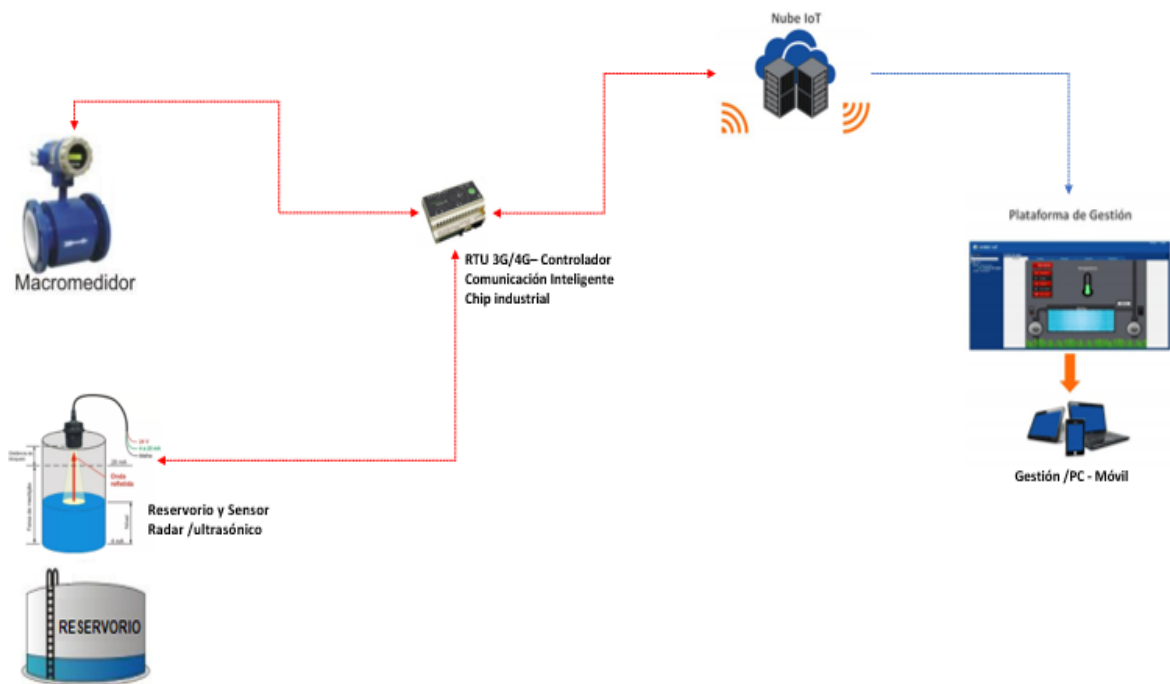


Figura 41. Esquema de telemetría de reservorios propuesto.

Fuente: Esquema elaborado en base a información publicada por Alfacom (10).

El esquema propuesto está basado en la Norma ISO /IEC 9506-1 y 9506-2 (Sistemas de automatización industrial), que hace referente a la utilización de buses de campos y protocolos en redes industriales.

Para el presente proyecto se ha definido utilizar dos (2) tipos de protocolo de comunicación 4..20 mA y MODBUS RTU, ambos protocolos son de comunicación abiertos.

En la figura 41 se puede observar que el Macromedidor se conecta a una RTU (unidad de transmisión remota) utilizando protocolo Modbus RTU, y el sensor tipo radar se conecta a la Unidad de transmisión Remota vía el protocolo 4..20 mA, en este proyecto el equipo RTU es de marca Bacsoft que utiliza comunicación celular direccional a través de redes 3G/4G, para la trasmisión de toda la información a la plataforma IoT, los usuarios finales acceden a la plataforma Web y Móvil para visualizar y gestionar los componentes de la telemetría.

3.1.8.PLC.

Podemos definir un PLC o Controlador Lógico Programable como una computadora industrial, y su función principal es procesar todos los datos de un instrumento de campo como sensores, temporizadores y/o cualquier señal de

entrada para controlar actuadores posteriormente como pistones, actuadores, válvulas. , etc., y así poder controlar automáticamente cualquier proceso industrial (11).

Para el proyecto se han utilizado PLC de la marca siemens modelos S7-1200 (Ver Figura 42).

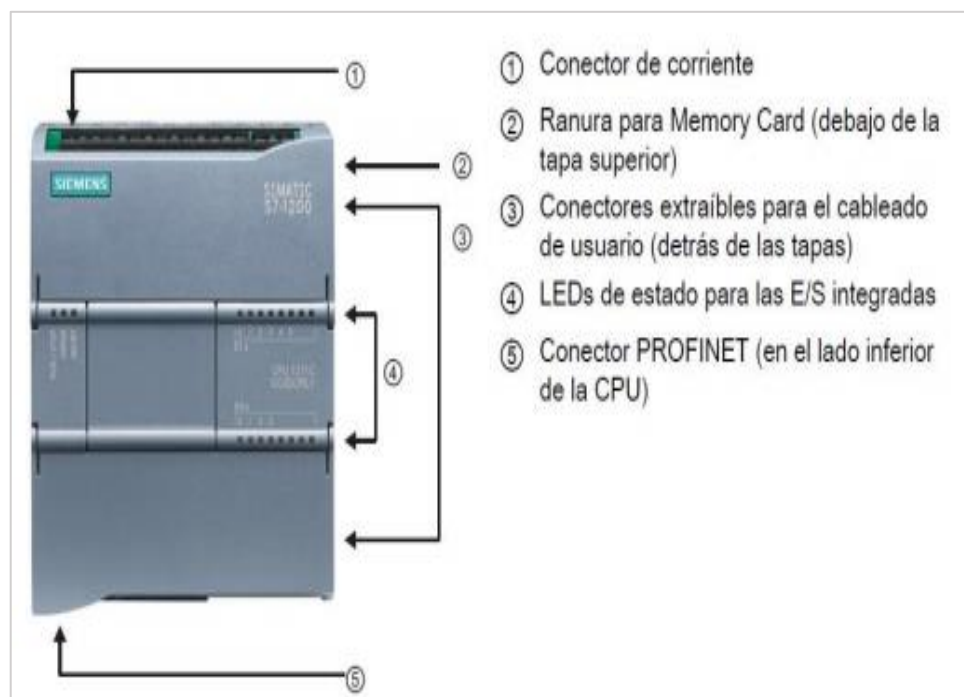


Figura 42. PLC S7-1200 Vista frontal

Fuente: Imagen disponible en Course hero (8)

Tabla 7. Características principales del PLC

Característica	Unidades
Memoria de Usuario	100kb de trabajo
	4mb de carga
	10kb remanente
E/S integradas Local	14E/10S (Discretas)
	2E/2S (Analógicas)
Puertos PROFINET	2 Ethernet
Conectores rápido (HSC)	6
Generadores de impulsos	4
CPU	S7-1214C AC/DC/RLY

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 7 se detalla el conjunto de característica más importantes del PLC tales como la memoria de uso, el E/S integrado local, los puestos, los conectores, generadores y CPU

3.1.9. Bconnect RTU.

Los equipos Bconnect utilizados en el proyecto son los de la marca Bacsoft y permiten integrar de forma ágil las instrumentaciones que se tienen en los reservorios como se observa en la Figura 43.



Figura 43. Equipo Bconnect 3G Bacsoft.

3.1.10. Sensor de Radar.

Según lo señalado por (9), el sistema de radar de microondas tiene su fundamento en la emisión de ondas electromagnéticas, en intervalos de los rayos X (10 GHz). El sensor está instalado en la parte de arriba del reservorio y envía las microondas hacia la parte superficial del agua. Una porción de la energía enviada es reflejada en la parte superficial del líquido y la atrae el sensor.



Figura 44. Sensor de radar marca Vega

En la Figura 44 se aprecia un sensor de radar marca Vega el cual está instalado en el reservorio R-13



Figura 45. Sensor de radar instalado en reservorio R-13

3.1.11.Sensor de presión.

Los sensores de presión utilizados en el proyecto son de la marca Vega y Krohne como se observa en las Figuras 46, 47 y 48, los modelos son:



Figura 46. Sensor de presión marca Krohne Modelo Optibar PC 5060c



Figura 47. Sensor de presión instalado en reservorio N-44



Figura 48. Sensor de presión instalado en reservorio N-42



Figura 49. Sensor de presión Marca Vega modelo C82 reservorio N-49A

3.1.12.Sistema de bombeo.

El proceso de bombeo de agua potable consistente en impulsar agua de un punto bajo hacia un punto elevado, se utiliza un motor eléctrico el cual impulsa el agua por intermedio de unas tuberías llamadas línea de impulsión, dependiendo de la potencia del motor se determina el volumen de impulsión.

En SEDAPAR S.A. las bombas de impulsión son eléctricas por su alto rendimiento, las potencias de las bombas varían dependiendo del número de clientes que serán beneficiados con el abastecimiento, se tiene bombas que van desde los 25HP hasta los 120HP de potencia



Figura 50. Cámara de Bombeo Reservorio N-26B



Figura 51. Mini PLC Logo – SIEMENS



Figura 52. PLC rockwell



Figura 53. Tablero de fuerza cámara bombeo Reservorio N-26B

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1. Descripción de actividades profesionales

Las actividades desarrolladas por el Bach. Luis Eusebio Angeles Pato, están orientadas a mejorar y optimizar el proceso de continuidad del servicio de agua potable y para ello se han desarrollado las siguientes actividades primordiales:

- Análisis, desarrollo e implementación de automatizaciones en el proceso de bombeo de agua potable
- Análisis, implementación e integración de una plataforma IoT de Telemetría para reservorios y al análisis
- Análisis e implementación de un Sistema Call center para la gestión de incidencias operacionales.

4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales

El enfoque de la actividad profesional del Ingeniero de sistemas en la especialidad de Automatización de procesos industriales es aplicable a toda institución y en todas sus actividades empresariales, en este caso particular las actividades profesionales se han realizado en el Departamento de Distribución de la Gerencia de Operaciones de la EPS SEDAPAR S.A.

Departamento de distribución:

El departamento de distribución está conformado por las siguientes oficinas:

- **Oficina de operación y almacenamiento.** - Encargada en la gestión de las infraestructuras de almacenamiento de agua potable a través de reservorios y

líneas de conducción.

- **Oficina de hidrantes.** - Encargada en la gestión de todos los hidrantes instalados en toda Arequipa metropolitana.
- **Oficina de reguladoras.** - Encargada en la gestión de válvulas reguladoras de presión, mantenimiento de válvulas de control de nivel, mantenimiento de válvulas mariposas, globos, compuertas.
- **Oficina de redes.** - Encargada en la gestión de redes de distribución de agua potable a nivel Arequipa metropolitana.

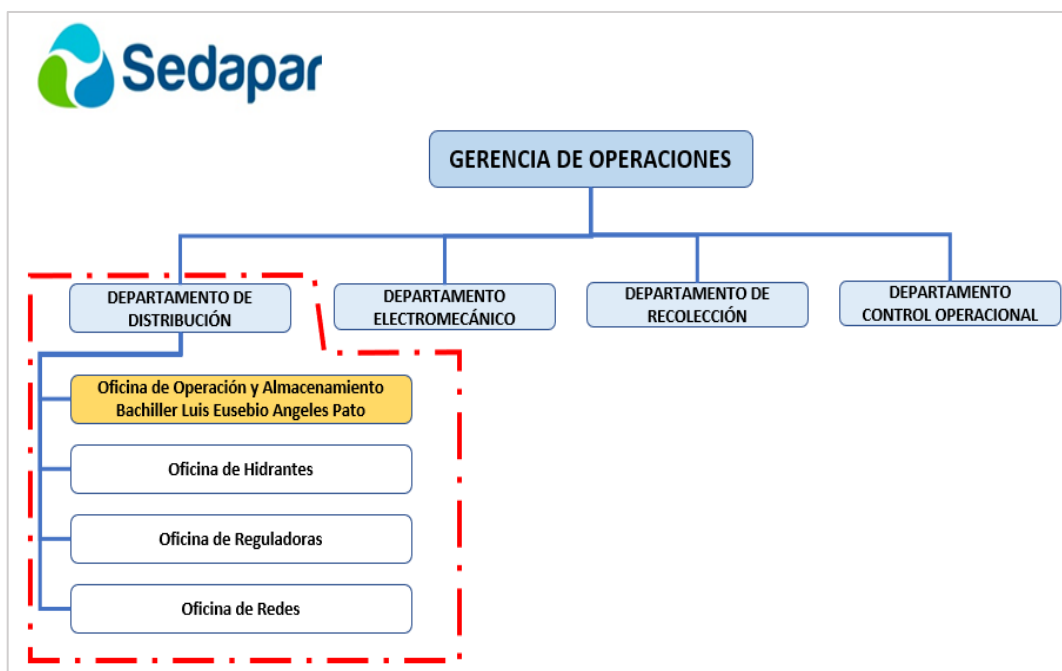


Figura 54. Estructura orgánica del Dpto. de Distribución

4.1.2. Alcance de las actividades profesionales

El proceso de automatización es amplio, el alcance de las actividades profesionales se ha desarrollado exclusivamente en el Departamento de Distribución de Agua Potable y las actividades desarrolladas están enmarcadas a la optimización y mejoramiento de la continuidad del servicio de agua potable para la población usuaria de SEDAPAR S.A y al desarrollo e implementación del Sistema de Call Center que permita gestionar las incidencias operacionales.

Para ello se ejecutan las siguientes actividades:

4.1.2.1. Visita a las estaciones de bombeo

Las estaciones de bombeo son infraestructuras que están compuestas por un conjunto de elementos y accesorios como:

- Estructuras civiles
- Equipos motorizados – Bombas
- Tuberías
- Válvulas compuertas, válvulas mariposas, válvula de control de nivel.
- Macro medidores o flujómetros.
- Accesorios (filtros tipo y o Strainer)

Las estaciones de bombeo pueden ser abastecidas desde una fuente propia o desde las líneas de conducción y la impulsan a un reservorio de almacenamiento para su distribución hacia la población (Ver Figuras 55,56,57,58 y 59).

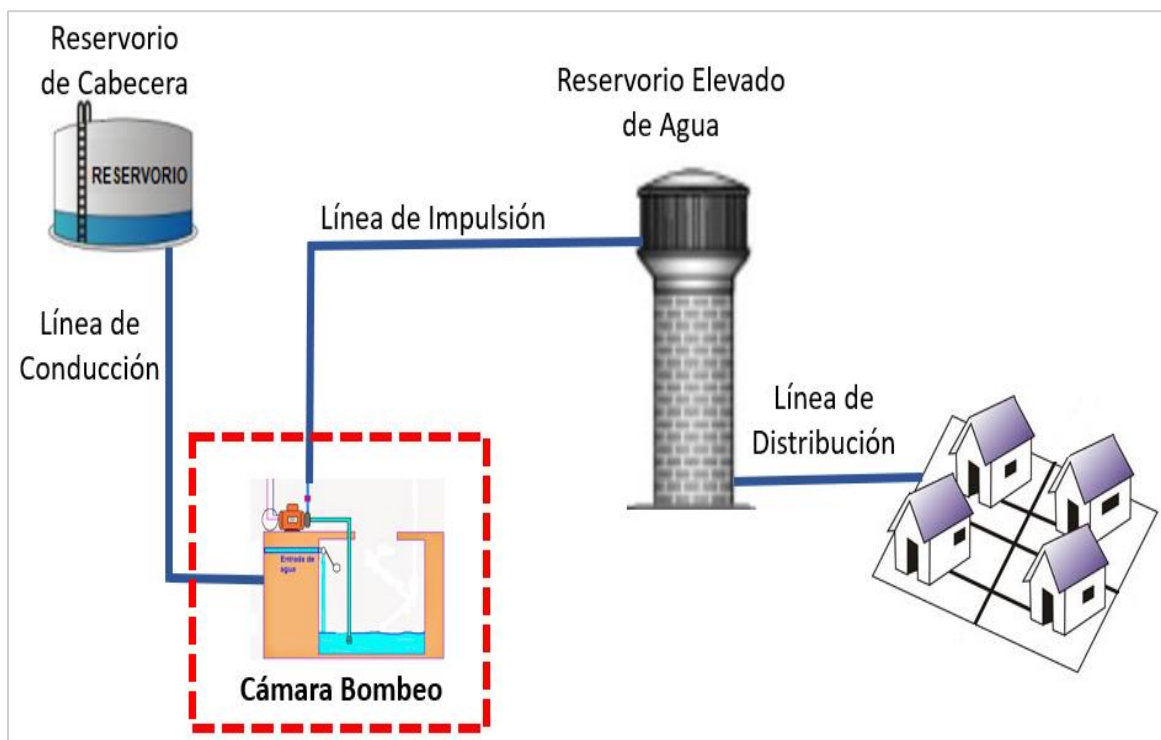


Figura 55. Esquema del proceso de bombeo de Agua



Figura 56. Estación de bombeo N-26B



Figura 57. Estación de bombeo R-7



Figura 58. Estación de bombeo R-13



Figura 59. Estación de bombeo R-13ª

4.1.2.2. Elementos en las estaciones de bombeo.

Los principales elementos de una estación de bombeos de aguas potables son:

- Casetas de bombeo.
- Cisternas o tanque o reservorio de bombeo.
- Equipos electromecánicos de bombeo.
- Generador Eléctrico.
- Tuberías de succión.
- Tuberías o línea de impulsión.
- Válvulas de Control (Mariposa, Globo, Compuerta)
- Válvula Check.
- Sensor de presión.
- Sensor de nivel.
- Tableros de protecciones y controles eléctricos.
- Área para el personal de operaciones.
- Cerco de protecciones para la caseta de bombeos.
- Macro Medidor o Flujómetro.
- Pozo a tierra.

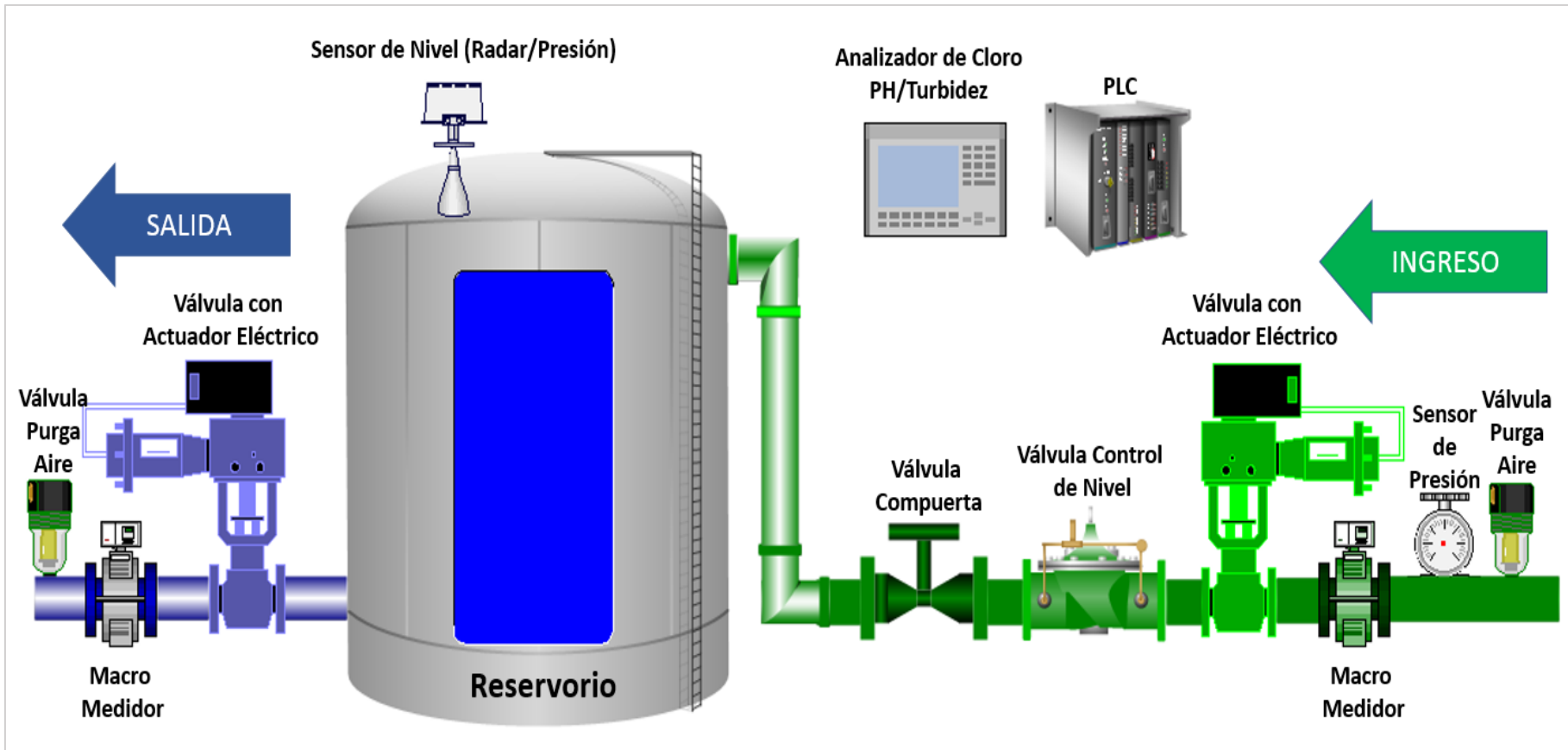


Figura 60. Esquema de automatización y telemetría de reservorios. Elaboración propia.

4.1.2.3. Pirámide de automatización.

Cuando se plantea la tarea de automatización y control, es necesario considerar la interacción fluida de todos los componentes de la pirámide de automatización (Ver Figura 61). En este caso concreto, se trata de conectar los niveles de dicha pirámide(12).

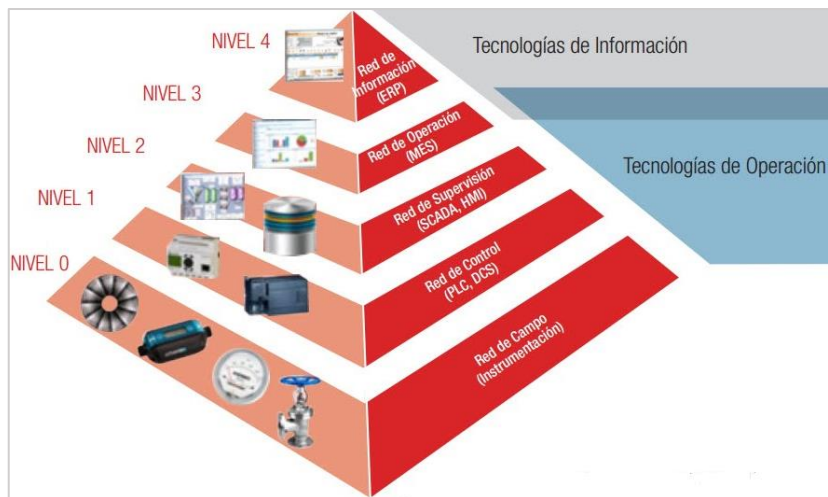


Figura 61. Esquema básico de una cámara de bombeo.

4.1.2.4. Instrumentación en cámaras de bombeo.

La instrumentación mínima necesaria para automatizar una cámara de bombeo es la siguiente:

- Sensor de Radar o Sensor de Presión.
- PLC
- Electroválvula o Válvula de control de nivel.
- RTU (Unidad de terminal remoto).
- Plataforma SCADA o solución IoT.
- Radio Antenas o radio enlaces.
- Macro Medidor.

4.1.2.5. Telemetría de reservorios.

El proceso de telemetría consiste en hacer uso de varias tecnologías que permiten monitorear variables como niveles, temperaturas, caudales, etc., a distancia o en forma remota.

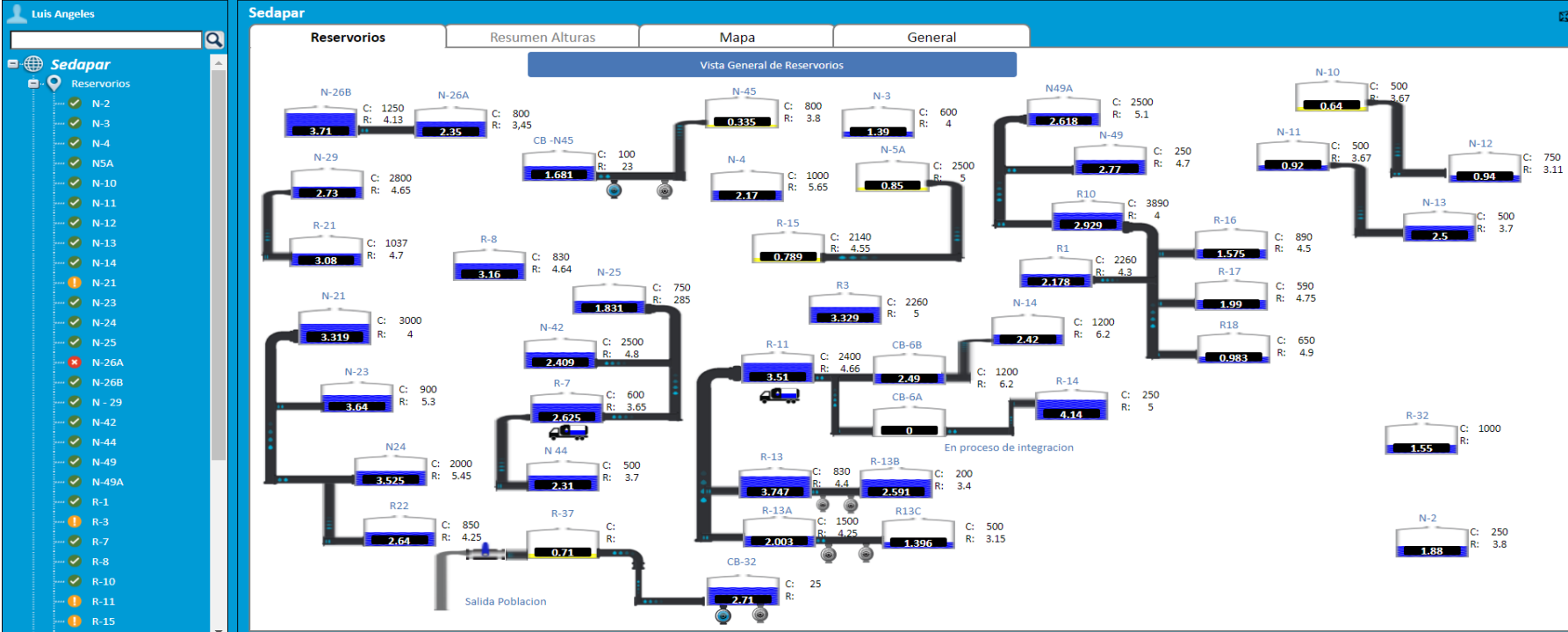


Figura 62. Vista general del sistema de telemetría de reservorio

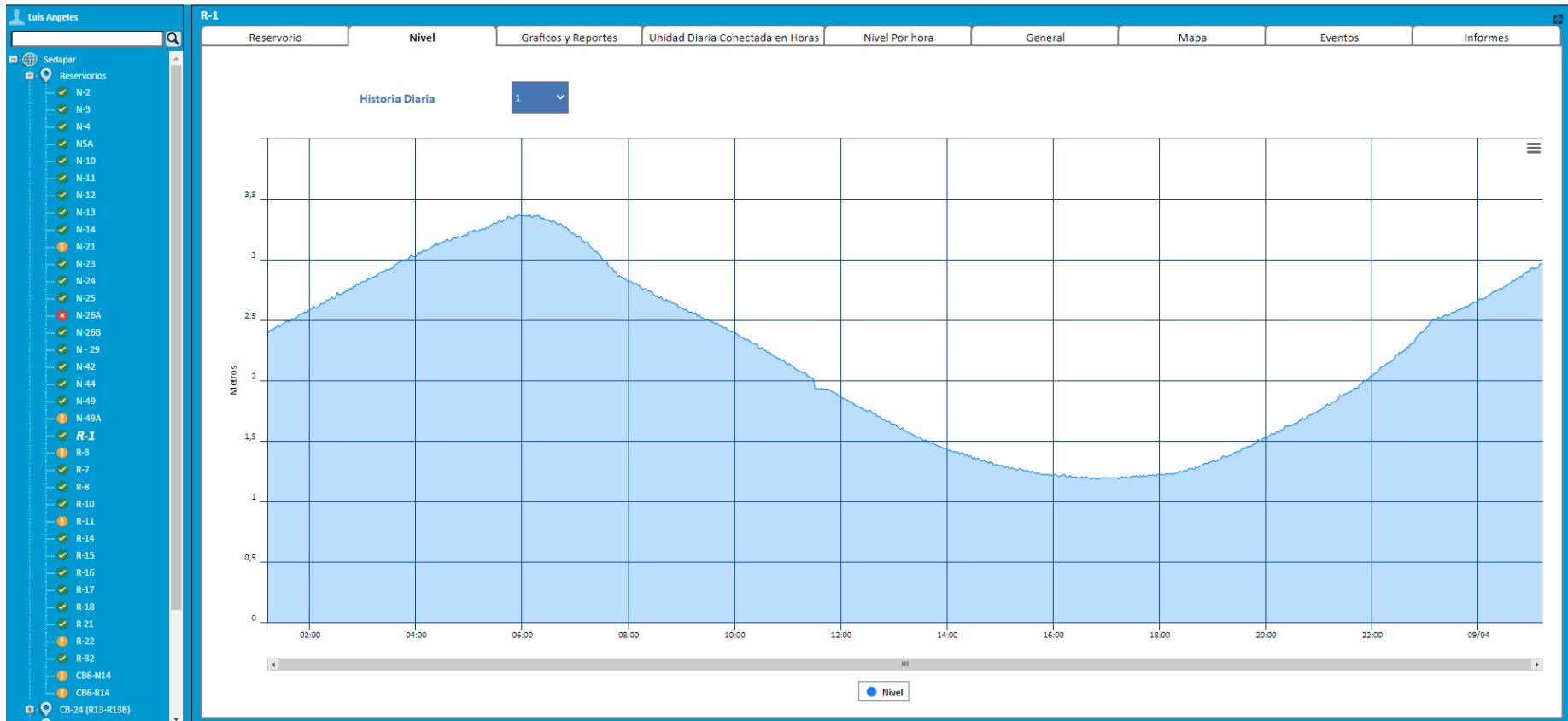


Figura 63. Gráfico de evolución de consumo de agua en el reservorio R-1

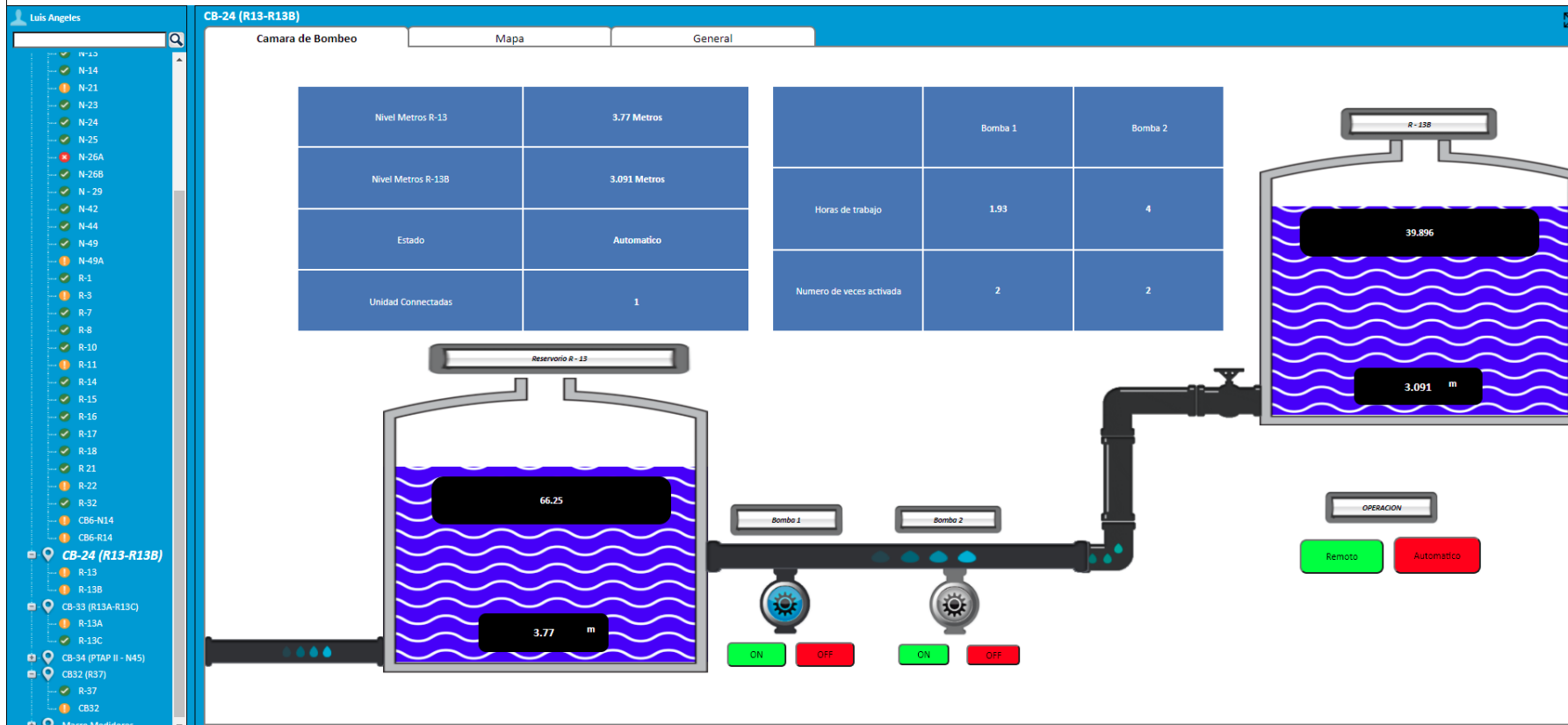


Figura 64. Proceso de bombeo de agua potable – reservorio R-13 hacia R-13B

Luis Angeles

R-13

Reservorio Nivel Graficos y Reportes Nivel por Hora Unidad Diaria Conectada en Horas General Mapa Eventos

Lista de registros

Descripción	Valor	Botones de acción
DATOS DEL RESERVORIO		
Capacidad Total	830	
Altura de Rebose	4,4	
Altura Salida Poblacion	0,35	
Altura succion Bomba	***	
Nivel Porcentaje	66,250 %	
Nivel	3,770 m	
Nivel x 100	377,625	
VALORES PLC		
ESTADO CONTROL REMOTO	Automatico	
MANDO CONTROL REMOTO	0	Automatico Remoto
ESTADO BOMBA 1	Encendida	
Encendido bomba 1	0	OFF ON
ESTADO BOMBA 2	Apagada	
Encendido bomba 2	0	OFF ON
Nivel R13B (40001)	309	
Nivel R13 (40002)	377	
Estado Tablero	Automatico	
Nivel R13B ALTO	0	
Nivel R13B BAJO	0	
Nivel local R13 Alto	0	
Nivel local R13 BAJO	0	
Nivel R13 INCIPIENTE	0	
Comunicacion PLC	OK	
Analog Fields		
Analog 1 (RAW)	14,600 mA	
BConnect Fields		
Temperatura de Módulo	49	
Nivel de Señal	21	
Datos de Inicio	Comenzar Mañana	

Figura 65. Configuración de proceso de bombeo.

4.1.2.6. Instrumentación requerida para telemetría.

La instrumentación mínima necesaria para un sistema de Telemetría son las siguientes:

- a) Sensor de Radar o Sensor de Presión.
- b) RTU (Unidad de terminal remoto).
- c) Plataforma SCADA o solución IoT.
- d) Comunicación GPRS 3G.
- e) PLC.
- f) Bombas de succión.

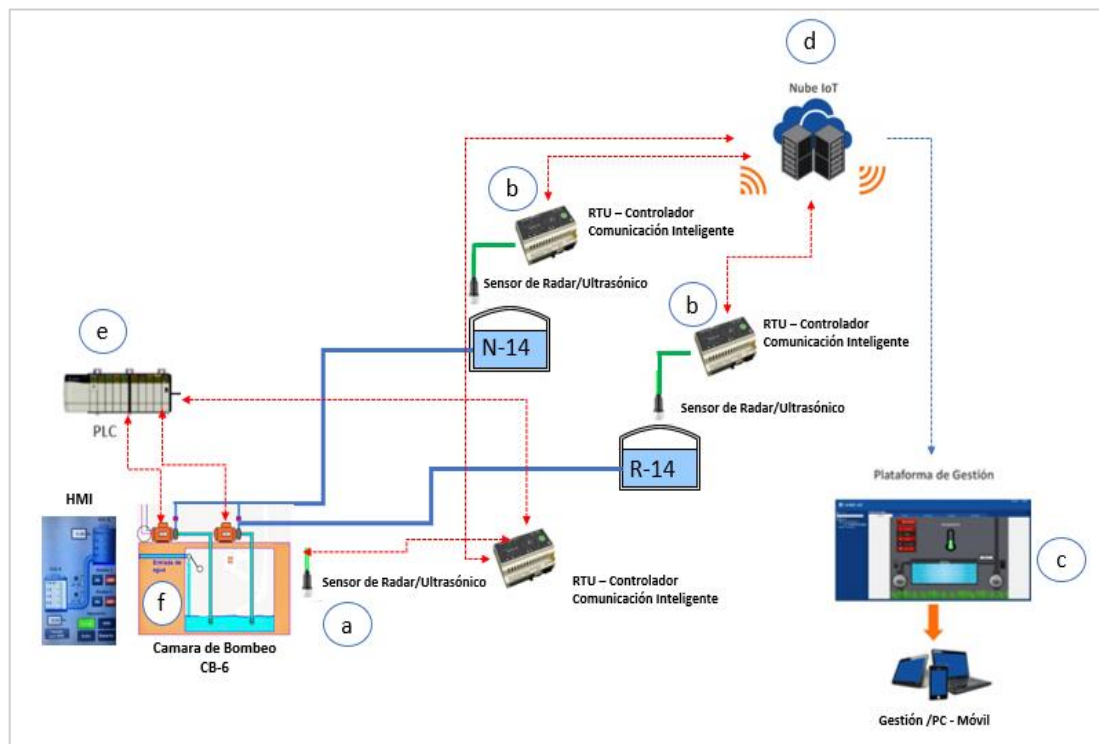


Figura 66. Esquema de instrumentación para Telemetría.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.7. Programación de los PLC.

Según lo señalado por (13, p. 5), Un programa de PLC es una serie o lista de diferentes comandos de trabajo, también llamados instrucciones, que es capaz de ejecutar las secuencias de trabajo previstas para los PLC.

La automatización del proceso de bombeo requiere de instrumentos electrónicos que permitan controlar este proceso, estos instrumentos son:

- Motor y Bombas de impulsión.
- Sensor de radar.
- Macro medidor.
- PLC
- Software – programa.

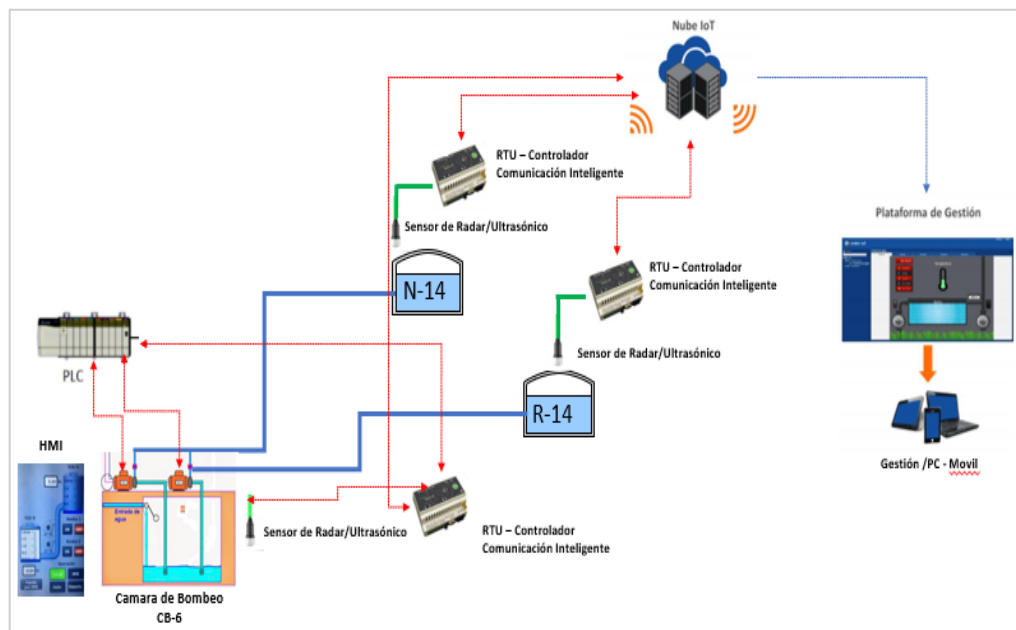


Figura 67. Esquema de instrumentación para automatizar la cámara de bombeo

Fuente: Elaboración propia.

Para la programación del proceso de bombeo se ha utilizado el software Tía Portal en su versión 16.

4.1.2.8. Integración de macro medidores.

La función de un macro medidor es almacenar el flujo que agua que se está pasando por una tubería de agua, la unidad de medida es m³.



Figura 68. Valor de macro medidor integrado a plataforma de telemetría

4.1.2.9. Integración plataforma telemetría BACSOFT.

Bacsoft es una plataforma de telemetría y automatización IoT, que ofrece conectividad inalámbrica instantánea por medio de GPRS.

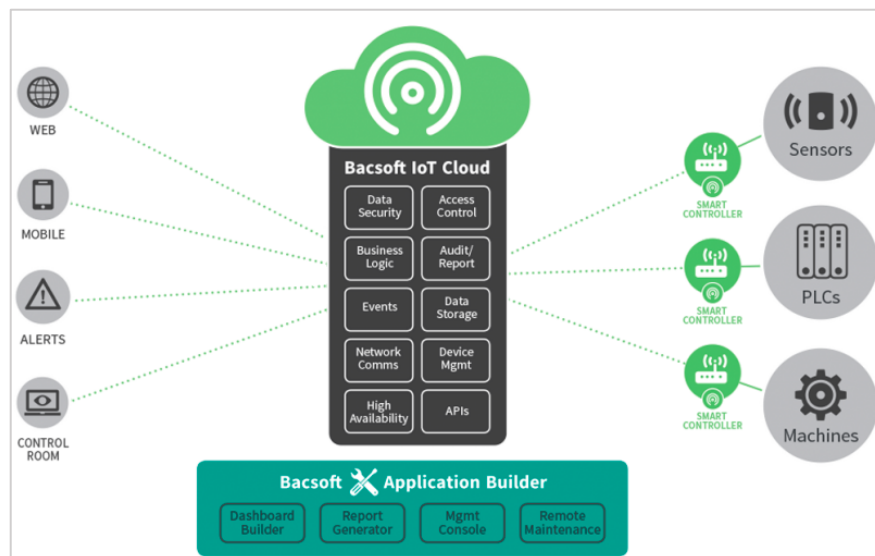


Figura 69. Esquema de la Plataforma Bacsoft

4.1.3. Entregables de las actividades profesionales

Los entregables de toda actividad están compuestos por los siguientes documentos:

- Manual de operación.
Ver anexo 1
- Diagrama unifilar.
Ver anexo 2

- Programas fuentes de automatización.
Ver anexo 3

4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional

4.2.1. Metodologías

4.2.2. Técnicas

Según (14), la técnica utilizada en este proyecto fue el análisis documental, que permitió recopilar datos y organizar la información obtenida posteriormente. Entre los principales datos recopilados se encuentran:

- Parte diario de bombeo, de los últimos 2 años (2018, 2019).
- Resumen de altura de reservorios por horas. (últimos 2 años 2018,2019)
- Resumen de actividades del proceso de atención de las incidencias operacionales. (últimos 2 años 2018,2019)
- Resumen mensual sobre las continuidades de servicio de agua potable en los sistemas de bombeo (últimos 2 años 2018,2019).

4.2.3. Instrumentos

Los instrumentos utilizados para esta técnica fueron los registros de las hojas de trabajo de campo, donde se plasmaron:

- Partes diarios de bombeo. Para cuantificar las horas de servicio de la zona de abastecimiento.
- Lecturas de flujómetros o macro medidores electromagnéticos. Para cuantificar los metros cúbicos (M3) necesarios para el abastecimiento de agua en la zona.
- Formatos de alturas de reservorios. Para determinar el consumo de agua.
- Partes de atención de incidencias operacionales.

4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Se han empleado las siguientes herramientas, equipos y materiales:

a) Equipos de cómputo.

- Estación de Trabajo.
- Impresora.

b) Software

- Tía portal versión 16 (Programación de PLC)
- Software que permite la programación de PLC para la marca SIEMENS.
- Bizagi – Diseño de los procesos.
- Software que permite diagramar y documentar procesos de forma gráfica en un formato conocido como BPMN (Business Process Modeling Notation).
- Wonderware InTouch. Desarrollo de pantallas HMI.
- Software para el diseño de pantallas gráficas HMI, basado en el estándar internacional ISA 101.
- Eplant – Diseñador de planos P&ID.
- Software para el diseño de todo tipo de planos, para nuestro caso hemos diseñado planos P&ID.
- AutoCAD – Diseño de cámaras de válvulas.
- Software de ingeniería para el diseño de planos y estructuras para edificaciones en 2D y 3D.
- Visual Studio 2019 – Integración con plataforma empresarial.
- Software para el diseño de sistemas de información, programación de aplicaciones de todo tipo, permite el desarrollo en múltiples plataformas (Web, Windows, Android, IOS).
- Ms Project – Diseño del cronograma.
- Es un software para la gestión de proyectos, permitiendo la programación de actividades, recursos, plazos, costos, entre otras funcionalidades(15).

c) Sensores

- **Sensor tipo radar.**

Según lo señalado por (16), los sensores de tipo radar sin contacto, es un instrumento de medida que envía una señal de microondas desde arriba al agua, reflejando dicha señal. Usando las señales de microondas recibidas por el instrumento de medición, se calculan la distancia a la superficie del producto y el nivel. Los líquidos y sólidos se miden utilizando estos métodos de medición.

- **Sensor de presión**

Según lo señalado por (16), el objetivo del sensor de presión es convertir una cantidad física en una cantidad eléctrica, en cuyo caso convierte una fuerza por unidad de área en un voltaje equivalente a la presión aplicada.

- **Sensor ultrasónico.**

Según lo señalado por (16), el sensor ultrasónico se basa en el principio de medición del tiempo de vuelo. El sensor emite pulsos ultrasónicos, la señal se refleja en la superficie del producto y el sensor la detecta nuevamente. El tiempo de vuelo de la señal ultrasónica reflejada es directamente proporcional a la distancia recorrida. Si se conoce la geometría del tanque, se puede calcular el nivel.

d) Accesorios eléctricos:

- Interruptor General de 400 A + accionamiento giratorio externo.
- Arrancadores suaves 3RW4 para bomba de 100hp + accesorios.
- Contactor de línea, 185 A.
- Transformador de aislamiento 220/220v (para control).
- Ventiladores para tablero + 02 rejillas.
- Pulsadores luminosos de arranque y parada.
- Pulsador hongo de parada de emergencia.
- Selectores para operación.
- Interruptores termomagnéticos de control (4A, 2A, 1A)
- Relés auxiliares de control.
- Borneras de control y tierra.
- Topes para borneras.
- Cable de fuerza trifásico para 180A.
- Tablero metálico auto soportado 1800x800x600mm
- Tubería metálica Conduit y todos sus accesorios.
- 01 kit de iluminación para tablero.
- Cable PROFINET y conectores ethernet industrial.

e) Equipos de comunicación

- Según lo señalado por (17), Bconnect 3G.
- Es un controlador de comunicación inteligente 3G, que permite gestionar aplicaciones IoT y M2M.
- Chip industrial.
- Es un chip celular diseñado para operar con cualquier operador telefónico.

4.3. Ejecución de las actividades profesionales

4.3.1. Cronograma de actividades realizadas.

Cronograma de actividades.

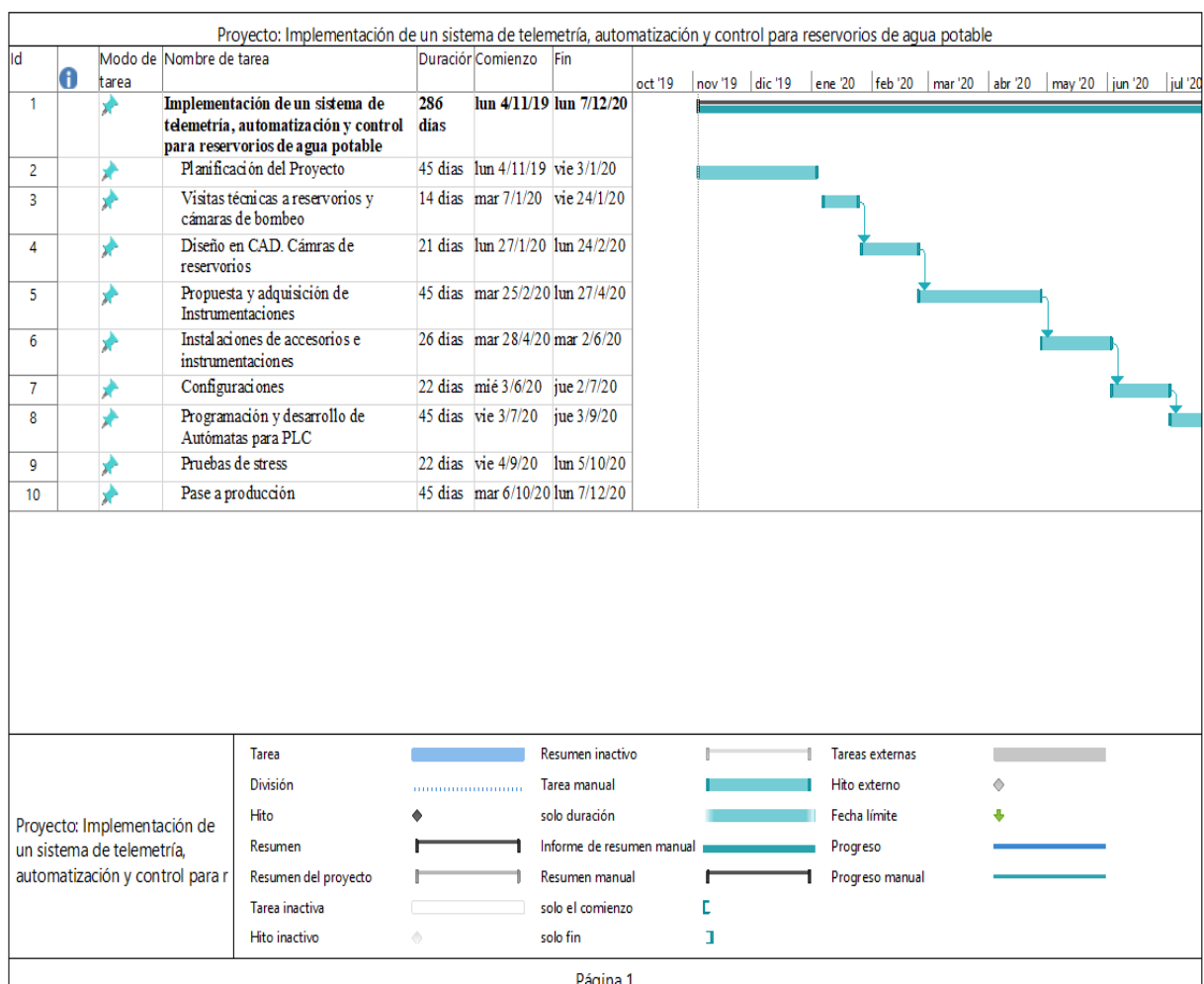


Figura 70. Cronograma de actividades.

4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales.

El desarrollo de las actividades para la automatización de cámaras de bombeo ha sido:

4.3.2.1. Inspección en campo de la cámara de bombeo.

Inspección en campo de la cámara de bombeo. - Durante este proceso se realiza un inventario de accesorios existentes en la cámara, determinando marcas, modelos, series a fin de poder consultar los Data Sheet del producto;

también se realiza el levantamiento de información de todas las tuberías existentes, así como todos sus accesorios y medidas.



Figura 71. Cámara CB-32 Alata



Figura 72. Cámara CB-32 Alata

Armado de Tables de Automatización.



Figura 73. Instalación de rieles en el gabinete de comunicación.



Figura 74. Instalación de equipos electrónicos en el gabinete de comunicación



Figura 75. Instalación de equipos electrónicos PLC, Arrancadores suaves de motores en el gabinete de comunicaciones.



Figura 76. Presentación preliminar de los equipos electrónicos en el gabinete de comunicaciones.

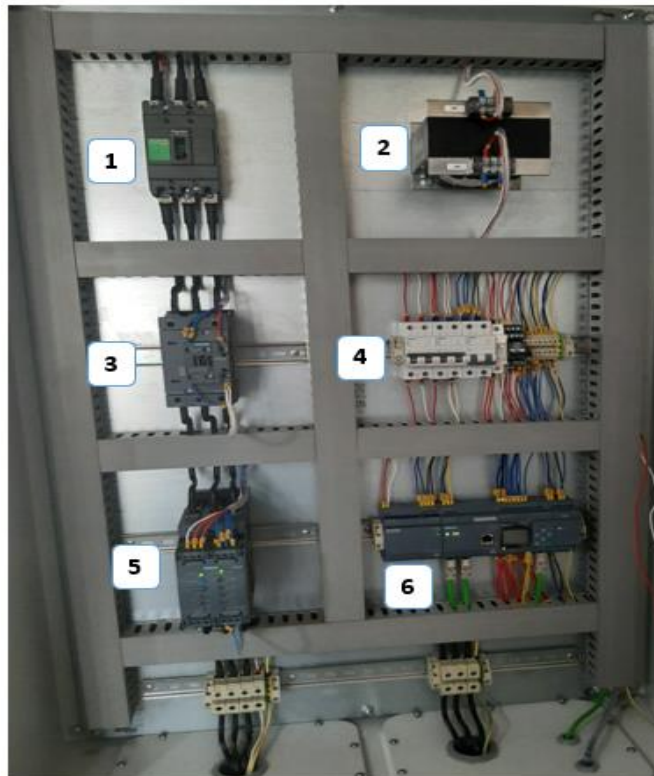


Figura 77. Tablero de Automatización y equipos de comunicación de la cámara de bombeo CB-32

1. Siemens breakers
2. Transformador de Aislamiento
3. Swthic de transferencia
4. Llaves térmicas
5. Arrancador suave Siemens
6. PLC Logo Siemens

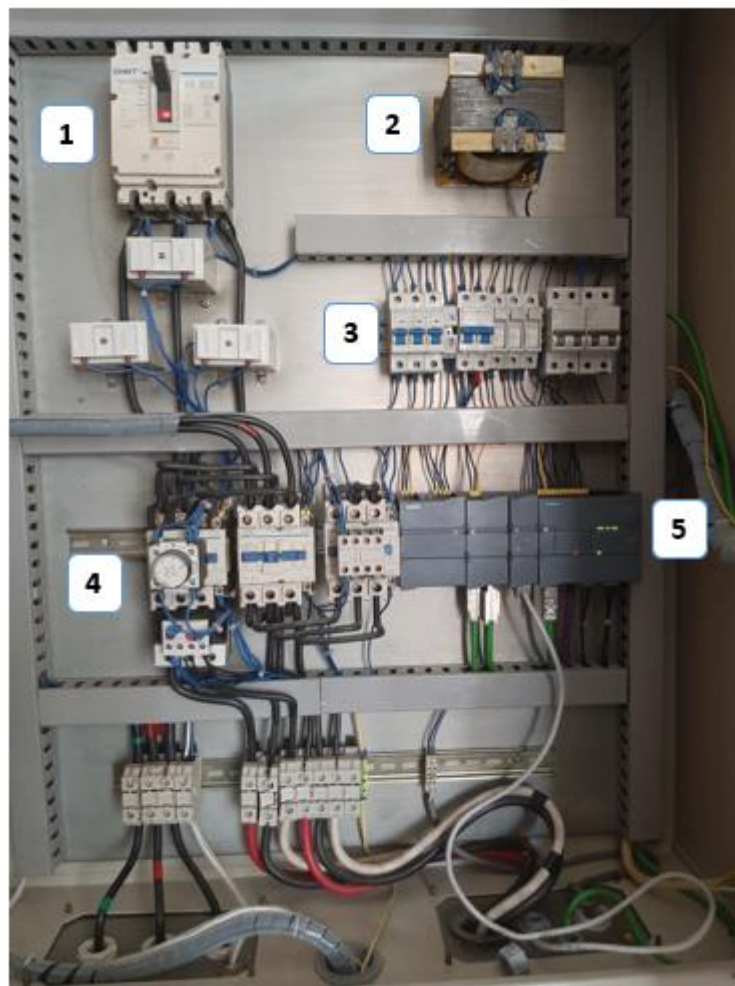


Figura 78. Tablero de Fuerza Eléctrica de la cámara de bombeo cb-32

1. Llave Térmica general.
2. Transformador de Aislamiento
3. Llaves térmicas para contactores
4. Llaves térmicas para actuadores
5. PLC Siemens S-1200

4.3.2.2. Levantamiento, diseño e inventario de reservorios para telemetría

Levantamiento e inventario de accesorios existentes en reservorios.

Se utilizó el software AutoCAD para diseñar todos los accesorios existentes.

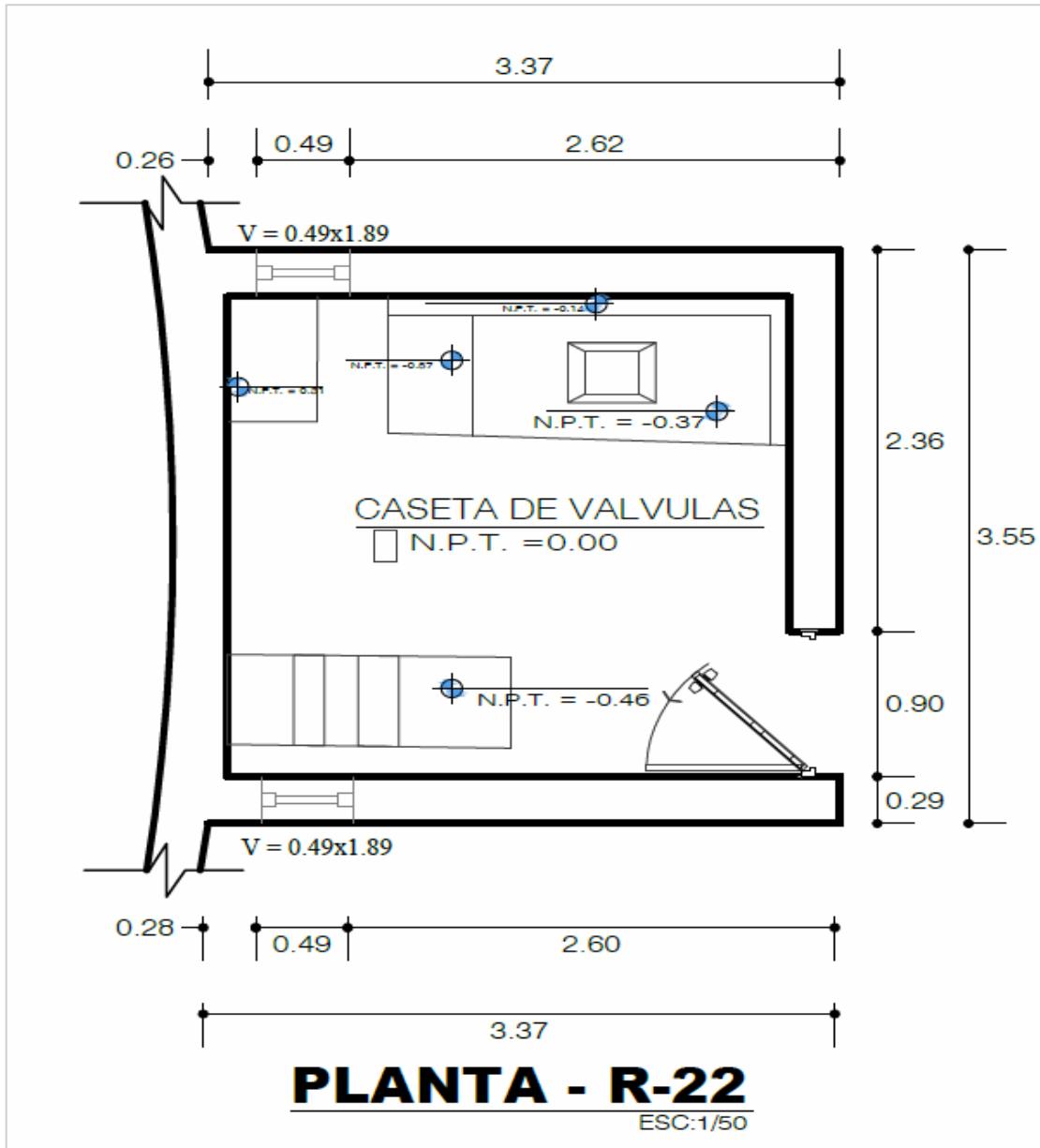


Figura 79. Plano cámara de válvulas Reservoirio R-22

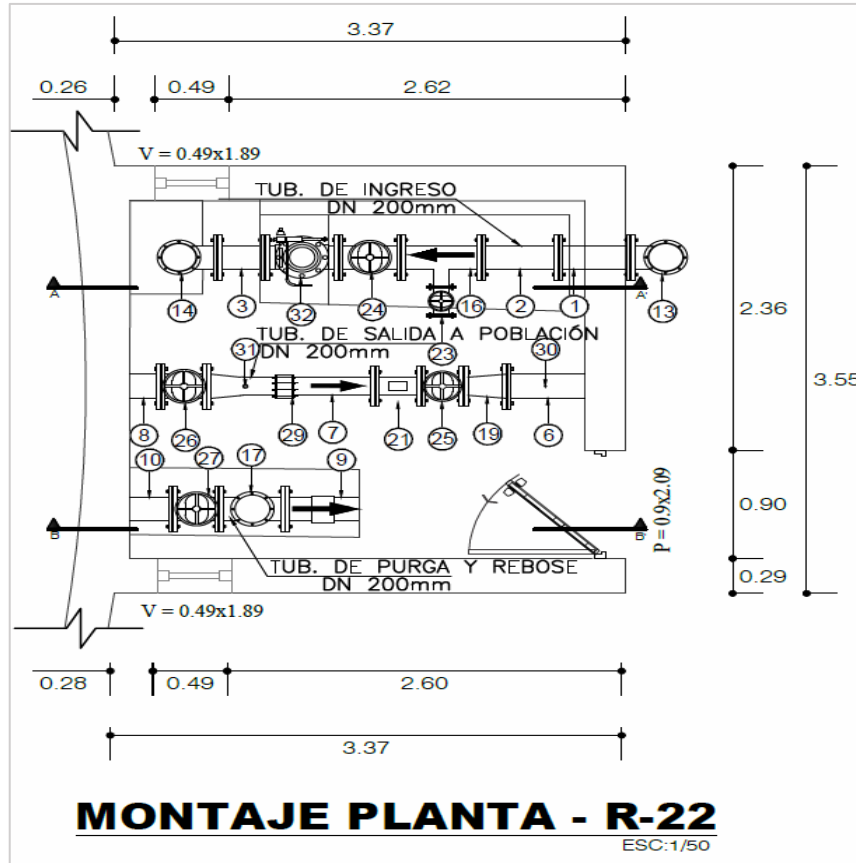


Figura 80. Plano cámara válvulas Reservorio R-22 (Accesorios)

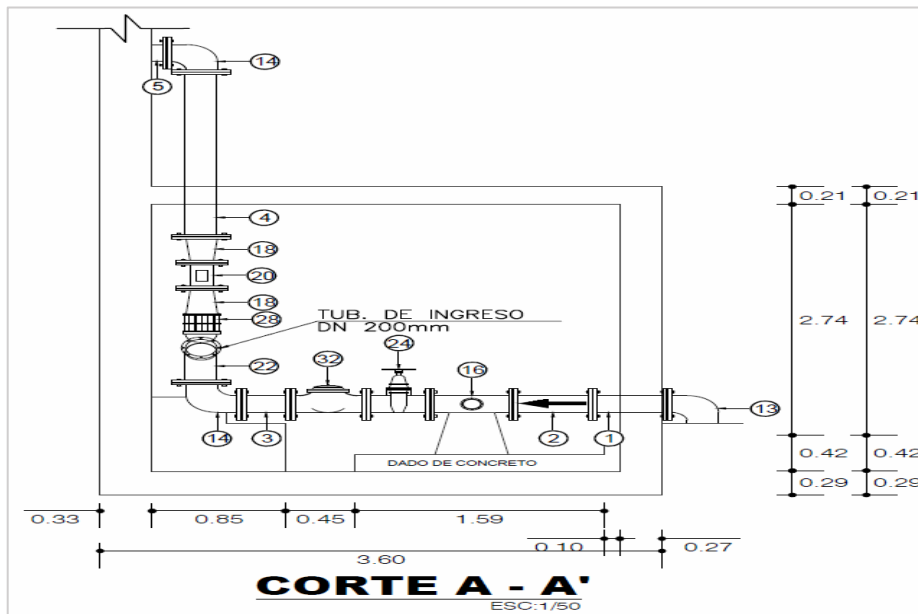


Figura 81. Plano de la cámara de válvulas del reservorio R-22 (Línea de ingreso de Agua)

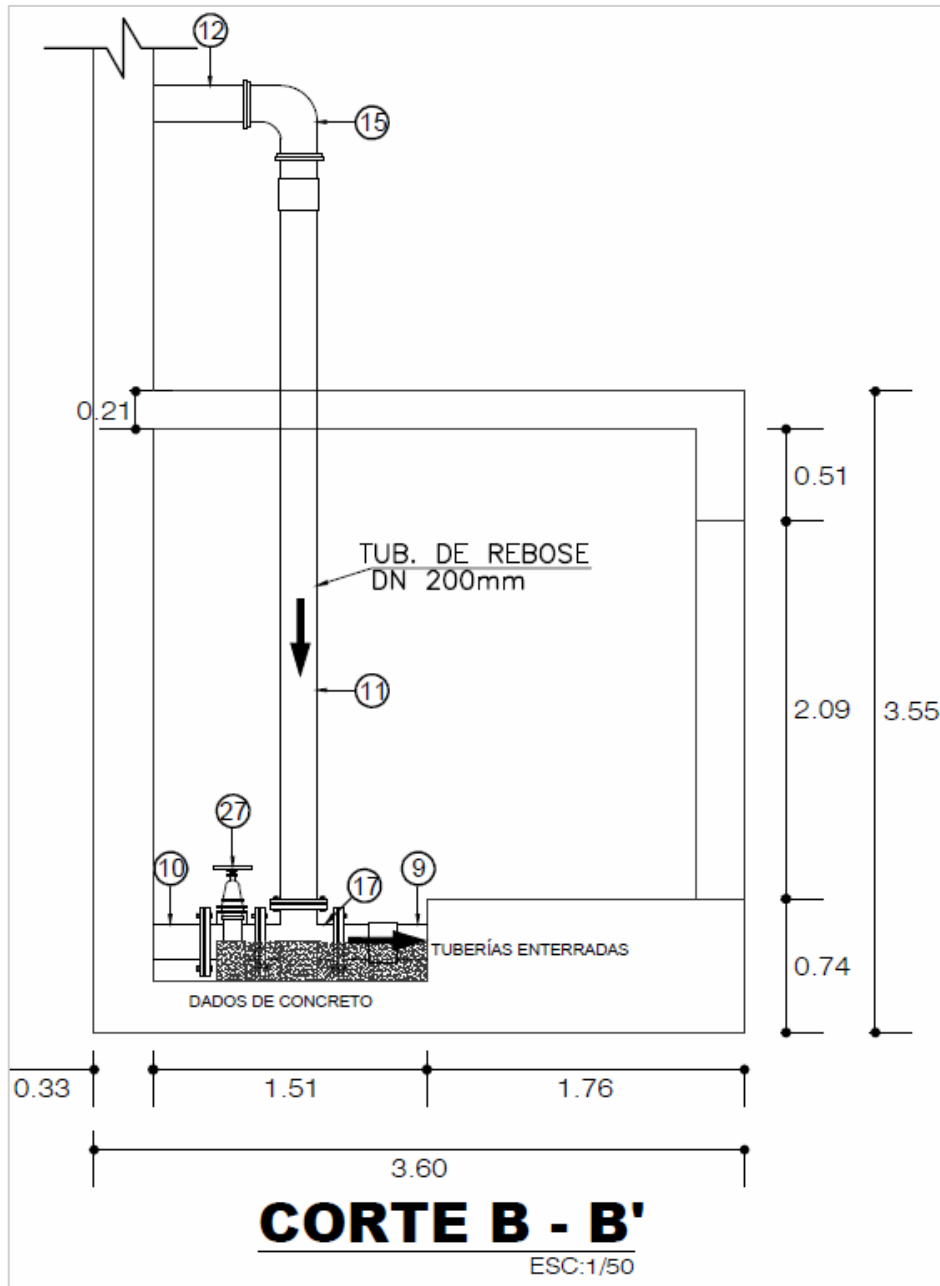


Figura 82. Plano cámara válvulas Reservorio R-22 (Línea de Rebose)

Tabla 8. Inventario de accesorios existentes en el reservorio R-22

INVENTARIO DE ACCESORIOS EXISTENTES				
Niples				
Ítem	Descripción	Cantidad	Material	Observaciones
1	NIPLE DE DN 200 mm	1	F°F°	
2	NIPLE DE DN 200 mm	1	F°F°	
3	NIPLE DE DN 200 mm	1	F°F°	
4	NIPLE DE DN 200 mm	1	F°F°	
5	NIPLE DE DN 200 mm	1	F°F°	
6	NIPLE DE DN 200 mm	1	F°F°	
7	NIPLE DE DN 200 mm	1	F°F°	Hechizo con reducción 200 X 150 y control de aire.
8	NIPLE DE DN 200 mm	1	F°F°	
9	NIPLE DE DN 200 mm	1	F°F°	Tiene abrazadera
10	NIPLE DE DN 200 mm	1	F°F°	
11	NIPLE DE DN 200 mm	1	F°F°	Tiene abrazadera
12	NIPLE DE DN 200 mm	1	F°F°	Embonado
13	CODO DE 90° DN 200 mm	2	F°F°	
14	CODO DE 90° DN 200 mm	1	F°F°	
15	CODO DE 90° DN 200 mm	1	F°F°	Embonado
16	TEE CON DN 200 X 100 mm	1	F°F°	
17	TEE CON DN 200 X 200 mm	1	F°F°	Falta 1 perno
18	REDUCCIÓN CON DN 200 X 150 mm	2	F°F°	
19	REDUCCIÓN CON DN 200 X 150 mm	1	F°F°	Falta 1 perno
20	MACROMEDIDOR DE INGRESO DN 150 mm	1	HD	
21	MACROMEDIDOR DE SALIDA DN 150 mm	1	HD	
22	STRAINER TIPO Y DE DN 200 mm	1	F°F°	
23	VÁLVULA DE CIERRE TIPO COMPUERTA DE DN 100 mm	1	HD	Un lado está sin pernos
24	VÁLVULA DE CIERRE TIPO COMPUERTA DE DN 200 mm	1	HD	
25	VÁLVULA DE CIERRE TIPO COMPUERTA DE DN 150 mm	1	HD	Faltan 6 pernos
26	VÁLVULA DE CIERRE TIPO COMPUERTA DE DN 200 mm	1	HD	
27	VÁLVULA DE CIERRE TIPO COMPUERTA DE DN 200 mm	1	HD	
28	UNIÓN TIPO DRESSER DN 200 mm	1	F°F°	
29	UNIÓN TIPO DRESSER DN 150 mm	1	F°F°	
30	VÁLVULA DE PURGA DE AIRE DN 19 mm	1	F°F°	Hechizo
31	VÁLVULA DE PURGA DE AIRE DN 38 mm	1	F°F°	Hechizo
32	VÁLVULA DE CONTROL DE NIVEL DN 200 mm	1	F°F°	Faltan 8 pernos por lado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 se listan el conjunto de accesorios presentes en el reservorio R-22, nótese que el listado es variado y numeroso y presentan deficiencias.

4.3.2.3. Programación de PLC

Según lo señalado por (17), Los sistemas informáticos, mecánicos, electrónicos y de comunicación (redes y protocolos) se combinan en un todo armonioso y funcional, como un único complejo automatizado. Automatización, que, en su sentido más extenso, consiste en el control y gestión de sistemas automatizados, que son activados por un grupo de tecnologías y dispositivos especiales, y así se transforman en la base de todos los procesos industriales modernos, y por tanto en una plataforma común de todas las orientaciones de especialización profesional.

Según lo señalado también por (17), un PLC o autómatas programables es cualquier máquina electrónica perfilada para controlar, instantáneamente y en un entorno industrial, procesos secuenciales. Ejecuta funciones lógicas: series, paralelos, tiempos, conteos; y otras más potentes como cálculos, reglamentaciones, entre otras operaciones.

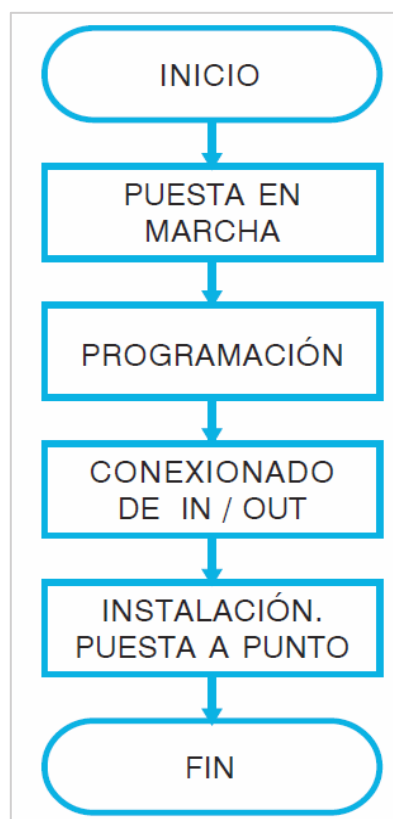


Figura 83. Organigrama general simplificado secuencia ejecución PLC

Se ha utilizado la programación Ladder para las automatizaciones

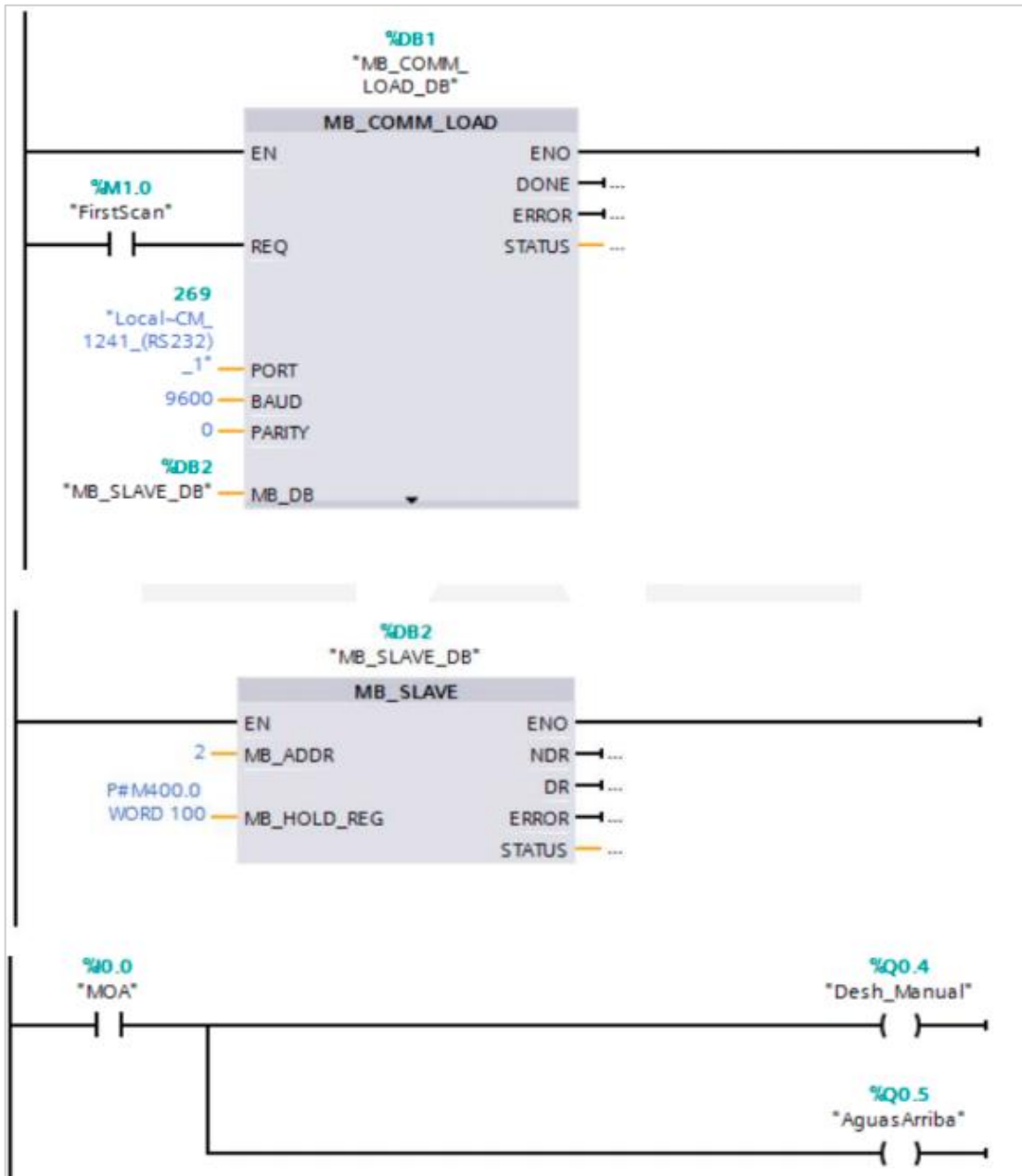


Figura 84. Programación Ladder para la cámara de bombeo CB-32

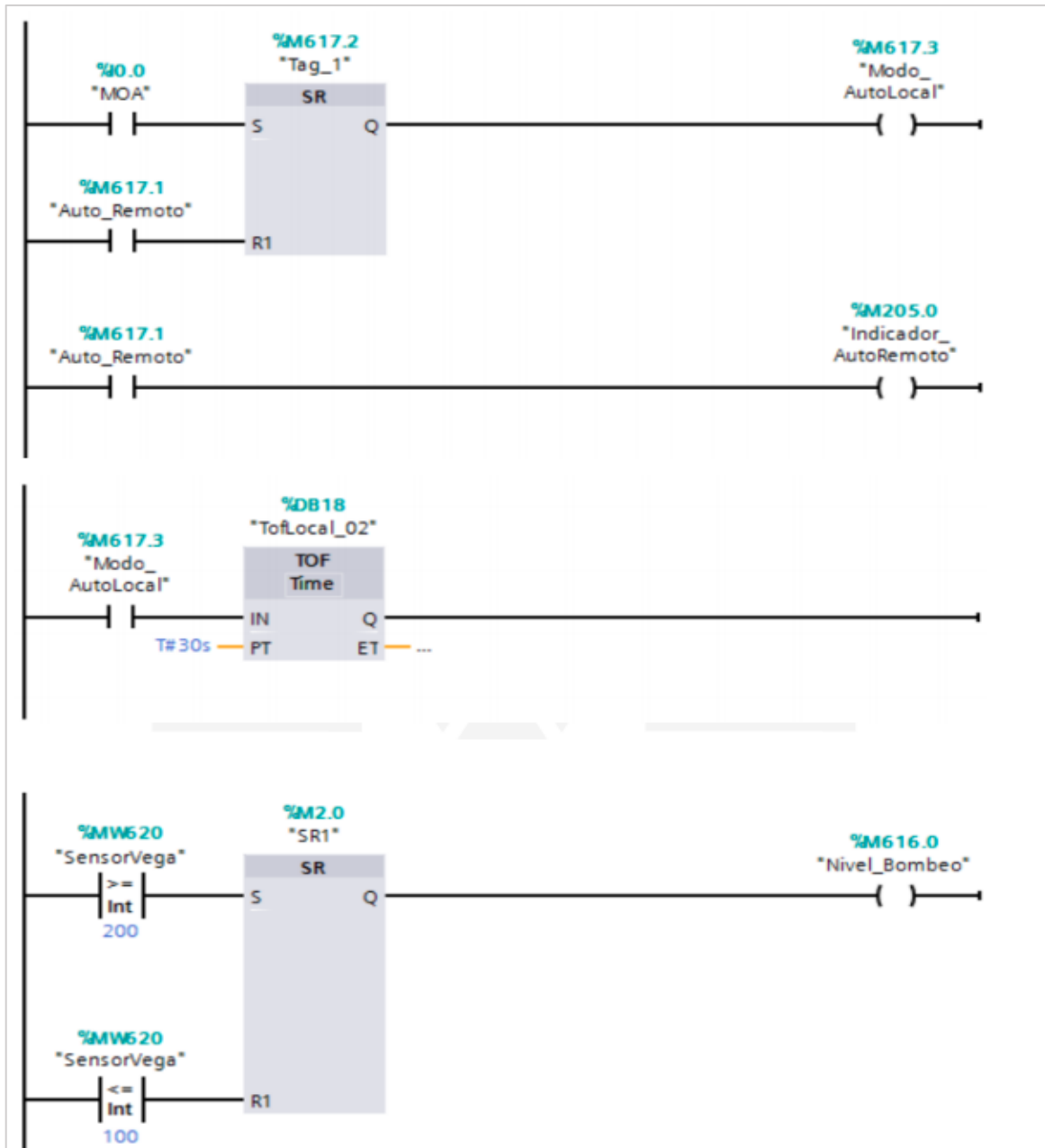


Figura 85. Programación Ladder – utilización de bloque lógicos

El código fuente se puede observar en el anexo 6

4.3.2.4. Software para telemetría Bacsoft.

Para el sistema de telemetría se ha hecho uso del software Bacsoft para el diseño de HMI y parametrización e integración con los sensores de campo.

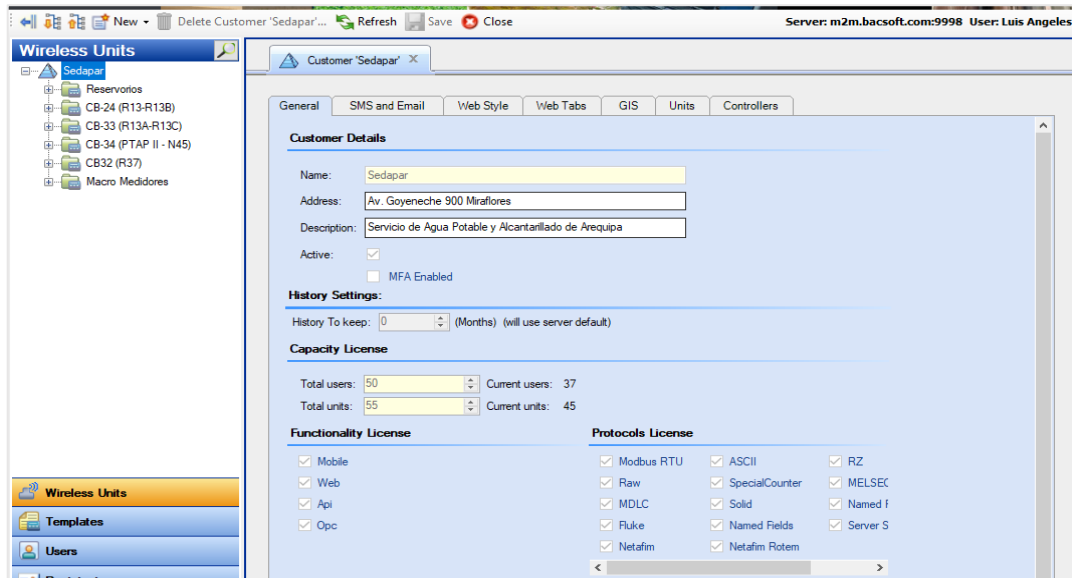


Figura 86. Software Bacsoft

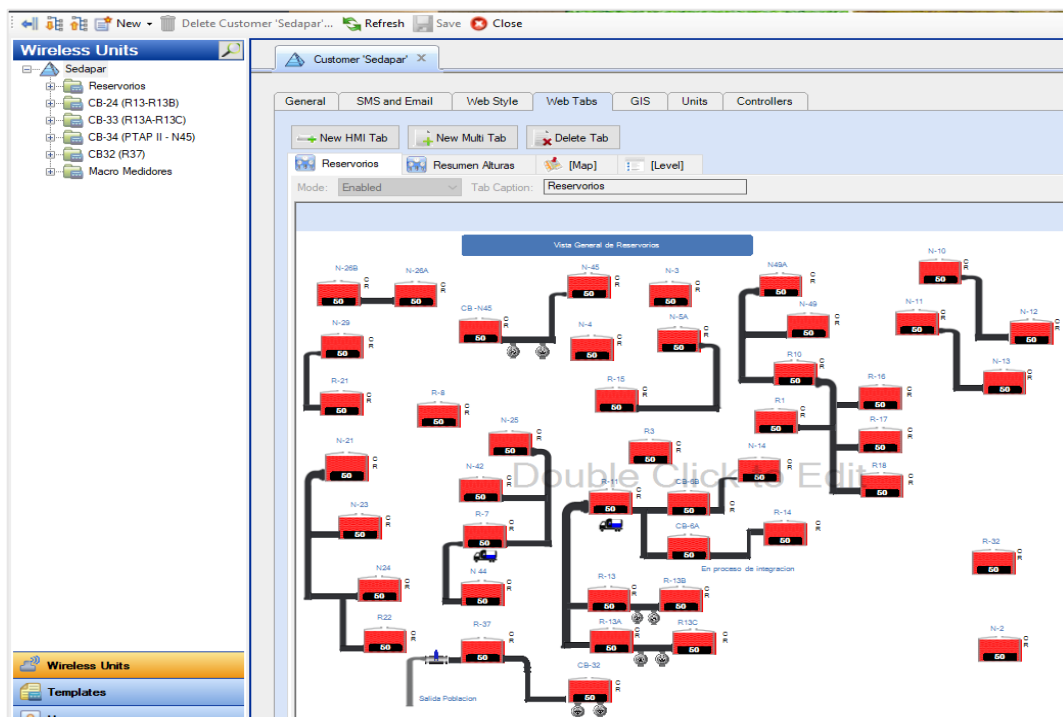


Figura 87. Software Bacsoft – diseño de pantallas HM

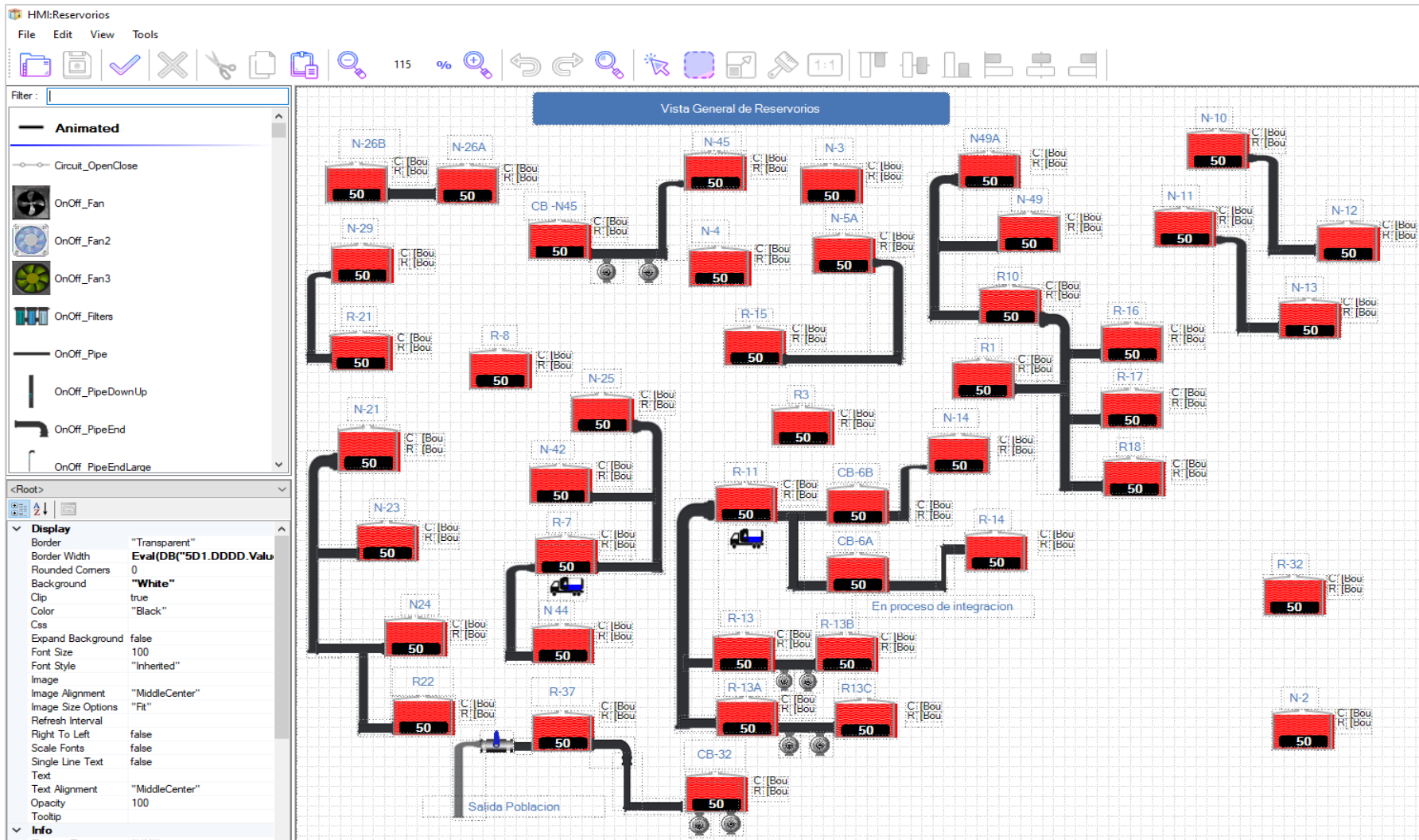


Figura 88. Software Bacsoft – Configuración de pantallas HMI

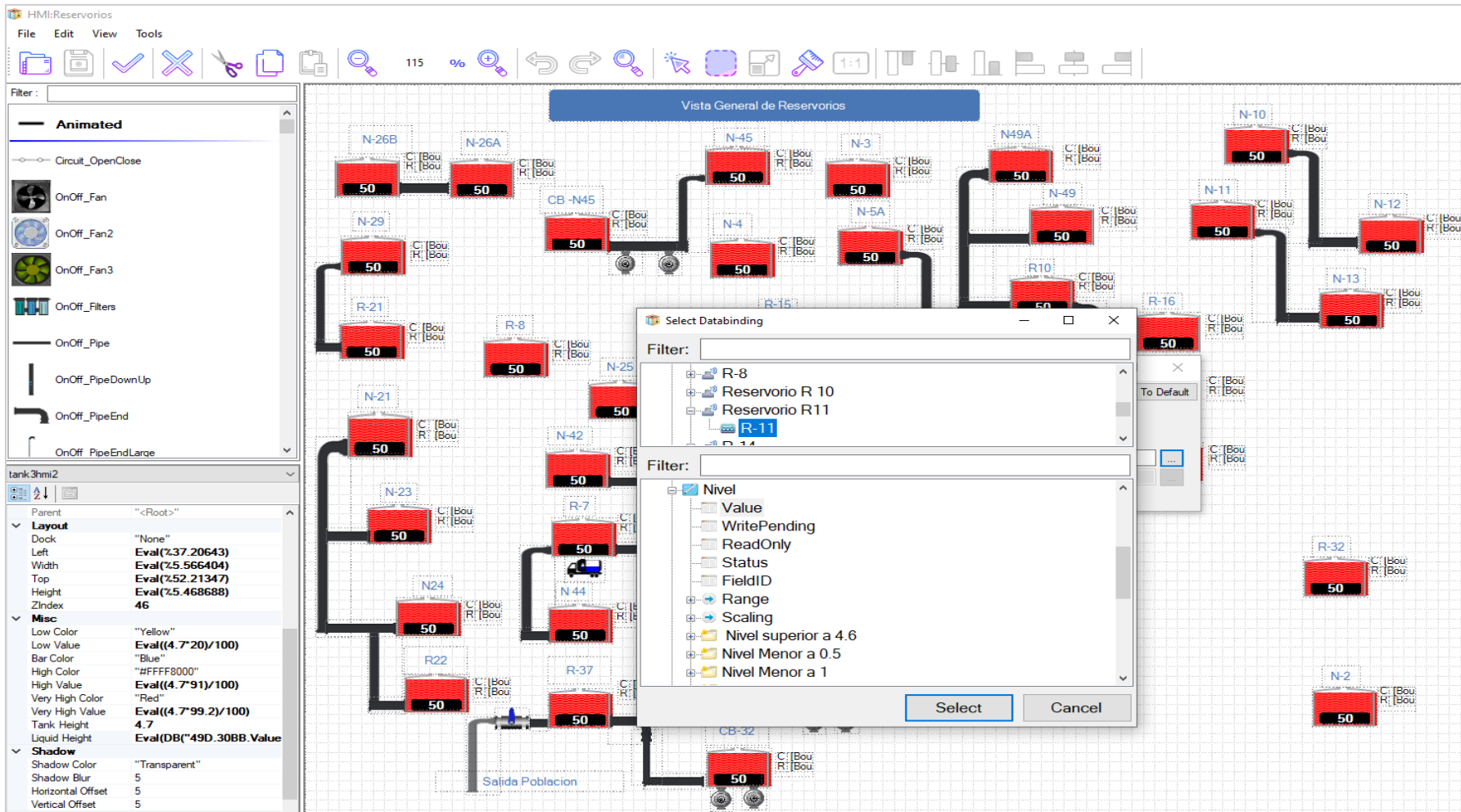


Figura 89. Software Bacsoft – Parametrización pantallas HMI

Secuencia operativa de Automatización.



Figura 90. Secuencia de actividades de Automatización

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1. Logros alcanzados

- a) Cumplimiento en la implementación de la automatización en 5 cámaras de bombeo de agua potable, las cuales han permitido ampliar la continuidad del servicio de 4 a 18 horas diarias (ver anexo 5)
- b) Cumplimiento en la implementación del sistema de telemetría, automatización y control para reservorios de agua potable utilizando tecnología IoT, este sistema permite el monitorear de los niveles de agua en los reservorios y permite controlar en forma remota el encendido y apagado de las bombas si fuera necesario.
- c) Se ha cumplido con integrar al sistema de telemetría, automatización y control para reservorios de agua potable utilizando tecnología IoT, los Macromedidores de agua de los reservorios.

5.2. Dificultades encontradas

5.2.1. Cámaras de bombeos

- a) Infraestructuras muy antiguas.
- b) Bombas de impulsión con más de 20 años de antigüedad.
- c) No existen planos unifilares de tableros eléctricos.
- d) No existen planos P&ID de los instrumentos instalados.
- e) Instrumentaciones antiguas que no cuentan con protocolos estándar de comunicación industrial.

- f) Tableros eléctricos e Instalaciones deficientes.
- g) Infraestructura en la seguridad de los inmuebles deficientes, falta de seguridad en puertas, ventanas.
- h) No existe manual de operación.
- i) No existe manual de mantenimiento preventivo y correctivo de las bombas de impulsión.
- j) Encendido de bombas en horarios inadecuados generando faltas de agua en su zona de abastecimiento.

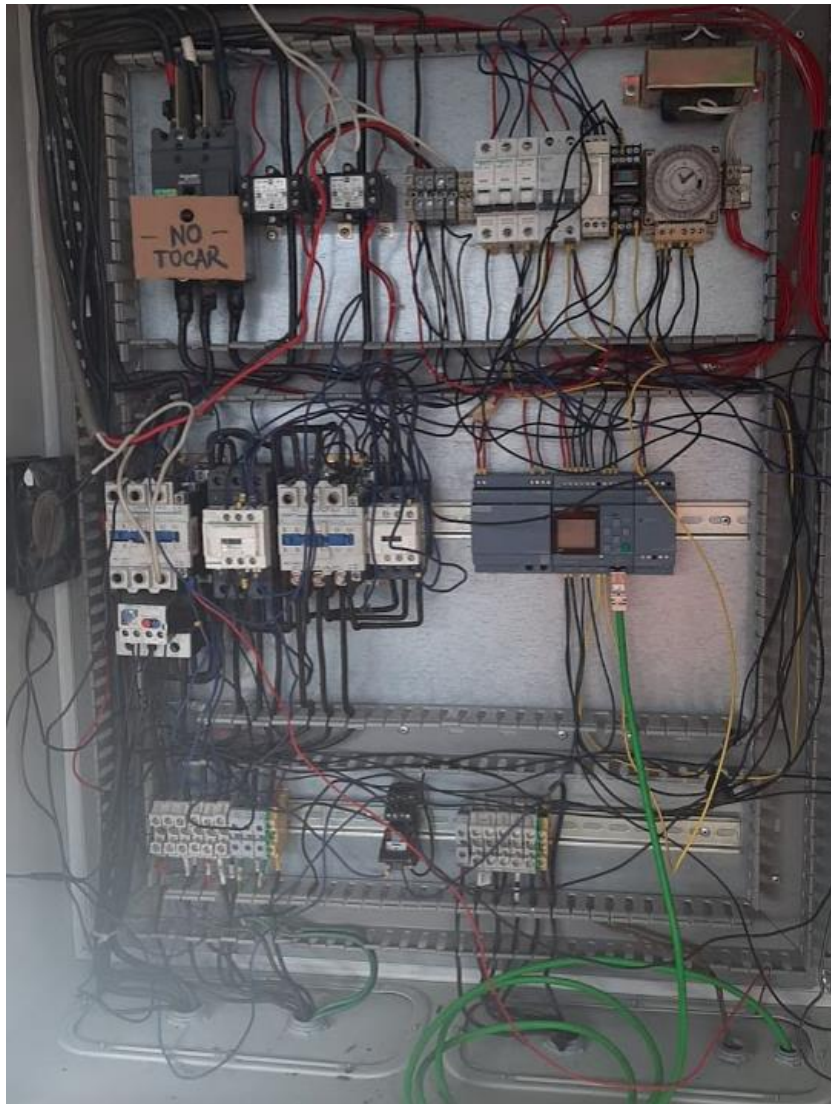


Figura 91. Tablero de fuerza reservorio R-13

Fuente: Elaboración propia

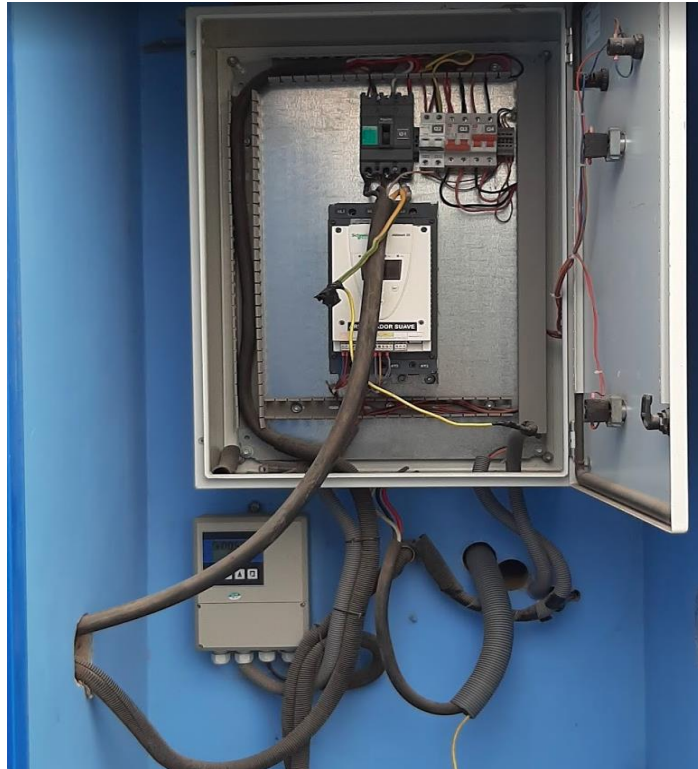


Figura 92. Tablero de fuerza reservorio R-13A
Fuente: Elaboración propia

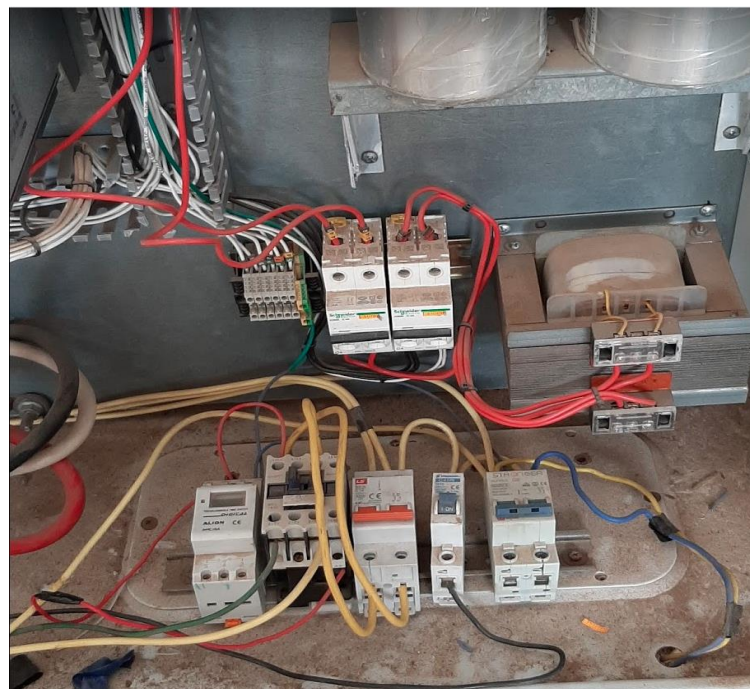


Figura 93. Tablero de fuerza reservorio R-13C
Fuente: Elaboración propia

5.2.2. Reservoirios de agua potable

- a) Infraestructuras muy antiguas.
- b) No existen instrumentos para telemetría.
- c) Tuberías muy antiguas.
- d) Válvulas de control, válvulas distribución, válvulas de operación en completo estado de abandono y falta de mantenimientos preventivos y correctivos.
- e) Infraestructuras de reservorios no cuentan con seguridad en puertas, ventanas, cercos perimetrales.
- f) Diseño de reservorios no apropiados para instalaciones de sensores tipo radar y de presión.
- g) No existen planos de construcción de reservorios.



Figura 94. Reservoirio N-26B – Instrumentación sin conexión

Fuente: Elaboración propia



*Figura 95. Reservorio N-26B – Caudalímetro sin conexión
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 96. Cámara bombeo N-45 – Caudalímetro sin conexión
Fuente: Elaboración propia*

5.3. Planteamiento de mejoras

5.3.1. Metodologías propuestas

- a) Aplicación de la norma IEC 61508, IEC 61511 seguridad funcional de sistemas electrónicos programables relacionados con la seguridad. Esta norma se basa en el rendimiento, que se aplica a todos los fabricantes, proveedores e implementadores de sistemas de seguridad en las industrias.
- b) Implementación de simbologías y diagramas de instrumentación con normas internacionales ISA (Society of Automation).
- c) Diseño de pantallas HMI (Human Machine Interfaces – Interfaz Humana-Máquina) basado en la ISA 101(18).

5.3.2. Descripción de la implementación

5.3.2.1. Uso de protocolos industriales

a) Protocolo ModBus TCP

Según lo señalado por (19), es un protocolo de comunicación ubicado en el nivel 7 del modelo OSI que, basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor, permite que Modbus controle una red de dispositivos, por ejemplo, un sistema de medición de nivel, humedad y temperatura, y reporte los resultados a una computadora.

Modbus también se usa para conectar una computadora de supervisión a una unidad remota (RTU) en sistemas de adquisición de datos de supervisión (SCADA). Existen versiones de protocolo Modbus para puerto serie y Ethernet (Modbus/TCP).

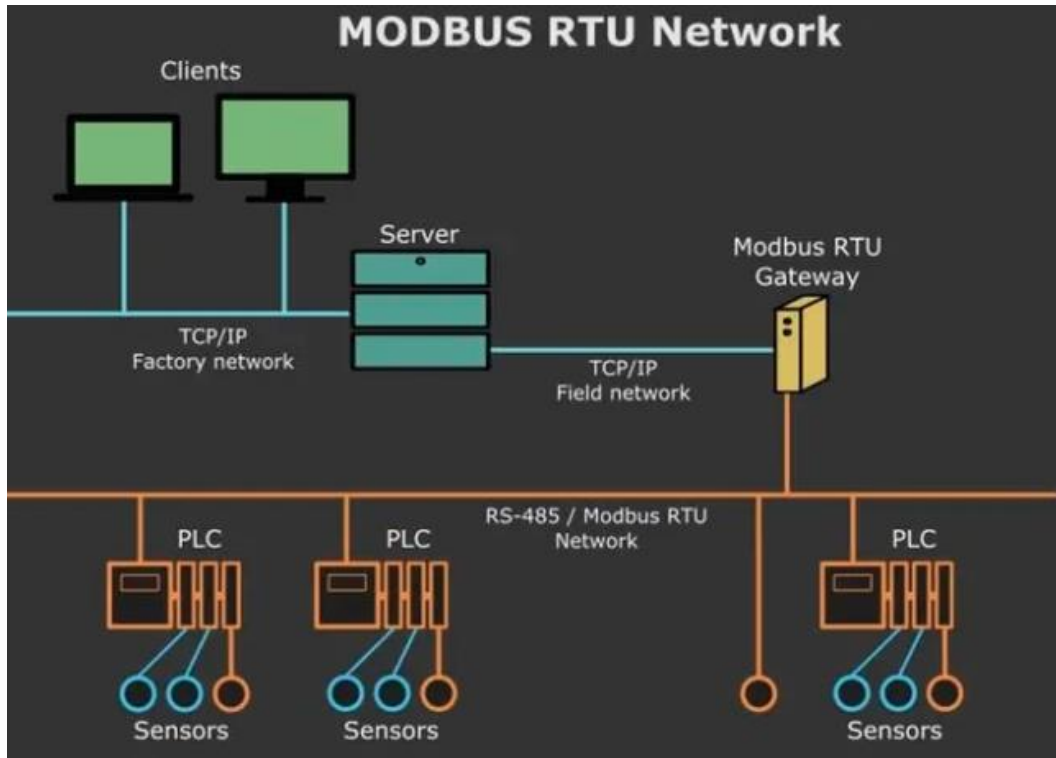


Figura 97. Esquema de protocolo ModBus TCP

Fuente: Imagen proporcionada por Virtual Serial Port (20)

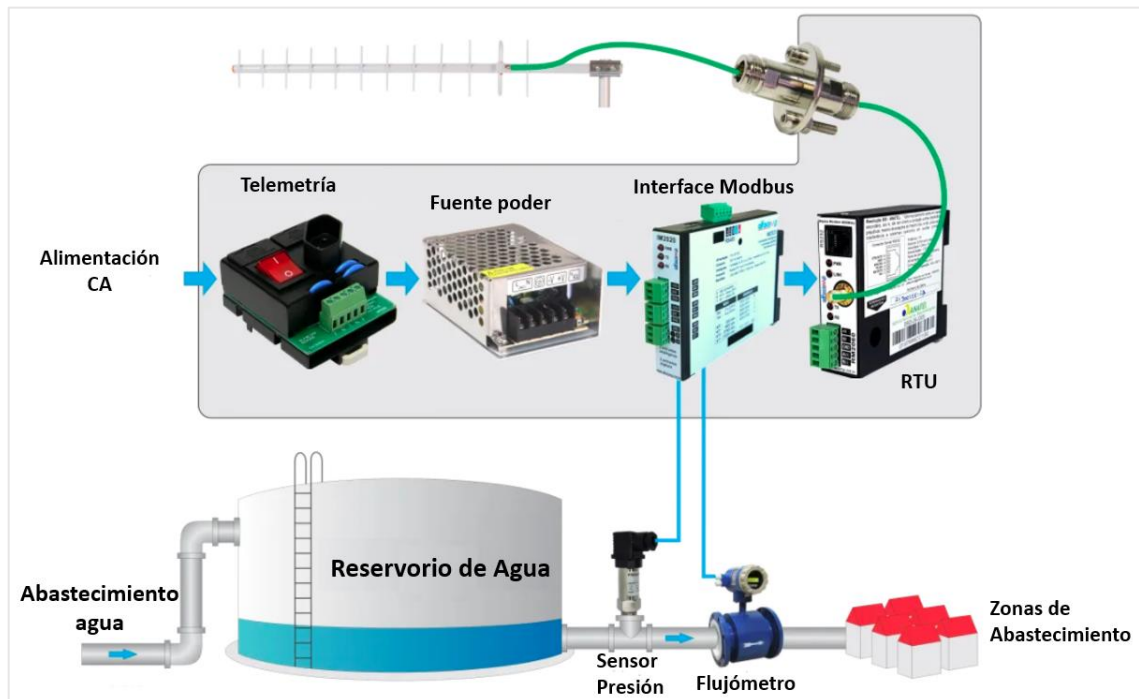


Figura 98. Esquema de protocolo ModBus TCP en Telemetría

b) Señal de control 4..20 mA

Según lo señalado por (21), Es una señal estándar, lo que significa que la señal actual utilizada se utiliza proporcionalmente para representar señales de medida o salidas (comandos). Normalmente, un valor de 4 mA de corriente representa el 0 % de la medición, un valor de 20 mA representa el 100 % de la medición y cualquier otro valor entre 4 y 20 mA representa un porcentaje entre el 0 % y el 100 %.

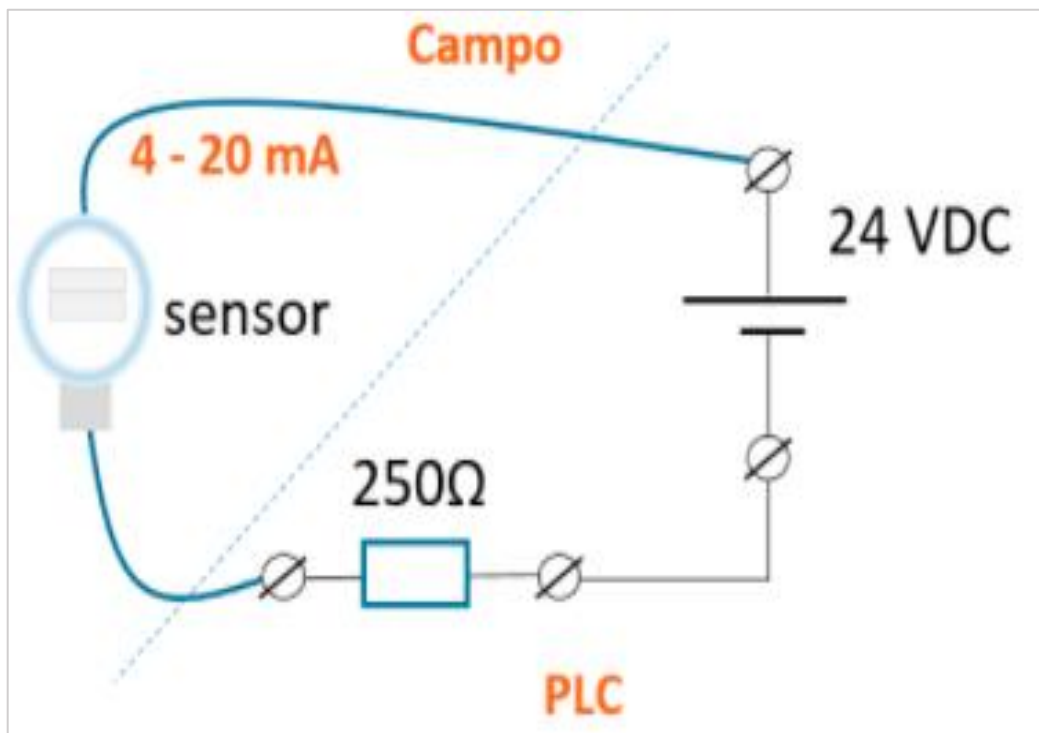


Figura 99. Esquema de protocolo 4...20 mA
Fuente: Imagen disponible en Campus Virtual Tecsup (22)

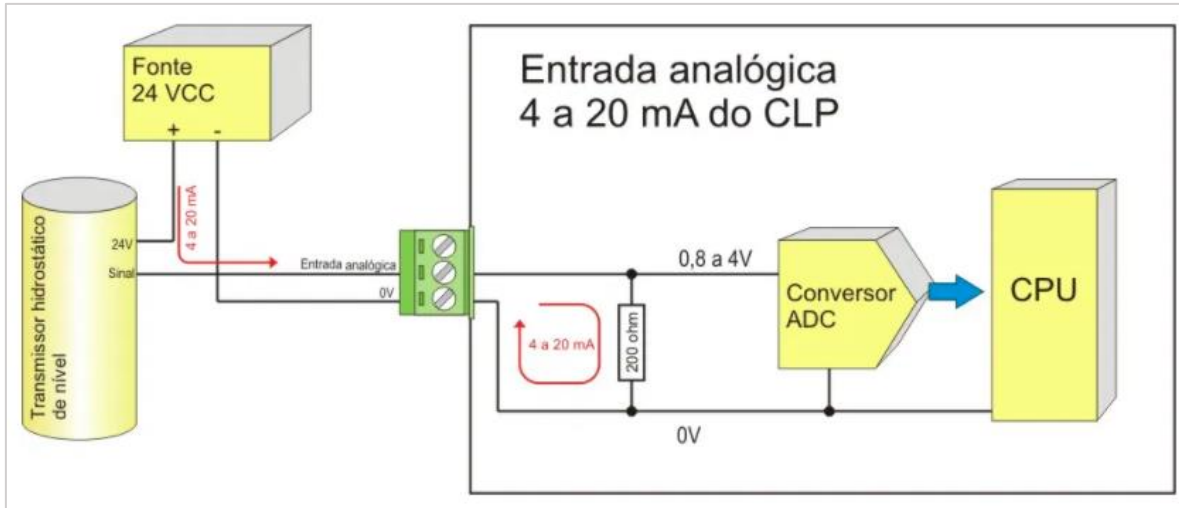


Figura 100. Esquema de protocolo 4...20 mA
Fuente: Imagen disponible en Alfacomp (21)



Figura 101. Esquema de protocolo 4...20 mA
Fuente: Imagen disponible en Campus Virtual Tecsup (22)

5.4. Análisis

Según lo señalado por (23), en la investigación Estudio, diseño e implementación de un sistema automatizado con PLC para bombas de agua en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil - Socavón con control on-off vía telemetría, coincide con los resultados de esta investigación donde indican que con la implementación del control on-off Por telemetría, es posible controlar el desperdicio de agua potable llenando los tanques, y de esta forma aminorar el consumo de energía eléctrica con desgaste mecánico.

Según lo señalado por (24), la automatización de los procesos industriales constituye uno de las metas más trascendentales de las empresas en la siempre continua tarea de la averiguación de la competitividad en un ambiente cambiante y agresivo. La automatización consiste en la agregación de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren un control y buen comportamiento.

5.5. Aporte del bachiller en la empresa y/o institución

Desde el momento de asumir el cargo de profesional de operación y almacenamiento, inició el reto de adoptar nuevas orientaciones de trabajo, sin desechar lo avanzado a la fecha de entrega del cargo; teniendo la necesidad imperiosa de reajustar el área con el único propósito de fortificar los lazos con los trabajadores y perfeccionar los niveles de intervención, lográndose implementar dentro del Área de operación y almacenamiento el proceso de Automatización y Telemetría, los cuales sin duda y de manera categórica permitieron un mejor manejo de los procesos, según (14) son:

a) Aporte en la Gestión de Reservorios.

En la Tabla 9 se especifica el conjunto de aportes favorables que se desprendería de la implementación de la telemetría, automatización y gestión de cámaras de bombeo y demás.

Tabla 9. Actividades en la gestión de reservorios.

Actividad Implementada	Logro alcanzado	Aporte
Telemetría	A la fecha se ha implementado 44 reservorios con el sistema de Telemetría	El beneficio para SEDAPAR S.A. ha sido poder optimizar el abastecimiento de agua en las zonas de influencia de cada reservorio.
Integración de macro medidores o flujómetros al sistema de Telemetría	Se ha integrado un total de 10 macro medidores o flujómetros.	SEDAPAR S.A. puede monitorear los volúmenes de agua que consumen los circuitos de abastecimiento.

Fuente: Elaboración propia.

b) Aporte en la Gestión del Proceso de bombeo de agua potable

Tabla 10. Aporte en la gestión de cámaras de bombeo.

Actividad Implementada	Logro alcanzado	Aporte
Automatización de cámaras de bombeo	A la fecha se ha implementado la automatización de 5 cámaras de bombeo	El beneficio para SEDAPAR S.A. ha sido poder optimizar la continuidad del servicio de

Actividad Implementada	Logro alcanzado	Aporte
		abastecimiento de agua en las zonas de influencia de cada reservorio.
Gestión de cámaras de bombeo	<p>Desde la plataforma de telemetría se puede gestionar el accionamiento de las bombas de agua, pudiendo operar en 3 modalidades.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Automático. 2. Remoto y 3. Local. 	Optimización de la gestión del recurso humano: SEDAPAR S.A. ha redistribuido un total de diez (10) personas asignado a las cámaras de bombeo en otras actividades dentro del Departamento de Distribución.

CONCLUSIONES

De la presente investigación se llegó a la conclusión que con la implementación de un sistema de telemetría, automatización y control para reservorios de agua potable utilizando tecnología IoT en la Empresa prestadora de servicios de agua potable y alcantarillado de la EPS SEDAPAR S.A., ha permitido reducir los tiempos de respuestas en situaciones de emergencia, incrementar las horas de servicio en los circuitos donde se abastecen por sistemas de bombeo, mejorando considerablemente el indicador de continuidad del servicio y generando una mejor gestión de la Gerencia de Operaciones

1. La automatización de cámaras de bombeo se inicia con la elaboración de un diagrama de procesos, luego se programa en el software TIA PORTAL versión 16, se determina la lógica que debe ejecutar el PLC, con las condiciones y restricciones de operación del sistema de bombeo.
2. Los componentes electrónicos que conforman el sistema de automatización de cámaras de bombeo como PLC's, arrancadores suaves, sensores de nivel tipo radar, permiten una óptima operación en el sistema de distribución de agua potable en su zona de abastecimiento, además, evitan el alto consumo de energía eléctrica y desgaste de las bombas.
3. Con el sistema de telemetría se puede obtener mejores tiempos de respuesta a situaciones de emergencia, tales como reboses de reservorios, faltas de agua, niveles de consumos (bajos, altos), mejorando la continuidad del servicio.
4. Se logró implementar satisfactoriamente un sistema de telemetría basado en tecnología IoT, para el monitoreo de niveles de agua en los reservorios; utilizando sensores tipo Radar y Presión, el software del fabricante BACSOFT permite el diseño de pantallas HMI de acuerdo con las necesidades de SEDAPAR S.A., el almacenamiento de la información utiliza una nube privada, alojada en Microsoft azure, los datos son compartidos en tiempo real a través de GRPS.
5. La implementación del Software Bacsoft que integra la automatización y telemetría en una única plataforma ha permitido que el personal supervisor

pueda acceder al sistema desde dispositivos móviles (Android, IOS) y plataformas Windows y Linux.

6. Con los informes números 057-2018/S-60102-LEAP, 015-2020/S-60102, 065-2020/S-60102-LEAP, contenidos en el Anexo 5 se comunicó a la Gerencia de Operaciones los resultados obtenidos luego de la automatización de las cámaras de bombeos CB-33, CB-32 y CB-N45 el incremento de la continuidad de los servicios de agua potable de 4 horas a más de 18 horas, beneficiando a clientes que se abastecen de estos reservorios, en las gráficas presentadas se puede apreciar el constante nivel de agua que tienen los reservorios y presentan alturas superiores a los 2m de columna de agua por más de 18 horas.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar la automatización de cámaras de bombeo utilizando los componentes electrónicos de la misma marca, esto para estandarizar la programación de PLC's y utilizar la misma herramienta como es el software TIA PORTAL Versión 16.
2. Es recomendable continuar con la implementación de telemetría en los reservorios que aún no se encuentran integrados a la plataforma Bacsoft, esto ayudara a la EPS SEDAPAR S.A. en mejorar la continuidad del servicio, mejorar los tiempos de respuesta en situaciones de emergencia y evitar reboses de los reservorios, faltas de agua en cada zona de abastecimiento del reservorio.
3. Se recomienda la renovación de los tableros eléctricos de cada cámara de bombeo, igualmente es necesario la renovación de los motores, impulsores, macro medidores, sensores de presión y todos los componentes hidráulicos que lo conforman, debido a su antigüedad.
4. Se recomienda integrar los componentes electrónicos existentes en cámaras de bombeo y reservorios en la plataforma de gestión de telemetría Bacsoft, esta plataforma tiene la funcionalidad de: diseño de pantallas HMI, multiplataforma, parametrización en forma gráfica, gestión de usuarios ilimitada, capacidad para gestionar diferentes marcas de instrumentos de campos como electroválvulas, válvulas de control de nivel, macro medidores, PLC's, y electroválvulas.
5. Se recomienda continuar con el diseño de los diagramas unifilares, diagramas P&ID, diagramas de proceso de bombeo y los diagramas hidráulicos de las cámaras de los reservorios donde se refleje todos los componentes que lo conforma.

BIBLIOGRÁFICAS

1. SEDAPAR. *Plan Estratégico Institucional 2018-2022* [en línea]. Gerencia d. Arequipa, 2018. Disponible en: <https://docplayer.es/94088579-Plan-estrategico-institucional.html>
2. ARIZAGA, Miguel Ángel, DÍAZ, Cesar Javier and ROSALES, Joseph Joel. *Business Consulting de la Empresa Sedapar, 2020.Tesis (Para Obtener el Grado de Magíster en Administración Estratégica)* [en línea]. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2021. [Consultado el 10 marzo del 2021]. Disponible en: https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/20484/Business_Consulting_de_la_Empresa_Sedapar%2C_2020_-_ARIZAGA.pdf?isAllowed=y&sequence=1
3. FAMILYSEARCH. Mapa del departamento Arequipa. *Plantilla:Arequipa department Mapa* [en línea]. 2021. [Consultado el 10 marzo del 2021]. Disponible en: https://www.familysearch.org/es/wiki/Plantilla:Arequipa_department_Map
4. SEDAPAR. *Historia de SEDAPAR* [en línea]. 2016. [Consultado el 5 marzo del 2022]. Disponible en: https://www.sedapar.com.pe/nosotros/historia/PAG_22_OK
5. SUNASS. *Resolución de Consejo Directivo* [en línea]. 2019. Lima. Disponible en: http://www.sunass.gob.pe/doc/normas legales/2019/re15_2019cd_pe.pdf
6. SEDAPAR. Portal Sedapar. *Misión y Visión* [en línea]. 2022. [Consultado el 15 junio del 2021]. Disponible en: https://portal.sedapar.com.pe/es/111/Mision_y_Vision
7. OBLITAS, Lidia. *Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Santiago de Chile, 2010. ISBN 9780874216561. pág. 38 39 40 41 A Y B OK
8. NEOVISS. Neoviss Solutions. *Válvula de control de nivel* [en línea]. 2022. [Consultado el 5 marzo del 2021]. Disponible en: http://www.neoviss.com/sistemas-agua-potable-industrial-residual/valvula-control-nivel/PAG_52_53_OK

9. HIDRAULICA NEUMATICA. DISTRETEC. *¿Qué es una electroválvula y para qué sirve?* [en línea]. 2020. [Consultado el 5 marzo del 2022]. Disponible en: [https://www.distribtec.com.ar/que-es-una-electrovalvula-y-para-que-sirve/PAG 55 59 OK](https://www.distribtec.com.ar/que-es-una-electrovalvula-y-para-que-sirve/PAG%2055%2059%20OK)
10. GRACHTEN, Eduardo. AlfaComp. *A importância da telemetria no desempenho de empresas de saneamento* [en línea]. 2022. [Consultado el 11 marzo del 2022]. Disponible en: [https://alfacomp.net/2022/02/24/a-importancia-da-telemetria-para-as-empresas-de-saneamento/?utm_source=leadlovers&utm_medium=email&utm_campaign=&utm_content=A importância da telemetria para as empresas de saneamento](https://alfacomp.net/2022/02/24/a-importancia-da-telemetria-para-as-empresas-de-saneamento/?utm_source=leadlovers&utm_medium=email&utm_campaign=&utm_content=A%20importancia%20da%20telemetria%20para%20as%20empresas%20de%20saneamento)
11. RODRÍGUEZ, Martín Antonio. *Electricidad y Electrónica Industrial* [en línea]. Mexico, 2022. Disponible en: <https://www.coursehero.com/file/107908560/PROPUESTA-CON-PLCdocx/>
12. JÁCOME, Lourdes Viviana. *Automatización del Bombeo de Agua a Través del Control de Nivel de la Cisterna de la Estación Miraflores EP-EMAPA. Tesis(Previo la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización)* [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, 2015. [Consultado el 10 mayo del 2021]. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/19179/1/Tesis_t1075id.pdf
13. MOLINARI, Norberto. EduDevices. *Curso sobre Controladores Lógicos Programables (PLC)* [en línea]. 2018. [Consultado el 6 marzo del 2021]. Disponible en: www.edudevices.com.ar pag 77 OK
14. CASTILLON, Cleber Victor. *Influencia de la automatización por telemetría en el sistema de bombeo de agua potable en la minera IRL Lima 2018.Tesis(Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista)* [en línea]. Universidad Continental, 2020. [Consultado el 10 Junio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/>
15. PARDO, Sergio. Lab. AdSI. *Bizagi* [en línea]. 2021. [Consultado el 23 mayo del 2021]. Disponible en: <https://labadsi.blogspot.com/2011/09/bizagi.html>
16. VEGAPULS. VEGA. *Medición de nivel radar sin contacto* [en línea]. 2022. [Consultado el 5 abril del 2021]. Disponible en: <https://www.vega.com/es->

- us/productos/catalogo-de-productos/medicion-de-nivel/radarPAG 81 82 A Y B OK
17. BACSOFT LTD. Bacsoft. *Una Solución Completa para Aplicaciones IOT Y M2M Avanzadas* [en línea]. 2015. [Consultado el 3 marzo del 2021]. Disponible en: https://web.bacsoft.com/wp-content/uploads/2016/09/Product-Data-Sheet_spanish-version_web.pdf pag 83 93 OK
 18. GALINDO, Xavier. *Sistemas Instrumentados de Seguridad. Tesis (Titulación en Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial)* [en línea]. Universitat Rovira i Virgili, 2012. [Consultado el 17 abril 2021]. Disponible en: <https://idoc.pub/download/hazop-sil-34wmr33zgzl7>
 19. ALFACOMPBRASIL. Alfacomp. *Interfaz Modbus IM2020 na monitoração do reservatório* [en línea]. 2020. [Consultado el 5 mayo del 2021]. Disponible en: <https://alfacomp.net/2020/12/21/interface-modbus-na-monitoracao-do-reservatorio/> PAG 105 OK
 20. WEIS, Olga. Virtual Serial Port. *Mejores utilidades para probar y depurar dispositivos y redes Modbus* [en línea]. 2020. [Consultado el 11 mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.virtual-serial-port.org/es/articles/modbus-tester-guide/>
 21. ALFACOMPBRASIL. Alfacomp. *Proteja as entradas analógicas 4 a 20 mA do CLP contra surtos* [en línea]. 2019. [Consultado el 25 marzo del 2021]. Disponible en: <https://alfacomp.net/2019/05/27/proteja-as-entradas-analogicas-4-a-20-ma-do-clp-contra-surtos/> PAG 107 OK
 22. PERÚ, Instituto de Educación Superior en. Tecsup. *Campus Virtual* [en línea]. 2022. [Consultado el 11 marzo del 2021]. Disponible en: <https://www.tecsup.edu.pe/>
 23. MARISCAL, Oscar Javier, SÁNCHEZ, Guillermo Alejandro and CHIRIGUAYA, Danny Rodolfo. *Estudio, Diseño e Implementación de un Sistema de Automatizado con PLC para Bombas de Agua de UCSG - Socavon con Control de Encendido y Apagado vía Telemetría. Tesis (Previo a la obtención del título de Ingeniero en Telecomunicaciones)* [en línea]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2010. [Consultado el 1 Octubre 2021]. Disponible en:

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/8533>pag 109 01 OK

24. GARCÍA, Emilio. *Automatización de procesos industriales*. España, 2017. ISBN 9788477217596.

ANEXOS

Anexo 1

Manual de Operación CB-32

Versión: 2.0

MODO DE OPERACIÓN DE TABLERO DE MANDO Y FUERZA

El sistema cuenta con 4 modos de operación:

- MODO LOCAL
- MODO HMI
- MODO REMOTO
- MODO AUTOMÁTICO

La selección de los modos de operación se realiza con los selectores del **tablero general de mando y fuerza**.

Figura 1.- Tablero general de mando y fuerza

Una breve descripción de sus elementos:

- ✓ Este tablero cuenta con un **medidor de energía** en la parte superior que actualmente está integrado al PLC que está contenido dentro de este tablero. Esto le permite al PLC conocer los datos de consumo de energía del sistema en tiempo real.
- ✓ El dispositivo ubicado a la izquierda es una interfaz humano-máquina (**HMI**) de tipo táctil para monitoreo y control del sistema.
- ✓ También se cuenta con un **selector de modo de operación** que permite elegir el modo Automático (totalmente a la izquierda) y el modo Local para las bombas 1 y 2. Ambos son pulsadores luminosos. La lámpara verde enciende cuando alguna de las bombas está funcionando. La lámpara roja se enciende si alguna de las bombas presenta una falla.
- El pulsador rojo tipo hongo con enclavamiento es la parada de emergencia. Si se aprieta este botón con el sistema bombeando, el bombeo se detiene inmediatamente. Asimismo, si este botón se mantiene apretado, ninguna de las bombas podrá arrancar. Este pulsador funciona de la misma forma en todos los modos de operación disponibles.

- Las botoneras de arranque y parada permiten iniciar o detener el bombeo de la bomba correspondiente cuando el sistema está en modo Local.
- El selector de control de la electroválvula permite abrir o cerrar la válvula ubicada a la salida del reservorio R37, cuando el sistema trabaja en Modo Local.

Otras funciones:

- ✓ El sistema de control permite la inhibición de las bombas para mantenimiento, reparación o alguna otra razón que el personal de SEDAPAR crea conveniente.
- ✓ La inhibición evita que un motor arranque en cualquier modo de operación (LOCAL, HMI, AUTOMATICO o REMOTO)
- ✓ Si se inhibe un motor cuando éste esté girando, lo detendrá.
- ✓ Se inhibe sólo activando la inhibición en modo REMOTO y en HMI. Localmente se puede usar la parada de emergencia para inhibir ambas bombas simultáneamente.
- ✓ Normalmente, por razones de mantenimiento y para no afectar el proceso, se debería inhibir un solo motor a la vez.
- ✓ Si se inhiben los dos motores, no bombeará ninguno y el reservorio remoto puede quedar desabastecido de agua.
- La confirmación de bomba inhibida se activa una vez que se confirma que la bomba está detenida e inhibida.

MODO LOCAL

- En este modo de operación, el funcionamiento de las bombas de agua se controla por medio de las botoneras de arranque y parada del **Tablero General de Mando y Fuerza**.
- El **Tablero de Mando y Fuerza** debe estar con el **selector de modo de operación** en la posición de **Bomba 1** ó **Bomba 2**, dependiendo de que bomba queramos encender. Cualquiera de estas dos posiciones para este selector activa el **MODO LOCAL**.
- El Tablero General de Mando y Fuerza trabajará de la siguiente forma:
 - ✓ Pulsadores verdes – **SEÑAL DE MANDO**: Al presionar este botón, se iniciará la secuencia de arranque de la bomba correspondiente. Sólo podrá arrancarse una de las bombas a la vez. Mientras una de las bombas trabaja, la otra permanecerá apagada. La bomba que deseamos encender deberá estar

detenida y sin falla presente antes de darle el comando de arranque. Si se presiona este botón mientras la bomba deseada se encuentra en funcionamiento, no hará nada.

- ✓ Pulsadores rojos – **SEÑAL DE PARADA**: Al presionar este botón, se iniciará la secuencia de parada de la bomba correspondiente. Si se presiona este botón cuando la bomba está apagada, no hará nada.
- ✓ Lámparas Verdes – **INDICADOR DE MARCHA**: Esta lámpara encenderá cuando la bomba seleccionada esté funcionando.
 - **Lámparas Rojas – INDICADOR DE PARADA**: Esta lámpara encenderá cuando la bomba seleccionada presente alguna falla.

MODO HMI

- Este modo trabaja en conjunto con la pantalla táctil, HMI:

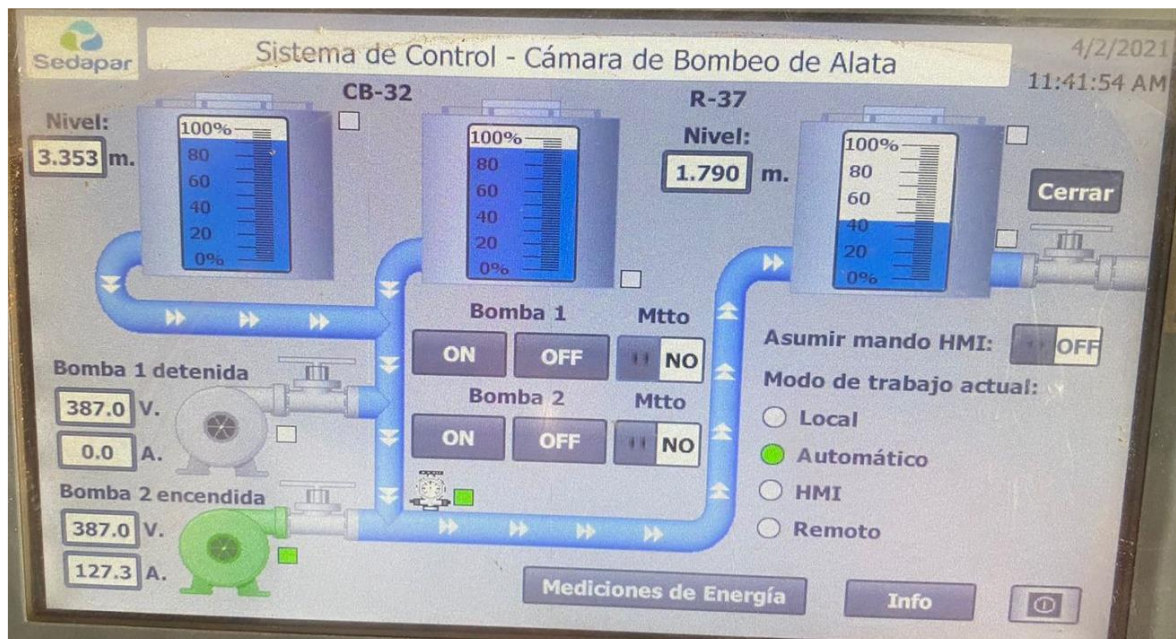


Fig. 1.- HMI

- El HMI cuenta con una representación gráfica de la cámara de bombeo **CB-32** y el reservorio **R-37**. También cuenta con animaciones para un mejor monitoreo del proceso, así como unos botones para el encendido y apagado de las bombas 1 y 2.
- El HMI permite también abrir o cerrar la electroválvula de R-37.
- La inhibición del funcionamiento de las bombas también se puede controlar por medio del HMI.
- El HMI también nos da acceso a un menú de mediciones de energía que permiten monitorear el estado del sistema en cuanto a parámetros eléctricos. Son de particular importancia los parámetros de Voltaje y Corriente para determinar si la alimentación eléctrica no presenta fluctuaciones indeseadas, así como saber si las bombas presentan alguna sobrecarga eléctrica por sobre corriente. Los parámetros I1, I2 e I3 muestran las corrientes de la bomba que se encuentre activa.



Fig. 2.- Menú de Mediciones de Energía

- Al encender el sistema, por defecto el HMI se encuentra brindando funciones de monitoreo, más no de control. El control se habilita en el modo HMI.
- Para poder usar el modo HMI, el **selector de modo de operación** debe estar en **Bomba 1 ó Bomba 2 (es decir, MODO LOCAL)**. Verificado eso, debería visualizarse en verde el recuadro de operación del HMI que dice **LOCAL**. Luego se presiona en el botón del HMI que dice **Asumir mando HMI**. Al hacerlo, el botón de **Asumir mando HMI** pasa a **ON**, pintado de verde y además el modo de operación actual cambia de **LOCAL** a **HMI**.
- Luego de eso, los botones ON y OFF de las bombas 1 y 2 en la pantalla, actúan exactamente igual que los pulsadores físicos de marzo de la y parada.
- Se observará que, cuando alguna de las bombas trabaja, se pintará de verde. De igual forma, si entra en falla, se pinta de rojo.
- El nivel de los tanques irá cambiando según la información que le brinden los sensores de nivel de ambos reservorios.
- Para regresar al modo local simplemente se pulsa nuevamente sobre **Mando por HMI**, este deberá pasar a **OFF** y el **modo de operación** actual pasa a **LOCAL**.

- ✓ Utilice el switch de **Mtto** (Mantenimiento) para poner fuera de servicio la bomba respectiva. Esto la detiene y deshabilita de arrancar en cualquier modo de operación.
- ✓ Adicionalmente, se puede utilizar el botón F6 ubicado en la parte inferior derecha del HMI, para habilitar la opción de limpieza de HMI. Esto evita que se aprieten teclas por error mientras se realiza la limpieza del HMI con un paño, por ejemplo, cuando se le haga mantenimiento.

MODO REMOTO

- ✓ En este modo de operación, el funcionamiento de las bombas de agua y la electroválvula se controla remotamente por medio de la plataforma de telemetría. También se puede controlar la inhibición de funcionamiento de las bombas.
- ✓ El Tablero de Mando y Fuerza debe estar con el selector en **AUTO**, es decir, debe estar activado el **MODO AUTOMÁTICO**.
- ✓ Utilizando la plataforma de telemetría poner a 1 el registro 40030 para activar **MODO REMOTO**.
- ✓ Verificar que el **MODO REMOTO** esté activado (sea 1) en el registro 40031.
- ✓ Encender bomba 1 ó 2 poniendo a 1 los registros 40032 o 40036 respectivamente.
- ✓ Revise el estado de las bombas 1 ó 2 en los registros 40034 o 40038 respectivamente.
- ✓ Para apagar las bombas 1 ó 2 ponga a 0 los registros 40032 o 40036 respectivamente.
- ✓ Para abrir la electroválvula se debe hacer una transición de 0 a 1 en el registro 40041. Para cerrar la electroválvula se debe hacer una transición de 1 a 0 en el registro 40041.
- ✓ Se inhibe la bomba 1 ó 2 poniendo a 1 los registros 40047 ó 40049 respectivamente.
- ✓ Revise el estado de inhibición de las bombas 1 ó 2 en los registros 40048 y 40050 respectivamente.

- ✓ Cuando termine de maniobrar remotamente el sistema, poner a nivel 0 el registro 40030 para desactivar el **MODO REMOTO**. Esto regresa al sistema a **MODO AUTOMÁTICO**.

Nota: Cuando se esté apagando una bomba esperar que se termine de apagar, esto lo podrá consultar en los registros 40034 o 40038. Luego de que se haya apagado completamente puede mandar a encender la otra bomba.

MODO AUTOMÁTICO

- ✓ En este modo de operación, el funcionamiento de las bombas de agua se controla de forma automática, gracias a la medición de los niveles de agua en **CB-32** y **R-37**. También se controla de forma automática la apertura y el cierre de la electroválvula en R-37.
- ✓ El **Tablero de Mando y Fuerza** debe estar con el selector en **AUTO**.
 - En este modo los sensores de la cámara de bombeo **CB-32** y el reservorio **R-37** se encargan de brindar información del estado del nivel de los tanques para controlar de forma automática el encendido y apagado de las bombas, alternadamente y según la siguiente lógica.
 - **Control de Válvula**
 - ✓ La válvula se abre si tenemos buen nivel en R-37 para que el agua caiga con fuerza, abasteciendo adecuadamente a la población (> 3.2 m.)
 - ✓ La válvula se cierra si el nivel en R-37 cae por debajo de cierto umbral (< 0.6 m.)
 - **Control de Bombas**
 - Se **bombea** cuando:
 - Hay buen nivel de agua en **CB-32** (≥ 3.0 m.) y a su vez
 - El nivel en **R-37** cae por debajo de cierto umbral (< 2.5 m.)
 - Se **detiene el bombeo** ante cualquiera de estos dos escenarios:
 - Tenemos poca agua en **CB-32** (<0.6 m.), por seguridad de las bombas.
 - El reservorio **R-37** está lleno (≥ 3.6 m.)

Nota: Para que el **MODO AUTOMÁTICO** funcione correctamente, el **MODO REMOTO** debe estar desactivado, es decir, el registro 40030 debe estar en 0.

Anexo 2

Programación ladder para la cámara de bombeo R-13A

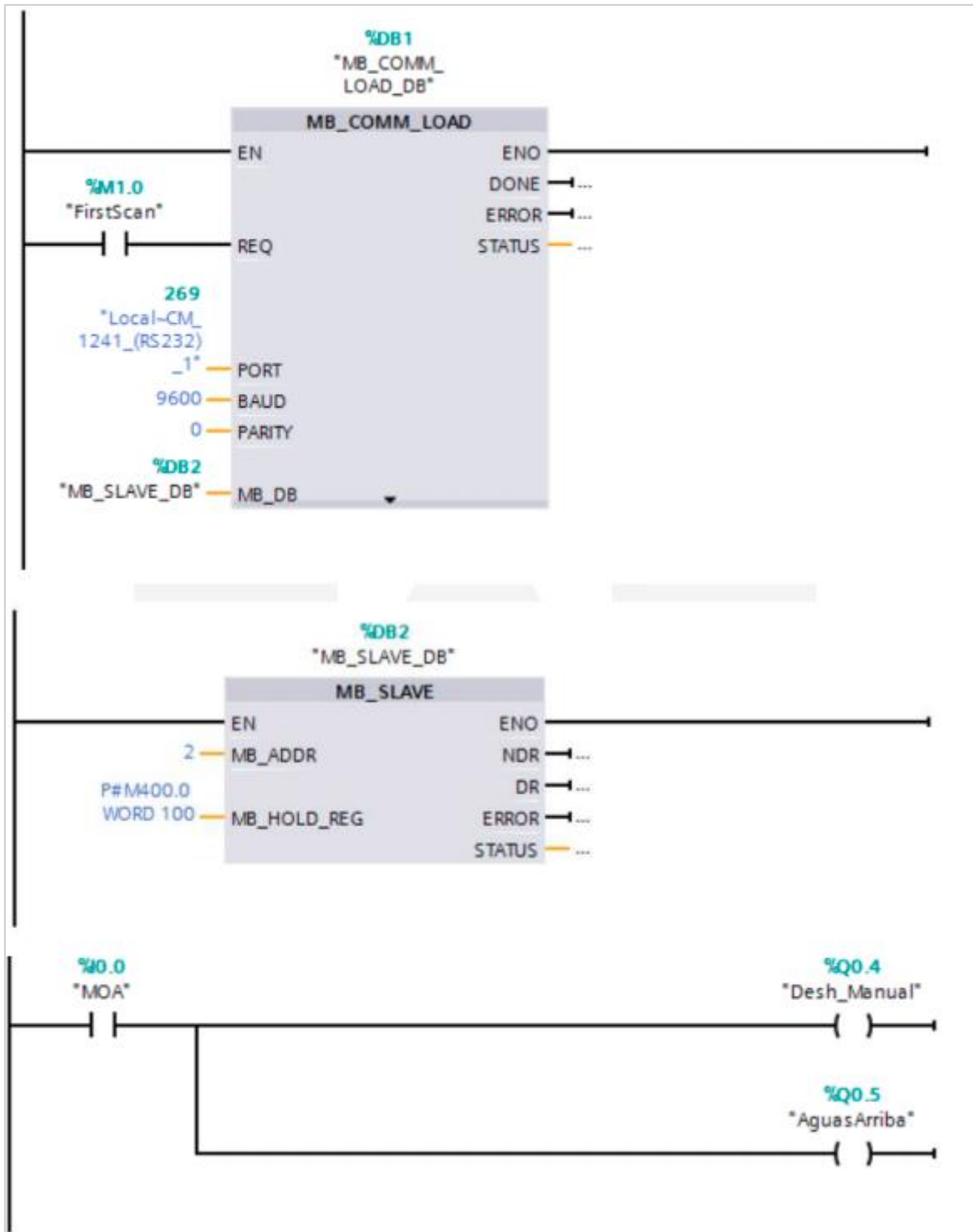
Resumen:

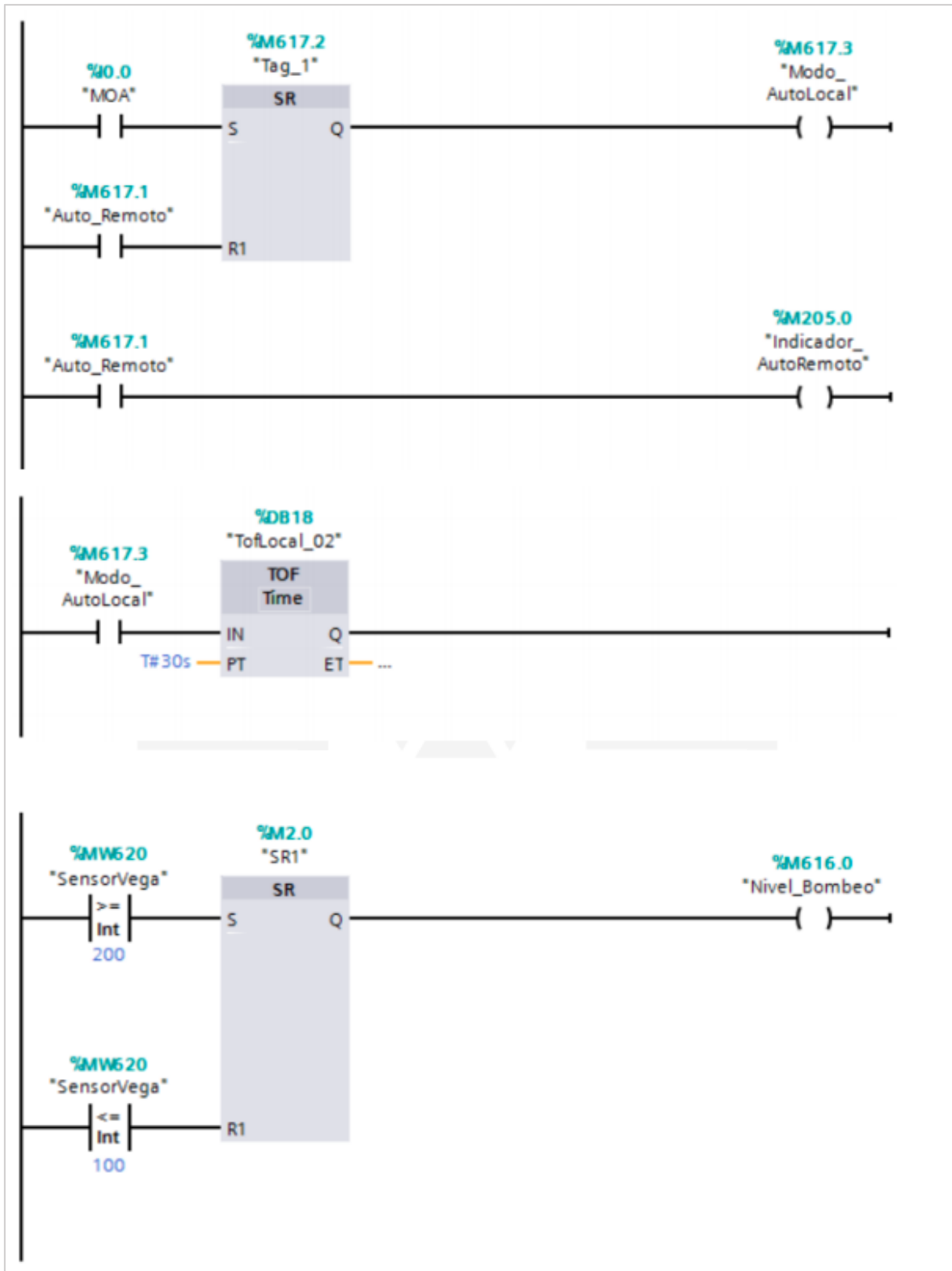
El programa a continuación detallado es el que se encarga de controlar el bombeo automatizado y alternado de las bombas ubicadas en el reservorio R13-A en Hunter, las cuales se encargan de llenar de agua el reservorio R13-C.

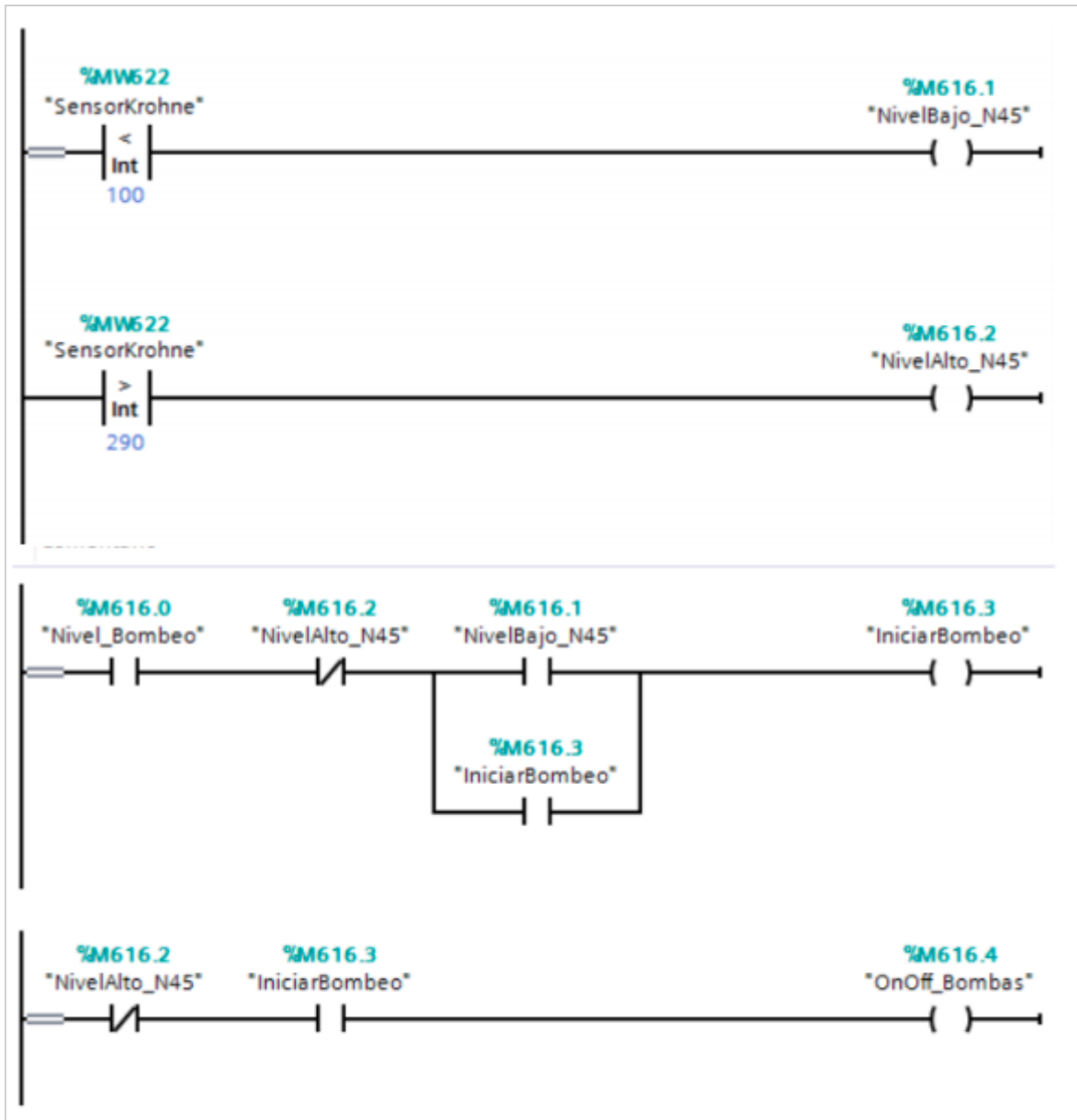
El programa es del controlador Siemens ubicado en R13-A, que interactúa con el controlador Bacsoft y el tablero de fuerza actualmente instalado.

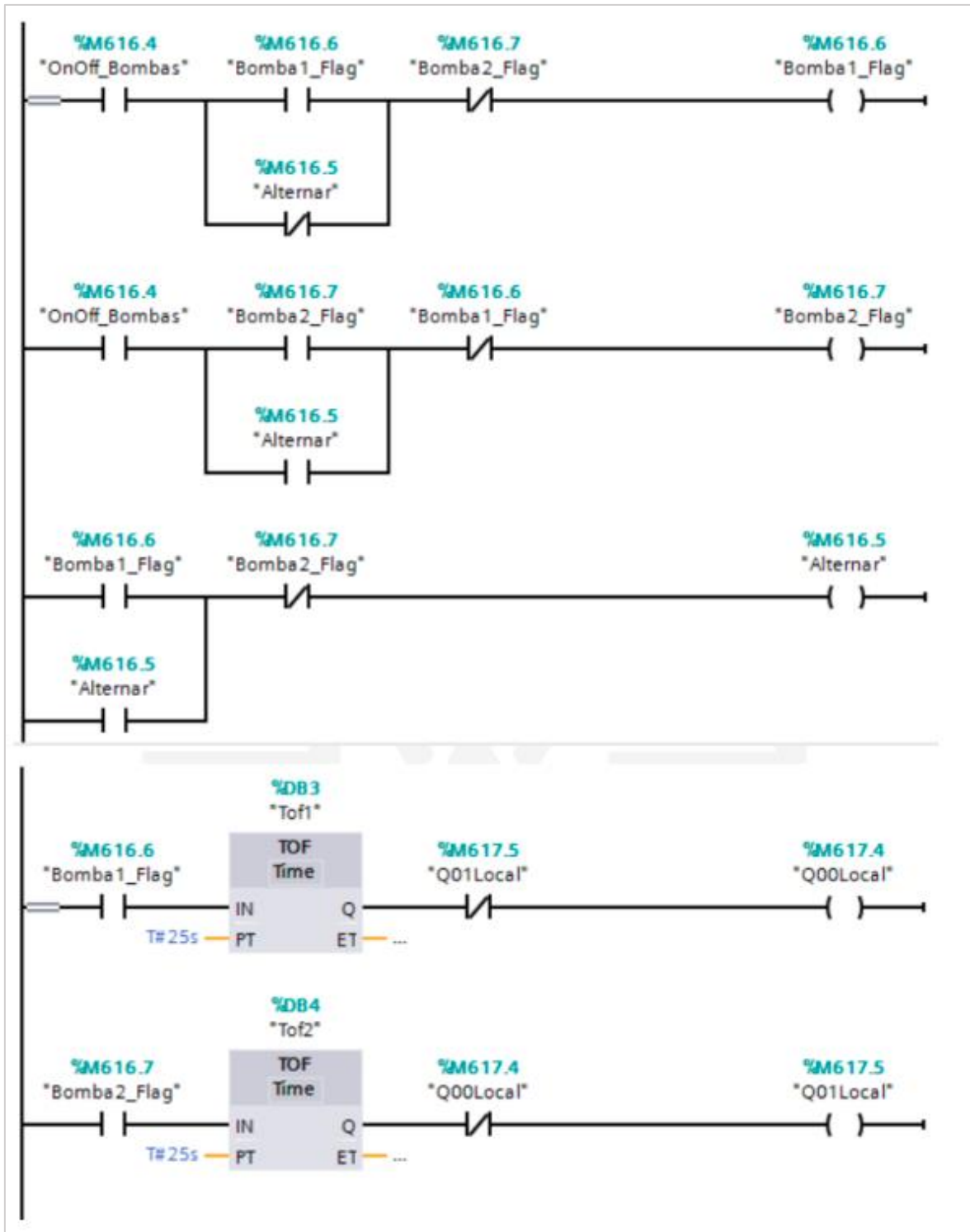
El controlador ha sido configurado y adaptado tanto en software como en hardware para permitir el encendido automático local, en el que controla el nivel de agua en R13-C de acuerdo, a si hay disponibilidad de agua en R13-A y también permite el monitoreo y control remoto por medio de la red telefonía celular de cliente, en comunicación con el equipo de Bacsoft.

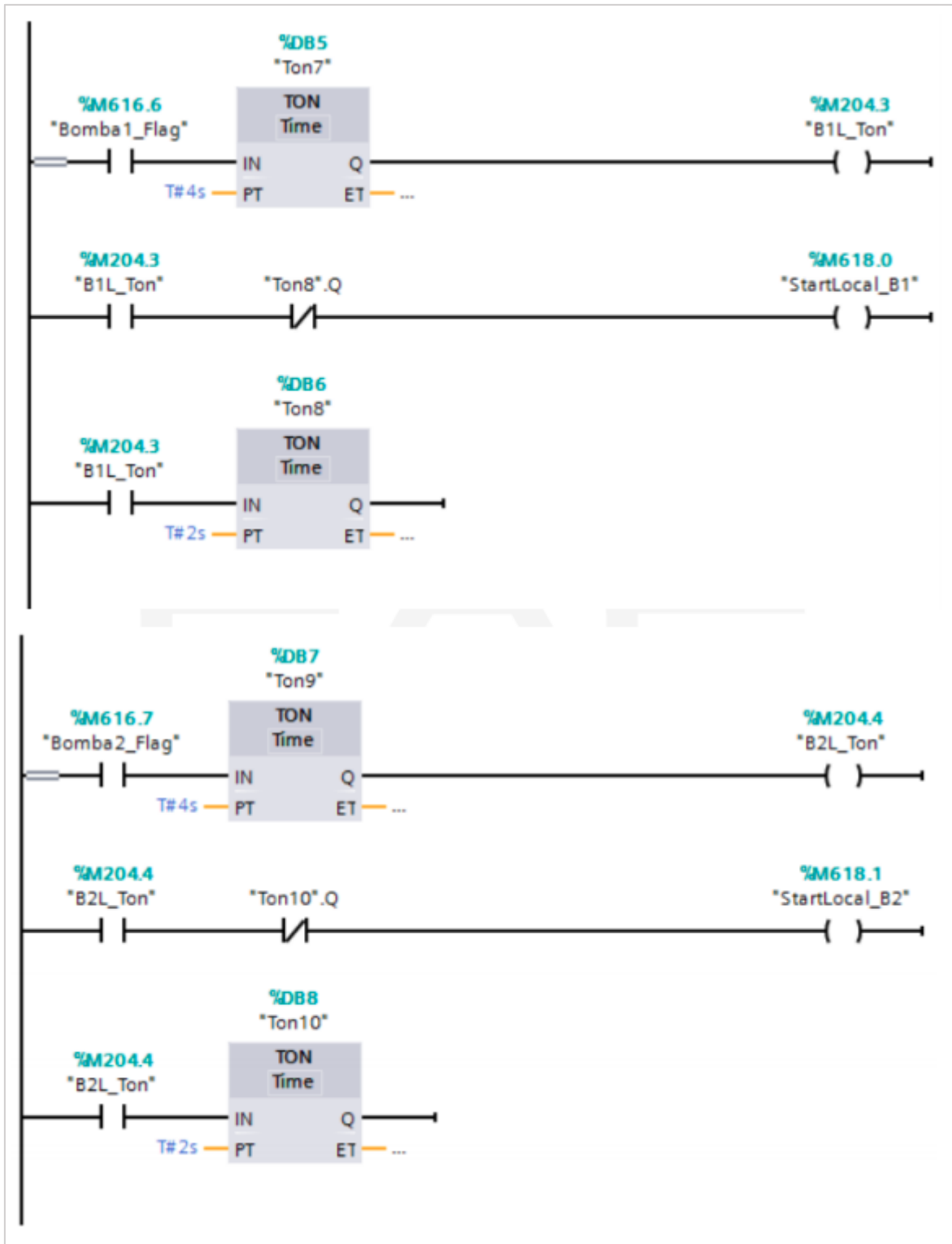
Asimismo, el controlador permite un tercer modo de trabajo local, que funciona de la forma tradicional a la que ha trabajado todo este tiempo, con el encendido y apago de forma manual realizado por un operador.

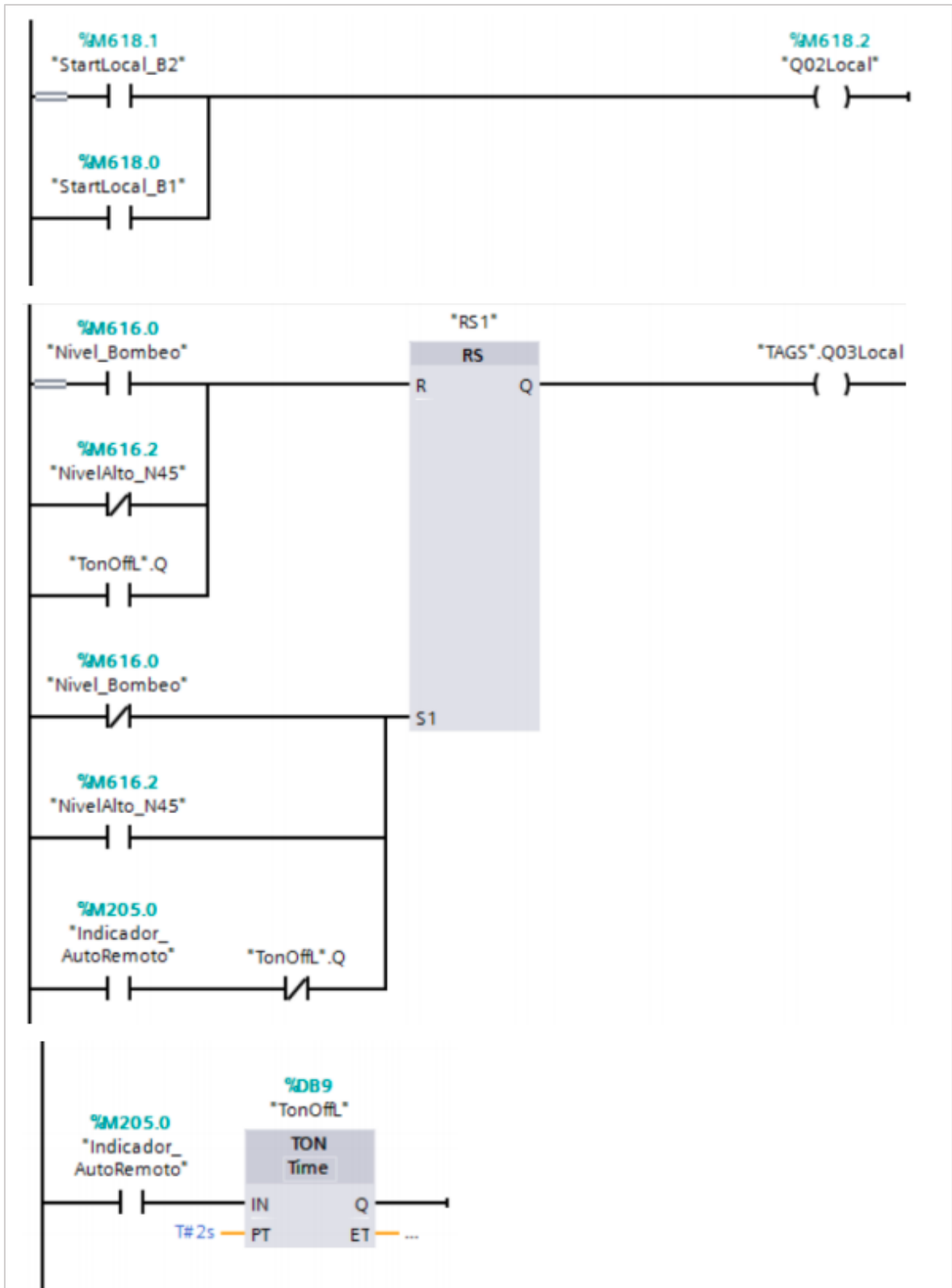


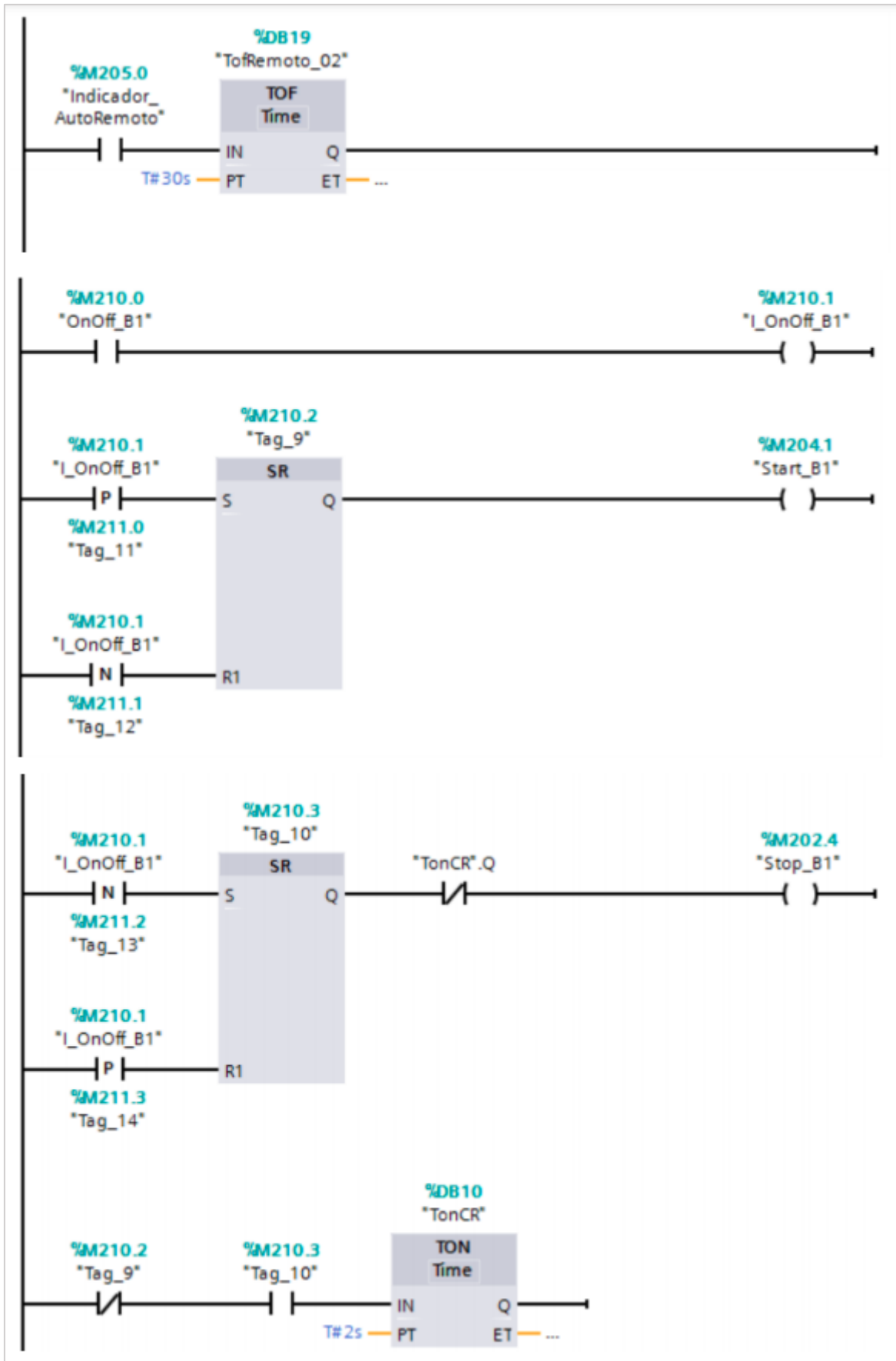


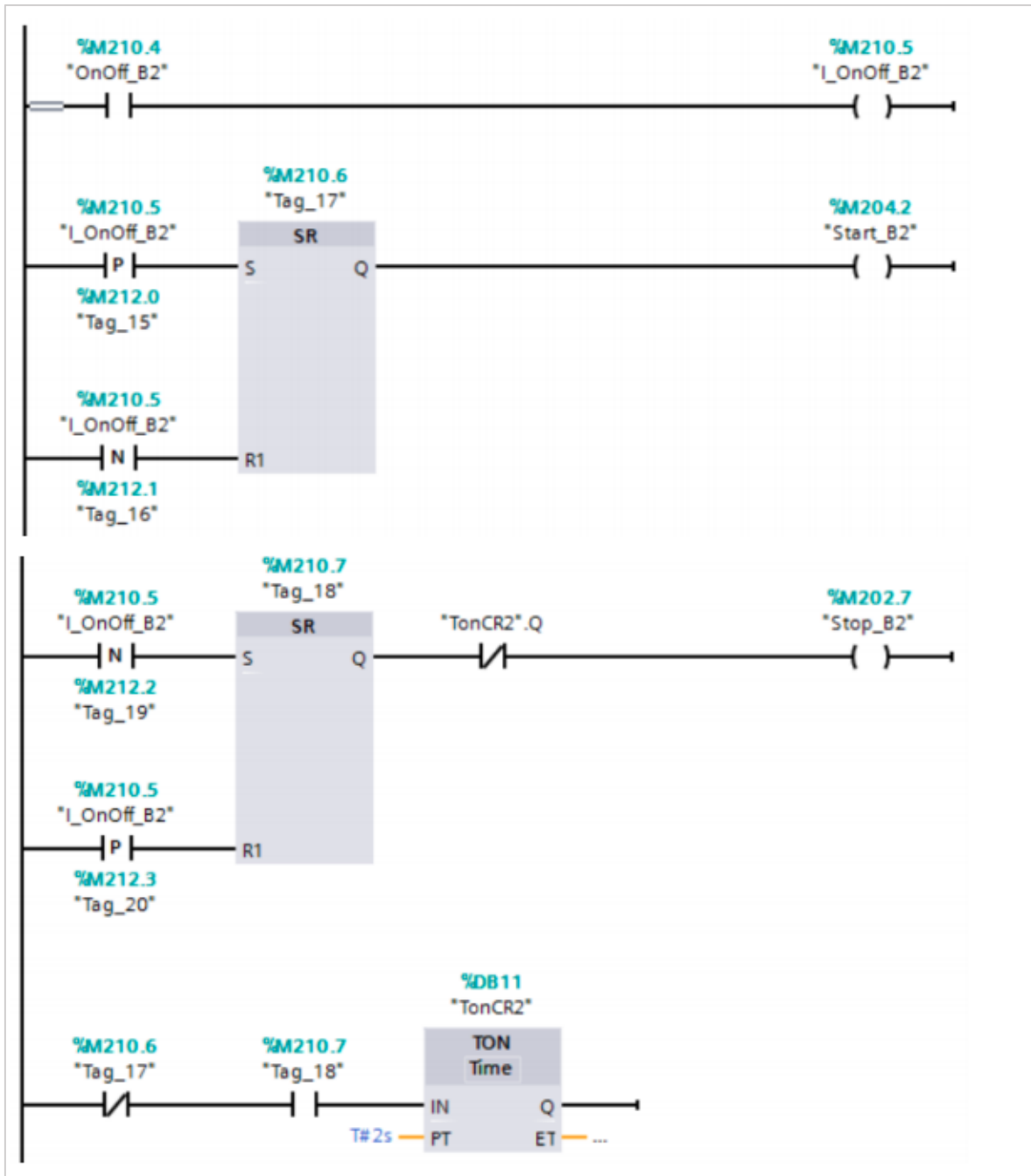


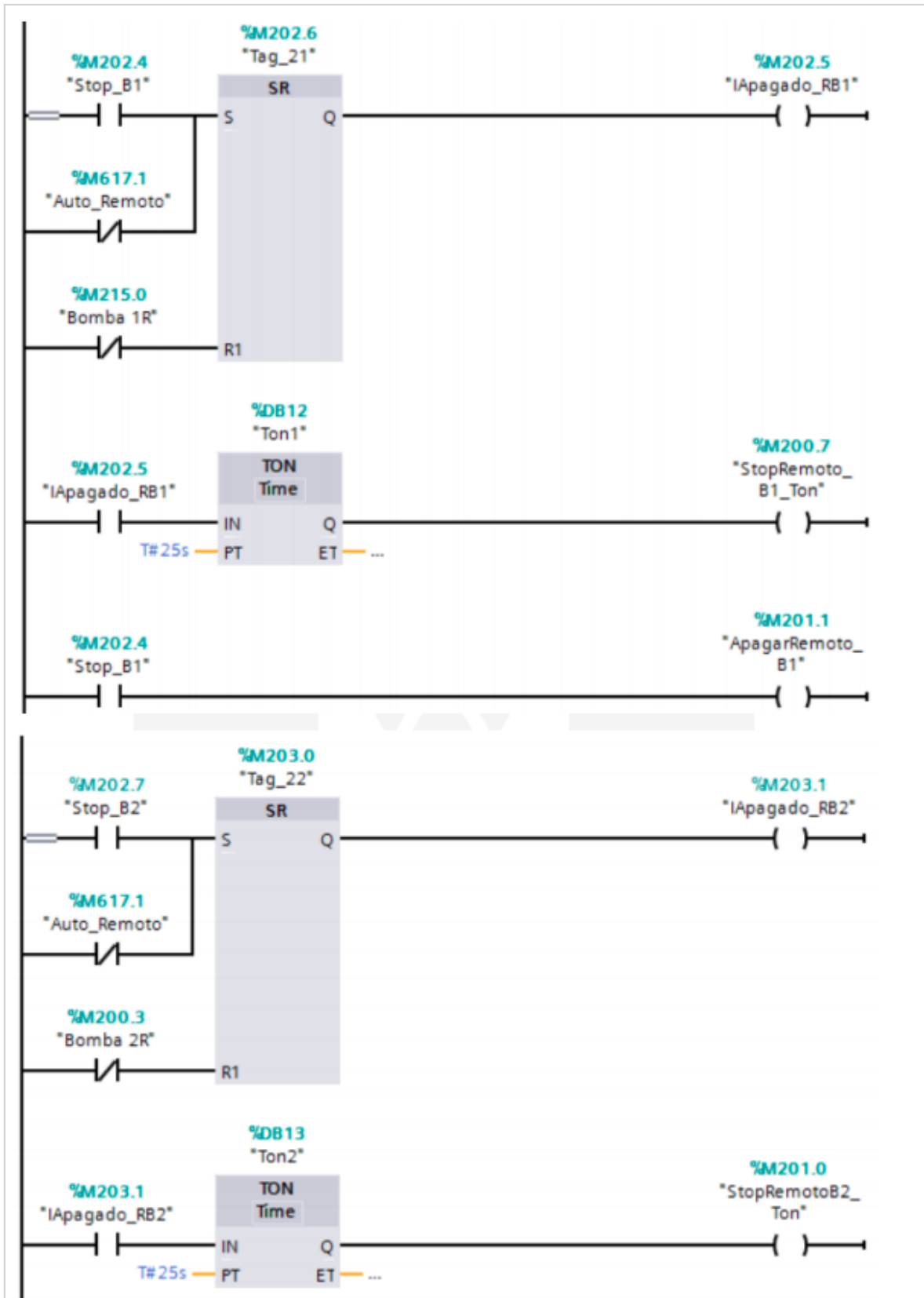


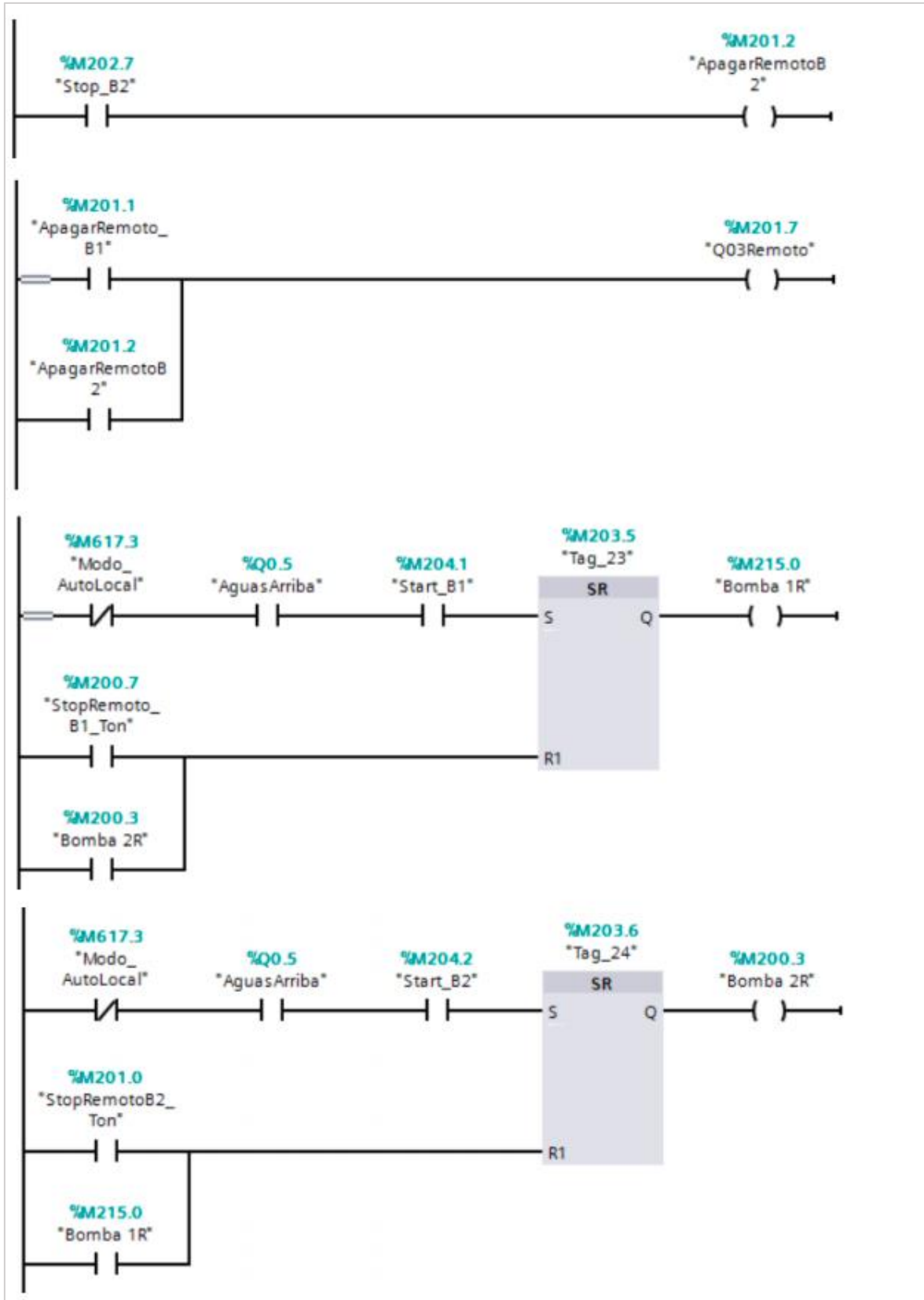


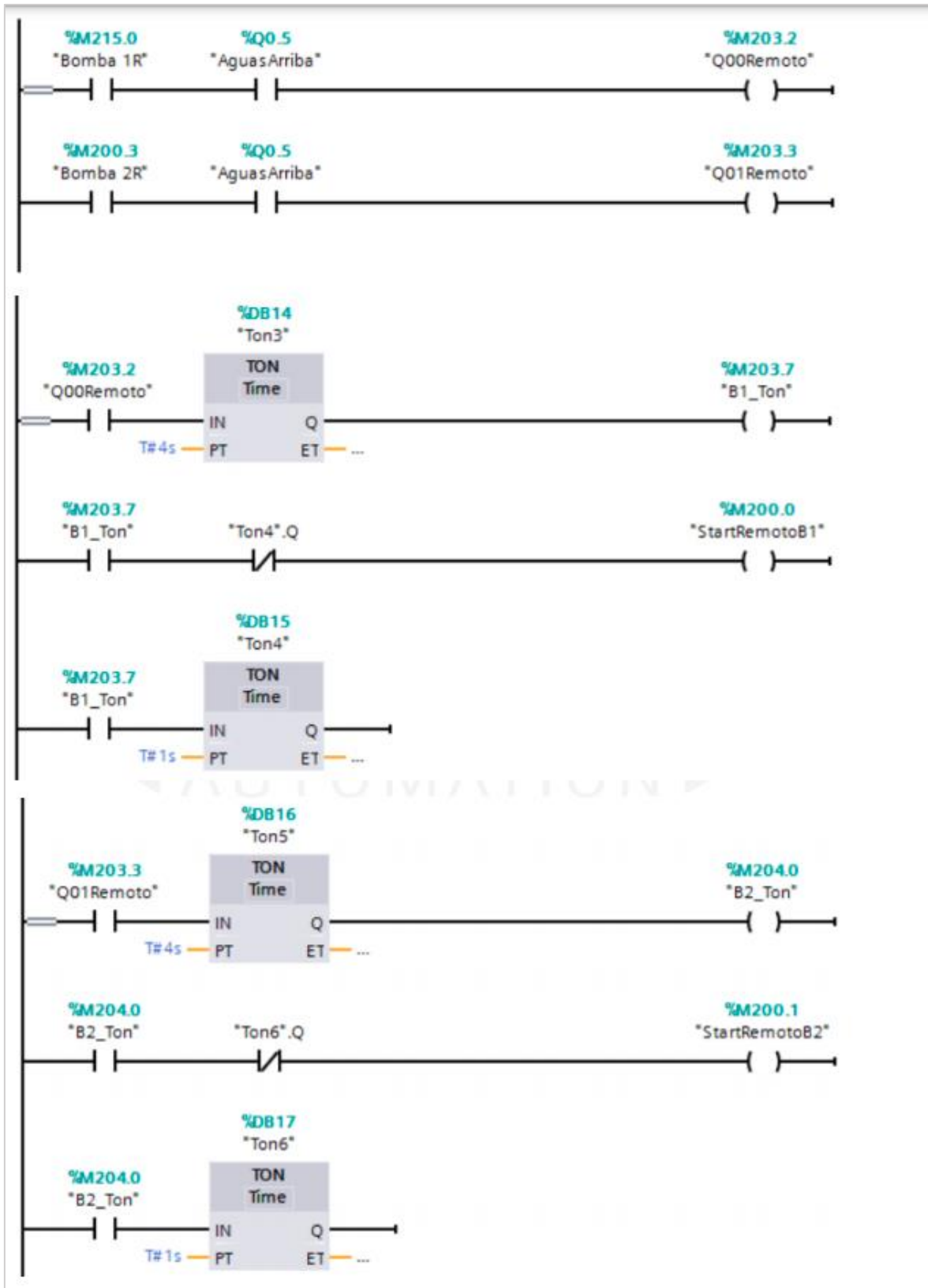


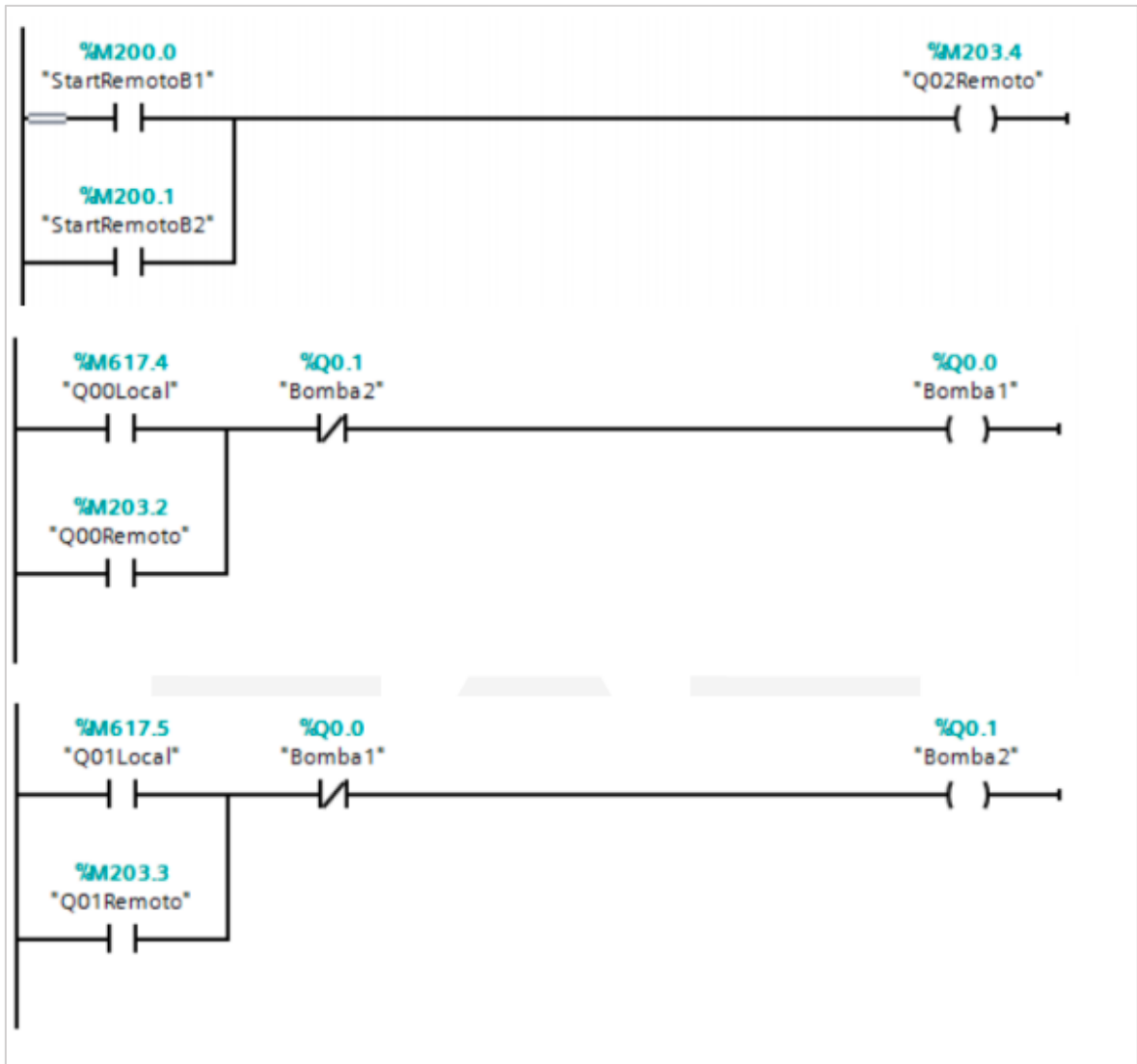






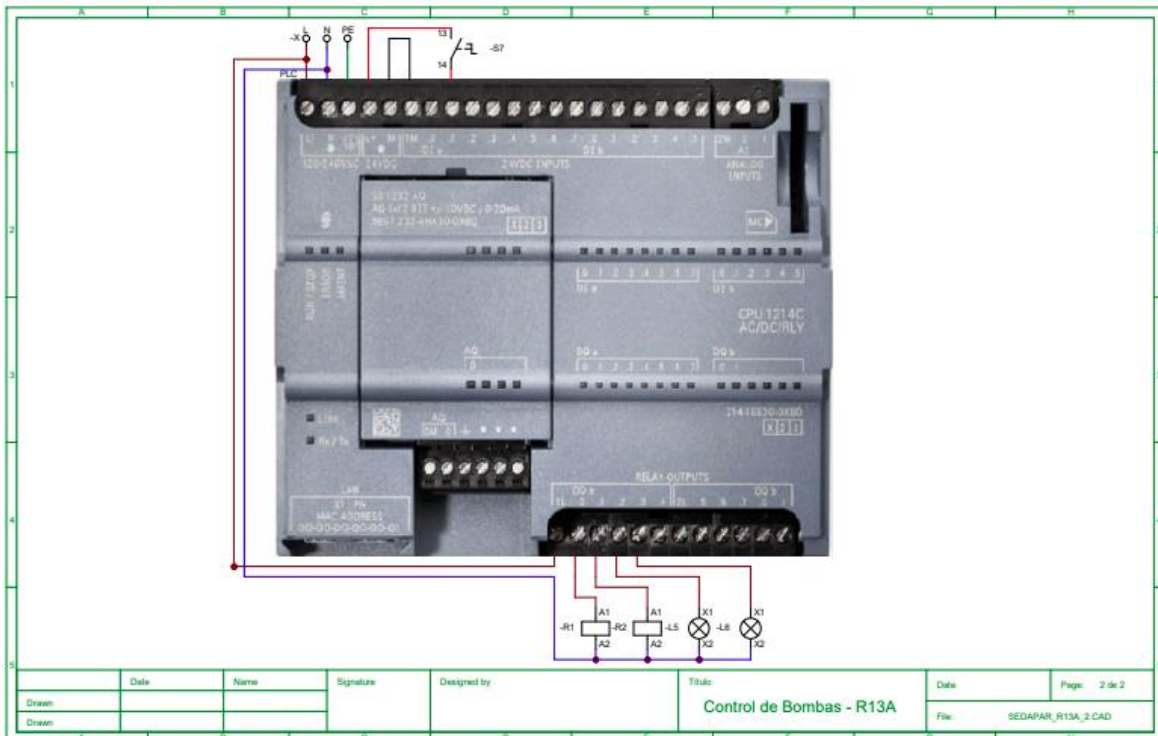
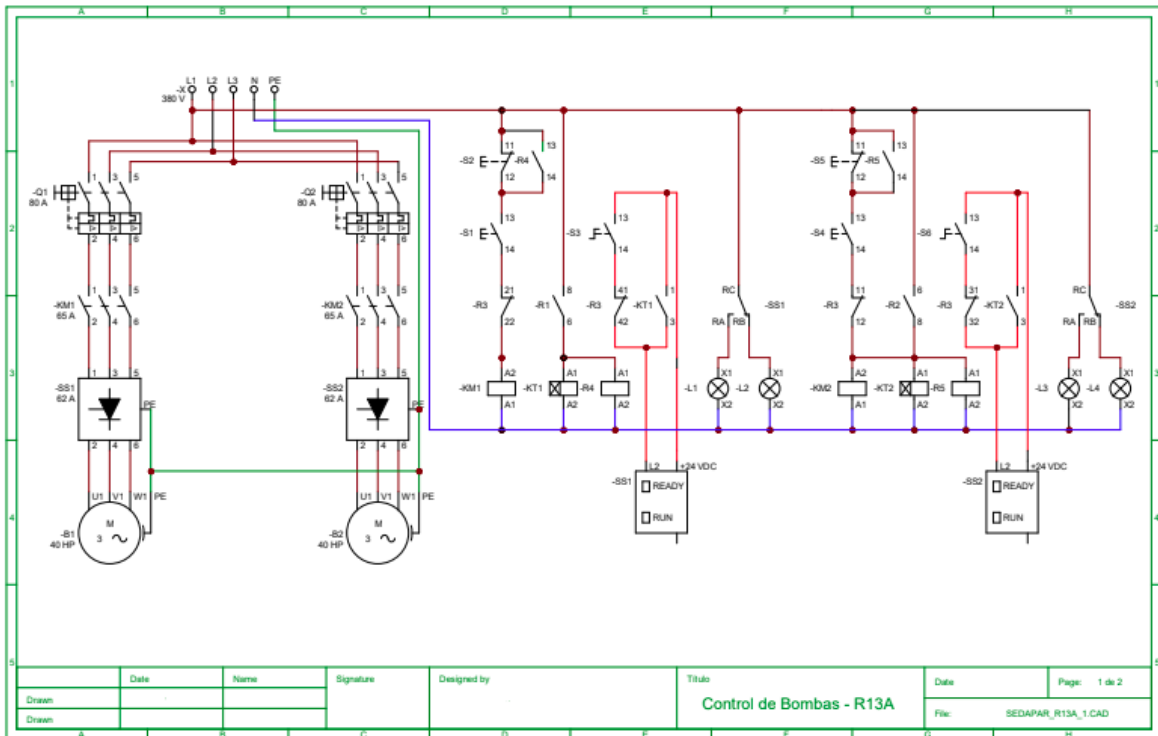




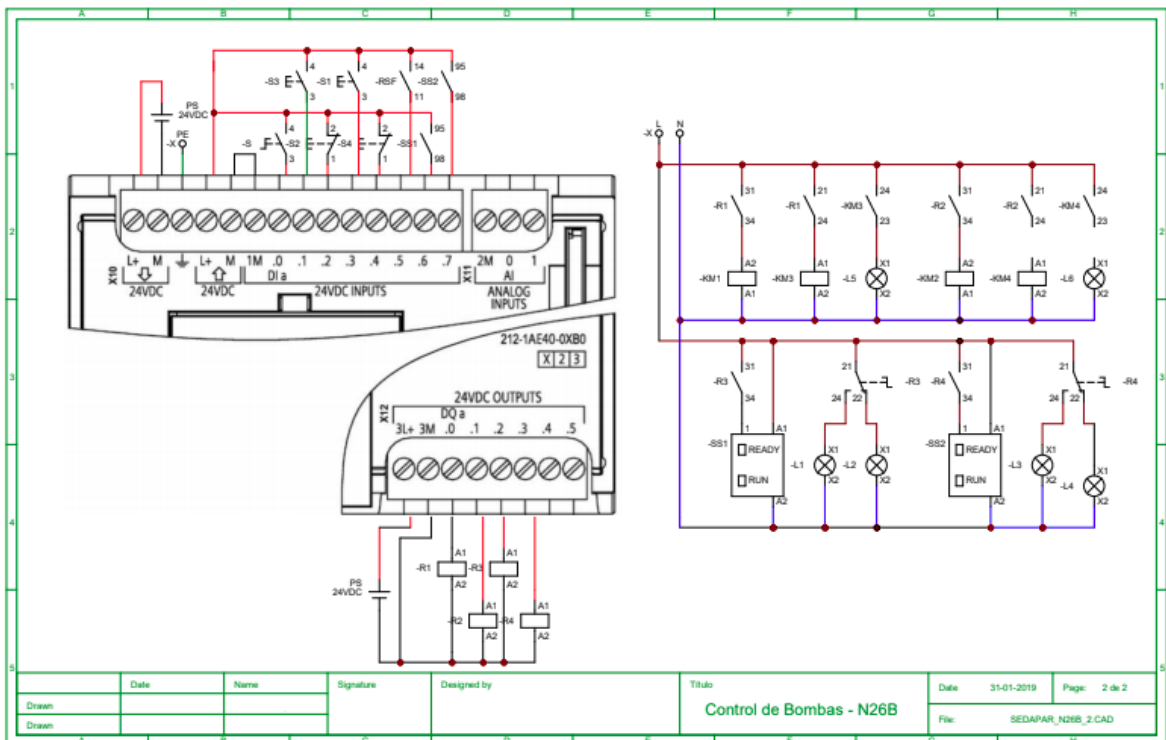
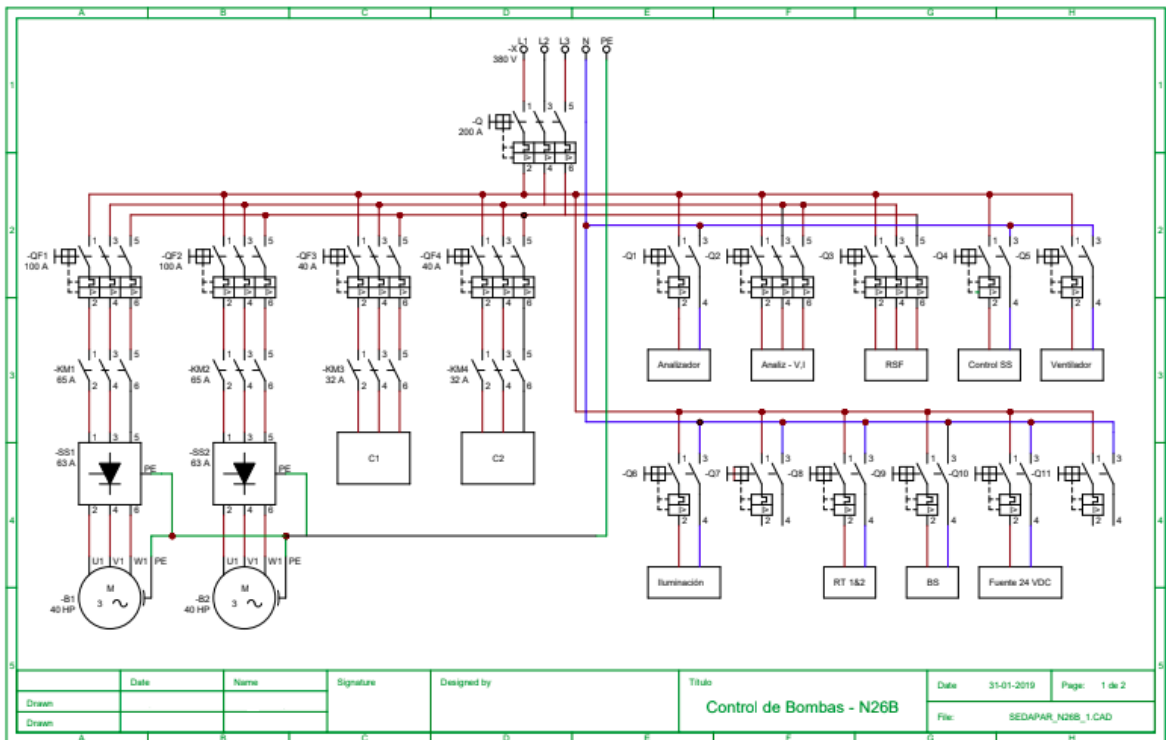


Anexo 3

Diagramas Unifilar Automatización R-13A



Diagramas Unifilar Automatización N-26B



Anexo 4

Diagrama de Procesos de Automatización cámaras de bombeos – CB-32

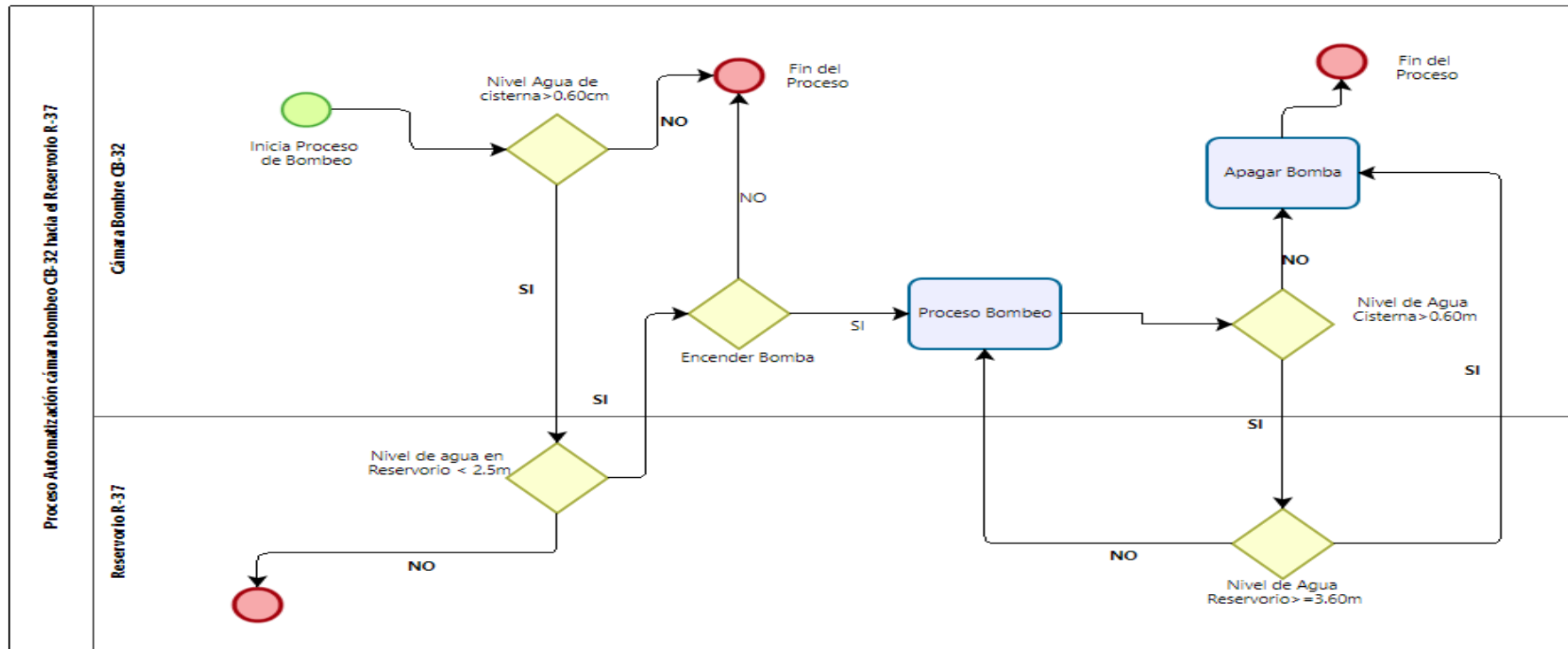


Diagrama de Procesos de Automatización cámaras de bombeos – CB-8

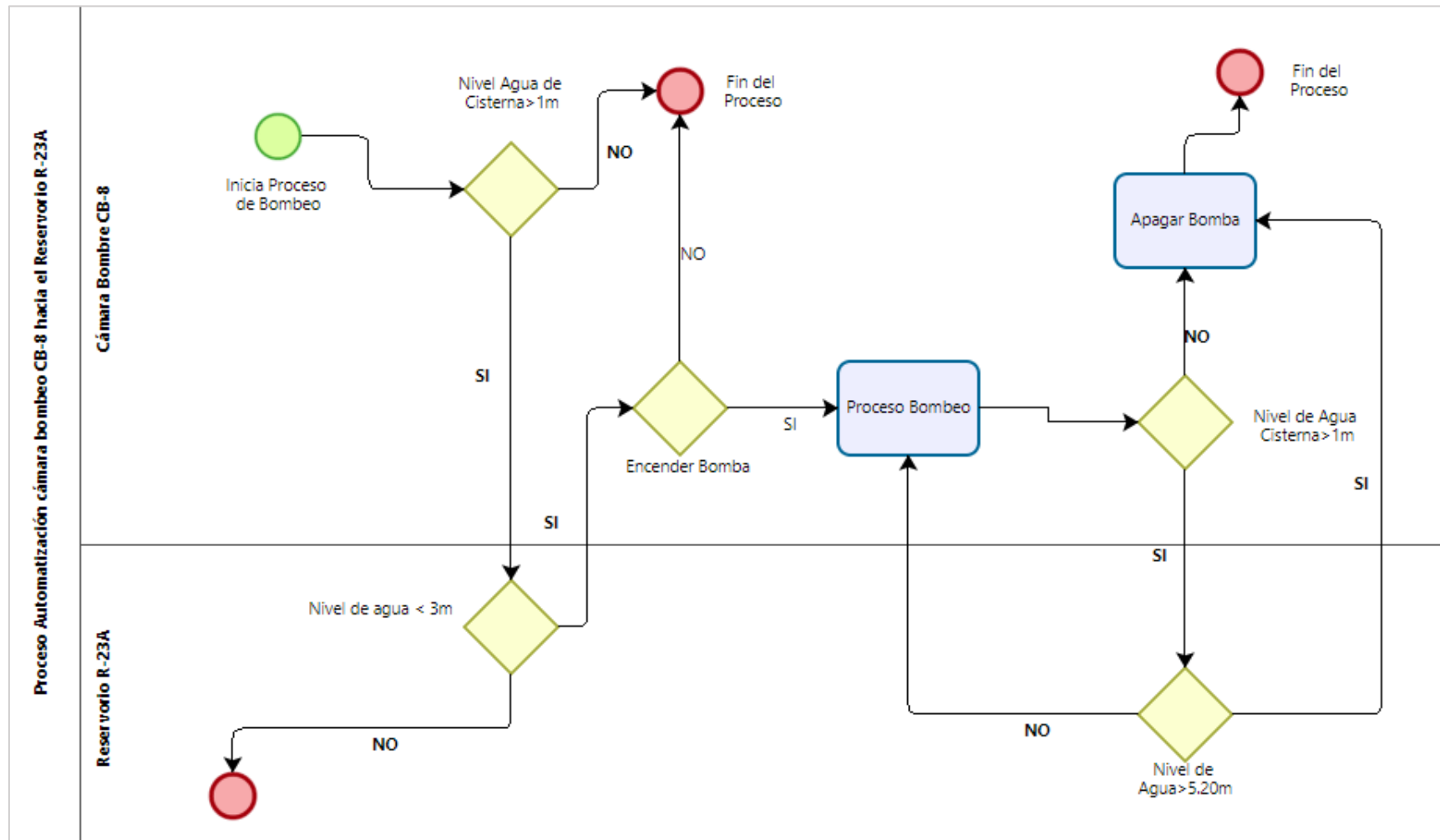


Diagrama de Procesos para Automatización de la cámara de bombe CB6-B hacia el reservorio N-14

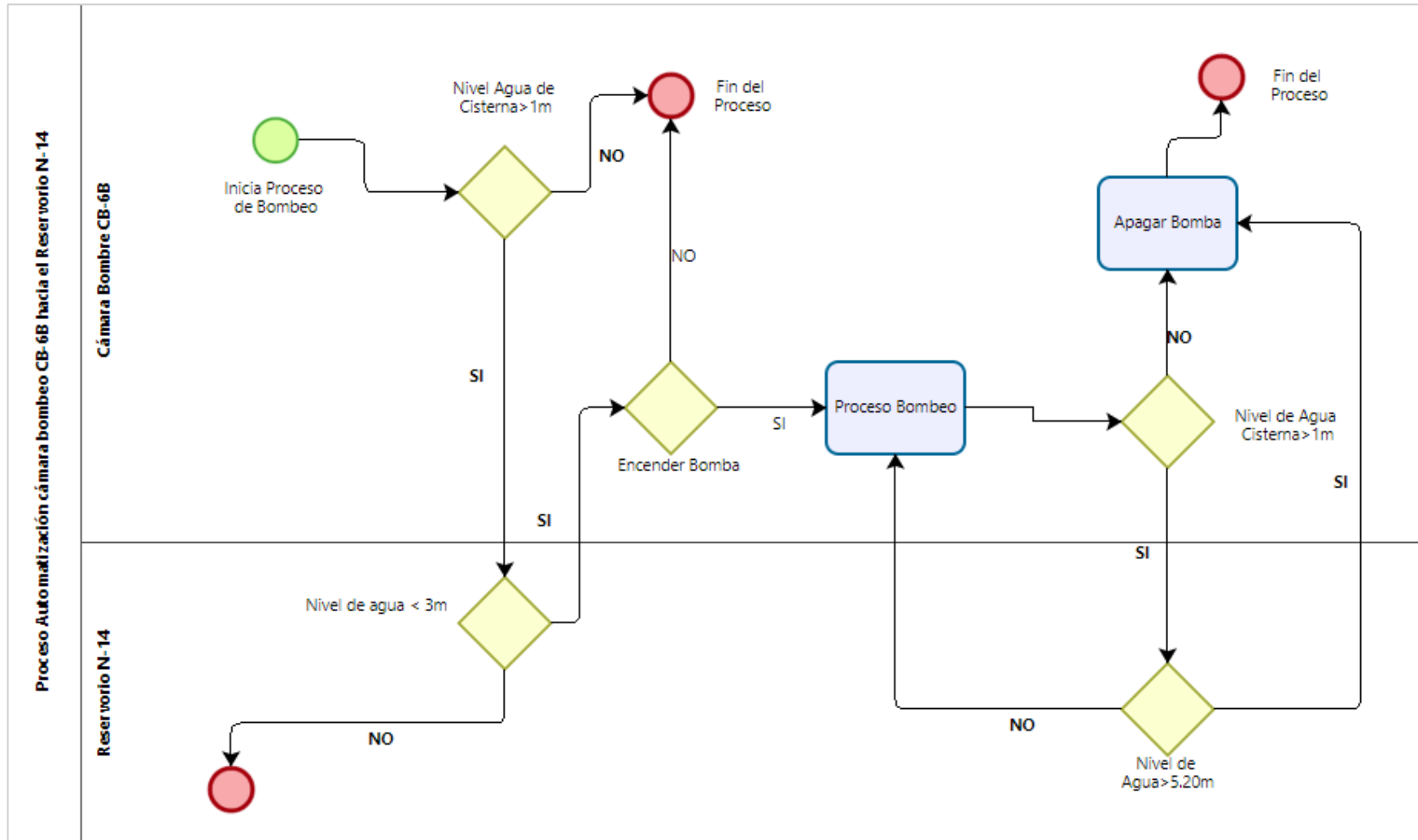


Diagrama de Procesos para Automatización de la cámara de bombeo CB-24 hacia el reservorio R-13B

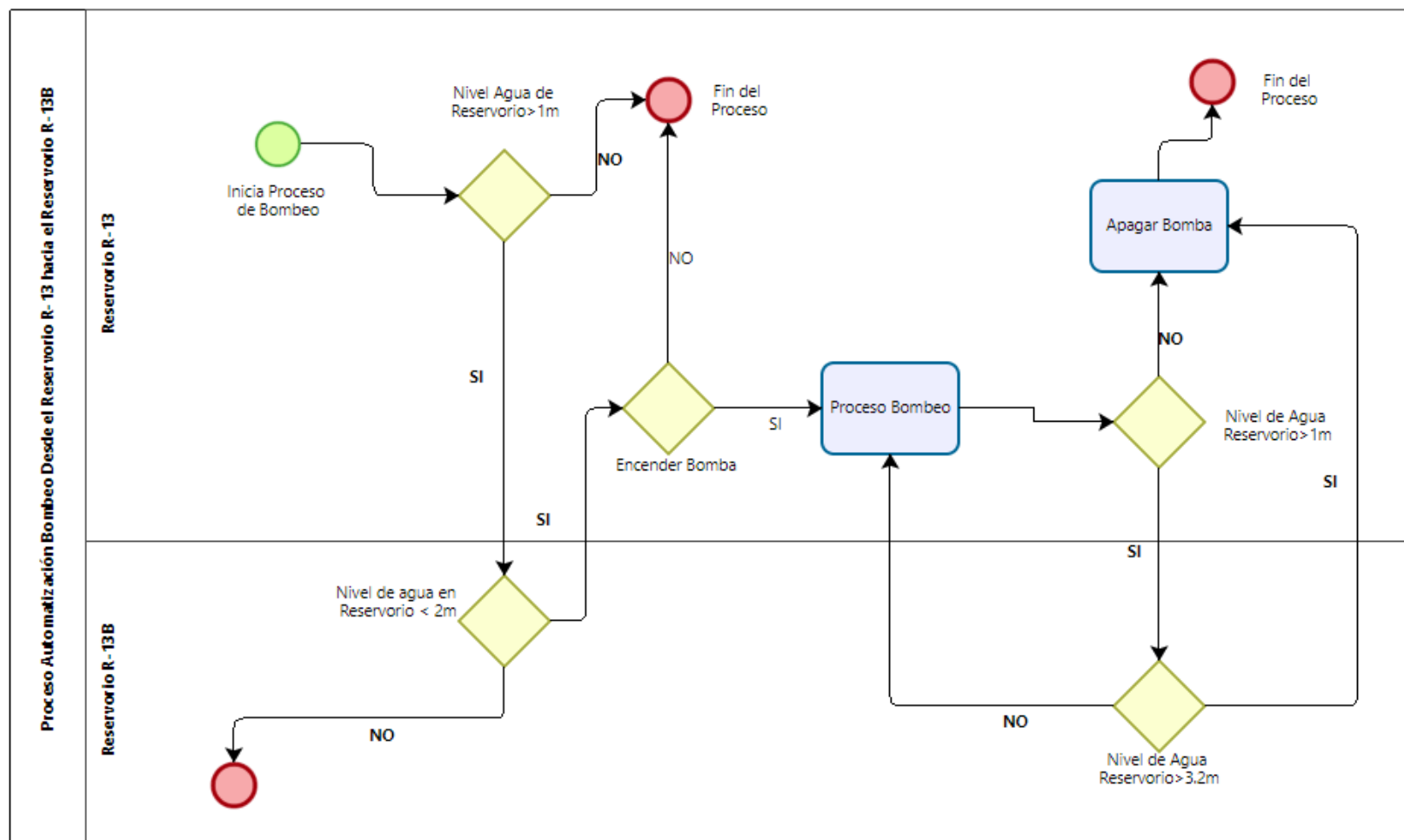
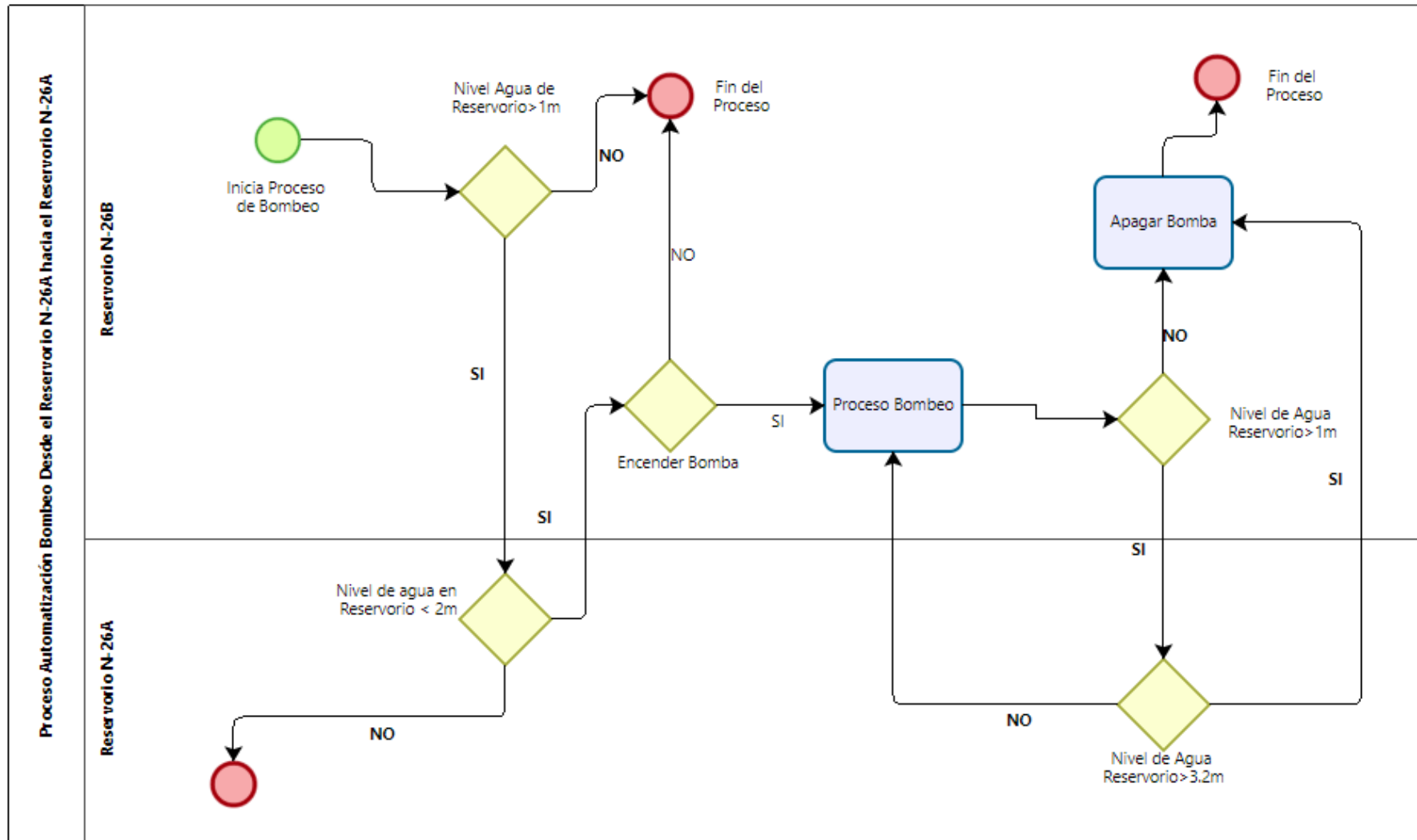



Diagrama de Procesos para Automatización de la cámara de bombeo CB-26 hacia el reservorio N-26A



Anexo 5

Informes a la Gerencia de Operaciones de SEDAPAR S.A.



E.P.S. SEDAPAR S.A.
GERENCIA DE OPERACIONES

Fecha: 04/12/2018

Hora: *[Signature]*

RECIBIDO

INFORME N° 057-2018/S-60102-LEAP

A : Ing. Mario Luna Llenera
Gerente de Operaciones

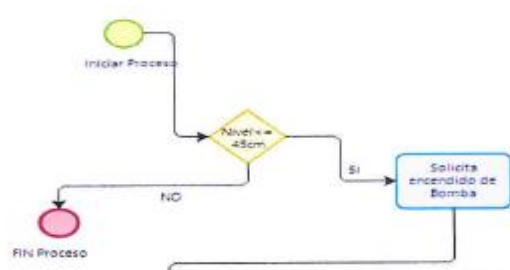
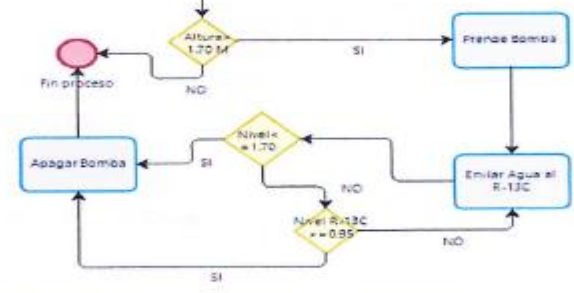
Asunto : Implementación de Automatización Cámara de Bombeo CB-33 desde el Reservoirio R-13A hacia el Reservoirio R-13C

Referencia :

Fecha : 03 de diciembre del 2018

Con fecha 10-10-2018, se inició el proceso de automatización de la cámara de bombeo CB-33 hacia el reservoirio R-13C.

Se ha culminado la ejecución de la automatización de la cámara de bombeo del R-13A, actualmente el proceso de encendido y apagado de bombas se puede realizar en forma remota mediante la plataforma de telemetría, se deja en estado de automático para que el PLC gobierne a las bombas de impulsión, integrados a los sensores de presión de ambos reservoirios (R-13A, R-13C)

Reservoirio R-13C	
Reservoirio R-13A	

Lógica de encendido y Apagado de las Bombas en el reservoirio R-13A
Desde la plataforma de telemetría.

Luis Angeles

Sedapar

- Reservorios
 - N-21
 - N-24
 - N-49A
 - R-10
 - R-3
 - R-18
 - R-22
 - N27 3G
 - Estacion de Bombeo Hunter**
 - R-13A
 - R-13C

Sitio	N-21	N-24	N
Nivel	2,937	4,137	4
Nivel Forsentaje	56,250	63,646	8

Se ha agregado una opción sobre la estación de Bombeo desde el reservorio R-13A hasta el reservorio R-113C.

[Página principal](#) | <https://m2m.bacsoft.com/WebClient/MainPage2.aspx>

Sedapar Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Arequipa Powered by bacsoft

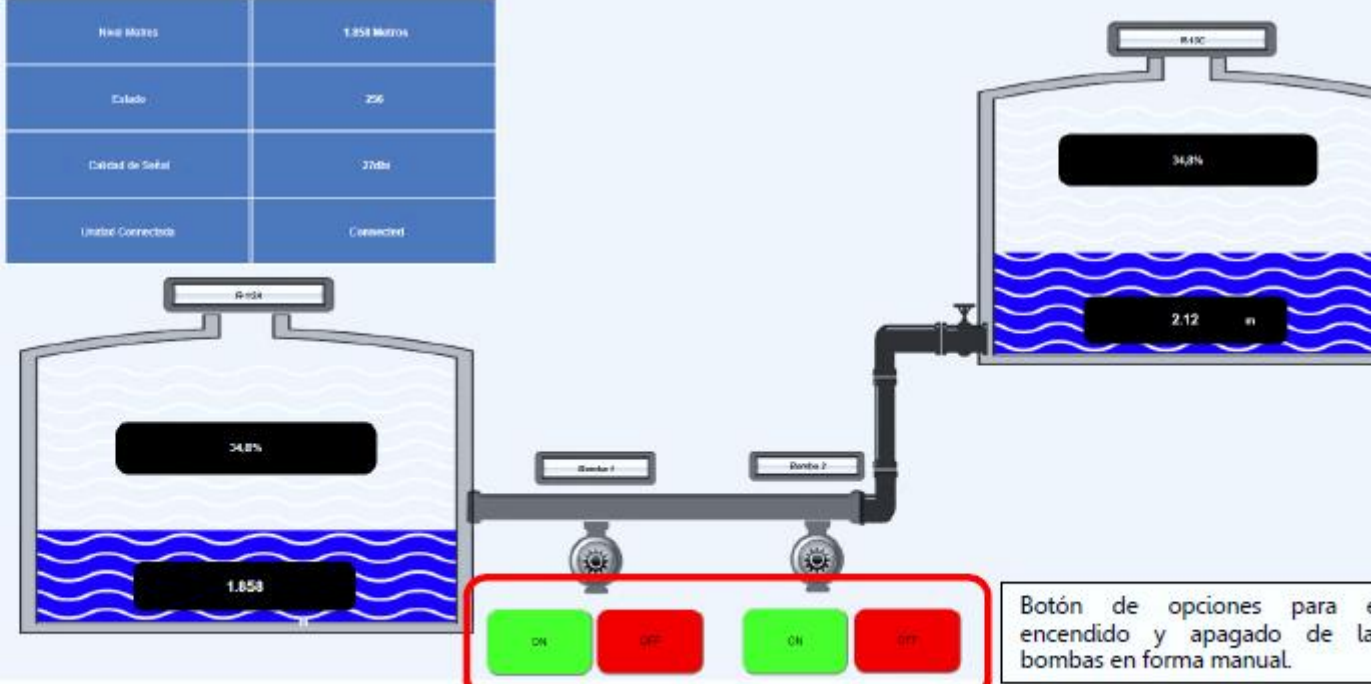
Luis Angles **R-13A**

Visión **Bombas** Nivel Gráficos y Reportes Unidad Diana Cone Nivel Por Hora General Mapa Eventos Informes

Redajar

- Reservorios
 - N-21
 - N-24
 - N-65A
 - R-10
 - R-3
 - R-18
 - R-22
 - N27 30
 - R-11
- Estación de Bombas Hurdar
 - R-13A**
 - R-13C

Nivel Meters	1.858 Metros
Estado	256
Cantidad de Señal	37dba
Unidad Conectada	Conectada



Botón de opciones para el encendido y apagado de las bombas en forma manual.

Pantalla principal ✕

← → ↻ <https://m2m.bacsoft.com/WebClient/MainPage2.aspx>

Sedapar Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Arequipa

Luis Angeles

R-13A

Visión Bombas Nivel Graficos y Reportes Unidad Diaria Cone... Nivel Por Hora **General** Mapa

Lista de registros

Descripción	Valor	Botones de acción
Nivel Porcentaje	34.752 %	
Nivel	1.858 m	
Nivel x100	186	
Nivel R13C (40902)	211	
Copy of Nivel R13C (40902)	211	
Nivel R13A (40001)	186	
Valores Modbus		
Reg (40103)	0	
Estado Bomba 1(40200)	Apagada	
Estado Bomba 2(40201)	Apagada	
Nivel alto CR13A (40202)	0	
Nivel bajo CR13A (40203)	0	
Nivel alto CR13B (40204)	0	
Nivel bajo CR13B (40205)	0	
Nivel insuficiente CR13A(40206)	0	
Corte Electrico(40207)	0	
Retorno Electrico(40208)	0	
Automatico (40209)	OFF	
Manual (40210)	ON	
ON Bomba 1 (40211)	Disable	Enable
OFF Bomba 1 (40212)	Enable	Disable
ON Bomba 2 (40213)	Disable	Enable
OFF Bomba 2 (40214)	Enable	Disable
Falta de Bombas (40215)	Sin Falta	
Comunicacion al PLC	OK	
Analog Fields		
Analog 1 (RAW)	9.567 mA	
Analog 2 (RAW)	0.083	
BCconnect Fields		
Module Temperature	56	

Botón de opciones para el encendido y apagado de las bombas en forma manual.

OFF	ON
OFF	ON
Disable	Enable
Disable	Enable
Disable	Enable
Disable	Enable



Gráfica de nivel del reservorio R-13C

Conclusiones

1. La automatización de la cámara de bombeo del reservorio R-13A, permite un ahorro significativo a la Gerencia de Operaciones, Ahorro que se puede ver reflejado en personal y disponibilidad de movilidad, actores fundamentales y esenciales en la Gerencia.
2. La automatización de la cámara de bombeo permite un control del proceso de bombeo con mayor exactitud, esto debido a que es el mismo reservorio quien solicita el inicio del proceso de bombeo únicamente cuando lo requiera, esto significa que cuando se cumple algunas condiciones recién se inicia el bombeo.
3. Se ha incrementado las horas de servicio de agua de 4 a 24 horas.

Recomendaciones

1. Iniciar el proceso de automatización de las cámaras de bombeos de los reservorios N-45 y R-37 y CB-6.
2. Designación de un ambiente apropiado para la implementación de la sala de monitoreo y control para la telemetría y automatizaciones.

Atentamente,



Luis Angeles Pato
Profesional Operación y Almacenamiento
Dpto. Distribución
Cc/Archivo.
Gerencia de Operaciones.

/LEAP.

INFORME N° 015-2020/S-60102-LEAP

A : Ing. Dante Mormontoy Gonzales
Gerente de Operaciones

Asunto : Implementación e integración de Automatización en Cámara de Bombeo CB-32, en la plataforma de Telemetría Bacsoft.

Referencia :

Fecha : 11 de mayo del 2020

Con fecha 06-01-2020, se inició el proceso de automatización de la cámara de bombeo CB-32 que abastece al reservorio R-37.

Principales actividades ejecutadas:

- Relevamiento de información del proceso de Bombeo.
- Inventario de equipos.
- Diseño del proceso de bombeo
- Diseño de los tableros de automatización.
- Programación de PLC
- Integración a la plataforma Bacsoft.
- Pruebas de campo.
- Pruebas de bombeo automático.
- Pruebas de bombeo manual.
- Pruebas de bombeo remoto.

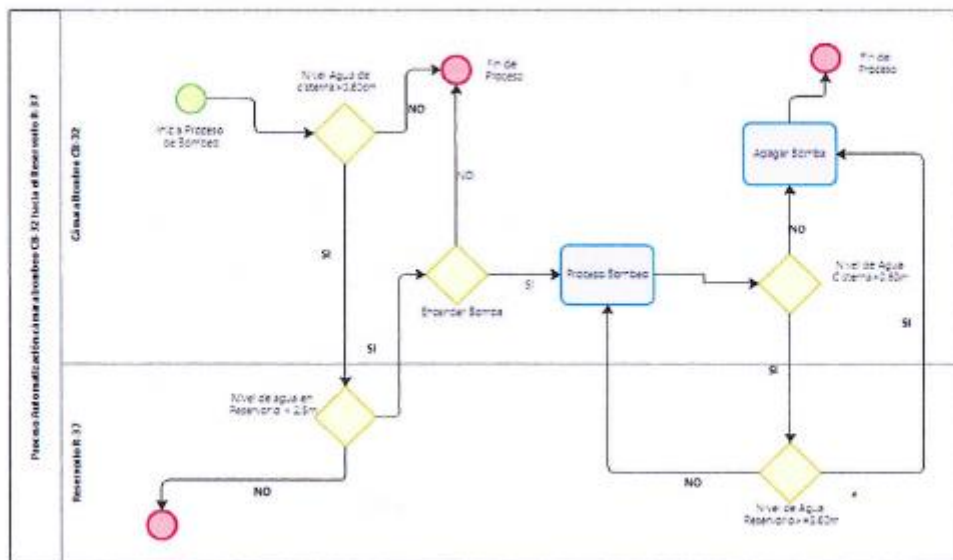


Figura 1. Proceso de bombeo de la CB-32

Esquema lógico de encendido y Apagado de las Bombas en la cámara de bombeo cb-32

Integración a la plataforma Bacsoft



Figura 2. Implementación en la plataforma Bacsoft

Pantalla HMI cámara de Bombeo CB-32

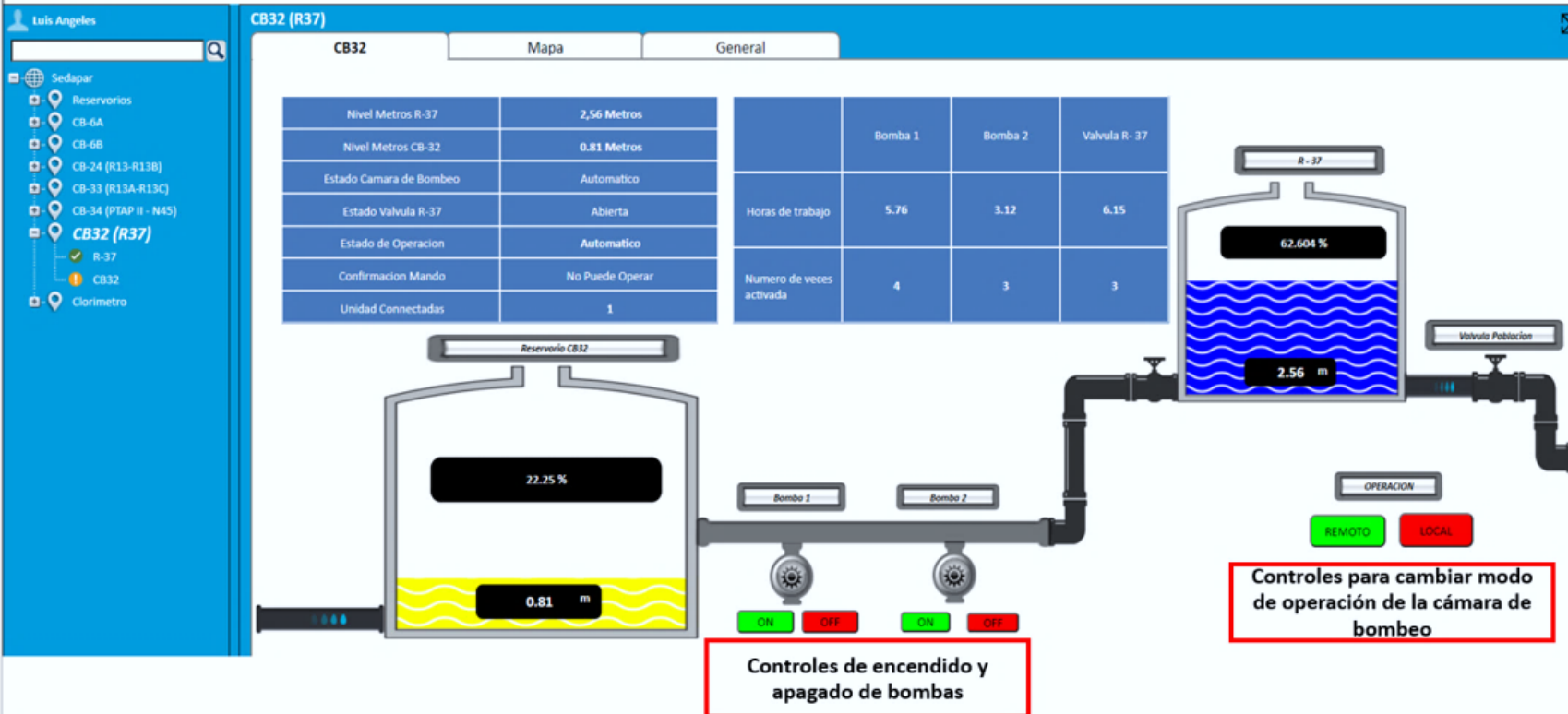


Figura 3. HMP de la Cámara de bombeo CB-32 en la plataforma Bacsoft

Parámetros de la cámara de Bombeo CB-32

Luis Angeles

Reservorios

- CB-6A
- CB-6B
- CB-24 (R13-R13B)
- CB-33 (R13A-R13C)
- CB-34 (PTAP II - N45)
- CB32 (R37)
- R-37
- CB32**
- Clorimetro

CB32

Visión Reservorio Nivel Reportes y Grafi... Nivel por Hora Unidad Diaria C... **General** Mapa Eventos

Lista de registros

Descripción	Valor	Botones de acción	
Control y Confirmaciones			
Activación de mando remoto	0	OFF	ON
Apertura Cierre/Local Valvula Remota	0		
Confirmación mando remoto	No Puede Operar		
Encendido/Apagado de bomba 1	0	OFF	ON
Bomba 1 arrancando	0		
Bomba 1 en falla	0		
Confirmación de bomba 1 encendida	Apagada		
Encendido/Apagado de bomba 2	0	OFF	ON
Confirmación de bomba 2 encendida	Apagada		
Bomba 2 arrancando	0		
Bomba 2 en falla	0		
Reset Remoto de Arrancador Suave	0	OFF	ON
Inhibir Bomba 1	0	OFF	ON
Confirmación de Bomba 1 Inhibida	En Servicio		
Inhibir Bomba 2	0	OFF	ON
Confirmación de Bomba 2 Inhibida	En Servicio		
Comunicación con PLC	Error		

Botones de control, que solo funcionan en modo remoto

Figura 4. Parámetros para operar las bombas en modo remoto en la plataforma Bacsoft

Aumento en la continuidad del servicio en el reservorio R37 – Alata De 4 horas a más de 18 horas

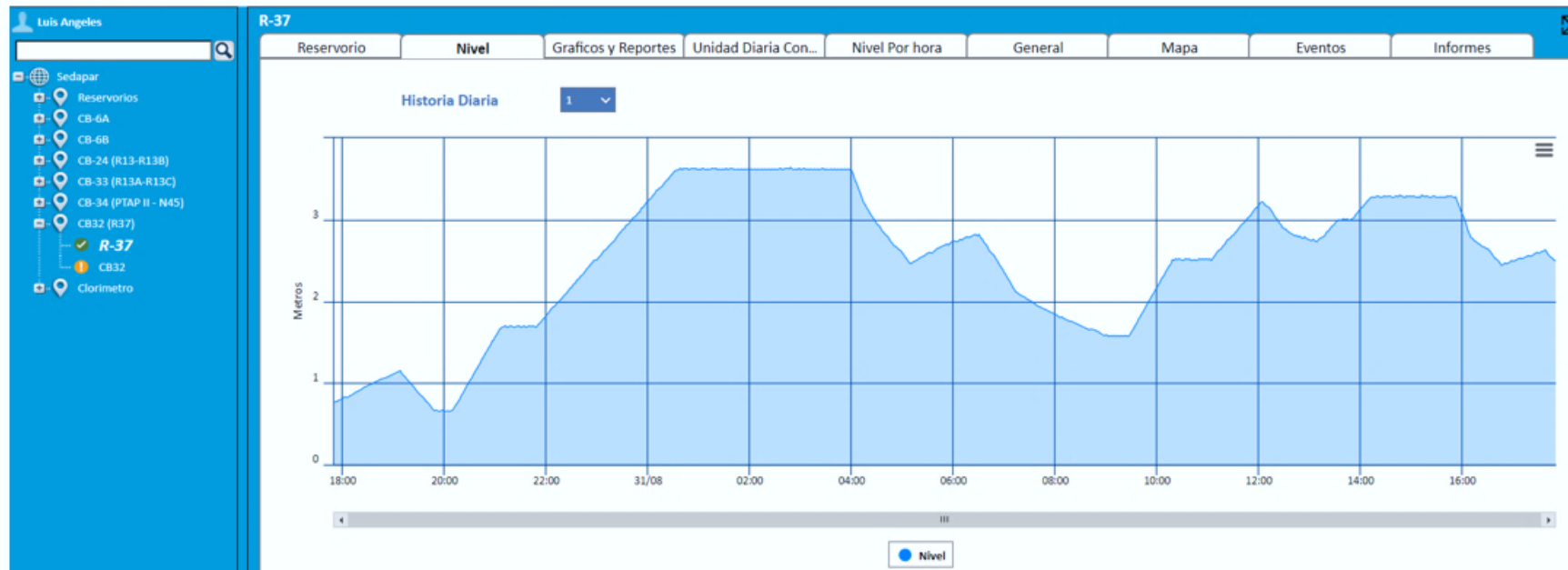


Figura 5. Gráfica de nivel de altura de agua del reservorio R-37 desde la plataforma Bacsoft



Conclusiones

1. Uno de los objetivos de la automatización del la CB-32, fue incrementar las horas de servicio del reservorio R-37, como se puede ver en la gráfica, se ha superado las 18 horas de continuidad del servicio.
2. La automatización de la cámara de bombeo CB-32, permite un ahorro significativo a la Gerencia de Operaciones, Ahorro que se puede ver reflejado en personal y disponibilidad de movilidad, actores fundamentales y esenciales en la Gerencia.
3. La automatización de la cámara de bombeo permite un control exacto del proceso de bombeo, esto se debe a que el control de las bombas es gobernado por el PLC de acuerdo con los valores que son capturados desde los sensores tipo radar instalados en el reservorio y cámara de bombeo. inicio del proceso de bombeo únicamente cuando lo requiera, esto significa que cuando se cumple algunas condiciones recién se inicia el bombeo.
4. Se ha incrementado las horas de servicio de agua de 4 a más de 18 horas.

Recomendaciones

1. Iniciar el proceso de automatización de las cámaras de bombeos de los reservorios CB-45, CB-30.
2. Designación de un ambiente apropiado para la implementación de la sala de monitoreo y control para la telemetría y automatizaciones.

Atentamente,

Luis Angeles Pato
Profesional Operación y Almacenamiento
Dpto. Distribución
Cc/Archivo.
. Gerencia de Operaciones.

/LEAP.



INFORME N° 065-2020/S-60102-LEAP

A : Ing. Dante Mormontoy Gonzales
Gerente de Operaciones

Asunto : Implementación e integración de Automatización en Cámara de
Bombeo CB-45, en la plataforma de Telemetría Bacsoft.

Referencia :

Fecha : 18 de setiembre del 2020

Con fecha 26-06-2020, se inició el proceso de automatización de la cámara de bombeo CB-N45 que abastece al reservorio N-45.



Figura 1. Reservorio N-45

Principales actividades ejecutadas:

- Relevamiento de información del proceso de Bombeo.
- Inventario de equipos.
- Diseño del proceso de bombeo
- Diseño de los tableros de automatización.
- Programación de PLC
- Integración a la plataforma Bacsoft.
- Pruebas de campo.
- Pruebas de bombeo automático.
- Pruebas de bombeo manual.
- Pruebas de bombeo remoto.

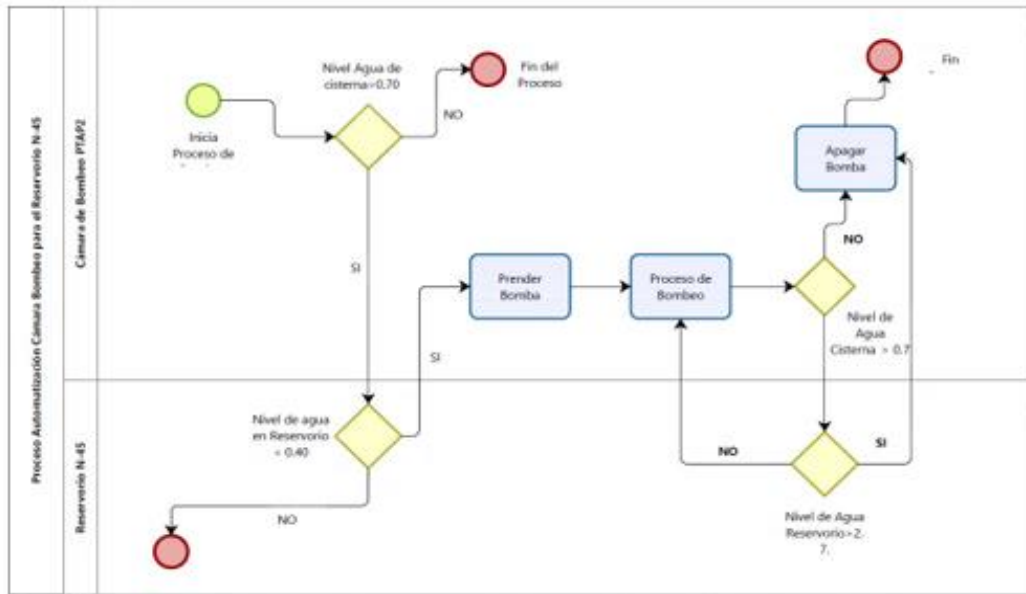


Figura 2. Proceso de bombeo de la CB-45

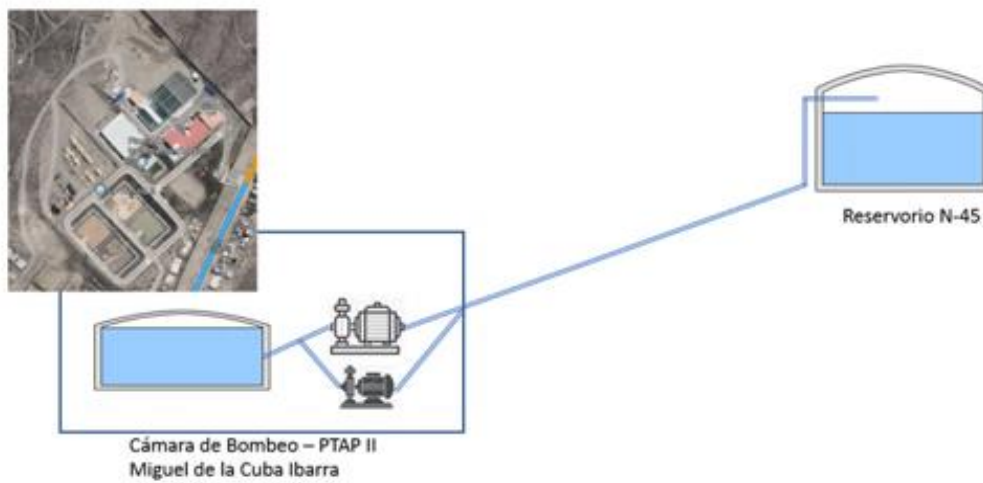


Figura 3. Diagrama esquemático de la cámara de bombeo CB-45



Figura 4. Ubicación de la cámara de bombeo CB-45 y Reservorio N-45

Integraciones

Adicionalmente al proceso de automatización del bombeo se ha realizado la integración de 3 Macro medidores a la plataforma Bacsoft.



Figura 5. Macro Medidores existentes en la CB-45



Figura 6. Panel de comunicación y Control



Figura 7. Macro Medidor Integrado

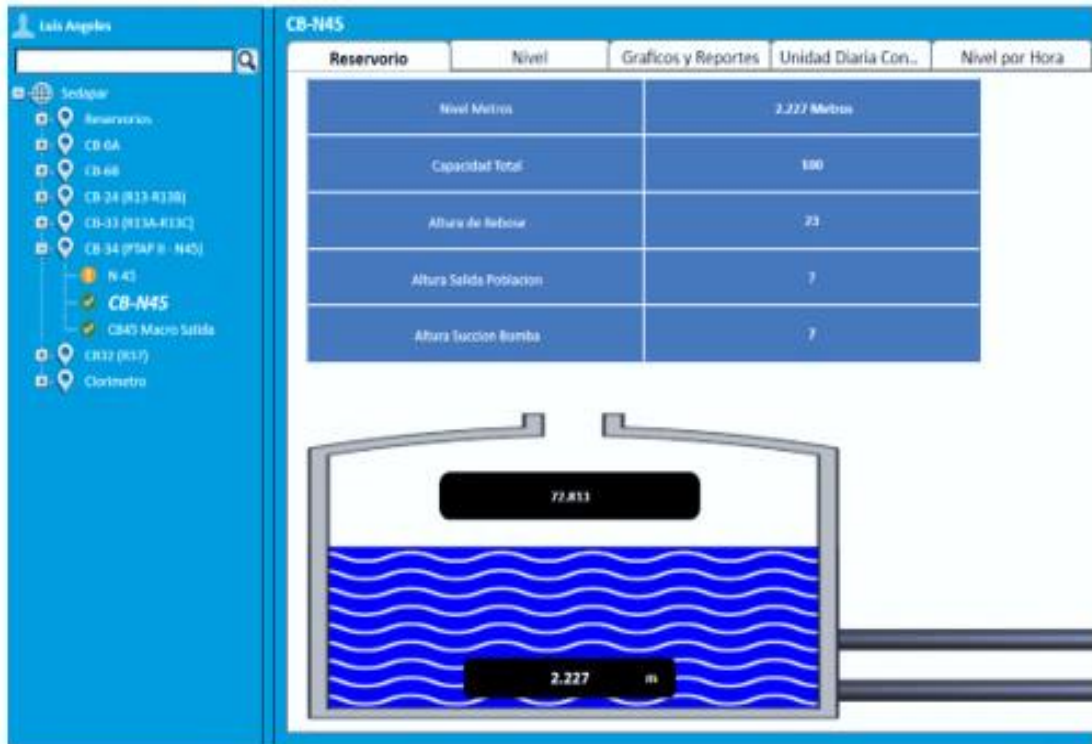


Figura 8. Implementación en la plataforma Bacsoft

Pantalla HMI cámara de Bombeo CB-45

Actualizar Salida

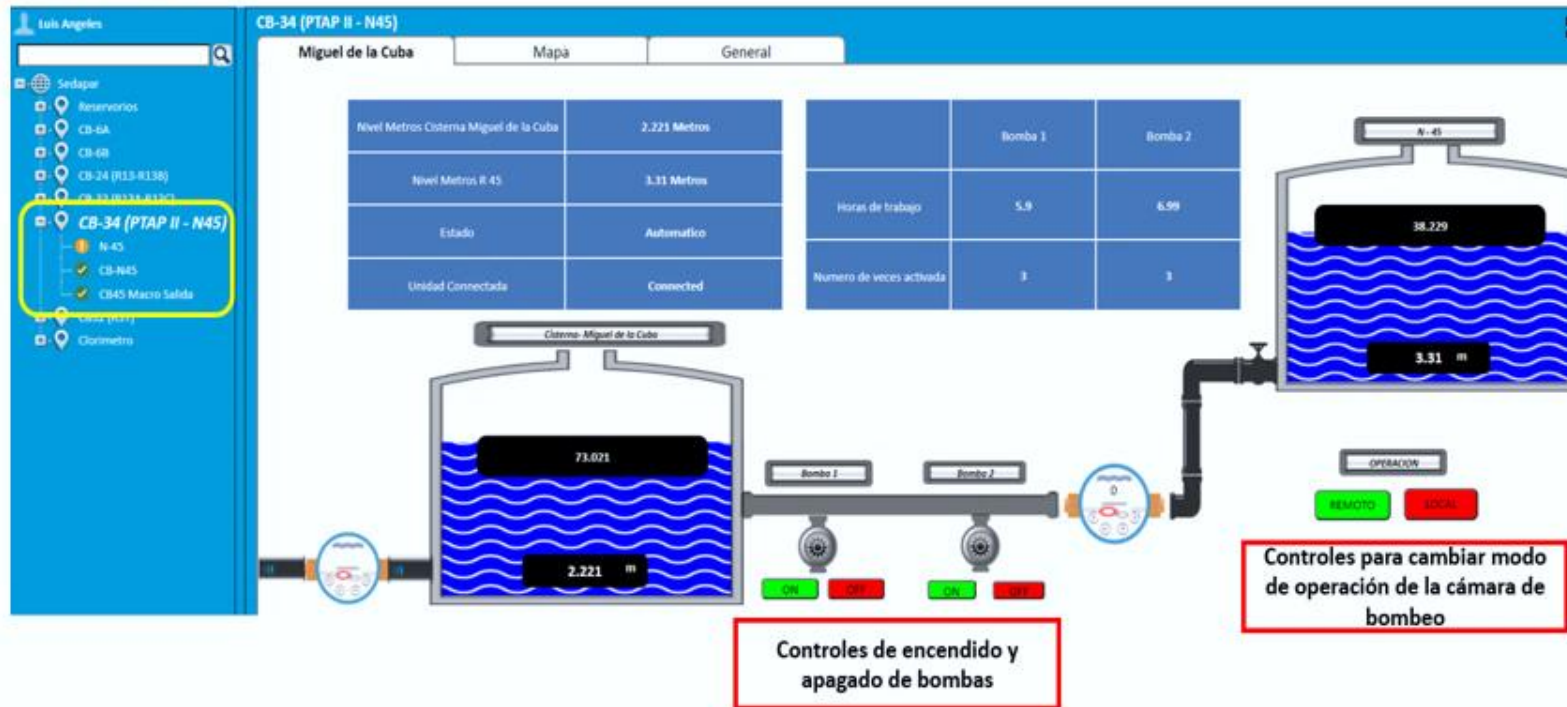


Figura 9. Pantalla HMI - Cámara de bombeo CB-45 en plataforma Bacsoft

Parámetros de la cámara de Bombeo CB-45

Luis Angeles

Reservorio Nivel Graficos y Reportes Unidad Diaria Con... Nivel por Hora **General** Mapa Eventos

Lista de registros

Descripción	Valor		
Valores Modbus			
Estado Bomba 1(40006)	Apagada		
Estado Bomba 2(40008)	Apagada		
Estado Control Remoto (40004)	Automatico		
Control Remoto(40003)	Disable	OFF	ON
Bomba 1 (40005)	Disable	OFF	ON
Bomba 2 (40007)	Disable	OFF	ON
Analog Fields			
Salida Analógica 1	15,683 mA		
Salida Analógica 2	0,050		
BConnect Fields			
Temperatura de Módulo	61		
Comunicacion al PLC	Ok		
Nivel de Señal	21		
Razon de Reinicio	Reconnect No Reset		
Unidad Conectada	Connected		
Ultima Comunicacion	31/08/21 22:28:51		

Botones de control, para operación Remota

Figura 10. Parámetros para operar las bombas en modo remoto en la plataforma Bacsoft

Aumento en la continuidad del servicio en el reservorio N-45 – Alto Cayma De 4 horas a más de 18 horas



Figura 11. Gráfica de nivel de altura de agua del reservorio N-45 desde la plataforma Bacsoft



Conclusiones

1. La automatización de la Cámara de bombeo CB-45, ha permitido incrementar las horas de servicio del reservorio N-45, como se puede ver en la figura 11, se ha superado las 18 horas de continuidad del servicio propuesto.
2. La automatización de la cámara de bombeo CB-45, permite un ahorro significativo a la Gerencia de Operaciones, Ahorro que se puede ver reflejado en personal y disponibilidad de movilidad, actores fundamentales y esenciales en la Gerencia.
3. La automatización de la cámara de bombeo permite un control exacto del proceso de bombeo, esto se debe a que el control de las bombas es gobernado por el PLC de acuerdo con los valores que son capturados desde los sensores tipo radar instalados en el reservorio y cámara de bombeo. inicio del proceso de bombeo únicamente cuando lo requiera, esto significa que cuando se cumple algunas condiciones recién se inicia el bombeo.

Recomendaciones

1. Iniciar el proceso de automatización de las cámaras de bombeos de los reservorios CB-8, CB-26B.
2. Designación de un ambiente apropiado para la implementación de la sala de monitoreo y control para la telemetría y automatizaciones.

Atentamente,

Luis Angeles Pato
Profesional Operación y Almacenamiento
Dpto. Distribución
Cc/Archivo.
. Gerencia de Operaciones.

/LEAP.

Anexo 6

Estructura de Costos

ESTRUCTURA DE COSTOS								
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL PARA RESERVIORIOS DE AGUA POTABLE								
UTILIZANDO TECNOLOGIA IOT								
Item	Componentes	Procedencia	Marca	Modelo	Unidad de Medida	Cant.	Costo Unitario	Costo Total
ACTIVOS MAYORES								
1	Sensor de Nivel Tipo Radar	Alemania	Vega	Vegapuls WL61	Und	26	3,150.45	81,911.70
2	Sensor de Presión	Alemania	Krohne	5060	Und	18	2,200.00	39,600.00
3	UPS 10 KVA	Perú	PLUG & POWER	URT-10K	Und	1	8750.4	8,750.40
4	Gabinete de comunicación de 42 RU	Alemania	RITTAL	5508110	Und	1	12,850.00	12,850.00
5	Transformador de aislamiento 12KVA	Perú	IEDA POWER/SAFE	TAMF-12K-K13	Und	1	6,500.00	6,500.00
6	Monitores de 86"	Corea	LG	86tr3d	Und	1	9,634.70	9,634.70
7	Unidades de comunicación Remotos (RT)	Israel	Bacsoft	Bconnect - 3G	Und	44	1,450.00	63,800.00
8	PLC	EEUU	Siemens	S-1200	Und	6	3,215.60	19,293.60
9	Arrancador Suave	EEUU	Siemens	Sirius 3RW5	Und	10	6,850.10	68,501.00
10	Mantalla HMI	EEUU	Siemens	872-6325	Und	5	4,650.30	23,251.50
11	Gabinete de Automatización de 24 RU	Alemania	RITTAL	VXSE	Und	3	4,750.50	14,251.50
12	Transformador de aislamiento 220v	Perú	PLUG & POWER		Und	5	3,600.00	18,000.00
13	Gabinete de Automatización de 40 RU	Alemania	RITTAL	VXSE	Und	2	6,970.40	13,940.80
Total IGV								68,451.34
Total Activo Mayores								448,736.54
ACTIVOS MENORES								
14	Base metalica para panel solar	Perú			Und	20	120.00	2,400.00
15	Paneles solares monocristalinos de 50w	Perú			Und	20	484.93	9,698.60
16	Baterias AGM de 12V	Perú			Und	20	69.12	1,382.40
17	Regulador Solar	Perú			Und	10	278.41	2,784.10
18	Cable Unificar Solar Negro	Perú			Und	40	16.22	648.80
19	Cable Unificar Solar Rojo	Perú			Und	40	16.22	648.80
20	Caja Protección IP65(40x30x20)	Perú			Und	20	302.91	6,058.20
21	Llaves termomagneticas 20 A	Perú			Und	44	44.50	1,958.00
22	Tuberías metálicas Conduit	Perú			Und	50	15.90	795.00
23	Cable Profinet	Perú			Und	5	16.80	84.00
24	Contactores de 185 A	Perú			Und	5	830.00	4,150.00
25	Interruptor General de 400 A	Perú			Und	5	870.00	4,350.00
26	Accesorios varios	Perú				1	4,000.00	4,000.00
Total IGV								7,012.42
Total Activos Menores								45,970.32
SERVICIOS								
27	Lincencia de software - Gestión de Plataforma (Movil y Web)	Israel	Bacsoft		Und	1	28,600.00	28,600.00
28	Servicio Instalación Sala de monitoreo	Peru			Und	1	4,870.00	4,870.00
29	Servicio de Trasmisión de datos	Peru	Telefonica	Sim card Smart	Und	44	25.60	1,126.40
30	Instalación de sensores	Peru			Und	44	125.00	5,500.00
31	Capacitación	Peru			Und	1	4,000.00	4,000.00
32	Mantenimiento preventivo Sensores (2 veces al año)	Peru			Und	2	8,460.00	16,920.00
Total IGV								7,199.94
Total Servicios								68,216.34
Costos Directos								
33	Configuración de Sensores	Profesional Operación y Almacenamiento	SEDAPAR		Und	1	4,230.00	4,230.00
34	Diseño de Pantalla HMI	Profesional Operación y Almacenamiento	SEDAPAR					
35	Diseño, Desarrollo Programación en PLC	Profesional Operación y Almacenamiento	SEDAPAR					
36	Integración de sensores al Sistema de Telemetría	Profesional Operación y Almacenamiento	SEDAPAR					
37	Integración de Automatización de Cámaras de Bombeo a la Plataforma de Telemetría	Profesional Operación y Almacenamiento	SEDAPAR					
Total Costos Directos								4,230.00
Costos Indirectos								
38	Papel	SEDAPAR						2,500.00
39	Toner							
40	Movilidad Local							
41	EPPS							
42	Otros							
Total Costos Indirectos								2,500.00
Sub Total								569,653.19
Total IGV								82,663.69
Total Costo del Proyecto								652,316.89